

**SERAMİK İŞLETMELERİNDE STOKASTİK SÜREÇLE
GÜVEN STOĞUNUN BULUNMASI VE
EXCEL ÇALIŞMA TABLOSU İLE UYGULAMASI**

Recep KÜÇÜK
(Yüksek Lisans Tezi)

Eskişehir, 2006

**SERAMİK İŞLETMELERİNDE STOKASTİK SÜREÇLE GÜVEN STOĞUNUN
BULUNMASI VE EXCEL ÇALIŞMA TABLOSU İLE BİR UYGULAMASI**

Recep KÜÇÜK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İşletme Anabilim Dalı

Sayısal Yöntemler Bilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Namık Kemal ERDOĞAN

Eskişehir
Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
Şubat 2006

YÜKSEK LİSANS TEZ ÖZÜ

SERAMİK İŞLETMELERİNDE STOKASTİK SÜREÇLE GÜVEN STOĞUNUN BULUNMASI EXCEL (ÇALIŞMA TABLOSU) İLE UYGULAMASI

Recep KÜÇÜK

İşletme Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Şubat, 2006

Bu çalışmada seramik işletmelerinin bulundurmaları gereken optimum güven stoğunun bulunması için stokastik stok modellerin kurulması ve kurulan bu modellerin Excel çalışma sayfası yardımıyla uygulanması incelenmiştir.

Birinci bölümünde model kavramı üzerinde durulmuş, stokastik ve deterministik modeller geniş bir biçimde açıklanmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümde ise seramik sektörü hakkında bilgi verilerek, bu sektörün Türkiye ekonomisindeki önemi üzerinde durulmuştur. Seramik sektörünün yarattığı istihdam, katma değer ile ülke ihracatı içindeki oranı hakkında istatistiki bilgiler verilmiştir. Daha sonra modelin uygulandığı işletme olan Yurtbay seramik fabrikası anlatılmıştır. Bu işletmenin üretim kapasitesi, Türkiye de ve Dünyadaki Pazar payları hakkında bilgi verilmiştir.

Uygulamada bölümünde işletmedeki üretim verileri alınarak kurulan modelde yerine koyulmuştur. Elde edilen sonuç ile işletmenin stok maliyetleri ile karşılaştırılmıştır. Talebe bağlı olarak üretimin düzensizlik göstermesi stok maliyetlerini yükseltmekteydi. Bu çalışma sonucunda bulunan optimum stok miktarı, işletmenin üretimini aksatmadan stok maliyetlerini minimum miktarda tutmasını sağlayacaktır. Yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar Yurtbay Seramik işletmesi yöneticilerine sunulmuş ve onların da görüşleri alınmıştır.

ABSTRACT**AN APPLICATION IN EXCEL TO FIND OUT SAFETY INVENTORY WITH
STOCHASTIC PORCESS IN THE CERAMIC FIRMS****Recep KÜÇÜK****Program in Business Administration****Anadolu University Social Sciences Institute, February, 2006****Supervizor: Yrd. Doç. Dr. Namık Kemal ERDOĞAN**

In this study, it has been examined optimum safety inventory that ceramic firms have to hold by using stochastic models application in Excel.

In the first section of the study, It has been emphasized the concept of model in numeric methods. It has been explained stochastic and deterministic models extensively.

In the second section of the study, it has been given information about ceramic sector and consideration of this sector in Turkey. It has been explained not only employment and added value created by ceramic sector, but olsa statistical information about those. It has been given information about Yurtbay Ceramic Factory that had been applied the model. It has been explained its productive capacity and market share in Turkey and all over the world.

In the application section, it has been replaced production data of Yurtbay Ceramic Factory in the model. Result that had been found out has been compared with the Yurtbay inventory cost. Production disruption subject to demand had been increased inventory cost. Without production interruption, inventory that Yurtbay have to hold in order to maintain minimum inventory cost had been calculated and presented to the factory management.

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Recep Küçük'ün **Seramik İşletmelerinde Stokastik Süreçle Güven Stoğunun Bulunması ve Excel Çalışma Sayfası ile Uygulaması** başlıklı tezitarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca, İşletme Anabilim Yüksek Lisans tezi olarak değerlendirilerek kabul edilmiştir.

	Adı Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı)	Yrd. Doç. Dr. N. Kemal Erdoğan	
Üye	Prof. Dr. Hasan Durucasu	
Üye	Prof. Dr. Kemal Yıldırım	

Prof. Nurhan AYDIN
Anadolu Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Müdürü

ÖNSÖZ

İşletmelerin en önemli problemlerinden biride stok maliyetleridir. Çağımızda küresel pazarlarda rekabet eden işletmeler açısından, stok maliyetlerinin düşüklüğü önemli bir rekabet üstünlüğü yaratmaktadır. Bu çalışmada bu problemin çözümünde işletmelere yardımcı olacak modeller üzerinde duruldu.

Çalışmamda bana yardımcı olan değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Namık Kemal ERDOĞAN' a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Yurtbay Seramik işletmesinde yaptığım çalışma süresince bana yardımcı olan Yurtbay Yönetim ve çalışanlarına, sır hazırlama şefi sayın İhsan KÜÇÜK' e teşekkür ederim.

Bu çalışmam boyunca bana destek olan eşim Öznur KÜÇÜK' e teşekkür ederim.

February 2006

Recep KÜÇÜK

İÇİNDEKİLER

ÖZ	ii
ABSTRACT	iii
ŞEKİLLER LİSTESİ	iv
ÖNSÖZ	v
ÖZGEÇMİŞ	vi
TABLolar LİSTESİ	vii
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI	vii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM STOK VE STOK YÖNETİMİ

1 STOK KAVRAMI	3
2 STOKLARIN SINIFLANDIRILMASI	3
2.1 Hammaddeler.....	4
2.2 Yarı Mamuller.....	4
2.3 Mamuller.....	4
3 STOKLARA İLİŞKİN MALİYETLER	4
3.1 Satın Alma Maliyeti.....	5
3.2 Hazırlık Maliyeti.....	5
3.2.1 Sipariş verme maliyetleri.....	5
3.2.2 Üretime başlama maliyetleri.....	6
3.3 Elde Bulundurma Maliyeti.....	6
3.4 Stok Tükenme Maliyeti.....	7
4 STOK KONTROL YÖNTEMLERİ	7
4.1 Gözle Kontrol Yöntemi.....	7
4.2 Çift Kutu Yöntemi.....	8
4.3 Sabit Sipariş Periyodu Yöntemi.....	8
4.4 Sabit Sipariş Miktarı.....	9
4.5 ABC Yöntemi.....	9
4.6 Stok Kontrolünde Simulasyon Yöntemi.....	10
4.7 Malzeme İhtiyaç Planlaması.....	10
4.8 JİT ve Kanban yöntemi.....	11

5 STOK MODELLERİ.....	11
5.1 Model Kavramı.....	11
5.2 Modellerin Sınıflandırılması.....	12
5.2.1 Kapalı Model.....	12
5.2.2 Kavramsal model.....	12
5.2.3 Mantıksal akış modeli.....	12
5.2.4 Matematiksel model.....	13
5.2.4.1 Açıklayıcı model.....	13
5.2.4.2 Kestirim modeli.....	13
5.2.4.3 Karar modeli.....	14
5.2.5 Karar Modelleri – programlama kavramı.....	14
5.3 Deterministik Stok Modelleri.....	15
5.3.1 Temel Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli.....	15
5.3.2 Sabit Oranlı Sipariş Modeli (Üretim Modeli).....	18
5.3.3 Miktar İndirimli Stok Modeli.....	20
5.3.4 Fiyat Değişimine Dayanan Model.....	21
5.3.5 Stok Tükenmesi Durumunda Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli.....	23
5.3.6 Stok Tükenmesi Durumunda Üretim Modeli.....	25
5.3.7 Kısıtlı ve Çok Kalemlilikli Deterministik Stok Modelleri.....	27
5.3.8 Dinamik ESM Modelleri.....	30
5.3.9 Silver – Meal Sezgisel Modeli.....	30
6 STOKASTİK MODELLER.....	31
6.1 Stoklara İlişkin Belirsizliklerin Ele Alınış Yöntemleri.....	34
6.2 Sürekli Gözden Geçirme Modelleri.....	35
6.2.1 Kısmi olasılıklı stok modeli.....	35
6.2.2 Tam Olasılıklı Optimum Sipariş Miktarı Modeli.....	37
6.3 Tek Siparişli Model.....	40
6.4 Tek ve Çok Periyotlu Modeller.....	42
6.4.1. Tek Periyotlu Modeller.....	42
6.4.1.1 Hazırlık maliyetsiz model.....	43
6.4.1.2 Hazırlık maliyetli model (s-S Politikası).....	44

6.4.2 Çok Periyotlu Model.....	47
6.5 Tek Periyod Stok modelinin Marjinal Analizi.....	49
7 İSTATİSTİKSEL DAĞILIM YÖNTEMLERİ.....	51
7.1 Sabit Tedarik Süresi ve Değişken İstem İle Q Sistemi.....	51
7.2 Sabit Tedarik Süresi ve Değişken İstem ile P Sistemi.....	54
7.3 Sabit İstem ve Değişken Tedarik Süreli Q Sistemi.....	55
7.4 Sabit İstem ve Değişken Tedarik Süreli P Sistemi.....	55
7.5 Değişken Talep ve Değişken Tedarik Süreli Q sistemi.....	56
7.6 Değişken Talep ve Değişken Tedarik Süreli P Sistemi.....	57
8 MİKTAR OLARAK EKSİK STOK DURUMUNA DAYALI HİZMET DÜZEYİ.....	57
8.1 Eksik Stok Miktarının Hesaplanması.....	59
8.2 Hizmet Düzeyinin Bulunması.....	59
9 PERİYODİK GÖZDEN GEÇİRME SİSTEMLERİNDE SİPARİŞ MİKTARLARI.....	60

İKİNCİ BÖLÜM

SERAMİK SEKTÖRÜ VE YURTBAY SERAMİK FABRİKASI

1 SERAMİĞİN TARİHÇESİ.....	62
2 SERAMİK HAKKINDA İSTATİKSİ VERİLER.....	67
3 SERAMİK SEKTÖRÜNÜN BUGÜNKÜ SORUNLARI.....	71
4 YURTBAY SERAMİK FABRİKASININ TANITIMI.....	72
4.1 Ar-Ge.....	73
4.2 Üretim.....	73
4.3 Kalite Kontrol.....	74
4.4 Tasarım ve Ürün Geliştirme.....	74
4.5 Tanıtım.....	75
4.6 Satış ve Sonrası Hizmet.....	75
4.7 Enerji.....	76

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BİR EXCEL ÇALIŞMA SAYFASI İLE UYGULAMA

1 UYGULAMADA KULLANULAN MODEL.....	77
2 STOK DEĞERLEME YÖNTEMLERİ.....	79
3 UYGULAMA PARAMETRELERİ.....	80
3.1 Elde Bulundurma Maliyeti.....	80
3.2 Taşıma Maliyetleri.....	81
3.3 Temin Süresi.....	81
3.4 Birim Satın Alma Maliyetleri.....	82
3.5 Yıllık Talebin Birikimli Dağılımı.....	83
3. STOK MODELİNİN BİR EXCEL ÇALIŞMA TABLOSU İLE UYGULAMASI.....	87
4.1 Programın Tanıtımı.....	88
SONUÇ.....	94
KAYNAKÇA.....	97

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1	Aşağıdaki Tabloda İyi Bilinen Bazı Yöntemler Özetlenmektedir.....	34
Tablo 2	Normal Kayıp Fonksiyonu Değerleri	58
Tablo 3	Çeşitli Standart Sapma Sayıları İçin Beklenen Eksik Stok Sayısı.....	58
Tablo 4	Seramik Sağlık Gereçleri İhracat Profili.....	69
Tablo 5	Seramik Kaplama Malzeme İhracatı Profili.....	70
Tablo 6	Seramik Kaplama Malzemeleri Sektörü Profili.....	70
Tablo 7	Alt Sektörlere Göre Seramik İhracatı.....	71
Tablo 8	KİL C 104'ün Aylara Göre Tüketim Miktarı.....	84
Tablo 9	Excel de Oluşturulan Veri Tabanı	88
Tablo 10	Parametrelerin Excel Çalışma Sayfasında Oluşturulması.....	89
Tablo 11	Ekonomik sipariş miktarı, standart sapmanın Excel çalışma sayfalarında Oluşturulması.....	91
Tablo 12	Güven stokunun Excel çalışma sayfasında oluşturulması.....	93

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 Sabit Sipariş Periyodu Yöntemine Göre Stok Kontrolünün Elemanları.....	8
Şekil 2 Sabit Sipariş Miktarı Yöntemine Göre Stok Kontrolünün Elemanları.....	9
Şekil 3 Toplam Maliyet Eğrisi.....	16
Şekil 4 Yeniden Sipariş Çevrimi.....	18
Şekil 5 En Yüksek Envanter Düzeyini Gösterir Grafik.....	19
Şekil 6 A, y'nin 1. Bölgede Olması.....	21
Şekil 6 B y'nin 2. Bölgede Olması	21
Şekil 7 Stok Tükenmesi Durumunda Zaman Süresini Ele Alan Envanter Modeli.....	24
Şekil 8 Fiziki Stokların Zamana Göre Grafiği.....	24
Şekil 9 Stok Tükenmesi Durumunda Üretim Modeli Grafiği.....	26
Şekil 10 Periyodik (sabit dönem) Sistem Grafiği.....	33
Şekil 11 Q Sisteminde Güven Stok Modeli.....	34
Şekil 12 B' yi Belirlemek İçin Kullanılan Olasılık İfadesi.....	36
Şekil 13 Standart Normal Olasılık Dağılım Tablosu.....	37
Şekil 14 Talep Karşılandıktan Sonraki Stok Pozisyonu.....	43
Şekil 15 Hazırlık Maliyet Model Eğrisi.....	45
Şekil 16 Standart Normal Dağılımla Q Değerinin Hesaplanması.....	50
Şekil 17 Güven Stokunu Veren Normal Dağılım	76

GİRİŞ

Ekonominin küreselleşmesi ile birlikte, ulusal pazarlar uluslararası rekabete açılmıştır. Önceki yıllarda sadece ulusal pazarlara hitap eden işletmeler, küreselleşme, ulaşım ve iletişim teknolojisinin gelişmesiyle birlikte kendi pazarlarını güçlü uluslararası şirketlerle paylaşmak zorunda kalmışlardır. Ama aynı zamanda, bu işletmelerin kendileri de dünya pazarlarına açılmışlardır. Bir yandan Avrupa ve Amerika'nın güçlü şirketleri Türkiye pazarlarına girerken diğer yandan Türk işletmeleri de Avrupa, Amerika ve Asya pazarlarında mücadeleye etmeye başlamışlardır.

İşletmeler ulusal ve uluslararası pazarlarda mallarını satabilmeleri için fiyat, kalite, maliyet, satış sonrası hizmet gibi alanlarda daha iyi olmak zorundadırlar. İşletmelerin rekabet ortamındaki en önemli araçlardan biri maliyet üstünlüğüdür. Bir anlamda maliyetlerini minimum düzeyde tutabilen işletmeler rekabet üstünlüğü de sağlamış olurlar. Maliyet unsurları içerisinde stok maliyetleri önemli bir yer tutmaktadır. Bu nedenle işletmelerin stok maliyetlerini en aza indirecek şekilde çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.

Seramik işletmelerinde hammadde ve malzemelerin aşırı miktarlarda alınmasından ve stok sahalarında uzun süre bekletilmesinden doğan yüksek maliyetler söz konusudur. Yüksek stok maliyetlerinden kurtulan işletmelerin rekabet etmede önemli bir rekabet avantajı yakalayacakları düşünülmektedir.

Çalışma sonunda elde edilen modelin uygulandığı Yurtbay seramik işletmesinde ve diğer tüm seramik işletmelerinde stok maliyetlerini düşürmenin, stok kontrolü ve politikası uygulamanın oldukça zor olduğu görülmektedir. Bunun nedeni taleplerin düzensiz oluşudur. Bir mala her ay aynı miktarda talep olmaması, o mala ilişkin üretim planlamasının yapılmasını da güçleştirmektedir. Belirsizlik, bazen bir hammadde ve malzemenin yetersiz kalıp üretimi aksatmasına, bazen de aynı malzemenin stok sahalarında aylarca kalıp bozulup çürümesine yol açmaktadır.

İşletmeler, talebin düzensiz oluşundan kaynaklanan belirsizlik riskini en aza indirebilmek ve hammadde ve malzeme alışlarında bir alış politikası belirleyebilmek için, bir güven stoğunu oluşturmaları gerekmektedir. Güven stoğu, işletmeleri talebin yarattığı belirsizlik riskinden korumada önemli bir araçtır.

Bu çalışmada, güven stoğu stokastik stok modelleri yardımıyla bulunacaktır. Bulunulan güven stoğu işletmelere istedikleri bir güven düzeyinde çalışma olanağını sunmaktadır. Çalışılmak istenen her güven düzeyi farklı maliyetleri de beraberinde getirecektir. İşletmeler yüksek bir güven düzeyinde çalışmak isterlerse daha fazla bir güven stoğu tutmak ve daha yüksek bir maliyete katlanmak zorunda kalacaklardır. Düşük güven düzeyi daha az bir güven stoğunu tutmayı bunun sonucunda ise daha düşük maliyete katlanmayı getirecektir.

Diğer bir önemli nokta da, işletmeler stokları hesaplamada daha çok deterministik yöntemleri kullanmaktadırlar. Deterministik yöntemler gelecek hakkında sağlıklı bir bilgi vermediği ve özellikle taleplerin düzensiz olduğu işletmelerde güven stoğunu bulmada yetersiz kaldığı için kullanılmamaktadır. Bu nedenle, bu gibi işletmelerde stokastik yöntemlerin kullanılmasının daha iyi sonuçlar sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada güven stoğunu bulmak için bir Excel çalışma sayfasında stokastik stok modelleri oluşturulacak ve çözüm için Excel'in istatistik ve matematik fonksiyonlarından yararlanılacaktır.

BİRİNCİ BÖLÜM

STOK VE STOK YÖNETİMİ

1. STOK KAVRAMI

İşletmelerin üretim amacıyla aldıkları ham madde ve malzemeler, üretimi tamamlanmamış yarı mamuller ile pazarlamasını yapmak üzere aldıkları tamamlanmış ürünler mevcudu, stok olarak tanımlanır. Stok; mevcut veya gelecekte ortaya çıkabilecek ihtiyaçları karşılamak amacıyla depolanan malzeme ya da üretimin aksamaması ve verimli olarak yürütülmesini sağlamak amacıyla işletmenin elinde bulundurduğu fiziksel mal varlığıdır.¹

Başka bir ifade ile stoklar; bir işletmenin, faaliyet dönemi içinde satmak amacıyla elinde bulundurduğu mallar ile satışa sunulacak mal ve hizmetlerin üretiminde kullanılacak olan, üretim safhasındaki malları içermektedir.² Üretim safhasındaki bu mallar yarı mamul olarak adlandırılmaktadır.

Bir üretim sisteminde üretilen mamule dolaysız veya dolaylı olarak katılan bütün fiziksel varlıklar ve mamulün kendisi stok kavramı içinde düşünülmektedir. Stok miktarları parasal değerleri ile ölçülür. Literatürde stok yerine, envanter kelimesi de kullanılmaktadır.³

2. STOKLARIN SINIFLANDIRILMASI

Stok edilen varlıklar arasında; cins, değer, kullanılma yeri, stoklama biçimi gibi faktörler açısından farklılıklar vardır. Bunlar amaca uygun olarak sınıflandırılırlar.

¹ Demir , Hulusi ve Gümüšoğlu Şevkinaz, **Üretim Yönetimi**, (İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş.,1998),s.539.

² Güredin Ersin, **Denetim Yönetimi**, (İstanbul: Avcıol Matbaası, 1990),s.275.

³ Kobu Bülent , **Üretim Yönetimi**,(Onuncu basım. İstanbul: Avcıol Basım- Yayım, 1999),s.292.

2.1. Hammaddeler

İşletmede imalata giren ve üzerinde işlem yapılarak değer kazandırılan tüm varlıklar hammadde olarak isimlendirilir. İşletmeler üretimin sürekliliği ve kârın maksimizasyonunu amaçlarken, bu amaca ulaşmada etkili olan optimum stok miktarını belirlemeye çalışmaktadırlar. Gereğinden az hammadde, üretimi aksatıp üretim kaybına neden olabileceği gibi, gereğinden fazla tutulan hammadde ise alternatif maliyeti doğuracaktır. Bu durumda işletmenin fonları daha verimsiz kullanılacağından, hedeflenen karın da azalmasına neden olacaktır.

2.2. Yarı Mamuller

Yarı mamuller, üzerlerinde yapılması gereken işlemler henüz tamamlanmamış ve iş istasyonları arasındaki ara depolarda biriktirilen varlıklardır. Yarı mamuller üretim sürecini tamamladıktan sonra mamule dönüşürler.

2.3. Mamuller

Mamuller, fabrika içinde yapılması düşünülen işlemlerin tümü tamamlandıktan sonra müşteriye teslim edilmek üzere ambara konulan varlıklardır. Mamul stoğu, stok planlamasında en önemli kavramdır. Optimum mamul stok miktarının belirlenmesi işletme ve çevresini de içine alan bir araştırmayı gerektirir.⁴

Mamuller, üretim sürecinin tüm aşamalarını tamamlayıp ve belirli bir yerde hareketsiz durdukları için, sayma, değerlendirme ve kontrol açısından pek güçlü göstermezler.

3. STOKLARA İLİŞKİN MALİYETLER

İşletmelerin uygulayacakları stok kontrol modellerinin amacı; stok bulundurmanın sağlayacağı faydayı maksimum kılarken, katlanmak zorunda kalacakları stok maliyetini de minimum yapmaktır. İşletmeler üretim yaparken ortaya çıkan maliyetler şunlardır:

⁴ Kobu, a.g.e., s.292.

3.1. Satın Alma Maliyeti

Satın alma maliyeti, üretimde kullanılmak üzere alınan hammadde ve malzeme veya doğrudan satmak amacıyla alınacak mallar için, satın alınan kaynağa ödenen fiyat olarak tanımlanabilir.⁵ Satın alma maliyeti özellikle belirli bir miktar üzerindeki alımlar için uygulanan miktar iskontosu ya da fiyat kırma durumu söz konusu olduğunda daha da önem kazanmaktadır.⁶

3.2. Hazırlık Maliyeti

Bazı kaynaklarda “sipariş maliyeti” olarak da isimlendirilen bu maliyet; üretim işletmelerinde, her yeni üretim hazırlığından önce, ticaret işletmelerinde ise her yeni sipariş verilmesinden önce ortaya çıkan maliyetlerdir. Hazırlık maliyeti her sipariş için sabit bir değerde olup sipariş miktarından bağımsız olduğu varsayılır. Bu nedenle bir kerede sipariş edilen miktar arttıkça birim başına hazırlık maliyeti de azalma gösterecektir.⁷

Hazırlık maliyetleri ticaret ve üretim işletmeleri açısından ayrı ayrı ele alındığında, hazırlık maliyeti olarak aşağıdaki maliyetler ortaya çıkmaktadır.

3.2.1. Sipariş Verme Maliyetleri

Sipariş verme maliyetleri yeni bir sipariş verilmesi durumunda ortaya çıkan maliyetler olup aşağıda belirtilen öğeleri içermektedir;

- ✓ Sipariş niceliğinin belirlenmesi için gereken işlem maliyeti
- ✓ Satıcı işletmeler arasında araştırma yapılması
- ✓ Talep formlarını hazırlama ve işleme koyma maliyetleri
- ✓ Malzeme kayıt kartlarında gerekli bilgilerin gösterilmesi
- ✓ Telefon giderleri

⁵ Öztürk Ahmet, **Yöneylem Araştırması**, (Beşinci Basım. Bursa: Ekin Kitapevi Yayınları, 1997),s.332.

⁶ Halaç Osman, **Kantitatif Karar Verme Teknikleri**, (Beşinci basım. İstanbul: Alfa Basım Yayım Dağıtım,2001),s.281.

⁷ Roberta S. Russell and Bernard W. Taylor, **Operation Management**, (Third Edition. U.S.A , Prentice Hall Inc., 2000), s.591.

- ✓ Sipariş izleme ve ulaştırma maliyetleri
- ✓ Teslim alma, boşaltma ve kontrol etme maliyetleri

3.2.2. Üretime Başlama Maliyetleri

Üretime başlama maliyetleri, üretim işletmelerinde yeni bir üretim öncesinde ortaya çıkabilecek maliyetler olup aşağıdaki öğeleri kapsar:

- ✓ Süreci Hazırlama maliyetleri
- ✓ Operatöre gerekli bilgilerin verilmesi ve işin doğru yapılıp yapılmadığının denetlenmesi
- ✓ Genellikle yeni üretimin başında oluşan döküntüler
- ✓ Gerekli üretim ve kontrol işlemleri için yapılan yazışmalar
- ✓ İş programının düzenlenmesi
- ✓ Gönderme ve muhasebe işlemleri⁸

3.3. Elde Bulundurma Maliyeti

Elde bulundurma maliyeti, birçok etkene bağlıdır. Bunların en önemlisi sermaye maliyetidir. Stoklara yatırılan nakitler genellikle borç olarak alındığından bir faiz maliyeti ile karşılaşılır. Diğer taraftan eldeki nakitte stoklara yatırıldığından dolayı diğer alanlardaki gelir getirici yatırımlarda kullanılamaz. Böylece bir fırsat maliyeti ile karşılaşılır. Fırsat maliyeti herhangi bir mal ve hizmeti üretmek için belirli miktarda diğer mal ve hizmetten vazgeçmek anlamına gelir.⁹

Elde bulundurma maliyetini etkileyen öteki etkenler olarak da şunlar sıralanabilir:

- ✓ Stoğa gidilmesi halinde fiziksel bozulma, yıpranma ve moda dışı kalma ile karşılaşılan kayıplar,
- ✓ Stokların bakım, işleme, kayıt ve sayımı ile ilgili maliyetler,
- ✓ Stokların karşılaşılabilecek risklere karşı sigorta edilmesi için katlanılan maliyetler,

⁸ Demir ve Gümüšoğlu, a.g.e., s.545-546.

⁹ W.L.Peterson, **Principles of Economics**, (Richard- D.Irwin Inc.,Homewood, 1971), s.7.

- ✓ Yerel yönetimlerin veya hükümetin stoklar üzerine koydukları vergiler.
- ✓ Depolama maliyeti: Stokların depolanması için ödenen kiralara¹⁰

3.4. Stok Tükenme Maliyeti

Bir talep meydana geldiğinde eldeki mal miktarı yeterli değilse, yani talebi karşılayacak mal stoğu yoksa, işletme yönünden bir maliyet ortaya çıkmaktadır, bu maliyete stok tükenme veya stok bulundurmama maliyeti denir. Bu maliyet işletmeyi iki yönden etkiler; birincisi, tüketici taleplerinin ertelenmesidir, bu durum müşteriye bilgi vermekten depoda çalışanlara ödenen ücretlere kadar bir çok maliyeti kapsar. İkinci olarak da müşterilerin başka işletmelere kaymalarına sebep olur ki bu da satışları azaltır. Bu maliyetlerin azaltılmasında veya düşük bir seviyede tutulmasında güven stoğu önemli bir rol oynamaktadır.¹¹

4. STOK KONTROL YÖNTEMLERİ

Her işletme; büyüklüğüne, yönetim politikalarına, üretim tipine, mali olanaklarına ve daha birçok faktöre göre oluşturduğu bir stok kontrol sistemini uygular. Bu sistemlerde kullanılan yöntemler basit sayma veya gözle kontrolden, bilgisayar destekli kontrollere kadar değişen nitelikte olabilirler.

4.1. Gözle Kontrol Yöntemi

Stoklar periyodik olarak tecrübeli bir ambar memuru tarafından gözden geçirilir. Belirli bir düzeyin altına düşen stok kalemleri için derhal sipariş verilir. Sipariş verme düzeyi, miktarı ve zamanı tamamen çalışan kişinin tecrübesine bırakılmıştır. Burada hata yapma olasılığı fazladır. Tüketim hızı, tedarik süresi veya başka bir faktörün değişmesi halinde bunun derhal farkına varılmasında güçlükler oluşacaktır..

¹⁰ Öztürk, a.g.e., s.332.

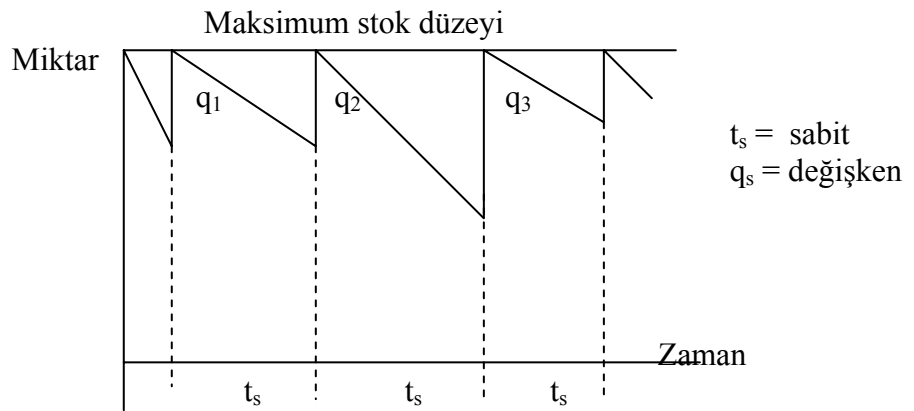
¹¹ Tatar, Tefik, *İşletmelerde Üretim ve Yönetim Teknikleri*, (Ankara: D.M.M. Akademisi Yayını No: 4 1982), s.69-78.

4.2. Çift Kutu Yöntemi

Sistem, yedek gözü olan bir benzin deposuna benzetilebilir. Herhangi bir cins stok iki bölmeli bir kutuda muhafaza edilir. Birinci kutu tamamen tükendiği zaman yeni sipariş verilir. İkinci kutudaki miktar, sipariş teslim alınıncaya kadar ihtiyacı karşılamak için kullanılır. Yalnız, ikinci kutu yeterli miktarda olmalıdır.

4.3. Sabit Sipariş Periyodu Yöntemi

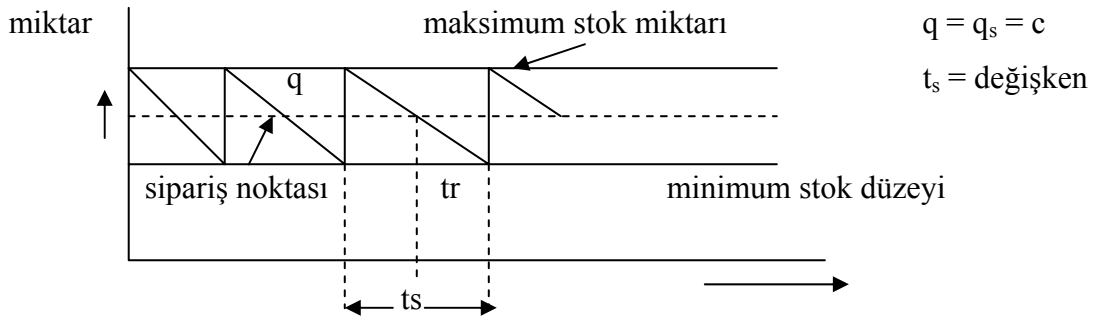
Her stok kaleminin miktarı, önceden saptanmış bir süre sonunda tespit edilir. Bu miktarı belli bir stok düzeyine tamamlayacak sipariş verilir. (Şekil 1) şekilde de görüldüğü gibi t_s sipariş periyodu sabittir. Tüketim hızı her periyotta farklı olabilir. Dolayısıyla verilecek sipariş miktarları q_1, q_2, q_3, \dots , gibi değişik değerler alabilir. Bu yöntem çok fazla değişik özellikli stok kaleminin bulunduğu işletmelerde başarılı sonuçlar vermez.



Şekil 1 Sabit Sipariş Periyodu Yöntemine Göre Stok Kontrolünün Elemanları

4.4. Sabit Sipariş Miktarı

Stok belirli bir düzeye indiğinde toplam stok maliyetini minimum yapacak şekilde önceden saptanmış sabit bir miktar sipariş edilir. (Şekil 2) den de görüleceği gibi her stok kalemi için toplam stok kontrol maliyetini minimum yapan bir sipariş miktarı(q), sipariş noktası düzeyi ve emniyet stoğunun hesaplanmasını gerektirir. Sipariş süresi (t_s) her periyot için değişiktir. Sipariş noktası düzeyi sabit olduğundan her periyottaki tedarik süresi (t_r) de değişiktir. Sipariş miktarı sabit olmakla beraber, sipariş periyotlarının değişken olması tedarikte bazı sorunlar yaratabilir. Tüketim hızının sabit olması durumunda bu sorun ortadan kalkar.



Şekil 2 Sabit Sipariş Miktarı Yöntemine Göre Stok Kontrolünün Elemanları

4.5. ABC Yöntemi

Bu yöntemin temelini oluşturan prensip ilk kez General Electric firması araştırmacılarından H. Ford Dickie tarafından ortaya atılmıştır. ABC prensibi stok kontrolünün yanı sıra; satış ve dağıtım, kalite kontrolü, mamul çeşidi, malzeme tedariki ve üretim planlama sorunlarında da başarı ile uygulanma olanağı bulmuştur. Stok kontrolünde ABC yöntemi, her bir stok kaleminin toplam stok içindeki yüzde oranına göre sınıflandırılmasından ibarettir. Sınıflandırmada stoklar genellikle 3 gruba ayrılır:

- ✓ A Grubu Stok Kalemleri: Toplam stok miktarın % 15- 20'sini, toplam stok değerinin % 75 – 80'ini oluştururlar

- ✓ B Grubu Stok Kalemleri: Miktar olarak %30-40, değer olarak %10-15'lik bir payları vardır.
- ✓ C Grubu Stok Malları: Miktar olarak %40-50, değer olarak sadece %5-10'luk paya sahiptir.

Bazı firmaların stokları 3'ten daha fazla grupta topladığı veya ABC'nin her biri içinde alt gruplar tanımladığı görülüyor. Her işletmenin stoklarının özelliklerine uyan bir sınıflandırma yapılması, miktar ve değer yüzdelerinin de yine bu kritere göre saptanması doğaldır.¹²

4.6. Stok Kontrolünde Simülasyon Yöntemi

Simülasyon bir sistemin matematik formüllerle temsil edilememesi halinde başvurulmuş bir araştırma yöntemidir. Bir sistemin belirli şartlar altında, zamana göre değişen davranışlarını incelemek amacı ile model kurmaya sistem simülasyonu denir. Diğer bir tanım ise Matematik formüllerle kesin çözümü bulunamayan sistem veya faaliyetlerin kağıt üzerinde canlandırılması şeklinde tanımlanabilir.¹³

4.7. Malzeme İhtiyaç Planlaması

Malzeme ihtiyaç planlaması (MRP), bir ürünün parçalarını oluşturan ve talepleri birbirine bağımlı olan, her bir stok kalemi için ne zaman ve ne kadar sipariş edilmeli, sorularına en ekonomik cevabı bulmaya çalışan bir yöntemdir. MRP yönteminin dayandığı prensip, bağımsız talebi olan bitmiş mamulden geriye doğru giderek gerekli malzeme ve parçaları tam ihtiyaç duyulduğu anda hazır bulundurmaktır. Bu yaklaşım stok kalemlerinin ambarda bekleme süresini ve elde bulundurma maliyetini önemli ölçüde düşürür.¹⁴

¹² Kobu, a.g.e., s.304

¹³ Kobu, a.g.e., s.313

¹⁴ Kobu, a.g.e., s.315

4.8. JİT ve Kanban Yöntemi

İlk kez Toyota firması tarafından uygulanmıştır. Sıfır stok anlamına gelmektedir. Dayandığı prensipler ise müşterinin istediği kadar üretim yapılmalı, üretim hızı talep değişimlerine uymalıdır. Iskarta oranı hemen hemen sıfır olmalıdır. İşçilik, malzeme ve kapasite kaybı sıfır olmalıdır.

Kanban stok kontrolünde JIT prensibinin iş istasyonları arasındaki akışta uygulanmasından ibarettir. Yöntemin ilk uygulayıcısı Toyota firmasıdır. İki iş istasyonu arasındaki akışın kontrolünde iki çeşit kart ve küçük arabalar kullanılır. İhtiyaç ve üretim kartları, boşaltılmış ve yeniden doldurulması gereken malzeme arabalarına takılır. Böylece malzeme ile gerekli bilgi akışı aynı zamanda yapılır.

5. STOK MODELLERİ

5.1. Model Kavramı

Model bir sistemin veya alt sistemin davranış gösterimidir. Model bir gerçeğin gösterimi olarak da tanımlanmaktadır.¹⁵ Özellikle soyut sistemlerin davranışlarını açıklamak ve yorumlamak için sistemin genel gösterimine gereksinim duyulur. Fiziki sistemlerde de, değişimler karşısında sistemin davranışlarını doğrudan anlamak, açıklamak ve yorumlamak ya olanaksızdır yada pahalı ve zordur.¹⁶ Bu nedenle, yapılacak araştırmaların çoğunda sistemin özelliklerini taşıyan bir model geliştirilerek, model üzerinde, değişimlere karşı sistemin davranışı izlenir.

Öte yandan sistem modeli, sistemin belirli koşullardaki davranışlarını yorumlamak için de bir araçtır. Belirli koşullarda özel sistemlerin davranışlarının anlaşılması, açıklanması ve yorumlanmasını amaçlayan bilim adamları için model, bilimsel yöntemin en elverişli evresi olmaktadır.

¹⁵ Ackoff- Sasieni, a.g.e., s.60.

¹⁶ Kara İmdat, **Yöneylem Araştırması Yöntembilimi**, (Eskişehir: Eskişehir İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayınları,1979), s.85.

5.2. Modellerin Sınıflandırılması

Modeller yapılarına, kullanım amaçlarına, zamanla olan ilişkilerine, çözümleme şekillerine, fonksiyonel ilişkilere ve benzeri bakış açılarına göre sınıflandırılmaktadır. Yöneylem araştırmalarında modeller başlıca dört grup altında toplanmaktadır.

- Kapalı model,
- Kavramsal model,
- Mantıksal akış modeli,
- Matematiksel model,¹⁷

5.2.1. Kapalı model

Bir sistemin iletişim amaçlarıyla açığa çıkartılmamış davranış ilkelerine kapalı model denir. Bir sistemin kapalı modeli iki açıdan incelenir: Sistemin genel davranış ilkeleri ve sistemin bileşenleri.

5.2.2. Kavramsal model

Bir sistemin kapalı modelinin konuşma ya da yazma ile gösterimine kavramsal model denir. Başka bir deyişle kavramsal model, bir sistemin davranışlarının kavramlarla açıklanmasıdır.

Bir sistemin kavramsal modelinin belirlenmesi, davranışlarının açıklanmasının yanında, özellikle sistemin ileri düzeyde modellenmesi için önemli bir evredir.

5.2.3. Mantıksal akış modeli

Sistemin kavramsal modelinin şekil ve benzeri çizgilerle gösterimine mantıksal akış modeli denir. Mantıksal akış modeliyle sistemin tüm alt sistemleri, öğeleri ve çevre sistemlerle ilişkileri ve etkileşimleri çizgilerle gösterilir.

¹⁷ Kara, **a.g.e.**, s.86.

5.2.4. Matematiksel Model

Bir sistemin mantıksal akış modelinin simgesel (sembollerle) gösterimine matematiksel model denir. Matematiksel model, çözümleri sistemin durumunu açıklayan veya haber veren bir eşitlikler kümesi olarak tanımlanmaktadır. Kurulan Sistemin matematiksel gösteriminde öğeler, öğeler arası ilişkiler ve sistemin çevre ilişkilerinin eşitliklerle yazılımı her zaman mümkün değildir. Sistemin mantıksal akış modelinde belirlenen tüm öge ve ilişkilerin matematiksel yazılımında eşitliklerle birlikte eşitsizliklerin de olması doğaldır. Sistemin matematiksel modellenmesi kullanım şekline göre üç başlıkta incelenir. Sırasıyla;

- Açıklayıcı Model,
- Kestirim Modeli,
- Karar Modeli.

5.2.4.1. Açıklayıcı Model

Sistem öğelerinin alması mümkün değerler karşısında çıktılarını ya da genel sistem davranışını belirleme olanağını verir. Özellikle gerçek sistemin farklı çevre koşullarında nasıl davranacağı sorusuna, sistemin açıklayıcı modeli üzerinde yapılan deneylerle yanıt aranır. Açıklayıcı modeller, bir örgütte birim maliyetleri üretim hacmi ile girdiler (emek, sermaye, vb...) arasındaki ilişkiler yönünden belirleyen fonksiyonlardır.

5.2.4.2. Kestirim Modeli

Bir sistemin gelecekteki davranışlarını kestirme olanağını veren modellerdir. Kestirim modelleri karar vericinin doğrudan denetleyebildiği değişkenleri taşımazlar. Karar değişkenleri yoktur.

5.2.4.3. Karar Modeli

Sistemin verilen çevre koşullarında amacına uygun en iyi davranışı gösterebilmesi için uygulanacak eylemleri belirleyen matematiksel modeline, karar modeli denir. Bir karar modeli, verilen koşullarda sistemin istenilen davranışa nasıl getirilebileceğini, yöneticiye karar değişkenlerine vermesi gereken değerleri belirleyerek gösterir. Karar modelinin en belirgin özelliği hedef gözetilen amaç fonksiyonu taşımasıdır. Bir karar modelinde dört temel bileşeni aşağıdaki gibi sıralanır.

- Karar değişkenleri,
- Parametreler,
- Kısıtlayıcılar,
- Amaç fonksiyonu.

5.2.5. Karar Modelleri – Programlama Kavramı

Karar modelleri yöneylem araştırmalarının kullandığı en önemli araçlardır. Programlama sözcüğü ile birlikte kullanılan karar modeli kavramı, sistemden istenilen sonucun elde edilebilmesi için karar değişkenlerine verilmesi gereken değerleri belirleme olanağını sağlar.

Programlama kavramıyla birlikte kullanılan yöneylem teknikleri modelin yapısına göre beş ana başlıkta toplanabilmektedir.¹⁸

- Doğrusal programlama,
- Doğrusal olmayan programlama,
- Tamsayılı programlama,
- Dinamik programlama,
- Stokastik programlama.

¹⁸ Kara, a.g.e., s.100.

5.3. Deterministik Stok Modelleri

Deterministik stok modelleri, doğrusal olmayan karar modelleri sınıflandırması içerisinde yer alır. Diğer bir ifade ile amaç fonksiyonu veya kısıtlayıcılarından en az biri doğrusal biçimde yazılamayan modellerdir.

5.3.1. Temel Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli

Bu modelde aşağıda belirtilen iki sorunun yanıtı aranır.

1. Ne kadar sipariş verelim?
2. Ne zaman sipariş verelim ?

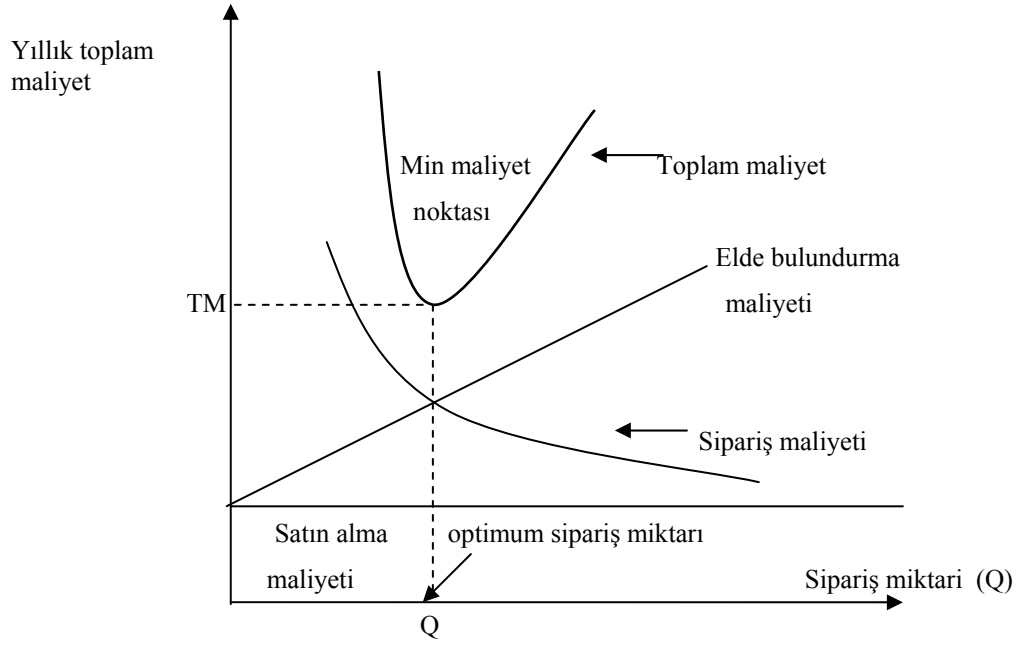
Temel ekonomik sipariş miktarı modeli ile birinci sorunun yanıtı toplam maliyet modelinin minimum kılınmasıyla elde edilir.

$$\left(\begin{array}{c} \text{Toplam stok} \\ \text{maliyeti} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Satın alma} \\ \text{maliyeti} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \text{Hazırlık} \\ \text{maliyeti} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \text{Elde bulundurma} \\ \text{maliyeti} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \text{Elde bulundurmama} \\ \text{maliyeti} \end{array} \right)$$

Bu model şu varsayımları içerir.

- Dönem başına istem kesin ve istem hızı sabittir.
- Malların siparişi eşit aralıklarla verilir.
- Malların fiyatı sabittir.
- Sipariş edilen malların ulaşımı bir anda olmaktadır.
- Tedarik süresi kesin olarak bilinmekte ve sıfırdır.

Yukarıdaki verilen bilgiler kullanılarak elde bulundurma, elde bulundurmama ve toplam maliyeti gösteren toplam maliyet eğrisi çizilebilir. Buna göre toplam maliyet eğrisi Şekil 3 deki gibidir.



Şekil. 3 Toplam Maliyet Eğrisi¹⁹

Modelin parametreleri şu şekildedir :

- k = Satın alınan malın birim fiyatı
- v = (Sipariş miktarını göz önüne almadan verilen) birim sipariş maliyeti
- c = Elde bulundurma maliyeti
- D = İstem miktarı
- Q = Optimum sipariş miktarı

k,v,c ve D' nin değeri bilinmekte ve sabittir. Burada belirlenen modelde optimum sipariş miktarını veren Q değeri bulunur. Verilen parametreleri kullanılarak yazılan modelin değerleri yerine konulursa optimum sipariş miktarı Q;

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

¹⁹ Öztürk, a.g.e , s. 494.

elde edilir. Yukarıdaki model yazılırken elde bulundurmama maliyeti de yazıldı, deterministik modelde bütün şartlar belirli olduğu için ve sipariş verildiği anda işletmeye geldiği farz edildiği için elde bulundurmama maliyeti dikkate alınmalıdır. Elde bulundurmama maliyeti stokastik modeller içinde geçerlidir. Çünkü stokastik modellerde de talep belirli değildir. Talebin belirsizliği, beklenenden daha yüksek miktarda bir talep geldiği zaman stoksuzluk durumuyla karşılaşma durumunu ortaya çıkartabilir.²⁰

$$\text{Dönem başına sipariş sayısı} = D/Q$$

$$\text{Dönem başına sipariş maliyeti} = v.D/Q$$

$$\text{Dönem başına ortalama stok düzeyi} = Q/2$$

$$\text{Dönem başına elde bulundurma maliyeti} = c.Q/2$$

$$\text{Dönem başına ortalama satın alınan malların maliyeti} = k.D$$

$$TM = v.D/Q + c.Q/2 + k.D$$

Q'yu bulmak için TM fonksiyonunun Q'ya göre birinci türevi alınıp sifıra eşitlenirse, fonksiyon konveks olduğundan maliyeti minimum yapan Q değeri elde edilir.

$$\frac{dTM}{dQ} = \frac{-v.D}{Q^2} + \frac{c}{2} = 0$$

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

buradan hareketle toplam maliyet fonksiyonu ;

$$TM = \sqrt{2vcD} + kD \quad \text{olarak bulunur.}$$

Bu modelde siparişin verildiği anda hemen geldiği varsayılır. Ama bu gerçek hayat ile pek bağdaşmaz. Bunun yerine şekil 4 de gösterildiği gibi siparişin verilmesiyle alınması arasında bir tedarik süresinin ortaya çıktığı düşünülür. Burada önemli bir

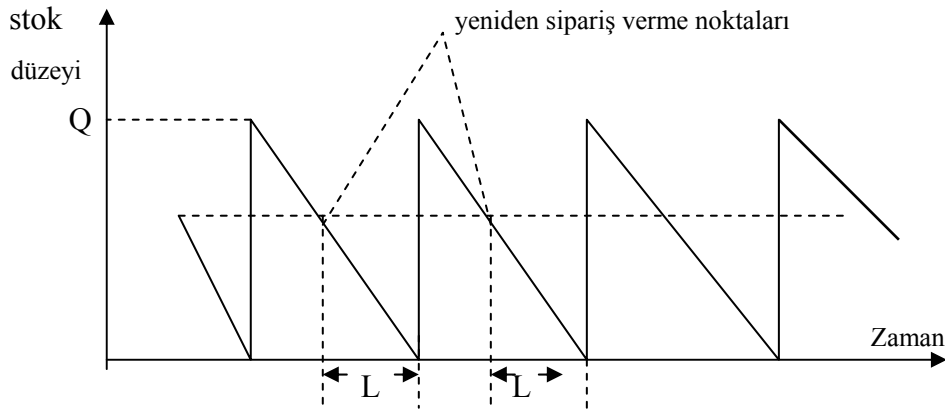
²⁰ Öztürk, a.g.e., s.494.

noktada şudur; çevrim uzunluğu olarak da adlandırılan siparişler arası süre t , eğer L diye adlandırılan tedarik süresinden küçükse, işletmede yeniden sipariş noktası kavramı ortaya çıkar. Diğer önemli bir durum ise tedarik süresi içinde kaç tane tam çevrim uzunluğu olduğudur. Tedarik süresi L 'den küçük olduğunda grafikte verilen durum ortaya çıkar.

$$t < L \quad \text{ise} \quad L_e = L - nt$$

L_e : bir siparişin verilmesiyle alınması arasındaki süre

n : L/t den büyük olmayan en büyük tamsayıdır.²¹



Şekil 4 Yeniden Sipariş Çevrimi

5.3.2 Sabit Oranlı Sipariş Modeli (Üretim Modeli)

Bu modeldeki temel varsayım üretim için kullanılan hammadde ya işletmenin kendisi tarafından sabit bir hızla üretilmektedir, ya da sipariş edilen mallar P gibi sabit oranda işletmeye ulaştırılmaktadır. Bu modelde $(P-D)$ stok miktarı oluşurken (Q/P) sürede D istemiyle var olan stoklar eritmeye çalışılır. $(P - D)Q/P$ şeklinde stok oluşacağı tezinden yola çıkılırsa

²¹ Taha, a.g.e., s. 436.

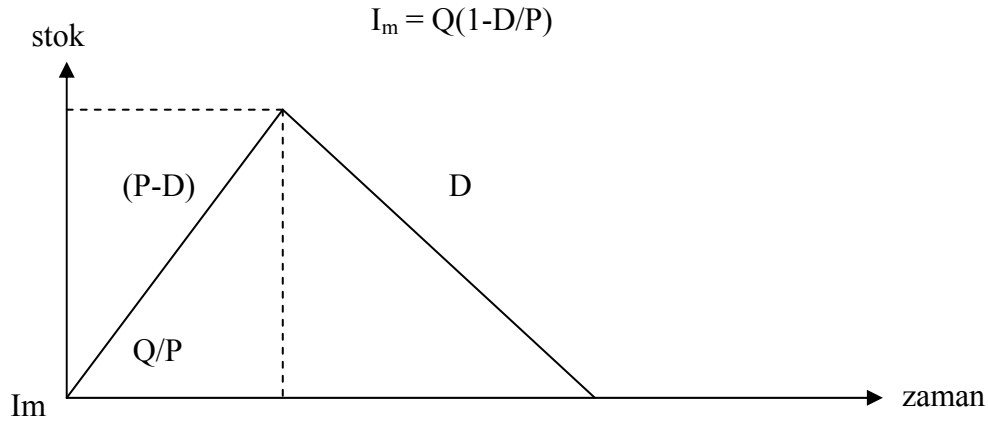
$$TM = \frac{vD}{Q} + \frac{cQ}{2} \left(\frac{P-D}{P} \right) + kD$$

bu denklemde de Q değişkenine göre fonksiyonun birinci türevi alınarak Q değişkeninin değeri bulunabilir. Buna göre Q değeri

$$Q = \sqrt{\frac{2vD}{\frac{c(P-D)}{P}}}$$

bulunur.

Burada başka bir sorun ortaya çıkmaktadır. (P-D) hızıyla eğim oluşurken D istem hızıyla stoklar eritilir. Fakat üretim hızı tüketim hızından daha çok olursa stoklama ile ilgili sorunlar ortaya çıkar. Bunlar stok sahasının yetersizliği, stoklara bağlanan fonların alternatif maliyeti, stoklara harcanan bakım ve sigorta giderlerinin artması vb. bu nedenle modelde en yüksek stok miktarının hesaplanması gerekmektedir. En büyük stok düzeyi (Im) aşağıdaki formülle hesaplanır.²²



Şekil 5 En Yüksek Stok Düzeyi

²² Fetteer, B. Robert, "Decision Models For Inventory Management," Library of congress catalogue card no. 61-6323 1961. America, S. 11

5.3.3. Miktar İndirimli Stok Modeli

Bu modelde daha önceki modellerle aynıdır. Farklılık sadece belli bir miktarın üzerinde alım yapılırsa satıcı firmanın işletmeye tanıyacağı iskontu miktarının fazla mal alımından dolayı elde bulundurma maliyetinden daha fazla bir avantaj sağlamasıdır. Birim satın alma maliyeti k aşağıda verildiği gibidir.

$$k = \begin{cases} k_1, & Q \leq q \quad \text{ise} \\ k_2, & Q > q \quad \text{ise} \end{cases} \quad k_1 > k_2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{k_1 Q}{t_0} = \frac{k_1 Q}{\frac{Q}{D}} = Dk_1, \quad Q < y \end{array} \right.$$

$$\text{Birim zaman başına satın alma maliyeti} = \frac{k_2 Q}{t_0} = \frac{k_2 Q}{\frac{Q}{D}} = Dk_2, \quad Q > y$$

Buna göre toplam maliyet aşağıdaki gibi yazılabilir

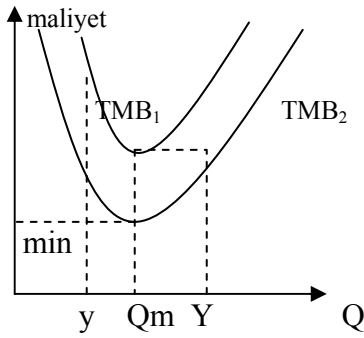
$$\text{TMB}(Q) = \begin{cases} \text{TMB}_1(Q) = \text{TMB}_1(Q) = k_1 D + \frac{vD}{Q} + \frac{cQ}{2}, & Q < y \quad \text{ise} \\ \text{TMB}_2(Q) = \text{TMB}_2(Q) = k_2 D + \frac{vD}{Q} + \frac{cQ}{2}, & Q > y \quad \text{ise} \end{cases}$$

İki fonksiyon satın alma maliyeti dışında aynı olduğundan minimumları bir noktada kesişir

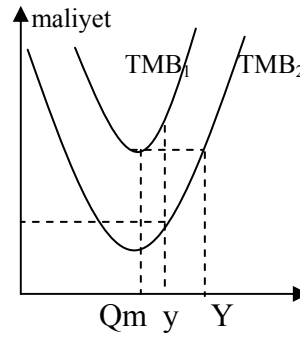
$$Q_m = \sqrt{\frac{2vD}{c}}$$

Maliyet fonksiyonu $TMB(Q)$, $TMB_1(Q)$ ile soldan başlar ve fiyat kırılma noktası Q' da $TMB_2(Q)$ ' ye kadar iner. Şekli 6'nın da açıkça gösterdiği gibi, optimum sipariş miktarı Q' nun belirlenmesi, fiyat kırılma noktası q' nun sırasıyla $(0, Q_m)$, (Q_m, y) ve (y, ∞) ile çizilen I, II ve III bölgelerinin içerisinde bulunmasına bağlıdır. y 'nin ($>Q_m$) değeri aşağıdaki formülle belirlenir:

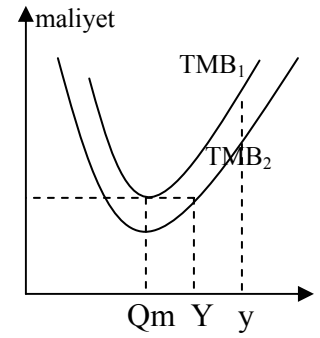
$$TMB_2(y) = TMB_1(Q_m)$$



Şekil 6- a, y 'nin 1. bölgede olması



Şekil 6-b y 'nin 2. bölgede olması



Şekil 6-c 3. bölgede olması

Şekil 6 istenen optimum miktarı Q' nun nasıl belirlendiğini gösterir

$$\begin{aligned} Q_m < y & \quad \text{I. veya III. bölgede} \\ Q = y & \quad \text{II. Bölgede} \end{aligned}$$

5.3.4. Fiyat Değişimine Dayanan Model

Miktar indirimini değerlendiren diğer bir model, sipariş maliyeti ve birim maliyetteki azalma ile büyük miktarlardaki alımlardan sonuçlanan ek elde bulundurma maliyetinin eşit olduğu noktayı belirlemektir. Teklif edilen fiyattan en fazla sipariş miktarını belirlemektir.²³ Modelin parametreleri

²³ Öztürk, a.g.e., s.344.

- X = daha düşük fiyatta parasal değerde ifade edilen en büyük sipariş miktarı
d = önceki istem D' nin yüzdelik olarak ifade edilen indirimi
D = parasal değerde önceki yıllık istem
v = sipariş maliyeti
Q = fiyat indirimi teklifi öncesi parasal değerdeki ekonomik sipariş miktarı
C = ortalama stokin yüzdesi olarak ifade edilen yıllık elde bulundurma maliyeti

Öncelikle eski sipariş maliyetinden teklif alındıktan sonra oluşan sipariş maliyetini çıkarırız. Mevcut sipariş maliyeti $\frac{Dv}{Q}$ dur. Yeni sipariş maliyeti ise $\frac{D(1-d)v}{X}$ dir

Böylece sipariş maliyetindeki azalma

$$\frac{Dv}{Q} - \frac{D(1-d)v}{X} \text{ ile ifade edilebilir.}$$

Bu denkleme birim toplam maliyetteki azalmayı görmek için Dd eklenir. Sipariş maliyeti ve birim fiyattaki azalmayı veren denklemin sol tarafı :

$$\frac{Dv}{Q} - \frac{D(1-d)v}{X} + dD$$

şeklinde yazılır. Modeldeki denklemin sağ tarafı ise büyük miktarlardaki alımdan sonuçlanan ek elde bulundurma maliyetini gösterir. Bu da

$$\frac{X}{2}C - \frac{QC}{2}$$

dir. Şimdi modelin her iki tarafında yer alan denklemler X' i çözmek için eşitlenirse

$$\frac{Dv}{Q} - \frac{D(1-d)v}{X} + dD = \frac{XC}{2} - \frac{QC}{2}$$

$$\frac{XDv}{Q} - D(1-d)v + XdD = \frac{X^2C}{2} - \frac{XQC}{2}$$

$$\frac{X^2C}{2} + X\left(-\frac{QC}{2} + dD - \frac{Dv}{Q}\right) + D(1-d)v = 0$$

buradan kuadratik formül için terimler:

$$a = \frac{C}{2}, \quad b = -\left(\frac{QC}{2} + dD + \frac{Dv}{Q}\right), \quad C = D(1-D)v$$

dir. Bu terimler kuadratik formülde $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ yerine konulduğunda;

$$X = \frac{\frac{QC}{2} + dD + \frac{Dv}{Q} \pm \sqrt{\left[-\left(\frac{QC}{2} + dD + \frac{Dv}{Q}\right)\right]^2 - 4\frac{C}{2}[D(1-d)v]}}{C}$$

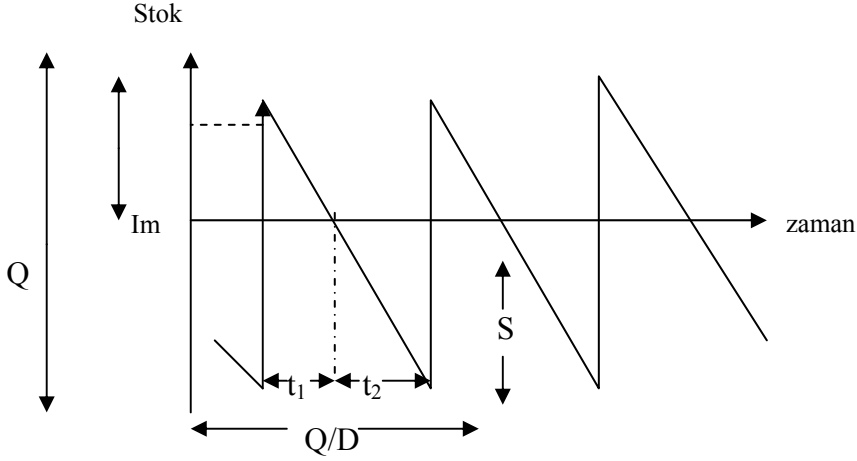
denklemini elde edilir.

5.3.5. Stok Tükenmesi Durumunda Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli

Stokların tükenmesi, müşterilerin isteklerini veya üretimin ihtiyaçlarını karşılayamaması işletmeyi iki yönden cezalandırır. Birincisi, stok dışı kalan malın birim sayısı arttıkça uğranılan zarar artar; ikincisi, stok dışı kalma süresi uzadıkça karşılaşılan zarar daha da büyük olur. Stok dışı kalma, stok tükenmesi veya elde bulundurmama durumudur.

Elde bulundurmama veya stok tükenmesi durumunda siparişler, stok düzeyi sıfıra indikten sonra verilmektedir. Stokların sıfır düzeyine inmesinden sonra verilen sipariş düzeyi (S) olarak adlandırılırsa, bu durum stok modeli grafiğinde negatif stoklar olarak

gösterilir. Stok tükenmesi olmadığında en yüksek stok düzeyi, verilen optimum sipariş miktarı olan Q kadardır. Oysa burada stok eğrisinin yüksekliği $Q-S$ kadar olmaktadır. Yine önceki durumda ortalama stok $Q/2$ olurken burada $(Q-S)/2$ olmaktadır. Burada ki amaç toplam maliyeti en küçük kılacak olan Q ve S değerlerinin bulunmasıdır.

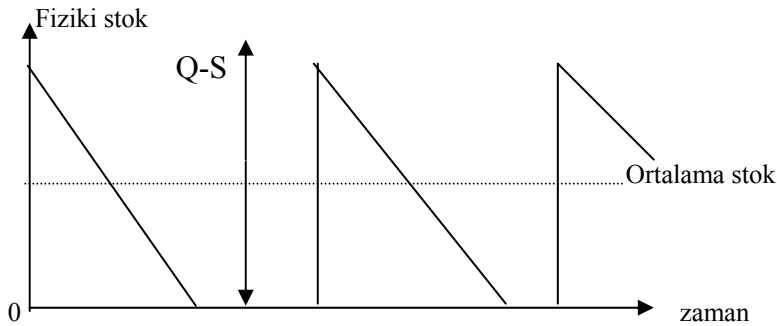


Şekil 7 Stok Tükenmesi Durumunda Zaman Süresini Ele Alan Stok Modeli

t_1 = stok tükenmesi olmadığında siparişler arası süreyi

t_2 = stok tükenmesi olduğunda siparişler arası süreyi göstermektedir.

Elde bulundurma maliyetinin bulunması için ortalama stokların belirlenmesi gereklidir. Şekil 7 gösterilen negatif stoklar elde bulundurma maliyetini etkilemez. Bu durumda ortalama stok düzeyini gösteren şekil aşağıdaki gibi çizilebilir.



Şekil 8 Fiziki Stokların Zamana Göre Grafiği

Şekil 8 deki grafikten yararlanılarak stok eğrisinin, zamana göre ortalaması olan $(Q-S)^2/2Q$ ifadesine eşit olduğu gösterilebilir. Ortalama stok miktarı $(Q-S)/2Q$ olduğuna göre yıllık elde bulundurma maliyeti $=c(Q-S)^2/2Q$ olur. Yukarıdaki grafikte stok tükenme maliyetinin hesaplanabilmesi için belirtilen negatif stok değerleri, aslında

karşılanamayan pozitif sipariş düzeyini göstermektedir. Pozitif stokların geriye dönüşü olmayan siparişler olduğu düşünülürse ortalama stok tükenmesinin $S^2/2Q$ olduğu görülür. Yıllık veya dönem başına stok tükenme maliyeti $=rS^2/2Q$ dur. Böylece dönem başına ortalama toplam maliyet:

$$TM = \frac{vD}{Q} + \frac{c(Q-S)^2}{2Q} + \frac{rS^2}{2Q} + kD$$

Denklemleri ile elde edilir.

Toplam maliyet bir fonksiyon olduğundan bu fonksiyonun Q ve S'ye göre kısmi türevi alınır ve sıfıra eşitlenirse, buradan optimum sipariş miktarı Q ve elde bulunmayan malın verilecek sipariş miktarı olan S bulunabilir.

$$Q = \sqrt{\frac{2vD(c+r)}{c.r}} \quad \text{ve} \quad S = \frac{cQ}{c+r} = \sqrt{\frac{2vcD}{r(c+r)}}$$

5.3.6. Stok Tükenmesi Durumunda Üretim Modeli

Bu modelde sipariş edilen malların dönem başına P gibi sabit bir oranda ulaştığı düşünülürse temel ekonomik sipariş miktarı modelinin varsayımlarına, stok tükenmesi durumu ile sipariş miktarlarının P oranı ile ulaşma varsayımı da eklenmiş olur.

Stok tükenmesi durumunda üretim modeli şematik olarak aşağıda ki gibi gösterilebilir.

$$\text{En büyük stok düzeyi (Im)} = Q(1-D/P) - S$$

Stok tükenmesi olmadığında dönem başına zamanın oranı;

$$t_2 = \left(\frac{S}{P-D} + \frac{S}{D} \right) \frac{D}{Q}$$

$$t_2 = \frac{PS}{Q(P-D)} \quad \text{olur.}$$

Stok tükenmesi olduğunda ortalama stok miktarı $S/2$ dir. Dönem başına ortalama stok tükenme miktarı ise $= t_2.S/2$ buda $PS^2/2Q(P-D)$ ye eşit olur. Dönem başına stok tükenme maliyeti ise $rPS^2/2Q(P-D)$ şeklinde yazılabilir.

Bu model içinde siparişler arası süre (t) Q/D formülü ile, sipariş sayısı (n) de D/Q formülü ile belirlenir. Dönem başına maliyet, aşağıdaki formülle bulunur.

$$\text{TM/ dönem} = \frac{vD}{Q} + \left\{ c[Q(P-D) - PS]^2 + rPS^2 \right\} / \left\{ 2PQ(P-D) \right\} + kD$$

Toplam maliyet Q ve S' ye göre kısmi türevi alınır ve sıfıra eşitlenirse optimal Q ve S değerleri elde edilir. Bu değerleri veren denklemler;

$$Q = \sqrt{\frac{2vPD(c+r)}{cr(P-D)}} \quad S = \sqrt{\frac{2vcD(P-D)}{Pr(c+r)}} \quad \text{biçiminde düzenlenir.}$$

5.3.7. Kısıtlamalı ve Çok Kalemlilikli Deterministik Stok Modelleri

İşletmelerde stoklanacak hammadde veya mamuller yalnızca tek bir çeşitten oluşmaz. Stokları meydana getiren kalemlerin sayısı birden fazla türdedir. İşletmenin yalnızca bir kalemin optimum stok miktarını hesaplaması durumunda herhangi bir kısıtlama ile karşılaşmadığı halde, bütün stok kalemleri söz konusu olunca, depo yeri kapasitesinin sınırlı oluşu, bütün stok kalemlerine yatırılacak yeterli sermayenin olmayışı gibi kısıtlamalarla karşılaşılabilir ve her stok kalemi için optimum sipariş verme imkanı olmayabilir.²⁴ Diğer bir ifadeyle n sayıda stok kalemi söz konusu olunca, işletmenin

²⁴ Devrez Güney, **İşletmelerde Stok Kontrolü**, (Ankara: Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi

sınırlı imkanlarının çeşitli stok kalemleri arasında rasyonel bir şekilde dağıtılması ihtiyacı çözülmesi gereken önemli bir problem olarak ortaya çıkar.

Matematiksel bir ifade ile, bütün stok kalemlerine ait toplam değişken masraflar şu şekilde ifade edilebilir.

$$TM = \sum_{j=1}^n \left[\frac{D_j}{Q_j} S_j + \frac{Q_j}{2} I_j c_j \right]$$

denkleminin çeşitli kısıtlamalar altında minimizasyonu söz konusudur.

Bu model örnek olarak bir depo kısıtı için uygulanmış olsun. Bu model, $n > 1$ sayıda stok kalemiyle ilgili olup model içinde yer alan her kalemin optimum sipariş miktarının bulunması tek kalemlilerle aynıdır. Temel modelde olduğu gibi burada da elde bulundurmamaya izin verilmez. Farklılık, stok kalemlerinin sınırlı depolama alanı içinde bir biriyle rekabet halinde olmasıdır. Stok kalemi i ($i=1,2,3,\dots,n$) için aşağıdaki parametreler tanımlanır:

D_i = Talep hızı

K_i = Hazırlık maliyeti

h_i = bir birimi elde bulundurma maliyeti

y_i = Sipariş miktarı

a_i = Stok birimi başına depolama alanı gereksinimi

A = n sayıda stok kalemi için maksimum mevcut depolama alanı

Elde bulundurmamanın söz konusu olmadığı varsayımı altında stok durumunu gösteren matematiksel model aşağıda verilmiştir.²⁵

Amaç fonksiyonu:

$$\min TMB(y_1, y_2, \dots, y_n) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{K_i D_i}{y_i} + \frac{h_i y_i}{2} \right)$$

Kısıtlar:

yayımları. No: 206-188, 1966), s.81.

²⁵ Taha, a.g.e., s.444

$$\sum_{i=1}^n a_i y_i \leq A \quad y_i > 0, \quad i=1,2,3,\dots,n$$

modelin çözümü aşağıdaki gibidir.

1.Adım : Sipariş miktarlarının sınırlandırılmamış optimum değerleri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$y^*_i = \sqrt{\frac{2K_i D_i}{h_i}}, \quad i=1,2,3,\dots,n$$

2.Adım: y^*_i 'nin sınırlandırılmamış optimum değerlerinin depolama kısıtlarını sağlayıp sağlamadığı kontrol edilir. Depolama kısıtlarını sağlıyorsa işlem bitirilir. y^*_i ler ($i=1,2,\dots,n$) için optimumlardır. Sağlamıyorsa 3. adıma gidilir.

3. adım: Depolama kısıtı denklemde karşılanmak zorundadır. Optimum sipariş miktarlarının sınırlandırılmış değerlerinin belirlenmesi için Lagrange çarpanları yöntemi kullanılır. Lagrange fonksiyonu aşağıdaki gibi formüle edilir:

$$\begin{aligned} L(\lambda, y_1, y_2, \dots, y_n) &= TMB(y_1, y_2, \dots, y_n) - \lambda \left(\sum_{i=1}^n a_i y_i - A \right) \\ &= \sum_{i=1}^n \left(\frac{K_i D_i}{y_i} + \frac{h_i y_i}{2} \right) - \lambda \left(\sum_{i=1}^n a_i y_i - A \right) \end{aligned}$$

burada λ (< 0) Lagrange çarpanıdır. Lagrange fonksiyonu konveks olduğundan, optimum sipariş değeri aşağıdaki gibi bulunur.

$$\frac{\partial L}{\partial y_i} = -\frac{K_i D_i}{y_i^2} + \frac{h_i}{2} - \lambda a_i = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = -\sum_{i=1}^n a_i y_i + A = 0$$

İkinci denklem, depolama kısıtının optimumdaki denklemde karşılanmasını göstermektedir. Birinci denklemden hatırlanabileceği gibi

$$y_i^* = \sqrt{\frac{2K_i D_i}{h_i - 2\lambda^* a_i}}$$

Formülü y_i^* in λ değerinden bağımsız olduğunu göstermektedir. Lamda'ya çeşitli değerler verilerek fonksiyonun optimum olması sağlanır.

5.3.8. Dinamik ESM Modelleri

Burada açıklanan modellerin belirlediği stok düzeyleri sonlu, sayıda eşit periyotlar boyunca ve eşit zaman aralıklarıyla gözden geçirilir. Her periyottaki talep deterministik olmasına rağmen dinamiktir, bu bakımdan talep bir periyottan diğerine değişebilir.

Değişken deterministik talebin ortaya çıktığı bu durum malzeme gereksinim planlaması yöntemiyle çözülür. Bu modelde kendi içinde iki alt bölüme ayrılabilir. Malzeme gereksinim planlamasının açıklanması bu çalışmanın dışındadır. Yalnızca iki alt modelden oluştuğunun belirtilmesiyle yetinilecektir. Bu modeller;

- a) Hazırlık maliyetsiz model
- b) Hazırlık maliyetli model

5.3.9. Silver – Meal Sezgisel Modeli

Sezgisel model sadece birim üretim maliyetlerinin tüm periyotlar için sabit ve özdeş olduğu stok durumları için geçerlidir. Bu yüzden bu model, sadece hazırlık ve elde bulundurma maliyetlerini dengeleyecek çözüm arar.

Sezgisel model, talepleri içinde bulunduğumuz periyodun üretimiyle karşılanan, gelecekteki birbirini izleyen periyotları tanımlar. Amaç, periyot başına hazırlık ve elde bulundurma maliyetlerini minimum kılmaktır.

i .periyotta, $i \leq t$ olmak üzere, $i, i+1, \dots$ ve t periyotları için üretim yapıldığı varsayıldığında; $TM(i,t)$ 'yi de aynı periyotların hazırlık ve elde bulundurma maliyetleri olarak tanımlanır. Matematiksel olarak, dinamik programlama modelleriyle aynı notasyon kullanılarak

$$TM(i, t) = \begin{cases} K_i \\ K_i + h_i D_{i+1} + (h_i + h_{i+1}) D_{i+2+\dots} \\ + (h_i + h_{i+1} + \dots + h_{t-1}) D_t \end{cases} \quad \begin{matrix} t = i \text{ ve} \\ t > i \end{matrix}$$

şeklinde yazıldıktan sonra, periyot başına maliyet olan $TMB(i,t)$ tanımlanabilir:

$$TMB(i, t) = \frac{TM(i, t)}{t - i + 1}$$

Böylece, verilen i . Periyot için sezgisel model, $TMB(i,t)$ yi minimum kılan t değerini belirler.²⁶

6. STOKASTİK MODELLER

Bir mala olan talep zaman içinde sabit kalmaz. Ancak o mala olan talebin yıllık, aylık veya günlük ortalaması uzun bir zaman içinde sabit kalır. Talep mevsimlere, ülkedeki ve dünyadaki ekonomik hareketlere bağlı olarak değişiklik gösterir.

Talebin değişkenlik gösterdiği gibi tedarik süresi de değişkenlik gösterebilir. Talebin ve tedarik süresinin değişkenlik gösterdiği durumlarda stok tükenmesi ile karşılaşılabilir. Stok tükenmesinin önlenmesi yüksek bir maliyeti gerektirir. Stok tükenmesinin önlenmesi amacıyla elde tutulan fazla stoklar güven stokları olarak adlandırılır. Güven stoğunun bir tanım yapılacak olunursa; güven stoğu, sabit bir zaman döneminde en yüksek talep miktarı ile ortalama talep miktarı arasındaki farktır. Güven stoğu

²⁶ Taha, a.g.e., s.465.

bulundurmanın amacı normal koşullar altında talepte meydana gelebilecek dalgalanmaları karşılamak ve stok tükenme maliyetini en aza indirmektir.²⁷

Güven stoğu işletmenin maliyetini iki yönde etkiler. Stok tükenme maliyetini azaltırken, stok bulundurma maliyetini arttırır. Güven stoğu bulundurma, yıllık sipariş sayısında ve siparişler arası sürede değişiklik yapılmasını gerektirir.²⁸

Güven stoğunun hesaplanması için işletmenin geçmişteki verilerinden yararlanılarak, talep ve tedarik sürelerinin olasılık dağılımı çıkarılır. Bu dağılımlardan yararlanarak gelebilecek maksimum ve minimum miktarlar tahmin edilip işletmenin maliyetini en aza indirecek güven stok miktarı ve verilecek optimum sipariş miktarı belirlenir.

Uygulamada stokastik stok modelleri için kullanılan iki stok sistemi vardır.

1. Sabit sipariş aralıklı sistem veya P sistemi,
2. Sabit sipariş miktarlı sistem veya Q sistemidir.

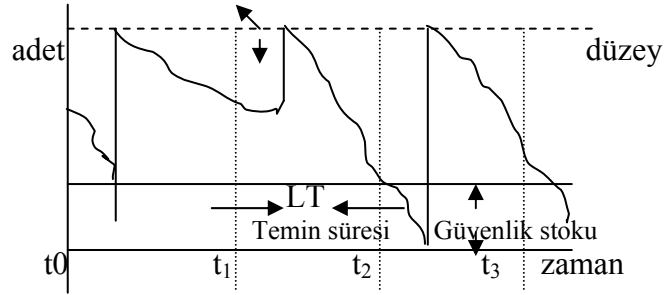
P sisteminde, sabit aralıklar ile değişen miktarlarda sipariş verilir. Periyodik gözden geçirme sistemleri de denilen bu sistem; sabit zaman aralıklı sistemler olarak da anılırlar. Periyodik sistemler çerçevesinde, sabit aralıklarla, (örneğin haftada veya ayda bir) eldeki stokların sayımı yapılır. Daha sonra, eldeki mevcut stoklar ile siparişi verilmiş ancak henüz teslim alınmamış stokların toplamını, önceden belirlenmiş bir düzeye getirecek şekilde, yani değişken miktarlarda sipariş verilir. Periyodik sistemlerde, yeniden sipariş noktası(reorder point) genellikle stok miktarından ziyade, zamanla ilişkilidir. Sürekli stok kaydı tutmaktansa, eldeki malzemelerin periyodik olarak fiziki sayımını yapmanın daha elverişli olduğu durumlarda periyodik sistemler tercih edilir.²⁹ Güvenlik stoklarının, tüm çevrim (iki sipariş arası süre + temin süresi) boyunca koruma sağlaması gerektiğinden, sabit dönem sistemlerinde olan güvenlik stokları, sürekli sistemdekilerine oranla daha yüksek miktardadır. Şekil 10 da periyodik

²⁷ Öztürk, a.g.e., s. 356.

²⁸ Thomas R. Hoffman, **Production Management and Manufacturing Systems**, (Wadsworth Pub. Com., California, 1967), s.217.

²⁹ Monks. G. Joseph, **İşlemler Yönetimi**, (Gonzaga üniversitesi, Nobel yayınları. 1996), s.252.

sistemlerin işleyiş grafiği görülmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi siparişler eşit periyotlar arasında verilmektedir.



Şekil 10 Periyodik (sabit dönem) Sistem Grafiği

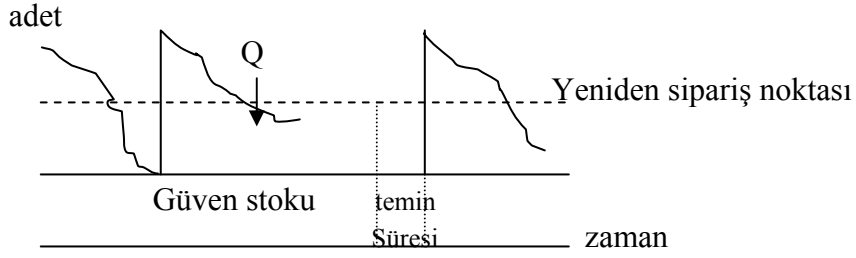
Q sisteminde ise, değişen aralıklar ile sabit miktarlarda sipariş verilir.³⁰ Bu iki sistem arasındaki fark her iki sistemin istediği güven stoğu miktarından kaynaklanmaktadır. Her sistemin ihtiyaç duyduğu güven stoğu miktarı bir birinden farklıdır. P sistemi Q sisteminden daha fazla güven stoğu miktarı gerektirir.

Sürekli gözden geçirme sistemleri, sürekli olarak stoktaki miktarlara ilişkin kayıt tutulmasını gerektirirler. Bu kayıt, genellikle, bar ve kod okuyuculardan veya diğer bilgisayarlardan gelen bilgiler kullanılarak, bilgisayar üzerinde tutulur.

Şekil 11 de sürekli sistemin çalışma grafiği gösterilmektedir. Grafikteki Q sipariş miktarını, ROP yeniden sipariş noktasını, SS güvenlik stoğunu ve LT temin süresini göstermektedir.

Eldeki stok miktarı yeniden sipariş noktası seviyesine geldiğinde, sabit miktarda bir sipariş verilir. Dolayısıyla, bu stok yönetim sistemi, sabit miktar sistemi adıyla anılır. Bu miktar, bir ekonomik sipariş miktarı veya bir ekonomik parti büyüklüğü olabilir. Farklı miktarlarda sipariş verilmesi de mümkündür.

³⁰ Öztürk, a.g.e., s. 357.



Şekil 11 Q Sisteminde Güven Stok Modeli

Bu çalışma Q sistemine göre yapılmaktadır. Literatürde P ve Q sistemini aynı anda uygulayan sistemler var olmasına karşın seramik işletmelerinin talep yapısı sadece Q sistemine göre çalışma olanağını vermektedir.

6.1. Stoklara İlişkin Belirsizliklerin Ele Alınış Yöntemleri

Stoklara ilişkin belirsizlikleri ele almayı sağlayan birçok yaklaşım vardır. Bu yaklaşımlar, güvenlik stok miktarının belirlenmesine yöneliktir. Tablo 1 de kısaca özetlenen bu yaklaşımlar arasında, özellikle bu çalışmada uygulanan yöntem olması nedeniyle istatistiksel yöntemler üzerinde daha fazla durulacaktır.

Tablo 1. Güven Stoğu Yaklaşımları

Yöntem	Tanımı
Enformel karar kuralları	(1) Oranlar: Oranlara göre sipariş verilmesi (örneğin, eldeki stoklar/temin içindeki beklenen kullanım) (2) Aşırı sağlamcı: “En yüksek günlük talep x en uzun temin süresi” ne kadar stok bulundurulması (3) Güvenlik stoku yüzdesi: $SS = D_{LT}$ artı yüzde 25 ile yüzde 40 oranında güvenlik faktörü (4) D_{LT} ‘nin karekökü: $SS = \sqrt{D_{LT}}$
Beklenen değer yaklaşımı	Getiri veya beklenen değer matrisleri kurulması. Bu matrisler, stoklanacak miktarlar alternatifleri; talep veya temin süresi ise kontrol edilemez nitelikteki değişkenleri gösterecek şekilde oluşturulurlar. (Bu yöntem özellikle bozulabilir nitelik taşıyan stok kalemleri için uygundur.)
Marjinal yaklaşım	“ Artan (incermental) maliyetler = artan kazançlar x P (kazanç)” noktasına kadar stokların arttırılmasına devam edilmelidir. (1) Tek- dönem modeli: Tek Çok-dönemli talep durumunda stok düzeyinin belirlenmesi için, birim başına eksik stok bulundurmama maliyetiyle, birim başına fazla stok bulundurma maliyeti kullanılmalıdır.

	(2) Çok – dönem modeli: çok- dönemli talep durumunda stok düzeyinin belirlenmesi için, birim başına stok bulundurma maliyetleri kullanılmalıdır.
İstatistiksel dağılım yöntemleri	(1) Deneysel : Talep veya temin süresine ilişkin dağılımı formüle etmek için deneysel (ampirik) veriler kullanılması ve belirlenen hizmet düzeyini sağlamak için gerekli güvenlik stoku miktarının hesaplanması. (2) Bilinen dağılım: Talep ve temin süresi için bilinen (veya varsayılan) istatistiksel dağılımların kullanılması ve belirlenen hizmet düzeyini sağlamak için gerekli güvenlik stoku miktarının hesaplanması. (a) Sipariş çevrimi (dönemi) içinde stoksuz kalma durumuna dayalı hizmet düzeyi. (b) Eksik stok miktarına dayalı hizmet düzeyi ³¹ .

6.2. Sürekli Gözden Geçirme Modelleri

6.2.1. Kısmi Olasılıklı Stok Modeli

Talebin belirsizliği karşısında, düzenli bir stok yönetiminin oluşturulması için bir planlama dönemi boyunca, planlanan stok düzeyine sabit bir güven stoğunu yükleyen kısmi olasılıklı stok modeli yaklaşımının kullanılmasıyla, deterministik optimum sipariş modelleri stokastik modeller haline getirilmiş olur. Tedarik süresi boyunca (siparişin verilmesi ile alınması arasındaki periyot) stok maliyetlerini en az düzeyde tutacak güven stoğunun, istatistiksel yöntemlerle belirlenen büyüklüğü, daha önceden belirlenen ve bir dönem boyunca kullanılacak stok miktarını aşamaz. Aşağıda stokastik model için kullanılan parametreler açıklanmıştır.

L = Siparişin verilmesi ile alınması arasındaki süre (tedarik süresi)

X_L = Tedarik süresi boyunca talebi gösteren rastgele değişken

μ_L = Tedarik süresi boyunca ortalama talep

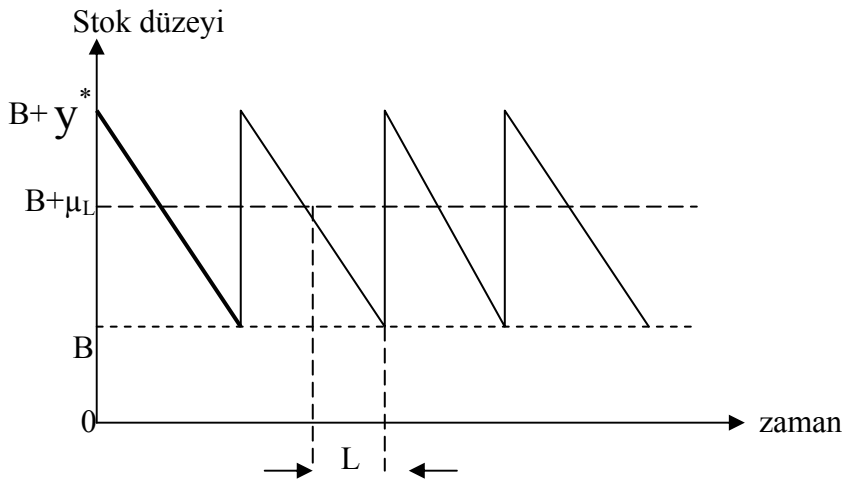
σ_L = Tedarik boyunca talebin standart sapması

B = Güven stoğu

α = Tedarik süresi boyunca stoksuz kalma olasılığının en yüksek değeri

³¹ Joseph, G. Monks, **İşlemler Yönetimi**, İngilizceden Çeviren: Sevinç Üreten. (İstanbul: Nobel yayınevi. 1996), s. 259.

olarak tanımlanabilir. Modelin temel varsayımı, L tedarik süresi boyunca x_L ile gösterilen talebin, ortalaması μ_L ve standart sapması σ_L olan bir normal dağılıma yani $N(\mu_L, \sigma_L)$ uygun olarak dağılmasıdır. Aşağıdaki şekilde güven stoğu B ile tedarik süresi L boyunca ortalama talep μ_L 'yi ve y^* ile optimum sipariş miktarını içeren deterministik Q parametreleri arasındaki ilişkiyi göstermektedir. L'nin etkin tedarik süresine eşit olması zorunluluğuna dikkat edilmelidir.³²



Şekil 12 B'yi Belirlemek İçin Kullanılan Olasılık İfadesi

$$P\{X_L \geq B + \mu_L\} \leq \alpha$$

burada

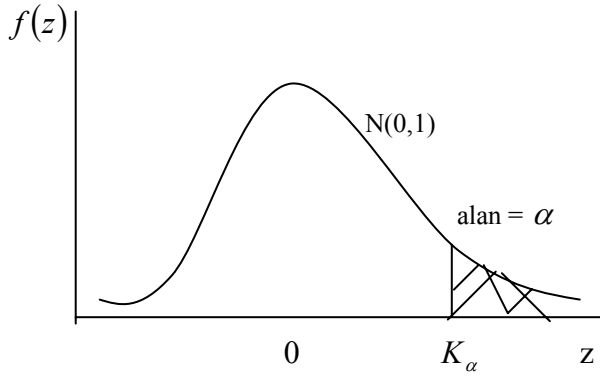
$$z = \frac{X_L - \mu_L}{\sigma_L}$$

olup bu bir $N(0,1)$ rastgele değişkenidir. Böylece,

$$P\left\{z \geq \frac{B}{\sigma_L}\right\} \leq \alpha$$

elde edilir.

³² Taha, a.g.e, s. 576.



Şekil 13 Standart Normal Olasılık Dağılım Grafiği

$p\{z \geq K_\alpha\} = \alpha$ olacak şekilde bir K_α belirlenebilir. Güven stoğu büyüklüğü $B \geq \sigma_L K_L$ eşitsizliğini mutlaka sağlamalıdır. L tedarik süresi esnasındaki talep, genellikle L süresince oluşan talebin dağılımından belirlenebilir ve birim zamandaki (gün, hafta,...) olasılık yoğunluk fonksiyonu ile tanımlanır. Birim zamandaki talep, ortalaması D ve standart sapması σ olan bir normal dağılım ile verildiğinde, genelde, L süresince talep $N(\mu_L, \sigma_L)$ 'dir. Burada

$$\mu_L = DL$$

$$\sigma_L = \sqrt{\sigma^2 L}$$

Şeklinde oluşturulur.

6.2.2. Tam Olasılıklı Optimum Sipariş Miktarı Modeli

6.1 deki kısmi olasılıklı sipariş miktarı modeli optimum stok politikalarını yeterince açıklayamaz. Hesaplamaların başında talebin olasılıklı yapısı ihmal edildiği için hesaplamaların ileriki aşamalarında elde edilen sonuçların optimum olması zorlaşmaktadır. Belirlenen stok miktarlarının optimum olmasının sağlanması için modelin formüle edilmesi anında talebin olasılıklı yapısının dikkate alındığı daha kullanışlı bir model kurulabilir. Bu model aşağıda da açıklandığı gibi talebin elde bulundurulmamasına izin verir. Bu politika stokların yeniden sipariş noktası düzeyine düştüğünde Q miktarda siparişin verilmesini gerektirir. Deterministik durumda olduğu gibi, yeniden sipariş düzeyi olan R, siparişin verilmesiyle alınması arasındaki tedarik süresinin bir fonksiyonudur. Q ve R'nin optimum değerleri sipariş, hazırlık, elde

bulundurmama maliyetlerinin toplamını da içeren birim zamandaki beklenen maliyetin minimum kılınmasıyla belirlenir. Bu modelin 3 varsayımı bulunmaktadır:

- Tedarik süresi boyunca karşılanamayan talep bekletilir.
- Birden fazla beklenen siparişe izin verilmez.
- Tedarik süresi boyunca talebin dağılımı aynı kalır. (zamanla değişmez)

Birim zamandaki toplam maliyet fonksiyonunun yazılması için,

$F(x)$ = Tedarik süresi boyunca talebin pdf'si, x

D = birim zamandaki beklenen talep

h = birim zamanda bir birimi elde bulundurmanın maliyeti

p = bir birimi elde bulundurmamanın maliyeti

K = sipariş başına hazırlık maliyeti

Buradaki parametreler kullanılarak bir maliyet fonksiyonunun oluşturulmasından önce, bu parametreler kısaca açıklanabilir.

1. Hazırlık maliyeti: birim zamandaki siparişlerin yaklaşık sayısı D/Q ' dur. Dolayısıyla birim zamandaki hazırlık maliyeti de KD/Q olur.
2. Beklenen elde bulundurma maliyeti; ortalama stok (I) ile birim zamanda elde bulundurma maliyeti (h) çarpılarak elde edilir. Elde bulundurma maliyetinin bulunması için, öncelikle ortalama stok denklemi aşağıdaki gibi oluşturulur.

$$I = \frac{(y + E\{R - x\}) + E\{R - x\}}{2} = \frac{y}{2} + R - E\{x\}$$

Elde bulundurma maliyeti böylece hI 'ya eşit olur. Bu formül, çevrimin başlangıç ve bitiş süresi içinde bulunan stokların $y + E\{R - x\}$ ortalamasına dayanır. Oluşturulan bu ifade de $R - E\{x\}$ 'in negatif olabileceği durum dikkate alınmaz.

3. Beklenen elde bulundurmama maliyeti: Elde bulundurmama durumu $x > R$ olduğu zaman ortaya çıkar. Böylece çevrimdeki beklenen elde bulundurma miktarı

$$S = \int_R^{\infty} (x - R)f(x)dx \quad \text{olur.}$$

Burada P sadece elde bulundurulmayan miktara oranlanabileceğinden, çevrimdeki beklenen elde bulundurmama maliyeti Ps'dir ve birim zamanda D/Q çevrimlerine dayanarak birim zamanda elde bulundurmama maliyeti Pds/Q 'dir. Sonuçta birim zamandaki toplam maliyet fonksiyonu aşağıda gösterildiği gibi oluşturulur:

$$TMB(Q, R) = \frac{DK}{Q} + h \left(\frac{Q}{2} + R - E\{x\} \right) + \frac{pD}{Q} \int_R^{\infty} (x - R) f(x) dx$$

optimum y^* ve R^* için çözümler aşağıdaki formüllerden çıkarılır:

$$\frac{\partial TMB}{\partial Q} = - \left(\frac{DK}{Q^2} \right) + \frac{h}{2} - \frac{pDS}{Q^2} = 0$$

$$\frac{\partial TMB}{\partial R} = h - \left(\frac{pD}{Q} \right) \int_R^{\infty} f(x) dx = 0$$

$$y^* = \sqrt{\frac{2D(K + pS)}{h}} \quad (1)$$

$$\int_{R^*}^{\infty} f(x) dx = \frac{hQ^*}{pD} \quad (2)$$

elde edilir. Q^* ve R^* , (1) ve (2) denklemlerinin kapalı formlarından belirlenemeyeceğinden, çözümleri bulmak için Hadley ve Whitin tarafından geliştirilen sayısal bir algoritma kullanılmıştır. Algoritma, içinde uygun çözümün de bulunduğu sonlu sayıdaki yinelemelerin bir noktaya yakınsadığını gösterir.

R = 0 için, son iki denklem sırasıyla

$$\hat{y} = \sqrt{\frac{2D(K + p\{x\})}{h}}$$

$$\tilde{y} = \frac{pD}{h}$$

olur. $\tilde{y} \geq \hat{y}$ ise, y ve R 'nin tek optimum değeri vardır. Çözüm prosedürü, $S = 0$ olduğunda y^* 'nin en küçük değerinin $\sqrt{2KD/h}$ olduğu kabul edilir. Algoritmanın adımları şöyledir.

0.Adım. $y_1 = y^* = \sqrt{2KD/h}$ başlangıç çözümünü kullan ve $R_0 = 0$ olsun. $i = 1$ olarak belirle ve i . Adıma git.

i.Adım (2) denklemden R_i 'nin belirlenmesi için y_i kullanılır ve $R_i \approx R_{i-1}$ olduğu durumda durulur. Optimum çözüm $y^* = y_i$ ve $R^* = R_i$ olur. Aksi halde y_i 'yi hesaplamak için (1) denkleminde R_i 'i kullanılır. $i = i+1$ olarak belirler ve i . Adımı tekrar edilir.

6.3. Tek Siparişli Model

Mevsimlik moda mallarının satın alımında olduğu gibi belirsiz veya satın alınan malların bozularak artık satılamaz duruma düşmesi gibi olumsuz durumlar talebin belirsizliğinden kaynaklanmaktadır. Belirsiz bir taleple karşılaşılması günlük hayatta çok görülen bir durumdur. Talepteki belirsizlik daha çok tek tür mal veya hizmetlerin söz konusu olduğu durumlarda ortaya çıkar. Bu gibi tek ve belirsiz siparişlerin söz konusu olduğu problemlerin çözümünde aşağıda açıklanan yöntem izlenir.³³

Yöntemin açıklanması yapılmadan önce burada kullanılan parametreler belirtilir. Burada en önemli nokta problemde çözümü aranan değişkenin kesikli bir değişken olduğunun düşünülmesidir. Yani talep aralıklı birimler halinde verilmektedir.

Problemin parametreleri;

a = Birim satın alma maliyeti (kullanmadan önce stoklama dahil)

b= Dönem sonunda kullanılmayan malların amortisman geliri

c= Satılan malın birim başına satış geliri

³³ Öztürk, a.g.e., s.369.

d = Fazla istemi karşılamak için satın alınan malın birim başına net maliyeti yani gerçek maliyetten o malın satın alınmasının yarattığı herhangi bir gelirin çıkarılmasıdır. “ a ” maliyeti, tüm birimlerin satın alınmasından gelir; “ b ” geliri fazla istemdeki satın alımlardan elde edilir; “ c ” geliri tüm birimlerin satışından elde edilir. Ve “ d ” maliyeti de fazla sayıda alınan tüm taleplerden gelir. Eğer x birim mal satın alınır ve r birimde istenirse, toplam maliyet (r,x) denklemi ile elde edilir. Bu çözüm iki aşamada sağlanır.

1. Aşama, satın alınan malın birim sayısı istenilen sayıdan büyük veya ona eşit olduğu durumda yani $x > r$ ise,

$$\text{Satın alma maliyeti} = ax$$

$$\text{Amortisman geliri} = b(x-r)$$

$$\text{Satış geliri} = cr \quad \text{olur.}$$

2. Aşama

İstenen malın birim sayısı satın alınan malın birim sayısından büyük veya ona eşit olarak kabul edilir. Yani $r \geq x$ dir.

$$\text{Satın alma maliyeti} = ax$$

$$\text{Ek alımların maliyeti} = d(r-x)$$

Satış geliri $= cx$ olur. Böylece toplam maliyet fonksiyonu aşağıda gösterildiği şekilde yazılabilir.

$$TM(r,x) = ax - b(x-r) - cr \quad \text{eğer } x \geq r$$

$$TM(r,x) = ax + d(r-x) - cx \quad \text{eğer } r \geq x$$

R birim istenen malın olasılığı P olarak adlandırılırsa yukarıdaki iki denklemden yararlanılarak satın alınan x birim malın beklenen maliyeti $\bar{T}(x)$ bulunur.

$$\bar{T}(x) = (a-c)x + (c-b) \sum_{r=0}^x (x-r)P(r) + d \sum_{r=x}^{\infty} (r-x)P(r)$$

Bu denklem üzerinde belirli işlemler yapılırsa x aşağıdaki eşitsizliği sağlar ve $\bar{T}(x)$ ' in minimum değerleri elde edilir.

$$\sum_{r=0}^{x-1} P(r) \leq \frac{d+c-a}{d+c-b} \leq \sum_{r=0}^x P(r)$$

Bu eşitsizliğin çözümüyle optimum sipariş miktarı bulunur.

6.4. TEK VE ÇOK PERİYOTLU MODELLER

6.4.1. Tek Periyotlu Modeller

Tek periyotlu stok modellerine sadece, periyot boyunca talebi karşılamak için bir stok kaleminin siparişi verildiği durumlarda rastlanılır. Örneğin mevsimsel talebi olan tekstil ürünleri mevsim sonunda demode olurlar. Satılamayıp depolarda kalan bu malların bir dahaki mevsimde de satılması mümkün olmamaktadır. Bu tür mevsimsel malların satılabilmesi için mevsim sonu fiyat indirimlerine gidilir. Burada ya çok düşük bir kârla ya da maliyet fiyatıyla satılır. Tek periyotlu modeller hazırlık maliyetsiz ve hazırlık maliyetli model olmak üzere iki şekilde incelenir.

Bu modellerin geliştirilmesinde kullanılan parametreler aşağıda verilmiştir.

c = bir birimin satın alma maliyeti (üretim)

K = sipariş başına hazırlık maliyeti

h = periyot boyunca bir birimi elde bulundurmanın maliyeti

p = periyot boyunca bir birimi elde bulundurmamanın maliyeti

D = periyot boyunca olasılıklı talep

$f(D)$ = periyot boyunca talebin pdf' si

y = sipariş miktarı

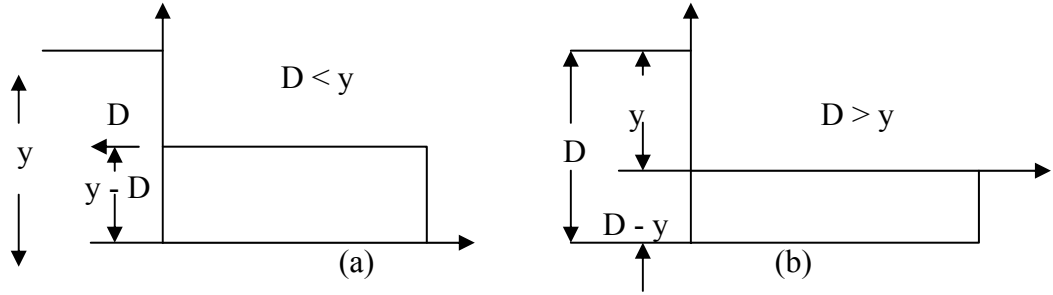
x = sipariş verilmeden önce elde bulunan stok miktarı

Model, beklenen satın alma veya üretim, elde bulundurma ve elde bulundurmamanın oluşturduğu maliyetlerin toplamını minimum kılan y optimum değerini belirler. Optimum y değeri (y^*) verildiğinde, stok politikası eğer $x < y$ ise $y^* - x$ kadar sipariş verilmesini, aksi halde sipariş verilmemesini gerektirir.

6.4.1.1. Hazırlık Maliyetsiz Model

Bu modelin varsayımları şunlardır:

1. Talep sipariş verildikten hemen sonra periyodun başında ani olarak gerçekleşir.
2. hazırlık maliyeti oluşmaz.



Şekil 14 Talep Karşılandıktan Sonraki Stok Pozisyonu

Şekilde 14 de talep karşılandıktan sonraki stok pozisyonunu gösterilmektedir. Eğer $D < y$ ise $y - D$ miktarı periyot boyunca korunur. Aksi halde, eğer $D > y$ ise, $D - y$ kadar talep karşılanamayacak ve periyot için beklenen maliyet $= E\{M(y)\}$ aşağıda verilen denklem şeklinde gerçekleşecektir.

$$E\{M(y)\} = c(y - x) + h \int_0^y (y - D)f(D)dD + p \int_y^\infty (D - y)f(D)dD$$

şeklinde ifade edilir. $E\{M(y)\}$ 'nin y 'ye göre birinci türevi alınıp sıfıra eşitlenirse

$$c + h \int_0^y f(D)dD - p \int_y^\infty f(D)dD = 0$$

$$c + hP\{D \leq y\} + p(1 - P\{D \leq y\}) = 0$$

$$P\{D \leq y^*\} = \frac{p - c}{p + h}$$

sonucu elde edilir. Son formülün sağ tarafı kritik olan diye adlandırılır. y^* 'nin değeri sadece kritik olan negatif değilse, yani $p \geq c$ ise anlamlı olur, $p < c$ durumu anlamsızdır,

çünkü stok kaleminin satın alma maliyetinin, stok kalemini bulundurmamaktan kaynaklanan ceza maliyetinden daha fazla olması anlamına gelir.

Yukarıdaki yazılan model, talep D 'nin sürekli olduğunu varsayar. Eğer D kesikli ise, $f(D)$ yalnızca kesikli noktalarda tanımlanır ve maliyet fonksiyonu

$$E\{M(y)\} = c(y-x) + h \sum_{D=0}^y (y-D)f(D) + p \sum_{D=y+1}^{\infty} (D-y)f(D)$$

şeklinde olur.

Optimumluk için gerekli koşullar ise şöyledir.

$$E\{M(y-1)\} \geq E\{M(y)\} \text{ ve } E\{M(y+1)\} \geq E\{M(y)\}$$

Yukarıdaki yazdığımız model talebin kesikli olduğu durumların açıklanması için yeterlidir. Çünkü $E\{M(y)\}$ bir konveks fonksiyondur ve bu fonksiyonun türevi alındığı zaman en düşük maliyeti verecektir. Bazı aritmetik işlemlerden sonra, bu koşulların uygulanması ve y^* 'ın belirlenmesi için aşağıdaki eşitsizlik kullanılır.

$$P\{D \leq y^* - 1\} = \frac{p-c}{p+h} \leq P\{D \leq y^*\}$$

6.4.1.2. Hazırlık Maliyetli Model (s-S Politikası)

Bu model biraz daha farklıdır. Çünkü bu modelde K hazırlık maliyeti oluşmaktadır. Aynı notasyon kullanılarak periyot başına beklenen maliyet;

$$\begin{aligned} E\{\bar{M}(y)\} &= K + E\{M(y)\} \\ &= K + c(y-x) + h \int_0^y (y-D)f(D)dD + p \int_y^{\infty} (D-y)f(D)dD \end{aligned}$$

şeklinde yazılır

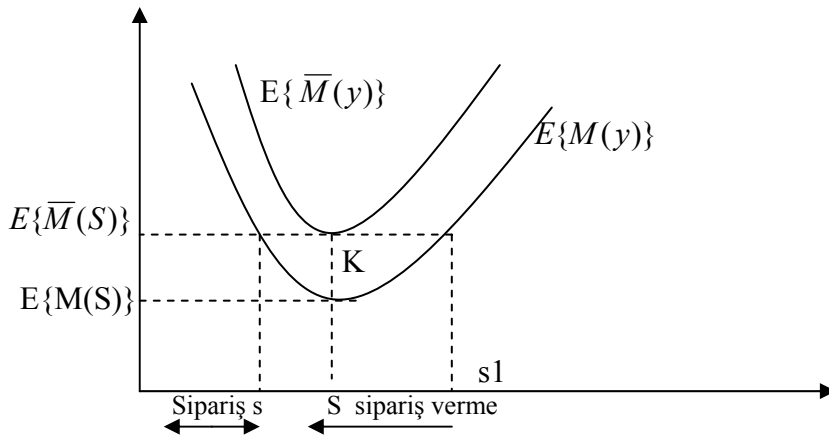
Optimum değer y^*

$$P\{y \leq y^*\} = \frac{p-c}{p+h}$$

Denklemini mutlaka sağlamalıdır. K sabit olduğundan $E\{\bar{M}(y)\}$ 'nin minimum değeri şekilde de gösterildiği gibi y^* 'da gerçekleşmek zorundadır. Şekilde gösterilen s ve S değerleri kısaca tanımlanacaktır. Şekilde $S = y^*$ ve s'nin ($<S$) değeri,

$$E\{M(s)\} = E\{\bar{M}(S)\} = K + E\{M(S)\}, \quad s < S$$

Denkleminden belirlenir. (Denklemin verdiği başka bir $s_1 > S$ değeri hesaba katılmaz



Şekil 15 Hazırlık Maliyet Model Eğrisi

Sipariş vermeden önce elde bulunan stok miktarı x birim olarak verildiğinde, ne kadar sipariş verilecektir? Bu sorunun yanıtı üç koşul altında incelenebilir:

1. $x < s$
2. $s \leq x \leq S$
3. $x > S$

1.Durum ($x < s$) x zaten eldeki miktar olduğundan, eşdeğer maliyeti $E\{M(X)\}$ ile verilir. Eğer herhangi bir $y > x$ ($y > x$) ek miktar sipariş verilirse, verilen y 'ye ait maliyet K hazırlık maliyetini içeren $E\{\bar{M}(y)\}$ dir.

$$\min_{y > x} E\{\bar{M}(y)\} = E\{\bar{M}(S)\} < E\{M(X)\}$$

Elde edilir. Böylece bu durumda optimum sipariş politikası $S - x$ birim sipariş vermektedir.

2.Durum ($s \leq x \leq S$) yukarıdaki şekilden

$$E\{M(x)\} \leq \min_{y > x} E\{\bar{M}(y)\} = E\{\bar{M}(S)\}$$

Böylece sipariş vermemek artık maliyeti artırmaz. Dolayısıyla $y^* = x$ dir.

3.Durum ($s > S$) yukarıdaki şekilden $y > x$ için

$$E\{M(x)\} < E\{\bar{M}(y)\}$$

Elde edilir. Bu koşul, bu durumda sipariş verilmemesinin daha ekonomik olduğunu gösterir ve bu da $y^* = x$ 'tir.

Çoğunlukla s - S politikası diye anılan optimum stok politikası

$x < s$ ise $S - x$ kadar sipariş ver

$x \geq s$ ise sipariş verme

şeklinde özetlenebilir. (s - S politikasının optimumluluğu garanti edilir. Çünkü bu politikanın maliyet fonksiyonu konvektir. Eğer konvekslik özelliği korunmazsa s - S politikası optimum olmaz.)

6.4.2. Çok Periyotlu Model

Burada hazırlık maliyetinin olmaması varsayımı altında çok periyotlu model incelenecektir. Buna ek olarak, model talebin bekletilebileceğini ve sıfır teslim gecikmesinin olduğunu varsayar. Ayrıca herhangi bir periyotta talebin sabit bir pdf $f(D)$ ile tanımlandığı varsayılır.

Çok periyotlu model paranın indirimli değerini dikkate alır. Eğer $\alpha (< 1)$ periyot başına indirim faktörü ise, n periyot sonra A pb mevcut $\alpha^n A$ pb'ye eşittir.

Varsayalım ki stok durumunun periyodu tüm periyodu kapsasın ve karşılanamayan talep bir tam periyot bekletilibilsin.

$F_i(x_i) = i$. periyotta sipariş verilmeden önce elde bulunan stok miktarı x_i ile verildiğinde $i, i+1, \dots, n$ periyotları için maksimum beklenen kâr olarak tanımlanır. Tek periyotlu modellerdeki notasyon kullanılarak ve r 'nin birim başına kâr olduğu varsayılarak stok durumu aşağıdaki dinamik programlama modeliyle belirlenir.

$$F_i(x_i) = \underset{y_i \geq x_i}{maks} \left\{ -c(y_i - x_i) + \int_0^{y_i} [rD - h(y_i D)] f(D) dD \right. \\ \left. + \int_{y_i}^{\infty} [ry_i + \alpha(rD - y_i) - p(D - y_i)] f(D) dD \right. \\ \left. + \alpha \int_0^{\infty} F_{i+1}(y_i - D) f(D) dD \right\} \quad i=1,2,3,\dots,n$$

burada $f_{n+1}(y_n - D) \equiv 0$ 'dır. x_i 'nin değeri negatif olabilir, çünkü karşılanamayan talep bekletilir. $\alpha r(D - y_i)$ miktarı ikinci integrale dahil edilmiştir. Çünkü $(D - y_i)$, i . Periyodun $i+1$. periyodca karşılanması zorunlu olan ama karşılanamayan talebidir. Problem yinelenerek çözülebilir. Periyotların sayısının sonsuz olması durumunda yinelenme denklemi

$$\begin{aligned}
F(x) = \underset{y \geq x}{maks} \{ & -c(y-x) + \int_0^y [rD - h(y-D)]f(D)dD \\
& + \int_y^\infty [ry + \alpha r(D-y) - p(D-y)]f(D)dD \\
& + \alpha \int_0^\infty F(y-D)f(D)dD \}
\end{aligned}$$

şeklini alır. Burada x ve y sırasıyla sipariş alınmadan önceki, sonraki ve siparişin alındığı her bir periyot için stok düzeylerini göstermektedir.

y'nin optimum değeri, beklenen gelir F(x) konkav olduğu için aşağıdaki modelin çözümlenmesiyle belirlenebilir.

$$\frac{\partial(.)}{\partial y} = -c - h \int_0^y f(D)dD + \int_y^\infty [(1-\alpha)r + p]f(D)dD$$

$$+ \int_0^\infty \frac{\partial F(y-D)}{\partial y} f(D)dD = 0 \quad \text{burada}$$

$$\frac{\partial F(y-D)}{\partial y}$$

değeri şöyle belirlenir. Eğer bir sonraki periyodun başında elde $\beta (> 0)$ kadar fazla birim varsa, bir sonraki periyodun karı $c\beta$ kadar artacaktır, bunun için verilecek sipariş daha azdır. Bu da

$$\frac{\partial F(y-D)}{\partial y} = c$$

demektir. Gerekli koşullar

$$-c - h \int_0^y f(D) dD + [(1-\alpha)r + p] \left(1 - \int_0^y f(D) dD \right) + c \alpha \int_0^{\infty} f(d) dD = 0$$

haline gelir. Optimum stok düzeyi y^* aşağıdaki formülden bulunur:

$$\int_0^{y^*} f(D) dD = \frac{p + (1-\alpha)(r-c)}{p + h + (1-\alpha)r}$$

Başlangıç stok düzeyi olan x verildiğinde, her bir periyot için optimum stok politikası aşağıdaki gibi belirlenir:

Eğer $x < y^*$ ise $y^* - x$ kadar sipariş ver

Eğer $x \geq y^*$ ise sipariş verme.

6.5. Tek Periyot Stok Modelinin Marjinal Analizi

Marjinal analiz yaklaşımıyla sipariş miktarının temelinde ilave bir birim ürünün sipariş edilmesiyle, beklenen kâr ile satılmaması karşılaştırılır.³⁴

Burada şu parametreler tanıtlır

P_- = Satılmayan ekstra bir ürünün marjinal karı

P_+ = Satılan ekstra bir ürünün marjinal karı

S = Elde kalan malın hurda ya da düşük fiyat değeri

C = Malın maliyeti

$$P_- = S - C$$

$$P_+ = P - C$$

³⁴Doğan, Koray G., “ Stokastik Envanter Kontrol Modelleri ve Bir İşletme Uygulaması.”, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 1998),s.50

Q^* optimal satış miktarı iken beklenen ilave kâr aşağıdaki eşitlikle elde edilir.

$$\text{Beklenen ilave kâr} = P_+P(0 > Q^*) + P_-P(\leq Q^*)$$

Olacaktır. Beklenen ilave kar (+) olduğu müddetçe her ilave sipariştan kâr elde edileceği ve bunun sonucunda stokların artırılacağı, negatif (-) olduğu seviyede ise zarar edileceğinden dolayı ilave stok oluşturulamayacaktır

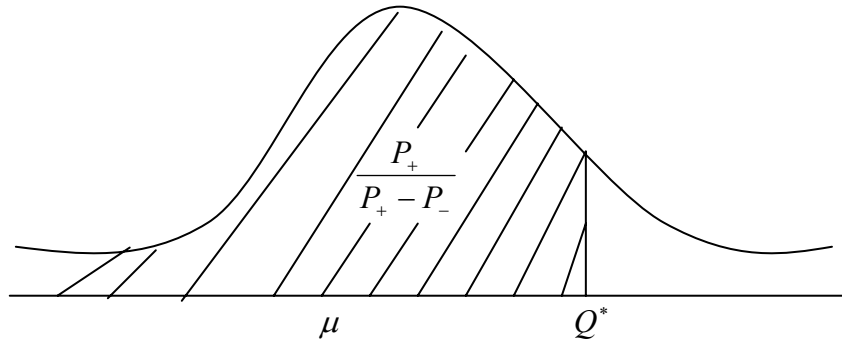
Talebin normal dağılıma sahip olduğu varsayımından yola çıkılarak

$$P(0 \leq Q^* = \frac{P_+}{P_+ - P_-} \text{ bulunur.}$$

Normal dağılımlı talep için optimal sipariş miktarı olan Q^*

$$Q^* = \mu + z^* \sigma \text{ şeklinde olur.}$$

Buna göre talep için normal dağılımda hesaplanan Q^* aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Şekil 16 Standart Normal Dağılımla Q değerinin Hesaplanması

Tek periyot stokastik stok modelinin marjinal analizi, talep için sürekli ihtimal dağılımı söz konusuysen geçerlidir.

$$P(0 \leq Q^*) = K \quad 0 \leq K \leq 1$$

7. İSTATİSTİKSEL DAĞILIM YÖNTEMLERİ

7.1. Sabit Tedarik Süresi ve Değişken İstem İle Q Sistemi

Sürekli gözden geçirmeli stokastik stok modelinin diğer bir adı da Q sistemidir. Stok kontrol modelinde uygun stok seviyesi olarak adlandırılan (eldeki stok, net stok, siparişteki stok) stok miktarlarının yeniden sipariş seviyesine düşmesiyle optimum sipariş miktarı kadar bir sipariş verilmektedir. Q sisteminin genel özelliği stokların sürekli olarak kontrol edilmesi ve siparişlerin farklı zaman aralıklarında verilmesidir. Stok politikaları oluşturulurken göz önüne alınması gereken en temel özellik stok seviyesinin sipariş düzeyinin altına düşmemesidir. Bunun için de her talepten sonra stok seviyesinin denetimi yapılır ve eldeki stok miktarı ölçülür. Yani sürekli denetim sistemi uygulanır. Bu sistemde ticari işlemler kayıt edilir edilmez elde edilen bilgi karar verme durumunda olan kişi ve bölümlere iletilmektedir.³⁵ Q sisteminin sağlıklı işleyebilmesi için işletmenin örgütsel yapısında iyi bir iletişim ortamının olması gerekmektedir.

Talebin düzensiz olduğu işletmelerde iyi bir stok yönetimi için optimum sipariş miktarının bulunması yeterli değildir. Bu tür işletmelerde talebin düzensizliğinden kaynaklanan riskleri en aza indirmek için daha farklı ve güçlü araçlara ihtiyaç vardır. Güven stoğu işletmeyi talebin belirsizliğinden kaynaklanan risklere karşı koruyan en önemli stok araçlarının başında gelmektedir. Burada en önemli nokta ise güven stoğunun miktarının belirlenmesidir. Güven stoğu miktarının hesaplanması için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden biri de bu çalışmada da uygulanan istatistiksel dağılım yöntemleridir. Güven stoğu hesaplamalarında istatistiksel dağılım yöntemlerinin uygulanması için yapılacak ilk işlem tedarik süresindeki talepleri ve onların her birinin olma olasılıklarının hesaplanmasıdır. Bu yapılırken farklı aylarda yapılan taleplerin bir birinden bağımsız olduğu varsayılır. Burada her bir talep miktarı ve bu talebin gerçekleşme olasılığı birikimli olasılıklar tablosu yardımıyla bulunabilir.

³⁵ Whitin G. HADLEY, **Analysis of Inventory Systems**,(Prentice Hall, 1963), s.450

İstatistiksel yöntemlerden yararlanmak için, öncelikle istatistiksel çalışma araçları olan aritmetik ortalama, standart sapma, varyans, standart normal dağılım tablosu ve Z değerinin bulunması gerekmektedir. Tüm bu araçlar ise işletmeden alınan verilerin kullanılmasıyla bir tablonun oluşturulması ve oluşturulan tablodan yararlanılarak bulunur. Tablodan elde edilen aritmetik ortalama, standart sapma ve Z değeri kullanılarak elde bulundurmama veya stok tükenme riski için güven stoğunun miktarı ve yeniden sipariş seviyesi belirlenir. Eğer stok tükenmesine izin verilmez ise güven stoğu tedarik süresindeki en yüksek talebi karşılamalıdır. Güven stoğu miktarı bulunulurken en yüksek talebin gerçekleşme olasılığı göz önünde bulundurulmalıdır. Geçmiş dönemlerden elde edilen verilerin istatistiksel dağılım yöntemleri yardımıyla değerlendirilip en yüksek veya en düşük talebin gerçekleşme olasılığı hesaplanabilir. Sabit tedarik süresi ve değişken talepli Q sisteminin kurulmasında kullanılan parametreler aşağıda tanımlanmıştır.

Formülün parametreleri;

D^* = Tedarik süresinde tahmin edilen talep

\bar{D} = Dönem başına ortalama talep

L = Tedarik süresi (dönemlerde)

$$(\text{Güven stoğu}) GS = D^* - \bar{D}L$$

Burada stok sürekli gözden geçirilerek stok düzeyi D^* ye düştüğünde Q miktarı kadar sipariş verilir. Burada önemli olan bütün Q sistemlerinin ortak özelliği olan stokların sürekli gözden geçirilmesidir. Bu yüzden sürekli stok kontrolü yapmak gereklidir. Optimum sipariş miktarı daha önceki formüllerde yapıldığı gibi

$$Q = \sqrt{\frac{2v\bar{D}}{c}} \text{ olur.}$$

$$\text{Toplam maliyet} = TM / ay = \frac{\bar{D}}{Q} + c \frac{Q}{2} + \bar{D}k + cS$$

$$= \sqrt{2vcD} + \bar{D}k + cS$$

Bazı kaynaklarda yeniden sipariş noktası farklı modellerle belirlenmektedir. Burada talebin normal bir dağılım gösterip göstermediği önemli olmaktadır. Bu çalışmada uygulamanın yapıldığı seramik işletmesinin talebinin olasılık dağılımının normal dağılıma uyduğu kabul edilmektedir. İstatistiksel çalışmalarda diğer önemli bir konu da işletmenin stok politikalarını oluştururken kabul edeceği güven düzeyidir. Burada anlamlılık düzeyine göre bir sipariş noktası belirlenir.

$$\text{Yeniden sipariş noktası (ROP)} = \bar{D}L + GS$$

Varsayımından hareket edilirse $GS = z\sigma$ olur. σ temin süresi içindeki talebin standart sapmasıdır. Genel olarak uygulandığı şekli ile, temin süresinin sipariş çevriminden kısa olduğu durumda σ doğrudan doğruya birkaç sipariş çevrimine ilişkin temin süreleri içindeki talep değerlerinden hesaplanabilir. Buradan hareket edilirse

Temin süresi < sipariş çevrimi ise, $YSN(ROP) = \bar{D}L + z\sigma$ olacaktır.

Temin süresi > sipariş çevrimi ise, $YSN(ROP) = \bar{D}L + z\sqrt{L\sigma_d^2}$

Temin süresinin birkaç sipariş çevrimini (talep dönemini) kapsaması halinde, standart sapma değeri, bu birkaç döneme ilişkin talepteki değişkenlik göz önüne alınarak hesaplanmalıdır. Varyansların toplanabilir nitelik taşıdığı hatırlanırsa, bu durumda her talep dönemindeki varyansların (σ_d^2) toplamının karekökünün alınması suretiyle temin süresi içindeki talebin standart sapması, σ hesaplanır. Yani;

$$\sigma = \sqrt{\sigma_{d1}^2 + \sigma_{d2}^2 + \dots + \sigma_{dn}^2} = \sqrt{\sum \sigma_d^2}$$

olur. Burada, σ_d , günlük talebin standart sapmasını göstermektedir. Ancak temin sürelerinin sabit olduğu varsayımına dayanılarak ve her dönemde talebin diğer

dönemlerle bağımsız olduğu varsayılarak, \sum işareti yerine, temin süresi içindeki sipariş çevrimi sayısı (LTc) kullanılır ve bu da bir temsili varyans değeriyle (σ_d^2) çarpılır.

$$\text{Temin süresi} > \text{sipariş çevrimi} = YSN(ROP) = \bar{D}L + Z\sqrt{LTc\sigma_d^2}$$

7.2. Sabit Tedarik Süresi ve Değişken İstem ile P Sistemi

P sisteminin açıklanabilmesi için, öncelikle ortalama isteme dayalı sipariş aralığının, yani siparişler arası sürenin belirlenmesi gerekir.

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

Böylece siparişlerin ne kadar zaman aralıklarıyla verilmesi gerektiği bulunulur. Güven stoğu, tedarik süresi + siparişler arası süreye eşittir. Eğer sıfır elde bulundurmama riski istenilecek olunursa, toplam sürede talebi en yüksek yapacak değer bulunulur. D_m dolayısıyla güven stoğu

$$ES = D_m - \bar{D}(L + t) \text{ olarak yazılır}$$

Burada en önemli nokta güven stoğu sabit değildir. P sistemi için sipariş kuralı, her t de stok düzeyi gözden geçirilerek modelin verdiği miktarın sipariş edilmesidir. Hatırlanacağı gibi P de sipariş aralıkları sabit, miktarlar değişmekteydi. Toplam maliyet tıpkı Q sisteminde olduğu gibidir.

$$Q = \sqrt{\frac{2v\bar{D}}{c}} \text{ olur.}$$

$$\text{Toplam maliyet} = TM / \text{aylly} = \frac{\bar{D}}{Q} + c\frac{Q}{2} + \bar{D}k + cS$$

Yapılan çalışmalar gösteriyor ki P sistemi Q sisteminden daha yüksek maliyetlidir. Bunun nedeni P sistemi Q sisteminden daha fazla miktarda güven stoğu istemektir. Buna karşın, P sistemi stokların periyodik olarak gözden geçirilmesini istediğinden Q sistemine göre daha üstündür. Çünkü Q sistemi stok düzeyinin sürekli gözden geçirilmesini gerektirir.

7.3. Sabit İstem ve Değişken Tedarik Süreli Q Sistemi

Talebin sabit ve tedarik süresinin değişken olduğu durumlardaki stoklar Q sistemli model ile açıklanır.

$$\text{Güven Stoğu (ES)} = D'_m - D\bar{L}$$

yazılabilir. Burada;

\bar{L} = Ortalama tedarik süresi

D'_m = En uzun tedarik süresindeki talebi gösterir.

Eğer temin süresi değişken ve normal dağılım gösteriyorsa bu durumda yeniden sipariş noktası şu şekilde de bulunur.

$$YSN(ROP) = D(\bar{t}) + z(D)\sigma_t$$

olarak da yazıla bilinir.

Burada D = sabit talep hızı; \bar{t} ortalama temin süresi ve σ_t temin süresinin standart sapmasıdır.

7.4. Sabit İstem ve Değişken Tedarik Süreli P Sistemi

Periyodik sipariş verme sisteminde, her t sürede stok düzeyi gözden geçirilerek, daha önce belirtilen modele göre sipariş verilir. Güven stoğunu veren model ise.

$$ES = D^*_m - D(\bar{L} + t)$$

modeli ile belirlenir. Talep sabit tedarik süresi değişken olduğunda P ve Q sistemleri arasında toplam maliyet açısından büyük bir fark çıkmaz. Neden olarak da, talebin sabit, eldeki stok miktarının sabit ve daha önceki denklem ile bulunan sipariş miktarının da sabit olması gösterilebilir.

7.5. Değişken Talep ve Değişken Tedarik Süreli Q sistemi

Bu sistem için ele alınması gereken işlemler şöylece sıralanır.

1. Ortalama talebe dayanan ekonomik sipariş miktarının hesaplanması.
Hesaplanan bu değere Q^* denilirse
2. Belirlenen elde bulundurmama riski için tedarik süresindeki talep değerinin hesaplanması. Bu değeri D^* ile gösterilir
3. Güven stokunun aşağıdaki denklem ile hesaplanması

$$ES = D^* - \overline{DL}$$

4. Sistem için sipariş kuralı “Stoktaki birimlerin sayısı ile siparişler D^* ye ulaştığında, bulunulan ekonomik sipariş miktarında (Q^*) ki malın sipariş edilmesidir.” Toplam beklenen maliyet daha öce belirtildiği gibi temel maliyet denklemi ile aynıdır.

Bir başka açıdan ele alınırsa, yeniden sipariş noktası ve anlam düzeyi ile güven stoğunun bulunmaya çalışılması , hem talep hızının, hem de temin süresinin değişken olması durumunda, temin süresi içindeki talebin birleşik standart sapmasını elde etmek için iki varyansın toplamı alınmalıdır. Talep ve temin süresinin her ikisinin birden normal dağılım göstermesi halinde, birleşik standart çarpma (σ_{dLT}) bulunulur.

$$\sigma_{dLT} = \sqrt{\sum \sigma_d^2 + \sum \sigma_{LT}^2} = \sqrt{L\bar{T}\sigma_d^2 + \bar{d}^2\sigma_{LT}^2}$$

ve sipariş noktası

$$(ROP) = \bar{d}(\bar{L}\bar{T}) + Z\sqrt{\bar{L}\bar{T}\sigma_m^2 + \bar{d}^2\sigma_{LT}^2}$$

7.6. Değişken Talep ve Değişken Tedarik Süreli P Sistemi

Bu sistem içinde yapılması gerekenler şunlardır:

1. Ortalama talebe dayanan ekonomik sipariş miktarının (Q^*) belirlenmesi
2. $t = Q^* / \bar{D}$ formülünden sipariş aralığının hesaplanması. Burada siparişler arası ortalama süre sipariş aralığına eşittir.
3. Tedarik süresi ve sipariş aralığı toplamında ($L + t$) mümkün olan çeşitli istemlerin yaratılması.
4. Belirlenen elde bulundurmama riski için tedarik süresi ile sipariş aralığı toplamındaki talebin (D^{**}) hesaplanması
5. Güven stokunun aşağıdaki denklemden hesaplanması

$$GS = D^{**} - \bar{D}(t + L) \text{ birim}$$

6. Sistem için sipariş kuralı, “her t döneminde stok düzeyi gözden geçirilir ve temel denkleme göre elde edilen sipariş miktarının bu siparişler arası sürede siparişinin verilmesi gerekir.

8. MİKTAR OLARAK EKSİK STOK DURUMUNA DAYALI HİZMET DÜZEYİ

Her ne kadar hizmet düzeyi hesaplamaları, bir sipariş çevriminde stoksuz kalma olasılığına ilişkin yararlı bilgi sağlamaktaysa da, eksik stok miktarına ilişkin herhangi bir belirlemede bulunmazlar. Eksik stok miktarı 1 birim, 10 birim ya da 100 birim olabilir. Temin süresi içindeki talebin normal dağılım göstermesi halinde, bir sipariş çevriminde eksik stok sayısı $E(n)$, Tablo 2. de verilen normal kayıp fonksiyonu değerleri kullanılarak tahmin edilebilir.³⁶

³⁶ Monks, a.g.e., s.263.

Tablo 2 Normal Kayıp Fonksiyonu Değerleri

Normal dağılım gösteren değişkenler için güvenlik stoku faktörleri		
Hizmet düzeyi Stoksuz kalmadan karşılanan talep yüzdesi	Güvenlik faktörü	
	Standart sapma	Ortalama mutlak sapma
50.00	0.00	0.00
75.00	0.67	0.84
80.00	0.84	1.05
84.13	1.00	1.25
85.00	1.04	1.30
89.44	1.25	1.56
90.00	1.28	1.60
93.32	1.50	1.88
94.00	1.56	1.95
94.52	1.60	2.00
95.00	1.65	2.06
96.00	1.75	2.19
97.00	1.88	2.35
97.72	2.00	2.50
98.00	2.05	2.56
98.61	2.20	2.75

Kaynak G. W. Plossl ve O. W. Wight, Production and Inventory Control: Principles and Techniques, 1967, s. 108 'den uyarlanmıştır

Tablo 3 Çeşitli Standart Sapma Sayıları için Beklenen eksik stok sayısı

Çeşitli standart sapma sayıları için beklenen				eksik stok sayısı			
Z	E(Z)	Z	E(Z)	Z	E(Z)	Z	E(Z)
-4.00	4,000	-0.70	0,843	0.65	0,155	1.50	0,029
-3.50	3,500	-0.60	0,769	0.70	0,143	1.60	0,023
-3.00	3,000	-0.50	0,698	0.75	0,131	1.65	0,021
-2.50	2,502	-0.40	0,630	0.80	0,120	1.70	0,018
-2.00	2,008	-0.30	0,567	0.85	0,110	1.75	0,016
-1.90	1,911	-0.20	0,507	0.90	0,100	1.80	0,014
-1.80	1,814	-0.10	0,451	0.95	0,092	1.85	0,013
-1.70	1,718	0.00	0,399	1.00	0,83	1.90	0,011
-1.60	1,623	0.10	0,351	1.05	0,076	2.00	0,008
-1.50	1,529	0.20	0,307	1.10	0,069	2.10	0,006
-1.40	1,437	0.30	0,267	1.15	0,062	2.20	0,005
-1.30	1,346	0.35	0,248	1.20	0,056	2.30	0,004
-1.20	1,256	0.40	0,230	1.25	0,051	2.40	0,003
-1.10	1,169	0.45	0,214	1.30	0,046	2.50	0,002
-1.00	1,083	0.50	0,198	1.35	0,,41	2.60	0,001
-0.90	1,000	0.55	0,183	1.40	0,037	2.80	0,001
-0.80	0,920	0.60	0,169	1.45	0,033	3.00	0,000

Kaynak ise Robert G. Brown, Decision Rules for Inventory Management (New York: Holt Rinehart & Winston, 1967), s. 95-103 den uyarlanmıştır.

8.1. Eksik Stok Miktarının Hesaplanması

Yukarıdaki tabloda Z değerleri, belirlenmiş bir hizmet düzeyine karşılık gelmektedir ve bir normal dağılım tablosundan veya ilk yazılan tablodan SF_{σ} veya SF_{MAD} değerlerinden elde edilebilir. Bu durumda, $E(Z)$ değerleri, bir standart (normal) dağılıma uygulanır. Temin süresi içindeki talebin ortalaması ve standart sapması, sırasıyla 0 ve 1 değerlerini aldığı takdirde, $E(Z)$ değerleri, beklenen eksik stok sayısına eşit olur; ancak ortalama ve standart sapmanın anılan değerleri alması durumuna da oldukça seyrek rastlanılır. σ_L değerinin birden farklı bir değer alması halinde, incelenen veri seti için beklenen eksik stok sayısını elde etmek amacıyla $E(Z)$ değerleri σ_L değeriyle çarpılmalıdır.

$$E(n) = E(Z)\sigma_L$$

burada $E(Z)$ = eksik stok sayısı (standardize edilmiş) ve σ_L = temin süresi içindeki talebin standart sapması, daha sonra, bir sipariş çevrimi içindeki beklenen (veya ortalama) eksik stok sayısı, $E(n)$, ile sipariş çevrimi sayısının çarpılması suretiyle, bir yıl içindeki toplam eksik stok miktarı, $E(N_{yr})$ hesaplanabilir. Burada sipariş çevrimi sayısı, yıllık talebin (D), sipariş miktarına (Q) bölünmesiyle elde edilir.

$$E(N_{yr}) = E(n) \left(\frac{D}{Q} \right)$$

8.2. Hizmet Düzeyinin Bulunması.

Hizmet düzeylerin bir sipariş çevrimiyle ilişkilendirildiği daha önceki durumlarda, çevrim süresi içinde ortaya çıkan talebin büyük bir kısmının stoktan karşılanmış olması halinde bile, herhangi bir eksikliğin stoksuz kalma durumuna yol açmadığı varsayılmıştı. Hizmet düzeyinin miktar olarak eksik stok temeline göre belirlenmesiyle genellikle daha yüksek bir yıllık hizmet düzeyi sağlanır.

SL_{ind} değerinin, talebin belli bir yüzdesinin stoktan karşılanması sonucu ulaşılan hizmet düzeyini ifade etmesi halinde, SOR_{ind} yıllık eksik stok yüzdesini gösterecektir. SOR_{ind} değeri ile yıllık talebin çarpımı alındığında, yıllık toplam eksik stok miktarı elde edilecektir. Bu, herhangi bir sipariş çevriminde beklenen eksik stok miktarı, $[E(Z)\sigma_L]$ ile yıllık çevrim sayısının, $[D/Q]$, çarpımına eşittir. Bu durumda $SL_{ind} = (1 - SOR_{ind})$ olacaktır.

$$\begin{pmatrix} \text{Yıllık eksik} \\ \text{Stok \%} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \text{Yıllık} \\ \text{talep} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \text{Sipariş başına} \\ \text{eksik stok miktarı} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \text{Yıllık sipariş} \\ \text{sayısı} \end{pmatrix}$$

$$(SOR_{ind}) \quad D \quad = \quad E(Z)\sigma_L \quad \left(\frac{D}{Q}\right)$$

yıllık talebe (D), bölüldüğünde; $SOR_{ind} = \frac{E(Z)\sigma_L}{Q}$ şeklinde olacaktır.

9. PERİYODİK GÖZDEN GEÇİRME SİSTEMLERİNDE SİPARİŞ MİKTARLARI

Periyodik gözden geçirme sistemlerinde, sabit zaman aralıklarında stoklar sayılarak değişken miktarlarda sipariş verileceği daha önce belirtilmişti. Değişken talep ve sabit temin süresi koşullarında, sabit dönem modelince oluşturulan sipariş miktarı, sabit miktar modelince oluşturulan sipariş miktarından farklıdır.

Sabit dönem modelinde (sürekli izlemeye dayalı olmayan), güvenlik stoku, siparişler arasındaki zaman aralığı bir siparişin verilmesinden teslim alınmasına kadar geçen temin süresi boyunca stoksuz kalmaya karşı koruma sağlamalıdır. Bu durumda, sipariş miktarı, bu dönemde talebi karşılayacak miktar, artı, belirlenen güvenlik stoku miktarı, eksi eldeki veya siparişi verilmiş, ancak henüz teslim alınmamış stok miktarı, (I_{oh}) şeklinde hesaplanır. Dolayısıyla, sabit dönem modelinde sipariş miktarı, Q aşağıdaki modelle bulunulur;

$$Q = \bar{d}(TI + LT) + Z\sigma_d\sqrt{TI + LT} - I_{oh}$$

$$\text{Sipariş miktarı} = \left(\begin{array}{c} (TI+LT) \text{ süresi} \\ \text{içinde beklenen} \\ \text{Talep} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \text{güvenlik} \\ \text{stoku} \end{array} \right) \left(\begin{array}{c} \text{Sipariş anında ve siparişi} \\ \text{verilmiş, ancak henüz teslim} \\ \text{alınmamış miktar} \end{array} \right)$$

Burada

\bar{d} = dönem başına ortalama stok

Z = normal dağılımdan veya yukarıdaki tablodan bulunan değer

σ_d = normal dağılım gösteren (gözden geçirme ve temin süresi içindeki) talebin standart sapmasıdır.

İKİNCİ BÖLÜM

SERAMİK SEKTÖRÜ VE YURTBAY SERAMİK FABRİKASI

1. SERAMIĞİN TARİHÇESİ

Seramiğin tarihi insanlığın tarihi ile yaşıttır... İnsanın var olduğu her yerde seramiğin de izine rastlandı. Tarih boyunca türlü biçimler ve işlevlerle günlük yaşamın içinde yer aldı, ait olduğu kültürü yansıttı, uygarlığın gelişimine ışık tuttu.

Depolama amacıyla kullanılan kap- kacak ve küpler; dinsel törenlerde simgesel anlamlar taşıyan idoller; aydınlatmayı sağlayan kandiller; haberleşme ve belgeleme işlevi olan tabletler; tuğla, kiremit, suyolu ve künk gibi mimari elemanlar; takılar ve süs eşyaları, çanak- çömlek, ocak gibi gündelik kullanım eşyaları; ölü küllerinin saklandığı kaplar ve lahitler ... Seramiğin sayısız formlarından sadece bir kaçı...

Seramiğin ana malzemesi, su geçirmez killi toprak, balçık ya da çamurdur. Kolayca her yerde bulunabilen bu basit ve iddiasız malzeme, tarih öncesinden bu güne kesintisiz biçimde, yaşamın çeşitli alanlarında kullanılmaktadır.

Doğumdan ölüme insan yaşamında önemli bir yere sahip olan seramiğin gelişimi, ona şekil veren toplumun sosyokültürel ve ekonomik evreleriyle paralel oldu. Bu yüzden seramik, döneminin ve ait olduğu uygarlığın sanatına, kullandığı tekniklere ilişkin eşsiz ipuçları veren en değerli tarihi belgeler arasında yer almaktadır.

Toprağın, çanak çömlek yapımında ilk kez neden ve nasıl kullanıldığı konusunda çeşitli varsayımlar vardır. Bunlardan en yaygın olanı, haşarelerden korunmak için kille sıvanan tahıl sepetlerinin ateşin kenarında unutulması ve ateşin etkisiyle toprakta meydana gelen değişimin fark edilmesidir.

Varsayımlardan biri de, tarihteki ilk çanak- çömlek yapımının kadınlar tarafında gerçekleştirildiği... Her yeni buluşun bir gereksinimden doğduğu göz önüne alınırsa bu varsayım büyük ölçüde doğrudur. Çanak – çömleğe en büyük gereksinimi, erkeğin getirdiği yiyeceği taşımak, bölüştürmek ve saklamakla görevli olan kadın duymaktadır.

Çanak- çömlek yapımının ilk kez nerede gerçekleştirildiğine dair elde kesin veriler yoktur. Ancak Anadolu ve Yukarı Mezopotamya’da bir çok yerleşmede gerçekleştirilen arkeolojik kazılarda, İÖ 6000'lere tarihlenen çanak – çömlek örneklerine rastlanmaktadır.

Anadolu, bir anlamda seramiğin de anavatanıdır. Maya uygarlığından 4000 yıl, Tarih Öncesi Mısır’dan 1000 yıl önce, Anadolu’da Çatalhöyük’te ilk seramikler yapılırken Çin uygarlığının atalarından Yang – Shao kültürü ilk çömleklerini yapmak için daha 2000 yıl bekleyecekti.

Selçuklular daha Anadolu’ya yerleşmeden önce, İran’da, mimaride sırlı tuğla geleneğini başlatmış, özellikle türbelerde turkuvaz sırlı tuğlalara yer vermişlerdir. Tek renkli sırlı levhaların kesilmesiyle ya da desene göre hazırlanmış parçaların sırlanmasıyla oluşturulan Çini- Mozaik tekniği de Anadolu’da yaygın olarak kullanılmıştır. Seramiği mimaride yoğun olarak kullanan Selçuklular döneminde bu tekniğin bir çok esere uygulandığı görülmektedir. Ev içi süs eşyalarından binaların iç ve dış yüzey kaplamalarına doğru bir gelişme gösteren seramik; mimari süslemede, kubbeden eyvanlara, duvarlardan kemerlere, pencere ve mihraplara kadar değişik yerlerde kullanılmıştır.

19. yüzyıldan itibaren, giderek gelişen batılılaşma hareketleri ile yemek ve sofraya alışkanlıklarının değişmesi porselen sofraya eşyası kullanımını gündeme getirir. Aynı dönemde Osmanlı toprakları içerisinde, porselenin hammaddesi kaolin yatakları işletilmeye başlanması da porselen üretimine geçişi hızlandırır.

İlk girişiminin tarihi 1845’tir. Boğaz’ın Anadolu yakasında, Beykoz yakınlarındaki İncirli’de Ahmet Fethi Paşa tarafından bir imalat hane açılır. “Eser-i İstanbul”

damgasını taşıyan duvar çinileri, tabaklar, sürahiler, derin ya da kapaklı bardaklar üretilmeye başlanır. 1892 yılında Sultan II. Abdülhamid'in, Yıldız Sarayı'nın bahçesinde yeni bir porselen imalathanesi açılması isteğine Fransız elçisi Paul Cambon destek verir. Yıldız Porselen Fabrikası adı verilen bu fabrika, 1909 yılında II. Abdülhamid'in tahtan indirilmesiyle kapanır.

20. yüzyılın başlarında, değişen ekonomik koşullara paralel olarak eski pırılısını yitiren Osmanlı Mimarisinde, yeni-klasik üslup doğrultusunda I. Ulusal Mimarlık Dönemi gelişmeye başlar. Bu dönemde, uzunca süredir. Bir kenara bırakılan çini bir kez daha gündeme gelir ve Kütahya çiniciliği canlanır. Mimar Kemalettin ve Mimar Vedat'ın tasarladığı yapılar başta olmak üzere, mimaride çini kullanımı birden bire yeniden gözde olur. Çinin özellikle dış cephede kesme taşla birlikte kullanılması, cephe tasarımına yeni bir anlayış katar.

Bu çiniler Kütahya'da, Hafız Mehmet Emin Efendi'nin atölyesinde üretilmektedir. Konya Sanayi Mektebi (1900), İstanbul Suadiye Camisi (1908), İstanbul Sultanahmet Tapu ve Kadastro Binası (1911), Edirne Halkevi (1915) hep bu atölyenin ürünleridir.

Bu topraklardaki serüvenini binlerce yıldır kesintisiz biçimde sürdüren seramiğin gelişimi, şimdi Cumhuriyet Dönemi ile birlikte yepyeni bir aşamaya hazırlanmaktadır. Seramik alanında hiçbir endüstriyel üretim devralınmaz. Ancak Cumhuriyet ekonomisi, seramiğe de, her türlü sanayinin geliştirilmesi, yurdun dört bir tarafına yayılarak kitleleştirilmesi ilkesiyle yaklaşır ve ilk yıllarından itibaren seramik endüstrisinin önünü açan bir mecrada ilerler.

1932 yılında hazırlanan uzun vadeli sanayileşme planının ilk adımı Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planıdır. 1934'te uygulamaya konulan bu planda seramik de dahil, tüm önemli sanayi dallarında, iç talebin yerli üretimle karşılanması öngörülür. Bu andan itibaren seramik endüstrisi artık gündemdedir. Cumhuriyet'in 15. kuruluş yıldönümünde, 1938'de, devlet desteği ile kurulması planlanan sanayi sektörleri arasında, Anadolu Topraklarındaki hammadde kaynakları ve üretim geleneği göz önüne alınarak seramik sektörü de dahil edilir. Aynı yıl Ticaret bakanlığı, Sümerbank Genel

Müdürlüğü'nden bu sanayi dalına ilişkin bir rapor ister. Sulezer isimli bir Macar uzman, "Türkiye'de Seramik Sanayi Kurulması Hakkındaki Etüt"ü hazırlar. Raporla, öncelikle ihtiyaç tespit edilir. İstanbul'da, 450 ton sağlık gereci, 750 ton sofraya eşyası, 300 ton duvar karosu, 600 ton yer karosu, 120 ton porselen alçak gerilim izolatörü ve 5 bin ton şamot refrakter malzeme olmak üzere, toplam 7220 ton/yıl kapasiteli çeşitli ürünler üretecek bir seramik fabrikası kurulması öngörülür. Fakat II. Dünya Savaşının çıkması bu projenin ertelenmesine neden olur.

1950'li yılların sonunda Almanya'dan yeni dönen Dr. Nejat Eczacıbaşı gerçek anlamda Türkiye'nin ilk seramik fabrikasını İstanbul Kartal'da kurar. Eczacıbaşı 1957 yılında, seramik sofraya eşya üretiminin yanında seramik sağlık gereçleri üreten ikinci bir tesisi de kurmuştur. Bu tesis modern anlamda Cumhuriyet'in ilk seramik tesisi de olacaktır. Bu fabrikada 1958'de duvar karosu, 1959'da ise seramik sağlık gereçleri üretimine başlar. Kartal'da kahve fincanı üreten küçük atölye, birden bire ülkenin en önemli üretim tesislerinden birine dönüşmüştür.

Eczacıbaşı'nın Kartal'daki fabrikasını üretime geçirme telaşı yaşadığı günlerde, Çanakkaleli genç girişimci, İbrahim Bodur da benzer bir telaş yaşamaktadır. Seramik kaplama malzemelerinde bir dünya devinin doğuşuna giden süreçte düğmeye basılmıştır. 28 yaşındaki bu girişimci, seramik duvar karosu ve porselen izolatörleri üretmek için ilk şirketinin kuruluşunu 1957 yılında tamamlar. Memleketi Çan'da kurduğu Çanakkale Seramik Fabrikaları A.Ş., daha sonra Kale Grubu'nun çekirdeğini teşkil edecektir.

Türkiye'de Sanayi Bakanlığı Çanakkale Seramik ile aynı günlerde kurulur. Devletin seramik sektörüne olan ilgisi ise giderek artmaktadır. Uzun bir aradan sonra Yıldız Çini Fabrikası'nın yenilenmesi için yatırım başlatılır. Ardından Sümerbank ve Emlak Bankası birlikte, Porselen ve Çini Fabrikaları Limited Şirketini kurarlar. Hedef Yarımca Porselen Sanayi ve Bozüyük Seramik'in faaliyete geçirilmesidir. Ancak 1960 ihtilali patlak verir, proje bir süre ertelenir. Sonunda Bozüyük ve Yarımca, arka arkaya, 1966 ve 1967 yıllarında üretime başlayabileceklerdir.

Cumhuriyet Türkiye'sinin ilk seramik ihracatı yine 1962'de, Çanakkale Seramik Fabrikaları tarafından gerçekleştirildi. Sektörün ilk ihracatı Yunanistan'a yapıldı.

Daha sonraki yıllarda Türkiye'nin seramik alanındaki en köklü kuruluşlarından Gorbon Işıl Seramik Fabrikası ile İstanbul Porselen Sanayi sektöre katıldı. Böylece 50'lerin sonundan başlayan ve 70'lere dayanan seramik sanayinin ilk atılım yılları tamamlanmış oldu.

1970'li yılların başında ikinci yatırım dalgası geldi. 1972'de Çanakkale Seramik ilk yer karosu üretimine geçti. Yine aynı yılda Ege Seramik ve Uşak Seramik, 1973'de Söğüt Seramik ve Heriş Seramik, 1977'de Kütahya Porselen, 1978'de Toprak Seniteri ve Serel Seramik, 1979'da ise Çanakçılar Seramik gibi önemli kuruluşlar sektöre katıldı. Aynı dönemde, Bilecik'te bir biri ardına irili ufaklı seramik fabrikaları peş peşe açılmaya başladı.

Eczacıbaşı Grubu ise 1977'de Bozüyük fabrikalarını kurarak seramik sağlık gereçleri üretiminde önemli bir sıçrama daha yaptı.

1980 yılında yürürlüğe konulan 24 Ocak Kararları, diğer sanayi alanlarında olduğu gibi seramik sektöründe de yeni bir dönemin önünü açmıştır. Türkiye ekonomisinin genel seyri açısından "finansal liberasyon" dönemini başlatan 24 Ocak Kararları, ihracata dayalı büyümeyi, ihracatın teşvikini ve dolayısıyla serbest rekabeti öngörüyordu. Bu şartlar altında yalnızca kapasiteler ve ölçeklerin değil, kalite ve standartların da önemi arttı. Dış pazarlar yoklanmaya başladığında sektörün rekabet gücü ortaya çıktı. Türk seramiğinin ithal girdi bağımlılığı ve başta işgücü olmak üzere, girdi maliyetleri düşüktü. Yani, ticari bağlantılarda, ithal girdi sorunlarından kaynaklanan taahüt gecikmeleri ve Pazar kayıpları olmayacaktı. Tüm yatırımlar yeni olduğu için hiçbir teknolojik eksiklik söz konusu olmayacaktı. Maliyetler düşük olduğu için de fiyatlanma sorunları yaşanmayacaktı. Bu dönemde Ege Seramik 1981 yılında İbrahim Polat Holding bünyesine katılarak teknolojisini modernleştirdi, Toprak Seramik yeni üretim tesislerini bir biri ardına devreye soktu. Serel, 1982 yılında seramik sağlık gereçleri üretimine başladı. 1983'te Altın Çini, 1988'de Kütahya Seramik, 1989'da da Hitit Seramik ve Saray Çini faaliyete geçtiler.

1990 sonrası Türk seramiğinin tam anlamıyla altın çağını yaşadığı bir dönem oldu. Arka arkaya üretim tesisleri hizmete girdi, kapasiteler daha da büyüdü. Ürünlerde tasarım boyutu giderek öne çıkmaya başladı. Sanayi Üniversite işbirliği daha da yakınlaştı. Firmalar bünyesinde kurulan tasarım atölyeleri giderek genişledi. Türk ve yabancı tasarımcılar, Türkiye'nin çok renkli ve çok kültürlü tarihsel zenginliğini modern çizgiler ve güncel gereksinimlerle birleştirerek yeni sentezlere ulaştılar. Sektör tek tek, dünyanın belli başlı tüm kalite belgelerine sahip oldu. İhracat yapılan ülkelerin sayısı 70'in üzerine çıktı.

Bir biri ardına kurulan üretici ve ihracatçı birlikleri seramik sektörünün temel sorunlarına eğilerek, verimliliğin daha da artırılması, kuruluşlar arasında bilgi paylaşımı gibi temel konularda faaliyet göstermeye başladı. Bu birlikler, uluslar arası pazarlarda tanıtım olanaklarını geliştirme doğrultusunda projeler ürettiler. TÜBİTAK ve ESKİŞEHİR ANADOLU ÜNİVERSİTESİ ile işbirliği yapılarak bir Seramik Araştırmaları Merkezi kuruldu.

Türk seramik sektörünün gelişiminde rol oynayan seramik dernekleri şunlardır. Seramik Kaplama Malzemeleri Üreticileri Birliği (SERKAP), Seramik Sağlık Gereçleri Üreticileri Birliği (SERSA), Seramik ve Refrakter Üreticileri Birliği (SEREF), Seramik Hammaddeleri Üreticileri Birliği (SERHAM) dır.

2. SERAMİK HAKKINDA İSTATİSTİKİ VERİLER

Bilecik, Kütahya, Eskişehir, Çanakkale, İzmir, Uşak, Manisa gibi, hammadde kaynaklarına yakın bölgelerde yoğunlaşan seramik kaplama malzemeleri üretimi, başlangıcından itibaren son derece hızlı bir büyüme trendi içinde oldu.

1960'ta 1 üretici firma ve yılda 1 milyon metrekare ile başlayan karo üretiminde, 2002 yılında, 20'nin üzerinde orta ve büyük ölçekli firma ile 250 milyon metrekarelik kapasiteye ulaşıldı. Türkiye'de firma başına düşen üretim miktarı oldukça yüksek.

İtalya'da karoda ortalama kapasite 1.5 milyon, İspanya'da 2.5 milyon metrekare iken, Türkiye'de 10 milyon metrekaredir.

Türkiye karoda Avrupa'nın üçüncü, dünyanın beşinci büyük üreticisi konumunda bulunuyor. 2002 yılında dünya karo üretimi 4.8 milyar metrekare oldu. Rakamlar, Türk seramik endüstrisinin dünya kaplama malzeme üretiminin yüzde 3.2'sini, Avrupa'nın toplam üretiminin ise yüzde 8.8'ini gerçekleştirdiğini gösteriyor.

Türk seramik endüstrisinin ihracat rakamları da göz kamaştırıyor. Anadolu'nun seramik üretimi alanındaki zengin mirasını ve kaliteli hammadde kaynaklarını ileri teknoloji ile birleştiren Türk girişimciler, 5 kıtada, dünyanın yüzde 70'den fazla ülkesine seramik ihracatı yapıyor.

Dünyanın üçüncü büyük seramik kaplama malzemesi ihracatçısı olan Türkiye, 2003 yılında toplam üretiminin yüzde 60'ını yurtdışına ihraç etti. Bu, 900 bin ton ya da başka bir deyişle 60 milyon metrekare anlamına geliyor. İhracatın ana pazarı ise Avrupa ve ABD. yani, kalite beklentisi yüksek bir tüketici profiline sahip ülkeler.

Üretimde, kaplama malzemelerinden sonra en hızlı gelişim seramik sağlık gereçleri alanında oluyor. İlk düzenli üretimin başladığı 1960 yılından sonra, bu alandaki kapasite her yıl ortalama yüzde 6 büyüyerek yılda 36 bin tondan 2003 yılı itibariyle 12.5 milyon adet ve 160 bin ton'a ulaştı.

Türkiye seramik sağlık gereçleri sektörü, Avrupa'nın ikinci büyük üreticisi ve ihracatçısı. Dünyada yılda 200 milyon adet seramik sağlık gereçleri üretim kapasitesi bulunuyor. Türkiye'nin üretimi ise bunun yüzde 6'sını temsil ediyor. Türkiye kendi üretiminin yaklaşık yarısını ihraç ediyor. 2003 yılında değeri 78 milyon doları bulan, 60 bin ton ihracat yapıldı. Sağlık gereçlerinde de ana pazarlar Avrupa ve ABD. en çok ihracat yapılan Avrupa ülkesi ise İngiltere.

Tüm seramik sektörünün 2003 yılı toplam ihracat rakamı 942 bin tonu buluyor. Bu rakam, bu rakam, değer olarak 320.6 milyon dolar ediyor. En büyük miktarda ihracat

Avrupa'ya yapılırken, Avrupa ülkeleri arasında da Almanya başı çekiyor. ABD ve Kanada'nın yanı sıra Ortadoğu da sektörün önemli bir ihracat pazarı olarak beliriyor.

Ürün grupları arasından, ihracatın yaklaşık dörtte birini seramik kaplama malzemeleri oluşturuyor. Değer bazında sıralama yapılacak olursa, kaplama malzemelerinden sonra en büyük ihracat ürün gruplarını sırasıyla, sağlık gereçleri, refrakter, porselen sofraya eşyası, seramik sofraya ve mutfak eşyası, süs eşyası, tuğla ve kiremit oluşturuyor.

Tablo 4 Seramik Sağlık Gereçleri İhracat Profili

ÜLKE	2003 (000 parça)	2003 (%)
İngiltere	1.186	%22.6
Almanya	1.150	%21.9
ABD	595	%11.3
İspanya	475	%9
Fransa	198	%3.8
İsrail	259	%4.9
İtalya	251	%4.8
İrlanda	98	%1.9
Kanada	96	%1.8
Diğer	947	%18
Toplam	5.255	%100

Kaynak : seramik tanıtım komitesi, orta Anadolu ihracatçılar birliği.

YIL	KAPASİTE (000 Parça)	İHRACAT(000 Parça)
1990	4.600	1.020
1991	5.200	1.550
1992	5.600	1.380
1993	5.700	1.290
1994	6.500	2.100
1995	7.400	2.200
1996	7.600	2.670
1997	9.500	3.270
1998	11.200	3.200
1999	12.300	3.400
2000	13.500	3.700
2001	14.400	4.250
2002	14.400	5.255

Tablo5 Seramik Kaplama Malzeme İhracatı Profili

ÜLKE	2002(000m2)	2002%	Yıl	Kapasite(000m2)	İhracat(000m2)
Almanya	8.574	%12.2	1990	61.000	8.000
ABD	8.963	%12.8	1991	71.000	13.000
İngiltere	6.391	%9.1	1992	82.000	13.300
İsrail	7.765	%11.1	1993	93.000	17.400
Kanada	6.744	%9.6	1994	101.600	19.500
Fransa	4.785	%6.8	1995	113.100	26.400
S.Arabistan	5.648	%8.1	1996	133.700	35.600
Yunanistan	3.864	%5.5	1997	161800	39.600
Hollanda	1.480	%2.1	1998	192000	42.000
Diğer	15.787	%22.6	1999	210.000	50.600
Toplam	70.000	%100	2000	226.650	52.500
			2001	250.000	59.000
			2002	260.000	70.000

Kaynak : seramik tanıtım komitesi, orta
Anadolu. ihracatçılar birliği

Tablo 6 Seramik Kaplama Malzemeleri Sektörü Profili

Yıllar	Firma	Kapasite	Üretim	Yurtiçi satış	İhracat (Miktar)	İhracat (Değer)	İhraç Fiyatı	İthalat Miktarı	İthalat değer
1990	11	61.000	52.000	44.000	8.000	36.000	4.50		
1991	11	71.000	60.000	47.000	13.000	59.800	4.60		
1992	11	82.000	71.000	57.700	13.300	62.600	4.71		
1993	14	93.000	84.100	69.400	17.400	76.740	4.41		
1994	16	101.600	92.700	70.300	19.500	89.360	4.58		
1995	17	113.100	107.000	79.300	26.400	128.700	4.88		
1996	19	133.700	120.800	81.100	35.600	159.300	4.47	997	13.000
1997	22	161.800	147.900	101.000	39.600	167.250	4.22	1.978	19.497
1998	23	192.000	154.000	102.500	42.000	177.800	4.23	1.893	21.413
1999	23	210.000	150.000	100.000	50.600	200.300	3.96	1.400	15.600
2000	23	226.650	175.000	112.000	52.500	194.700	3.71	1.486	13.436
2001	24	234.700	150.500	93.000	57.000	196.700	3.45	1.198	9.358
2002	24	255.100	162.500	89.000	72.366	246.265	3.40	1.118	9.383
2003	24	258.500	188.500	102.350	83.816	311.505	3.72	1.114	9.440
2004	24	27.5000	216.000	120.000	94.172	389.521	4.14	3.530	28.444

Kaynak: SERKAP ; Miktar: Bin m2, Bin US

Tablo 7 Alt Sektörlere Göre Seramik İhracatı.

Alt Sektörler	2004 Ocak-Ağustos	2005 Ocak-Ağustos	Alt Sektör Payı (2005)	Değişim (%)
Seramik Karo ve Fayanslar	252.320	259.673	48%	2,9
Seramik Sağlık Gereçleri	102.361	118.358	22%	15,6
Seramik Hammaddeleri	74.718	92.250	17%	23,5
Refrakterler	24.796	35.035	6%	41,3
Porselen Sofra ve Mutfak Eşyası	21.069	23.116	4%	9,7
Seramik Sofra ve Mutfak Eşyası	9.039	7.630	1%	-15,6
İnşaat Tuğlası ve Kiremit	2.773	3.351	1%	20,8
Seramik Süs Eşyası	866	994	0%	14,8
Diğerleri	2.555	2.689	0%	5,2
Seramik Sektörü Toplamı	490.497	543.096	100%	10,7

Birim : Bin USD

3. SERAMİK SEKTÖRÜNÜN BUGÜNKÜ SORUNLARI

Sektör dünya pazarlarında rekabet etmesini sağlayabilecek her şey var: neredeyse tümüyle yerli hammadde kullanma imkanı, yüksek teknoloji, nitelikli işgücü, kabul edilebilir düzeyde tasarım ve araştırma faaliyeti. Ve 1980'lerden bu yana gelişen 1990'larda giderek hızlanan ihracat faaliyetinden edinilen yüksek bir dış pazar deneyimi. Sektörün bugün Türkiye'nin toplam ihracatından aldığı pay yüzde 6. Bu pay da giderek büyüyecek gibi görünüyor. Porselen sofras ve mutfak eşyaları, teknik seramikler, refrakter harç ve tuğlalar ile seramik hammaddeleri alt sektörlerinden oluşan seramik sektörünün 2001 yılı ihracatında bir önceki yıla göre elde ettiği büyüme oranı yüzde 12. Halen fiili olarak 20 bin kişinin istihdam edildiği seramik sektörünün istihdam kapasitesi, bu sektöre hizmet veren yan sektörler ve hammadde üreten firmalar da düşünüldüğünde 150 bine kadar ulaşıyor. Türkiye'nin dış pazar rekabet şansını değerlendirmeye yönelik CAT (Competitive Advantage of Turkey) Projesi'nin seramik sektörünü Türkiye'nin yurtdışında rekabet edebilir altı sektörü arasında göstermesi boşuna değil. Ancak sektör bu pırıltısına karşın, dikensiz gül bahçesi de değil.

Seramik üreticilerinin yakındığı önemli sorunlardan biri enerji. Enerjinin yoğun olarak kullanıldığı seramik sektörünün kabaca yüzde 30'luk bölümü faaliyette buldukları bölgeye doğalgaz getirilmediği için LPG'yle çalışıyor. Doğalgaza göre daha maliyetli

bir yakıt olduğu için LPG kullanan firmaların enerji maliyetleri diğerlerine göre yüzde 10-15 daha yüksek gerekleşiıyor, bu da sektörde haksız rekabete neden oluyor.

Bir başka sorun ise nakliyede yaşanıyor. İhracat ağırlıklı çalışması nedeniyle seramik firmalarının yurtdışına mal teslimatını zamanında yapmaları rekabet üstünlüğü açısından büyük önem taşıyor. Ancak Türkiye’de demiryolu ve denizyolu taşımacılığının yeterince gelişmemiş olması seramik firmalarının hızlı ve zamanında teslimat yapmaları konusunda zorluk yaşamalarına neden oluyor.

Türk seramik sektörünün önemli eksikliklerinden biri, özellikle üst gelir gruplarına yönelik marka yaratamamış olmak. Oysa sektör, teknoloji ve tasarım konusundaki yenilikleri günü gününe takip ediyor. Ağırlıkla İtalyan teknolojisi kullanan seramik firmaları, özgün tasarıma da yeterince önem veriyor. Trendler takip ediliyor, müşterinin isteğine, ülke, hatta bölgesel alışkanlıklara uygun tasarım yapılıyor; yabancı dağıtım firmaları ve tasarımcılarla ortaklaşa tasarımlar gerçekleştiriliyor. Ancak tüm bu yeterliliklerine karşın, marka imajına yatırım yapacak kaynağın yaratılamaması, seramiğin, en azından bugün için daha yüksek ihracat rakamlarına ulaşamaması sonucunu doğuruyor.

4. YURTBAY SERAMİK FABRİKASININ TANITIMI

Elli yılı aşkın sanayicilik geçmişi bulunan Yurtbay Grubu’nun, seramik sektörüne adım atışı 1995 yılında kurduğu Yurtbay Seramik San. Ve Tic. A.ř. ile başlamıştır.

Kuruluşundan bu yana geçen yaklaşık on yıllık süre içerisinde Yurtbay Seramiğin, 650 bin m² ye ulaşan yerleşim alanının, 65 bin m² si kapalı alan ve 32 bin m² lik stok sahası mevcuttur. Üretim kapasitesi 14 milyon m² / yıldır. Kısa geçmişine rağmen bugün Yurtbay seramik, üretim kapasitesi, ürün kalitesi ve yönetim anlayışıyla sektörün lider firmalarından biridir. Yatırım yapmayı ve istihdam yaratmayı milli görev olarak gören Yurtbay seramik yönetim kurulu başkanı Zeki Yurtbay, yatırımlarına devam etmektedir. Bu yıl içerisinde tamamlanacak olan yeni üretim hattı ile kapasitesi 17 milyon m²/ yıl ulaşılacaktır. 2005 yılının sonunda bu kapasite 20 milyon m² / yıla ulaşması

planlanmaktadır. Diğer tarafta Ar-Ge çalışmalarına büyük önem veren şirket, üretimini % 50 sini dünyanın birçok ülkesine ihraç etmektedir. Yüksek kalite, ürün performansı ve ürün çeşitliliği sayesinde iç ve dış pazara hitap edebilen firma, 600'e yakın çalışanı ve çevresine yarattığı istihdam ile ülke ekonomisine önemli faydalar sağlamaktadır. İç ve dış pazarda ki güvenilirliği ile bir dünya şirketi olduğunu kanıtlamıştır.

4.1. Ar-Ge

Gelişmenin araştırmadan geçtiğine inanan firma, araştırma ve geliştirmeye büyük önem vermektedir. Ar-Ge departmanı dünyada seramik alanındaki gelişmeleri takip ederek; hammadde, ürün, aplikasyon ekipmanlarını, verimlilik ve ürün kalitesini arttırmak için üretime uyarlamaktadır.

Globalleşen dünyada teknolojilerin gelişmesine paralel olarak rakipler bütün dünya üreticileri olduğu için maliyetler büyük önem taşımaktadır. Maliyet düşürme çalışmaları Ar-Ge'lerin temel konularından biri haline gelmiştir.

4.2. Üretim

Yurtbay seramik fabrikası yaklaşık 7 milyon m² /yıl duvar karosu, 7 milyon m² /yıl yer karosu ve sırlı granit olmak üzere toplam 14 milyon m² /yıl üretim kapasitesine sahiptir. Yer karosu TS-EN 176 BI ve duvar karosu TS-EN 159 BIII standartlarına göre üretim yapmaktadır. Yer karosu 10 x 10, 20 x 20, 33 x 33, 30 x 45, 40 x 40, 45 x 45 ebatlarında, duvar karosu 7,5 x 15, 15 x 20, 20 x 20, 20 x 25, 20 x 30, 25 x 33, 25 x 40 süpürgelik olarak 8 x 33 ve 8 x 40 ebatlarında üretim yapılmaktadır. Duvar karosu üretimi çift pişirim ve tek pişirim ile yapılabilmektedir. Günlük 20 ton/gün frit üretim tesisi, 300.000 m² /yıl dekor ve trim üretim tesisi ve günlük 2 x 4 mw gücünde ki enerji üretim ünitesiyle büyük bir komplekstir.

Üretim hattı son teknoloji makine ve ekipman parkına sahiptir. Elek baskı yöntemi olarak rotocolor ve laser roll diye anılan slikon baskı tekniği kullanılmaktadır. Üretim hatlarının tamamı İtalyan Sacmi yatırımdır.

4.3. Kalite Kontrol

Kalite, Yurtbay seramik için bir yaşam tarzı ve müşteri memnuniyetidir. Toplam Kalite anlayışı benimsenmiş olup, bütün kontrol aşamaları kalite sisteminde belirlenmiş olan kabul kriterlerine göre değerlendirilmektedir. Bir sonraki departman bir önceki departmanın müşterisidir yaklaşımla üretim yapılmaktadır.

Proses kontrol laboratuvarında ara ve nihai ürünlerinin kontrolleri, TS ve uluslararası standartlara uygun olarak test edilmekte olup, bütün kontroller kayıt altına alınarak izlenebilirliği sağlanmaktadır. Kontrollerin temel amacı müşteri memnuniyeti sağlamaktır.

Yurtbay Seramik A.Ş. 2004 yılı milat alınarak tüm birimlerini bir birleriyle entegre olacak şekilde LBS (Logo Business Solutions) firmasının ERP seti olan Unity programına 8 aylık bir hazırlık sürecinden sonra geçilmiş olup şu anda bütün stok sistemi barkod sistemi RF telsiz teknolojisi ile takip edilmektedir. Ayrıca bu sistem ile yurt içi şubelere ve bayileri de entegre hale getirmek için alt yapısını tamamlamıştır. Bölge Müdürlükleri ve Bayiler için sipariş ve stok kontrolü internet aracılığı ile yapılmak üzere alt yapı çalışmaları yıl sonunda kullanıma açılması hedeflenmektedir. ISO 9001 kalite yönetim sistemini uygulamaya başlaya Yurtbay Seramik ISO 14000 çevre yönetim sistemi ve CE standardı çalışmaları son aşamasındadır. Bununla ilgili atıkların prosese tekrar kazandırılması için pompalı toplama sistemi modern arıtma tesisini kurmuştur. “ Doğadan sanata” sloganıyla yola çıkan Yurtbay Seramik sloganında yer alan doğayı her zaman koruma ve güzelleştirmeyi görev edinmiştir. Bu nedenle fabrika da çevre düzenlenmesi ve ağaçlandırmayla ilgili çalışmalar sürdürülmektedir.

4.4. Tasarım ve Ürün Geliştirme

Tasarım süreci müşterinin sesinin firma tarafından doğru algılanmasıyla başlar. Burada esas olan, müşteri beklenti ve ihtiyaçlarının önem derecesine göre zamanında karşılamak için sıralanmış olmasıdır. Yurtbay Seramik grubu deneyimli ürün geliştirme

ekibiyle her zaman önde olmayı kendisine amaç haline getirmiştir. Tasarım departmanı, bilgisayar destekli en son teknolojiyle donatılmıştır. Tasarım grubunun geliştirdiği ürünler yanında dünyadaki trendi takip ederek dünyaca tanınmış tasarımcılarla ortak projeler üretmesi her zaman haklı bir hayranlık uyandırmıştır. Yurt içi ve yurt dışı fuarlarda kendi çizgisini yaratarak kısa zamanda dünyada ve Türkiye de aranan bir marka olmuştur. Elbette ki burada asıl güç ekip çalışması ve eğitime verilen önemdir. Verilen eğitimlerle geleceğin Yurtbay'ı oluşturulmaya çalışılmaktadır.

4.5. Tanıtım

Firmanın katıldığı yurt içi ve yurtdışı fuarlarında müşterileri ile bire bir ilgilenilerek ürün tanıtımı yapılmaktadır. Tanıtım faaliyetlerindeki amaç oluşumunda müşteri beklentilerinin seviyesini belirlemektir. Ayrıca bazı bölgelerde açılan showroomların da ürün tanıtımına etkisi olmaktadır. Tanıtıma büyük önem veren Yurtbay Seramik, reklam ve tanıtım için ayırdığı bütçenin yanı sıra, Tasarım grubuyla grafiğe dayalı görsel projeleri de kendi bünyesinde gerçekleştirmektedir.

4.6. Satış ve Sonrası Hizmet

Üretim kapasitesinin %50'si yurt dışına pazarlanmaktadır. Öncelikli olarak İngiltere, Kanada, İsrail, Yunanistan, Amerika Birleşik Devletleri olmak üzere 50'ye yakın ülkeye ihracat yapılmaktadır.

Ürünler yurt içinde beş Bölge Müdürlüğü ve yaklaşık 200 bayi aracılığı ile pazarlanmaktadır. Satış sonrası ürünleri kullanan tüketicilerin ihtiyaç duydukları amaca hitap edip etmedikleri sürekli takip edilmektedir. Tüketicilere yakın olmak amacını güden Bölge Müdürlükleri, tüketiciyle yüz yüze görüşerek onları bilinçlendirmek ve doğru ürünü müşteriye sunmak için çalışılmaktadır. Satış sonrasında müşterilerden gelen her türlü şikayet, görüş ve öneriler teknik ekip tarafından değerlendirilerek gerekli iyileştirmeler yapılmaktadır. İhracatının büyük bir kısmını Avrupa ve Amerika ülkelerine yaptığı düşünüldüğünde, müşterilerinin ne kadar bilinçli bir tüketici olduğu ortadadır. Bu nedenle kalitesi ve satış sonrası hizmeti en üst seviyede verilmektedir.

2003 yılında pazara sunduğu ve üst segmende hitap eden yeni ürün serisi büyük ilgi görmüştür. Ayrıca yine 2003 yılında üretimine başlanılan yeni sırlı granit ürünleri özellikle Amerika'da büyük beğeni kazanmıştır.

4.7. Enerji

Seramik sektöründe enerji fiyatlarının artmasına paralel olarak, birim maliyetler içerisinde önemli paya sahip olan elektrik ve ısı enerjisi, iç ve dış pazarda ürünlerin pazarlanmasında rekabet etme gücünü olumsuz etkilemektedir. Bu amaçla 7 milyon \$'lık yatırımla 2x4 mw gücündeki Co- Generation tesisi 2003 yılında hizmete girmiştir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

EXCEL ÇALIŞMA TABLOSU İLE GÜVEN STOKUNUN BULUNMASI

1. UYGULAMADA KULLANILAN MODEL

Bu çalışmada uygulanan model bölüm 7.1 de anlatılan sabit tedarik süresi ve değişken talep ile Q sistemidir. İstatistiksel yöntemler başlığı altında ele alınan Q sistemi, sürekli gözden geçirmeli stokastik bir modeldir. Çalışmaya model olarak Q sisteminin seçilme nedeni seramik işletmelerindeki talebin yapısı bu sisteme daha uygun olmasıdır.

Modelde ilk olarak stoksuz kalma riski hesaplanacaktır. Stoksuz kalma riski SOR;

$$SOR = \frac{c}{r} x \frac{Q}{D}$$

şeklinde olacaktır. Burada c/r oranı stoksuz kalma maliyetinin elde bulundurma maliyetini karşılama yeteneği olarak düşünülmektedir. Bu denklem 1 den çıkarılırsa hizmet düzeyi bulunur. Bu çalışmada ise elde bulundurma maliyetinin değeri ile elde bulundurmama maliyetinin değerinin oranı belirlemektedir. Maliyetlerdeki her değişme dinamik olarak yeni bir hizmet düzeyini belirleyecektir. Bu sisteme dışardan bir müdahale yapılmaz. Her hizmet düzeyi seviyesinde katlanılan maliyet değişmektedir. Hizmet düzeyinin yüzde oranı düştükçe katlanılan stok maliyeti azalmaktadır. Hizmet düzeyi yükseldikçe katlanılan maliyet de yükselmektedir. Hizmet düzeyi ile maliyetler arasındaki bu doğrusal ilişki güven stoğundan kaynaklanmaktadır. Yüksek bir hizmet düzeyinde stoksuz kalma riski çok düşük tutulmak istenmekte ve bunu sağlamak için de güven stoğunun yüksek tutulması gerekmektedir. Hizmet düzeyinin yüzde değeri normal olasılık dağılım tablosunda Z değerine çevrilerek güven stoğu modeli için anlamlı bir duruma getirilir. Bu değer güven stoğu denklemi olan;

Güvenlik Stoğu (SS) = $Z \cdot \sigma_L$ denklemde yerine konulur. Burada standart sapma yıllık talebin standart sapmasıdır. İstatistiksel bir parametre olan standart sapma her yeni talebin ortalama talepten ne kadar uzaklaştığını yani ortalama talepten sapmayı göstermektedir. Daha hassas değerlere ulaşılması için temin süresi içindeki standart sapma alınmıştır. σ_L ifadesindeki L indisi talebin temin süresi içindeki ortalama talepten sapmasını göstermektedir. Güven stoğunun bulunmasından sonra yeniden

sipariş noktası bulunur. Yukarıda da belirtildiği gibi Q sistemlerinin en belirgin özelliği stokların sürekli gözden geçirilip farklı zaman aralıklarında siparişlerin verilmesiydi. Bu çalışmada istatistiksel yöntemlerle belirlenen yeniden sipariş noktasında siparişler verilir. Deterministik modellerde yeniden sipariş noktası bir kez belirlenir ve hiç değişmezdi. Stoklar belirlenen seviyeye düştüğünde siparişler verilmekteydi ve siparişler temin süresi içinde işletmeye ulaşmaktaydı. Bu çalışmada stokastik yöntemler kullanıldığından yeniden sipariş düzeyi talebin olasılıklı yapısına ve güven stoğu miktarının büyüklüğüne göre sürekli olarak değişmektedir. Hizmet düzeyi güven stoğunu, güven stoğu ise yeniden sipariş noktasını belirlemektedir. Yeniden sipariş noktası denklemi aşağıda gösterildiği gibidir;

$$\text{Yeniden Sipariş Noktası (ROP)} = \bar{D}(LT) + \text{Güvenlik Stoku(SS)}$$

Yukarıda $\bar{D}(LT)$ parametresi temin süresi içindeki ortalama talebi göstermektedir. Ortalama talep her ayın verileri girildiğinde dinamik olarak yeniden oluşmaktadır. Denklemden de görüldüğü gibi yeniden sipariş noktası ortalama talebe güven stoğunun ilave edilmesiyle bulunmaktadır. Daha sonra modelin en önemli bölümlerinden biri olan ekonomik sipariş miktarının bulunmasına sıra gelmiştir. Bu deterministik modelde verilen denklemlerle aynı yapıdadır. Q ile gösterilen ekonomik sipariş miktarı denklemi aşağıda gösterildiği gibidir;

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

Yalnız buradaki talep istatistiksel olarak bulunan ortalama taleptir. Talep değişken olduğundan her yeni veri girişinde yeni bir ortalama talep bulunacaktır. Dolayısıyla talebin değişken olması da ekonomik sipariş miktarı olan Q'yu sürekli değiştirecektir. Bu modelde Q deterministik modellerde olduğu gibi sabit değildir, yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı sürekli değişmektedir. Bu modelin son halkası olarak toplam maliyet bulunur. Toplam maliyet de deterministik modellerde olduğu gibidir, yalnız burada da talebin değişkenliği maliyetleri sürekli olarak değiştirmektedir.

$$TM = \sqrt{2vcD} + kD + cS$$

2. STOK DEĞERLEME YÖNTEMLERİ

Uygulamada en önemli sorun stokların elde kalma maliyetlerinin saptanmasıdır. Elde kalma maliyetinin saptanıp ölçülmesi oldukça zordur. Özellikle büyük işletmelerde gerekli hammadde ve malzeme sirkülasyonu çok hızlı olmaktadır. Üretim hacmi büyük miktarlarda olduğundan, üretimi aksatmayacak bir hammadde ve malzeme alış politikasının uygulanması gereklidir. Özellikle büyük miktarda mal alınıp stoklanması mümkün olmamaktadır. Buna neden olarak, üretime yetecek miktarda bir stok bulundurmak için hem stok sahalarının hem de stoklara ayrılan fonların yetersiz kalmasıdır. Fazla stok bulundurmak yerine işletme yöneticileri tedarikçilerle sıkı bir işbirliği yapıp, sürekli bir stok akışını düzenleme yoluna gitmektedirler.

Bilgisayarların olmadığı yıllarda stok hareketleri ve bu stokların maliyetleri stok kartları ile yapılmaktaydı. Fakat daha sonraki yıllarda bilgisayarların gelişimi, ileri düzeyde stok programlarının yapılması ve işletmede kullanılması ile işletmelerin üretimine giren hammadde ve malzemelerin maliyetinin ve stoklarda kalan malların elde bulundurma maliyetlerinin hesaplamaları daha kolay mümkün olmaktadır.

Bu uygulama çalışmasında, geliştirilen stok kontrol modellerinin işletmede ki stoklara uygulanması ve bu stokların yıllık maliyetlerinin bulunması gerçekleştirilecektir. Bu çalışma sonunda bulunan alternatif maliyetler işletme yöneticilerine sunulup, işletme yöneticilerinin vereceği kararlarda yol gösterici olmasına çalışılacaktır. Uygulamanın bir diğer sonucu da, işletmenin uyguladığı stok programı sonuçları ile bu Excel çalışması sonunda elde edilen sonuçların karşılaştırılmasıdır.

Hesap dönemi sonundaki mal mevcudu (stoklar) iki şekilde saptanabilir:

- 1) Fiziki stok sayımı
- 2) Kaydi stok sayımı

Fiziki stok, dönem sonundaki mal mevcudunun, fiilen saymak, ölçmek, tartmak suretiyle kesin bir şekilde tespit edilmesidir.

Kaydi envanter ise, fiilen saymadan, ölçmeden ve tartmadan kayıtlara göre yapılan mevcut stoğun belirlenmesidir. Kaydi stokların yapılabilmesi için, ambar defteri veya devamlı stok kartlarının tutulması gerekmektedir.

Stok değerleme yöntemlerinin başlıcaları şunlardır.

- Maliyet bedeli
- Piyasa değeri
- Maliyet ve piyasa değerinden düşük olanı ile değerleme
- Brüt kâr metodu
- Perakende fiyatla değerlendirme
- Normal stok (temel stok) değerlendirme metodu³⁷

Stokların maliyet bedeli ile değerlendirilmesi halinde de aşığıdaki yöntemlerden biri kullanılabilir.

- İlk giren ilk çıkar yöntemi (FİFO)
- Son giren, ilk çıkar yöntemi (LİFO)
- Ortalama maliyet yöntemi
- Hareketli ağırlıklı ortalama
- Ağırlıklı ortalama
- Basit aritmetik ortalama
- Standart maliyet

İşletme hareketli ortalamayı kullanmaktadır. Bunun nedeni kullanılan hammaddenin çok miktarda ve sürekli kullanılması.

3. UYGULAMA PARAMETRELERİ

3.1. Elde Bulundurma Maliyeti:

İşletme, hammadde ve malzemeleri üstü açık bir stok sahasında tutmaktadır. Seramik işletmelerinin ana hammaddesi olan kil, kapalı bir alanda muhafaza edilmesi gerekirken bu yapılamamaktadır. Günde en az 200 ton gibi bir miktarda hammadde sirkülasyonu olduğundan dolayı, boşaltma ve yükleme işlemlerinde büyük iş makineleri kullanılmakta ve bu nedenle de kapalı bir alanda stoklama mümkün olmamaktadır. Hammadde, üstü açık bir alanda bekletilmesinden dolayı yağmur, rüzgar gibi çevresel faktörlerden çok fazla etkilenmektedir. İşletme her ay stoklardan %5 ile % 15 arasında

³⁷,Öztin Akgüç, **Mali Tablolar Analizi**, (İstanbul Üniversitesi yayını. No: 3281 can matbaası, İstanbul: 1985),s.56

fire düşmektedir. Fire alınan fakat üretime gönderilemeyen hammaddeyi oluşturduğundan dolayı elde bulundurma maliyetini yükseltmektedir. Bu çalışmada oluşturulan modelde fire oranı ortalama %10 olarak alınacaktır.

Bir diğer elde bulundurma maliyet ögesi olarak, aylık faiz miktarı kullanılacaktır. Burada stok sahasında bir ay bekletilen hammaddeye yatırılan paranın aylık faiz oranıyla hesabı yapılarak alternatif maliyeti bulunulacak ve modele yerine konulacaktır.

Hammaddenin çalınma, çürüme gibi özellikleri olmadığından, işletme hammaddeyi sigortalama, ışıklandırma, koruma görevlisi ücretleri gibi ek maliyetlere katlanmayacaktır.

Sonuç olarak elde bulundurma maliyeti hammaddenin birim miktarının %12'si olarak kabul edildi. $c = k \times 12 / 100$ olarak yazılır.

3.2. Taşıma Maliyetleri

İşletme, hammaddeyi Eskişehir, İstanbul ve yurt dışından getirtmektedir. Burada işlem kolaylığı sağlaması açısından ortalama taşıma maliyeti 14000 TL/ kg olarak kabul edilecektir. Bu fiyat içinde sigorta, yükleme boşaltma ve gümrük masrafları da dahildir.

$$v = 14000 \text{ TL/kg}$$

3.3. Temin Süresi

İşletme, hammaddenin geldiği yerleri üç bölgeye ayırmıştır. Birinci olarak Eskişehir bölgesi, buraya verilen siparişlerin temin süresi 7 gün olarak kabul edilmektedir. İkinci olarak İstanbul bölgesi 15 gün olarak kabul edilmektedir. İthal olarak ise 45 gün kabul edilmektedir. Bu çalışmada ortalama temin süresi 15 gün olarak alınacaktır. Bu işlem kolaylığı sağlamaktadır. Temin süresi sabit olarak kabul edilmiştir.

$$LT = 15 \text{ gün (0,5 ay)}$$

3.4. Birim Satın Alma Maliyetleri

Her hammaddenin birim maliyetleri farklılık göstermektedir. Aşağıda işletmenin üretimde kullandığı hammadde adları ve birim fiyatları sırasıyla verilmiştir.

Malzeme Adı	Birim	Fiyat
KİL C 103	KG	21 103
KİL C 104	KG	27 212
KİL C 105	KG	26 310
KİL C 109	KG	21 021
KİL MASK 1	KG	179 693
KİL UKRAYNA VESCO (KALE)	KG	74 871
KİL ESV 3	KG	144 117
KİL ESBKA 7 (ESAN)	KG	150 000
KAOLEN K 204	KG	29 510
KAOLEN DARVOR (RMP 80)	KG	378 830
KAOLEN BO (MAKARNA KAOLEN)	KG	145 416
KAOLEN ESK 430	KG	133 391
KAOLEN 205 GRANİT	KG	29 200
FELDSPAT POTASYUM (FIRITLIK)	KG	190 578
FELDSPAT A 401	KG	26 181
FELDSPAT A 403	KG	10 848
FELDSPAT ALBİT (SIRLIK)	KG	140 870
PEGMATİT 703	KG	8 962
PEGMATİT 705	KG	10 780
PEGMATİT 706	KG	10 477
PEGMATİT 707	KG	10 323
PEGMATİT 708	KG	10 520
MERMER M 601 (K) KALIN	KG	10 336
KALSİT (SIRLIK)	KG	33 000
MERMER M 601 (İ) İNCE	KG	12 000
SİLİS KUMU S 501 (MASSELİK)	KG	14 720

KUVARS (SIRLIK)	KG	175 934
SİLİS KUMU MFS 1	KG	95 040
SİLİS KUMU ESAN 1	KG	65 000
BENTONİT	KG	487 870
D 801 SEDİMANTER MAGNEZİT	KG	13 978
DOLAMİT (SIRLIK)	KG	34 999
TALK	KG	-

Yalnız yukarıdaki bütün hammaddelerden çalışılması bu tezin kapsamı dışındadır. Bu çalışmada yukarıda verilenlerden yalnızca KİL 103, 104, 105, 109 grubuyla çalışılacak ve model sınanacaktır.

3.5. Yıllık Talebin Birikimli Dağılımı

Burada her bir mala olan talebin bulunması için fabrikanın fiili olarak kullandığı mal miktarları alınarak, öncelikle her bir hammaddenin aylık kullanımı bulunmuştur. Buradaki kullanılan veriler işletmenin üretim raporlarından elde edilmiştir. Üretime bağlı olarak hammaddelerin kullanım miktarların aylık bazda değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Kullanılan hammadde bazı aylarda 4000000 kg düşerken bazı aylarda 70000000 kg yükseldiği görülmüştür. Bu işletmede mamule olan talebin belirsizliği hammadde alımlarını da bir belirsizliğe itmektedir. Talebin belirsizliğinden dolayı deterministik modeller kullanılamamaktadır. Bu çalışmada stokastik modeller kullanılarak, belirli bir güven stoğunun bulunup, işletmenin gerektiğinden fazla mal alması ve depoda bekletilmesi önlenmeye çalışılmıştır.

Aylık kullanılan miktarlar bulunduktan sonra, bu değerler toplanıp 12 ye bölünerek ortalama talep bulunmuştur. Her talebin ortalama talepten olan sapmasından hareketle standart sapma değeri hesaplanılmıştır. Buradaki verilerin dağılımının standart normal dağılıma uyduğu görülmüştür. Dolayısıyla bu çalışmada standart normal dağılım tablosu kullanılacaktır. Özellikle hizmet düzeyinin yüzde değerinin Z değerine çevrilmesinde standart normal dağılım tablosundan yararlanılacaktır.

Tablo 8 KİL C 104'ün Aylara Göre Tüketim Miktarı

		KİL C 104	
AYLAR	AYLIK TALEP	YÜZDE	BİRİKİMLİ YÜZDE
OCAK	4668342	0.08	0.08
ŞUBAT	4670342	0.08	0.17
MART	4664682	0.08	0.25
NİSAN	5242793	0.09	0.34
MAYIS	4418500	0.08	0.42
HAZİRAN	4278184	0.08	0.50
TEMMUZ	5128648	0.09	0.59
AĞUSTOS	70000	0.00	0.59
EYLÜL	5047730	0.09	0.68
EKİM	5795284	0.10	0.79
KASIM	4629531	0.08	0.87
ARALIK	7394956	0.13	1.00
TOPLAM	56008992		
ORTALAMA	4667416		
STANDART SAPMA	1600810		

Yukarıdaki tablo 8 den hareket edilerek temin süresi içindeki talebin (D_{or}), güvenlik amaçlı olmayan stoğu tüketeyeceği varsayılarak birinci amaç olarak güvenlik stoğu bulunmaya çalışılacaktır. Güvenlik stoğunun bulundurulmaması durumunda her sipariş çevriminin yüzde 50'sinde stoksuz kalma riski ortaya çıkabilecektir. Bu çalışmada ilk belirlenecek şey hizmet düzeyi olarak da adlandırılan güvenli çalışma düzeyidir. İşletmenin %97 bir güvenlikle çalışmak istediği varsayılırsa o zaman normal dağılım eğrisi kullanılarak $\% 97 - \% 50 = \% 47$ ' lik bir alanın bulunduğu ve buradan dağılım tablosundan Z değerinin 1.88 olarak bulunduğu görülür. Böylelikle hizmet düzeyinin yüzde değeri Z ye çevrilerek modelin istatistiksel olarak çalışması sağlanır. Z ye çevrilmemiş bir yüzde değer stokastik modeller için yeterince anlamlı ve kullanışlı değildir. Aşağıda verilen denklemde Z değerinin nasıl bulunduğu gösterilmiştir. Z değerini bulmak için kurulan denklemde işletmeden alınan veriler yerine koyularak örnek bir güven stoğu hesaplanması yapılmıştır

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad \text{veya} \quad Z = \mu + Z\sigma$$

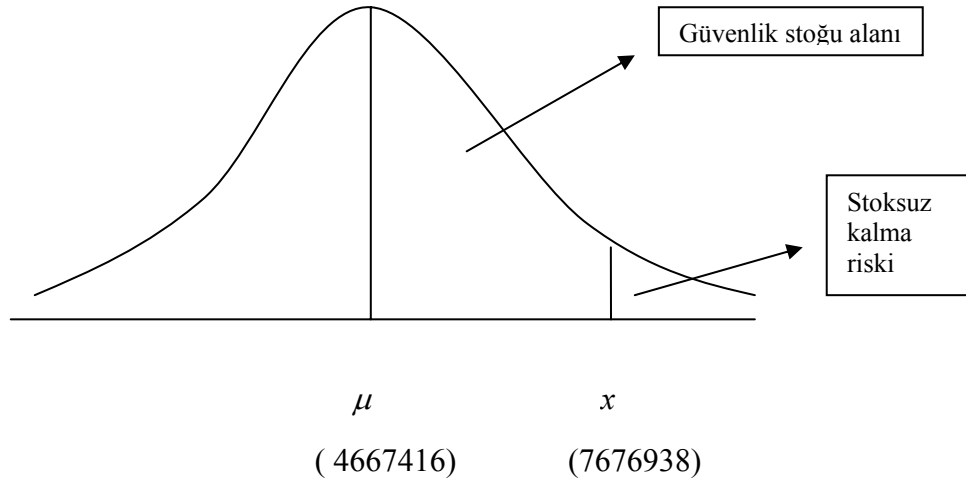
$$x = 4667416 + 1.88(1600810) = 7676938 \text{ kg.}$$

$$\text{güvenlik stoğu (ss)} = D_{\max} - D_{\text{ort}} = 7676938 - 4667416 = 3009522 \text{ kg}$$

Literatürdeki çalışmalarda güven stoğunun bulunması için öncelikle bir hizmet düzeyi belirlenir ve bu düzey üzerinden stoksuz kalma riski hesaplanıp daha sonra güven stoğu bulunurdu. Bu çalışmada ise kurulan modelin iki ana parametresi olan elde bulundurma ve elde bulundurmama maliyetleri oranlanmış, elde edilen değer ekonomik sipariş miktarının ortalama talebe oranlanmasıyla elde edilen değerle çarpılmıştır. Buradan hedeflenen ise elde bulundurma ile elde bulundurmama maliyetlerinin birbirini dengelemesi ve ekonomik sipariş miktarının ortalama talebe bölünmesiyle elde edilen değerle çarpılması sonucunda da stoksuz kalma riskinin bulunmasıdır. Stoksuz kalma riskinin 1 den çıkarılması suretiyle de hizmet düzeyi belirlenir. Son olarak elde edilen hizmet düzeyinin yüzde değeri normal olasılık tablosundan Z değerine çevrilerek güven stoğu modelinde yerine konur. Anlatılanların simgelerle ifadesi aşağıda gösterilmiştir.

$$\text{SOR} = \frac{c}{r} x \frac{Q}{D}$$

Stoksuz kalma riski normal dağılım tablosunda nerede yer aldığı şekilde gösterilmiştir.



Burada daha hassas bir değere ulaşılması için temin süresinin de hesaba katılması gerekir. Talebin standart sapması, temin süresi içindeki talebin standart sapması olarak değiştirilmelidir. Bunu için gerekli formül aşağıda gösterildiği şekilde oluşturulabilir.

$$\sigma_l = \sqrt{LT \cdot \sigma^2}$$

oluşturulan denklemde veriler yerine koyularak modelin işlemesi sağlanır.

$$\sigma_L = \sqrt{0,5 \cdot (1600810)^2} = 1131943,6$$

değeri bulunur. Buradan güvenlik stoğu hesaplanır.

$$\text{Güvenlik Stoğu (SS)} = Z \cdot \sigma_L = 1,88 \times 1131943,6 = 2128053,98 \text{ kg}$$

Her iki halde de güvenlik stoğu saptandıktan sonra yeniden sipariş noktası (ROP) bulunur. Bunun için gerekli olan veriler temin süresindeki ortalama talep ve güvenlik stoğu değerleridir. Yeniden sipariş noktası, siparişin verildiği andan işletmeye teslim edilinceye kadar geçen süre içerisinde ortalama talebi karşılamaya yetecek bir stok seviyesidir.

$$\begin{aligned} \text{Yeniden Sipariş Noktası (ROP)} &= \bar{D}(LT) + \text{Güvenlik Stoku(SS)} \\ &= 4667416 \cdot 0,5 \text{ ay} + 2128053,98 \\ &= 4461761,98 \text{ kg} \end{aligned}$$

Son olarak hangi miktarda sipariş verileceği sorusu cevaplandırılır. Daha önceki verilen deterministik Q modeliyle optimum sipariş büyüklüğü bulunur. Bunun için parametreleri modelde yerine koyulması yeterlidir;

$$\begin{aligned} Q &= \sqrt{\frac{2vD}{c}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 14000 \cdot 4667416}{3265,44}} \\ &= 6326,25 \text{ kg} \end{aligned}$$

Bir ay içinde kaç kez sipariş verileceğinin bulunması ise bulunacaktır. Bunun içinde önceki bölümlerde verilen hesaplama yöntemi kullanılacaktır.

$$\frac{D}{Q} = \frac{4667416}{6326,25} = 737,78$$

adet sipariş verilmelidir.

Toplam maliyet ise, temel maliyet denklemi yardımıyla bulunulabilir.

$$\begin{aligned}
 TM &= \sqrt{2vcD} + kD + cS \\
 &= \sqrt{2.14000.3265,44.4667416} = 127.030.382.184,96 \text{ TL} \\
 &= 138.036.618.452,236
 \end{aligned}$$

Burada sadece bir hammaddenin hesaplanması verilmiştir. Diğer hammaddelerin hesaplanması Excel çalışma sayfası yardımıyla bulunacaktır.

4. STOKASTİK STOK MODELİNİN BİR EXCEL ÇALIŞMA TABLOSU İLE UYGULAMASI

Yukarıda oluşturulan stok modeli, Excel'in istatistik ve matematik fonksiyonları kullanılarak daha kolay hesaplanabilir. Bilgisayar teknolojisinin gelişmediği yıllarda stokastik stok modellerinin hesaplanması zordu. Elde bulunan verilerin kullanılarak geleceğe dönük tahminlerde bulunulması uzun ve karışık işlemleri gerektirmekteydi. Bu uzun işlemleri basitleştirmek için birçok algoritmalar geliştirilmiştir. Fakat bu algoritmaların kullanılması bile işlemlerde çok fazla kolaylık sağlamamıştır. Sonuca ulaşılması için bir döngü gerektiren bu algoritmaların yerini bilgisayarlarda uygulanan paket programlar almıştır. Her işletmenin üretim biçimine bağlı olarak yapılan bu programlar oldukça pahalı ve ayrıntılıdır.

Stokastik modellerin çözümündeki zorluk şuradan gelmektedir, Kurulan modelde her yeni veri girişinde, verilerin aritmetik ortalaması, standart sapması ve olasılık dağılımının hesaplanması gerekmektedir. Her veri girişinde bu parametreler değişmektedir. İşletmeyi belirsizlik riskine karşı koruyan güven stoğunun bulunması da bu parametrelere bağlıdır. Güven stoğunun ve buna bağlı olarak stok maliyetlerinin bulunması için yapılan bilgisayar programları yukarıda da vurgulandığı gibi hem pahalı hem de aşırı karmaşık olduğundan çalışanlar için kullanılması zordur.

Bir alternatif çözüm olarak bu çalışmada, kurulan stokastik güven stoğu modeli Excel'in istatistik ve matematik fonksiyonları yardımıyla bir Excel çalışma sayfası haline getirilir. İşletmeden alınan veriler çalışma sayfasında ilgili hücrelere girildiği zaman, ana kütle olarak kabul edilen talebin yeni bir aritmetik ortalaması, standart sapması ve olasılık dağılımı bulunacaktır. Bulunulan bu değerler, Excel'in çalışma sayfasında oluşturulan modeldeki yerlerine atanarak aşağıdaki sonuçlar bulunulur;

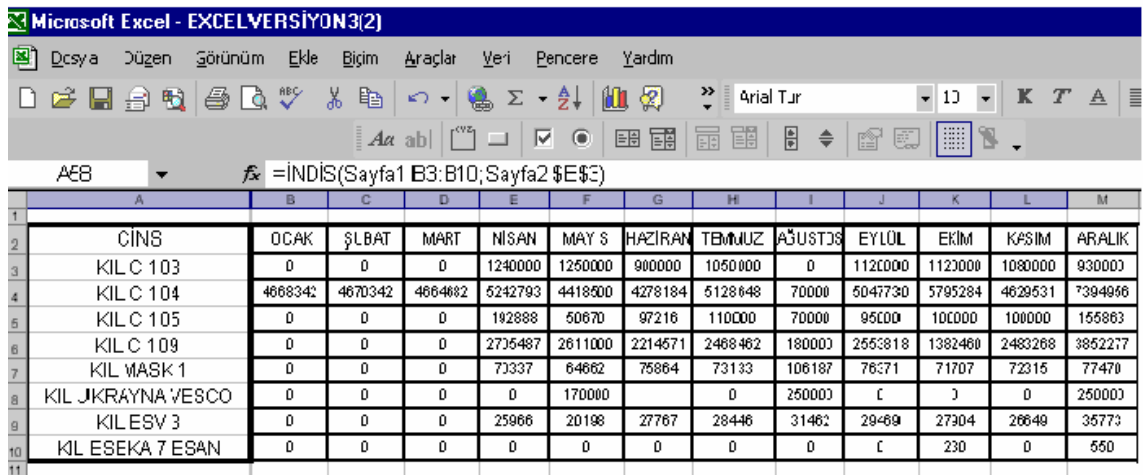
- ekonomik sipariş miktarı (Q)
- güven stoğu (SS)
- yeniden sipariş noktası (ROP)
- toplam maliyeti (TM)

Bu işlemler sadece bir saniye sürecektir. Verinin girişiyle sonucun aynı anda elde edilmesi ve Excel'in kullanımındaki kolaylık işletmeye hem zaman kazandıracak hem de işletmeyi gereksiz maliyetlerden kurtaracaktır.

4.1. Programın Tanıtımı

Tablo 9 da gösterildiği gibi işletmenin hammadde kullanım miktarları aylık olarak bir tabloda tutulmaktadır. Bu tablo aynı zamanda bir veri tabanı işlevi görmektedir. Her ayın gerçekleşen fiili kullanım değerleri tablodaki yerlerine yazılır.

Tablo 9 Excel' de Oluşturulan Veri Tabanı



CİNS	OCAK	ŞLBAT	MART	NISAN	MAY 5	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
KIL C 103	0	0	0	1240000	1250000	900000	1050000	0	1120000	1120000	1080000	930000
KIL C 104	4668342	4670342	4664682	5242793	4418600	4278184	5128648	70000	5047730	5795284	4629531	7394966
KIL C 105	0	0	0	192888	50670	97216	110000	70000	95000	100000	100000	155863
KIL C 109	0	0	0	2735487	2611000	2214571	2468462	180000	2553818	1382460	2483268	3852277
KIL MASK 1	0	0	0	73337	64662	75864	73133	106187	76371	71707	72315	77470
KIL JKRAYNA VESCO	0	0	0	0	170000		0	250000	0	0	0	250000
KIL ESV 3	0	0	0	25966	20198	27767	28446	31462	29469	27304	26649	35773
KIL ESEKA 7 ESAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	230	0	550

Daha sonra N2 hücresine satın alma maliyetleri, O2 hücresine elde bulundurma maliyetleri, P2 hücresine sipariş maliyetleri, Q1 hücresine ise $=N2 \times 1.5 / 100$ formülü girilerek stok tükenme maliyeti bulunur. R2 hücresine $=ORTALAMA()$ fonksiyonu girilerek tablodaki verilerin ortalaması, S2 alanına $=STANDART()$ fonksiyonun girilmesi ile de tüm tablonun standart sapmasını bulunur. U2 hücresine modelin önemli parametrelerinden biri olan tedarik süresi yazılır. Burada istenirse her hammaddenin bulunduğu satıra o maddenin sipariş verilmesi ile alınması arasındaki farklı süreler de yazılabilir. Fakat çalışmanın yapıldığı işletmede genel olarak temin süresi 15 gün olduğundan burada 15 gün 30 a bölünerek 0.5 ay olarak ilgili sütuna yazılır. Böylece veriler ve parametreler Excel sayfasına tanıtılmış olunur. Bu işlem genel olarak aşağıda gösterildiği gibidir.

Tablo 10 Parametrelerin Excel Çalışma Sayfasında Oluşturulması

N	O	P	Q	R	S	T
satın alma maliyeti (N)	Elde bul. Maliyeti (O)	Sipariş maliyeti (P)	Stok tük. Maliyeti (Q)	Ortalama talep (R)	Standart sapma (S)	Tedarik süresi (LT)
21103	2532.360	14000	316.545	724166.667	521191.877	0.5
27212	3265.440	14000	408.180	4667416.000	1600810.728	0.5
26310	3157.200	14000	394.650	80969.750	58358.982	0.5
21021	2522.520	14000	315.315	1704278.583	1282967.409	0.5
179693	21563.160	14000	2695.395	57337.167	34475.601	0.5
74871	8984.520	14000	1123.065	60909.091	101395.225	0.5
144117	17294.040	14000	2161.755	21136.167	12676.463	0.5
150000	18000.000	14000	2250.000	65.000	159.348	0.5

Daha sonra stok modelinde bulunan denklemler, Excel formülleri şeklinde hücelere yerleştirilir. İlk olarak siparişler arası süre, $=W3/R3 \times 30 \times 24$ şeklinde U hücresine girilir. İkinci olarak sipariş sayısının bulunması için kullanılan denklem $=24/U3 \times 30$ şeklinde V hücresine girilir. Üçüncü adım olarak stok modellerinin en önemli parametresi olan Q ekonomik sipariş miktarını bulan denklemin Excel çalışma sayfasına yazılması gerekmektedir. Bu çalışmadaki modelde $Q = \sqrt{\frac{2vD}{c}}$ şeklinde olan denklem Excel

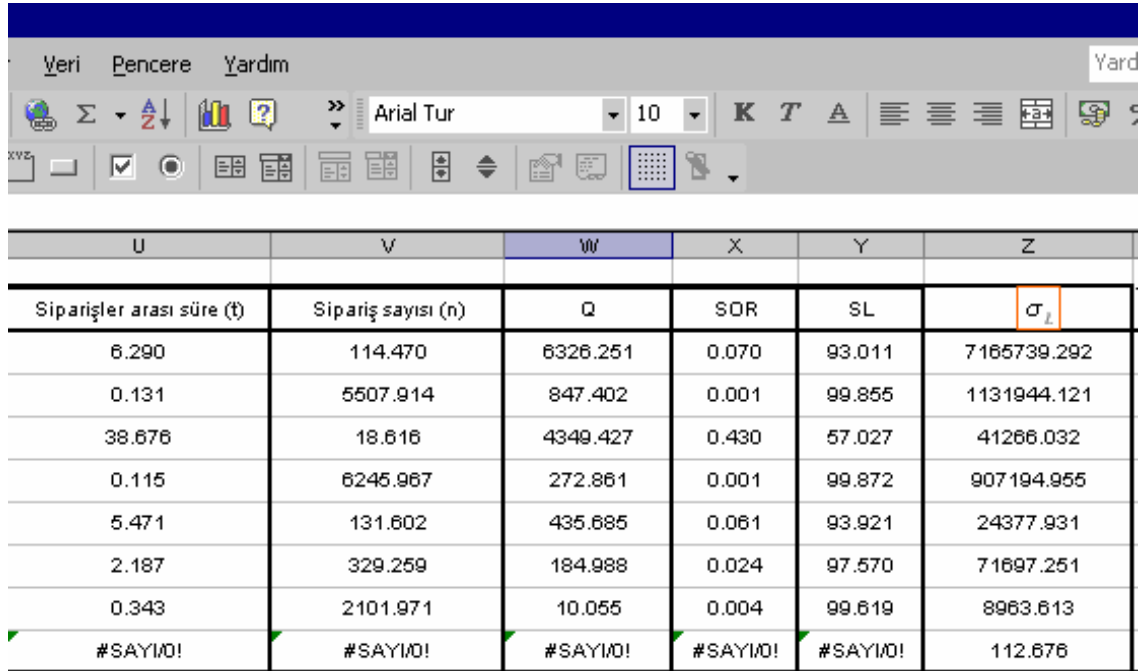
sayfalarına karekök fonksiyonu yardımıyla W hüccesine =KAREKÖK(2*P4*R4/O4) şeklinde girilir.

Uygulanan modelin bir diğcr para parametresi de stoksuz kalma riskidir. Modelde $SOR = \frac{c}{r} \times \frac{Q}{D}$ şeklinde yazılan stoksuz kalma riski elde bulundurma maliyetinin elde bulundurmama maliyetine oranının, ekonomik sipariş miktarının ortalama talebe bölümüyle elde edilen değcrle çarpılmasıyla bulunur. Bu formülü Excel çalışma sayfasında =(O3/Q3)*(W3/R3) şeklinde X hüccesine yazılarak elde edilir.

Stokastik modellerin en önemli üstünlüğü hizmet düzeylerinin dinamik olarak belirlenmesidir. Hizmet düzeyi, işletmenin katlanacağı maliyetleri göstermesi bakımından, önemli bir para metredir. Yüzde 98 bir güvenirlikle çalışan bir işletmenin, yüzde 95 güvenirlikle çalışan bir işletmeye göre daha fazla bir maliyete katlanacağı örnek olarak verilebilir. Hizmet düzeyi modelde $(1 - \frac{c}{r} \times \frac{Q}{D}) \times 100$ şeklinde yazılırken Excel çalışma sayfasında =(1-X3)*100 şeklinde oluşturulur.

Burada modelin diğcr önemli bir parametresi de tedarik süresindeki standart sapmadır. $\sigma_l = \sqrt{LT \cdot \sigma^2}$ parametresi daha hassas bir standart sapma değcrini sağlaması bakımından önemlidir. Bu parametrenin Excel sayfasındaki yazılış biçimi =KAREKÖK(T3*(S3^2)) şeklindedir. Bu parametrelerin Excel sayfasındaki görünümü ise tablo 11 de gösterilmiştir;

Tablo11 Ekonomik Sipariş Miktarı Standart Sapmanın Excel Çalışma Sayfalarında Oluşturulması



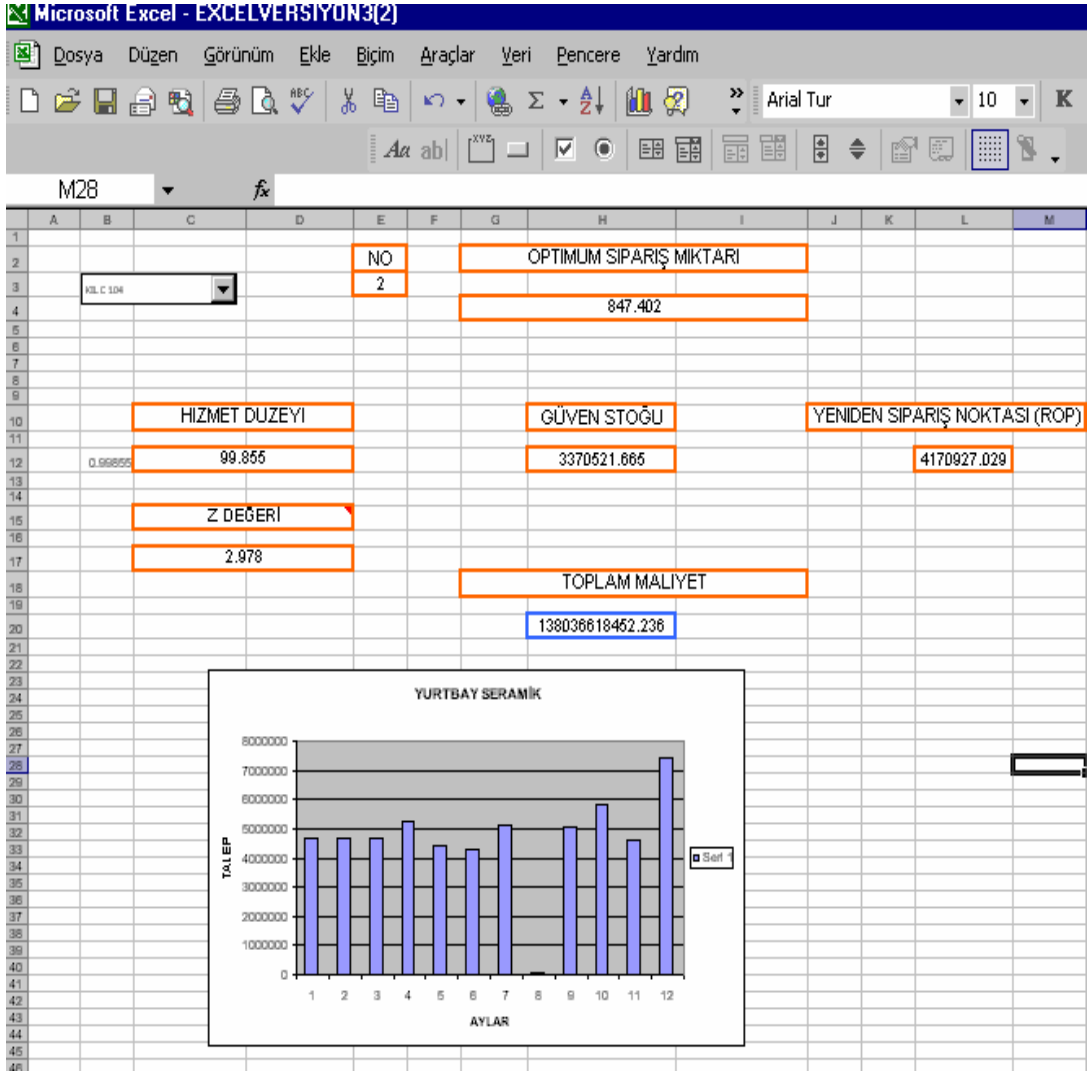
U	V	W	X	Y	Z
Siparişler arası süre (t)	Sipariş sayısı (n)	Q	SOR	SL	σ_L
6.290	114.470	6326.251	0.070	93.011	7165739.292
0.131	5507.914	847.402	0.001	99.855	1131944.121
38.676	18.616	4349.427	0.430	57.027	41266.032
0.115	6245.967	272.861	0.001	99.872	907194.955
5.471	131.802	435.685	0.061	93.921	24377.931
2.187	329.259	184.988	0.024	97.570	71697.251
0.343	2101.971	10.055	0.004	99.619	8963.613
#SAYI!	#SAYI!	#SAYI!	#SAYI!	#SAYI!	112.676

Şeklinde gösterilebilir. Burada tüm bu işlemler yapıldıktan sonra Excel'in ikinci sayfasına geçilip, bir makro yardımıyla bu parametrelerin işleme sokulup güven stoğu, yeniden sipariş noktası ve toplam stok maliyetleri bulunur. Öncelikle yapılması gereken şey hizmet düzeyinde bulunulan yüzde değerinin standart normal dağılım tablosunda Z değerine çevrilmesidir. İstatistik çalışmalarında normal olasılık dağılım tablosuna bakılarak yapılan işlemler, burada Excel'e otomatik olarak yaptırılır. Bunun için çalışma kitabının ikinci sayfasında C12 hücresine birinci sayfadaki servis düzeyinin girildiği Y3:Y10 hücreleriyle, Excel'in İNDİS fonksiyonu yardımıyla bir bağlantı oluşturulur. Böylece veri tabanında girilen her değer birinci sayfada yüzde değer olarak belirlenecek, kurulan bağlantı yardımıyla da ikinci sayfada standart Z değerine çevrilecektir.

Çalışmanın en önemli kısmı ise güven stoğunun bulunmasıdır. Modelde güvenlik stoğu (ss) = $D_{\max} - D_{ort}$ şeklinde verilmişti. Aynı şekilde birinci sayfadaki parametreler ile ikinci sayfada güven stoğu için ayrılan hücreler arasında bir bağlantı kurulur. Bu bağlantı yardımıyla güven stoğu bulunur. Bu bağlantının Excel'deki yazılışı ise (Sayfa1!Z3:Z10;E3)*C17 şeklinde olacaktır.

Diğer önemli bir nokta da yeniden sipariş noktası ve toplam maliyetlerin bulunmasıdır. Çalışma kitabının ikinci sayfasındaki model ile birinci sayfasındaki veriler arasında kurulan bağlantı yardımıyla bunlar rahatlıkla hesaplanabilecektir. Burada yapılan bütün işlemlerin arka arkaya çalışması için açılan kutu formunun oluşturulması ve bu formun indis fonksiyonuyla ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Önemli olan yapılan açılan kutu formunda hesaplanmasını istediğimiz değeri seçtiğimizde, işlemlerin arka arkaya yapılması ve sonucun oluşturulmasıdır. İşlemler modelde kurulan algoritma sırasına göre yapılacaktır. Ve sonuç olarak verilen herhangi bir değere bağlı olarak sürekli değişen bir grafiğin oluşturulur. Girilen her talep değerinin ortalamayı nasıl değiştirdiğini, geleceğe dönük nasıl bir gelişme eğiliminin olduğu sürekli değişen grafik yardımıyla görülebilir. Bütün bunların Excel deki görünümü aşağıda gösterildiği gibidir,

Tablo12 Güven Stokunun Excel Çalışma Sayfasında Oluşturulması



SONUÇ

İşletmeler kâr amaçlı olarak kurulurlar. Kârlılıkta en önemli konulardan biride maliyetlerin düşürülmesidir. İşletmeler kârlarını en çoklamak için pazar koşullarında belirlenen bir fiyatın üzerinde satış yapamazlar. Pazar fiyatının üzerine çıkmak işletmelerin pazar kaybetmesine neden olacaktır. Eğer rakip işletmelerin ürettiği mallar arasında bir kalite farkı yok ise tüketici daha düşük fiyatı tercih edecektir. Bu durumda işletme için bir satış kaybına neden olacaktır.

İşletmede oluşan tüm maliyetler içinde stok maliyetleri önemli bir yer tutmaktadır. İşletmeler stok maliyetlerini minimize etmek için iyi bir stok planlaması yapmalıdırlar. Ülkemizde bulunan seramik işletmelerinin bir stok politikalarının olduğunu söylemek güçtür. Genel bir eğilim olarak hammadde siparişleri aylık olarak verilmektedir. Verilen sipariş miktarı, hammaddenin bir aylık kullanım miktarı veya bu miktarın biraz daha üstünde bir oranda verilmektedir. Tedarikçi firmalar verilen bu siparişleri gelişigüzel bir miktarda, çeşitli taşıma araçlarıyla işletmeye göndermektedirler. İşletmelerin stoksuz kalmayacak şekilde yürüttükleri bu sipariş politikası, stok maliyetlerinin olması gerekenden çok daha fazla bir miktarda gerçekleşmesine neden olmaktadır. Seramik işletmelerinde talebin düzensiz oluşu işletme yöneticilerinin üretim programını talebin yapısına ve miktarına göre belirlemesine neden olmaktadır. A hammaddesinin kullanıldığı bir karo siparişi 1. ayda çok fazla iken 2. ayda bu miktar azalabilir. 1. ayın değerlerine göre sipariş verilirse, 2. ayda stok sahasında çok fazla miktarda bir stok kalacaktır. Burada yukarıda anlatılanın tersi bir durumun gerçekleşmesi de mümkündür, böyle tersi bir durumda da işletme stoksuz kalacaktır.

İşletmenin elinde fazla miktarda stoğun kalması, öncelikle alternatif maliyet olarak adlandırılan bir maliyetin oluşmasına yol açacaktır. Eğer işletme stoğa bağladığı bir tutarı aynı süre içinde başka bir yatırım aracına yatırmış olsaydı önemli bir gelir elde edecekti. İşletmenin mahrum kaldığı bu gelir alternatif maliyet olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca seramik fabrikalarının stok sahaslarının kapalı olmaması hammadde stoklarının yağmur, rüzgar gibi çevresel etkenlerle zarar görmelerine neden olurken, ihtiyaçtan fazla bir stoğun uzun bir süre stok sahasında bekletilmesi katlanılan

maliyeti çok daha fazla artırmaktadır. Burada hammaddenin sahada bekleme süresiyle katılan maliyet doğru orantılı olarak artmaktadır.

Yurtbay seramik işletmesi stok maliyetlerini azaltmak ve bir stok politikası oluşturmak için Yüniiti olarak adlandırılan bir programı kullanmaktadır. Bu program oldukça ayrıntılı ve işletmenin bütün fonksiyonlarını içine alan geniş bir programdır. İşletmenin her bir biriminden bu programa girilen veriler bu programın veri tabanında tutulmakta, program tarafından işlenmekte ve işlenen veriler işletmeyle ilgili kişiler tarafından çıktı olarak alınmaktadır. Yalnız bu program işletmenin talep, stok, maliyet, üretim planlaması gibi alanlarının geleceğe dönük bir tahminlemede kullanılmamaktadır. Bu program maliyetleme esasına göre çalışmaktadır. Yüniiti programı işletmenin elinde kalan her bir birim stoğu o anki değerlerine göre maliyetlendirmekte, fakat işletmenin gelecekteki gerçekleşecek talebinin belirlenmesinde ve tutulması gereken stok miktarlarının bulunmasında kullanılamamaktadır.

Gelecekte gerçekleşecek talebi tahmin etmede ve işletmenin yürüteceği stok ve üretim politikalarını belirlemede kullanılacak programlar oldukça pahalı ve işletmede çalışanların kullanmakta zorluk çekeceği kadar çok fonksiyonludur. Bu programların öğrenilmesi ve kullanılması da oldukça zordur. Bu programlara karşın bütün işletmelerde bir bilgisayar ve bu bilgisayarlarda kurulu bir ofis programı vardır. Excel hem bir veri tabanı olarak hem de bu verileri fonksiyonları yardımıyla işlemek ve bir çıktı elde etmek içinde kullanılabilir. İşletmenin kullandığı aylık miktarlar bir Excel çalışma sayfasına veri olarak kaydedilip, işlenerek bir sonraki ayda olası değerler tahmin edilir.

Yapılan çalışmalar ve bu çalışmalar sonucunda elde edilen değerler işletme yöneticilerine sunuldu. İşletmenin planlama yöneticileri bu değerleri incelediler ve yaptıkları stok planlarıyla karşılaştırdılar. Sadece ocak ayına ait stok sahasında bekletilen kil stok miktarı 31.703.399 kg dır. Aynı aya ait gerçekleşen kil kullanım miktarı ise 7.554.574 kg dır. Ocak ayı içerisinde stok sahasında bekletilen kil stok miktarı aynı ayda kullanılan kil miktarının tam 4.2 katı olduğu görülmektedir. İşletme ocak ayı içerisinde hiç kil siparişi vermezse dahi tam 4 aylık çalışmaya yetecek bir kil

stokuna sahiptir. Bu durum işletmenin ihtiyacından çok daha fazla bir stok bulundurduğunu ve bu fazla stok bulundurmanın ise ekonomik olmadığını göstermektedir. Çalışmanın başında da belirtildiği gibi buradaki fazla stoklara bağlanan fonlar daha verimli yatırım araçlarına yatırılarak değerlendirilebilirdi. Böylece işletmenin alternatif maliyetlerinin artması önlenmiş olacaktı.

Bu tez çalışmasında stokastik yöntemlerle kurulan güven stoğu modeli ile işletmede yaşanan stok problemine bir çözüm sunulmaktadır. Bu çalışmada oluşturulan güven stoğu modelinin Excel çalışma sayfasındaki uygulamasıyla elde edilen sonuca göre 4.681.207 kg güven stoğu üretimin aksamadan devam etmesi için yeterlidir. Stokastik güven stoğu stok maliyetlerinin en az düzeyde gerçekleşmesini sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Akgüç, Öztin , **Mali Tablolara Analizi**. İstanbul: İstanbul Üniversitesi yayını. No: 3281
Can matbaası.,1985
- Brown, R.G. ,**Decision Rules For Inventory Management**. New York: Holt Rinehart & Winston, 1967
- Demir, Mehmet H.ve Gümüšoğlu, Şevkinaz , **Üretim Yönetimi**. İstanbul: Beta Basım Yayın Dağıtım A.Ş.,1998
- Devrez, Güney , **İşletmelerde Stok Kontrolü**. Ankara: Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi yayınları. No: 206-188, 1966
- Doğan, Koray G. , “Stokastik Envanter Kontrol Modelleri ve Bir İşletme Uygulaması.”
Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, İstanbul: 1998
- Duncan, Ian. , “Inventories- Their Use and Control.”, **Cost and Management**,
January- February 1976
- Fetter, Robert B. , “Decision Models For Inventory Management.”, Library of congress catalogue card no. 61-6323. America: 1961.
- Güredin, Ersin , **Muhasebe Denetimi**. İstanbul: Avcıol Matbaası., 1990
- Hadley, Whitin G. , **Analysis of Inventory Systems**. Prentice Hall., 1963
- Halaç, Osman , **Kantitatif Karar Verme Teknikleri**. Beşinci Basım. İstanbul: Alfa Basım Yayım Dağıtım,2001
- Hoffman,T. R. , **Production Management and Manufacturing Systems**.
Wadsworth.,
Pub Comp California, 1967
- Kara, İmdat , **Yöneylem Araştırması Yöntembilimi**. Eskişehir: Eskişehir İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayınları.,1979
- Kobu, Bülent , **Üretim Yönetimi**. Onuncu Basım. İstanbul: Avcıol Basım-Yayım.,1999
- Monks, G. Joseph , **Schaumm’s Outlines, işlemler yönetimi**, İngilizceden çeviren:
Sevinç Üreten. İstanbul: Nobel yayınevi.,1996
- Öztürk, Ahmet , **Yöneylem Araştırması**. Beşinci Basım. Bursa: Ekin Kitapevi

Yayınları, 1997

Peterson, W.L. , **Principles of Economics**. Richard- D.Irwin Inc.,Homewood,1971

Plossl,G.W. , Wight,O.W. , **Production and Inventory Control**. Principles and Techniques., 1967

Russell, Roberta S. and Bernard, Taylor W. , **Operation Management**. Third Edition. USA Prentice Hall Inc., 2000

Tatar, Tevfik. , **İşletmelerde Üretim ve Yönetim Teknikleri**. Ankara: D.M.M. , Akademisi Yayını No: 4, 1982

Tartar, Tevfik Üner, M. , **İşletmecilik İlkeleri**. Ankara: Gazi Büro Yayınları, Özkan Matbacılık, 1992