

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DENİZ KUVVETLERİ KOMUTANLIĞI SAHİL YEDEKLERİ
ENVANTERİNİN MODEL TASARIMI**

YÜKSEK LİSANS

Cemalettin ÇİFTÇİ

Anabilim Dalı : Endüstri Mühendisliği

Danışman: Prof. Dr.Zerrin ALADAĞ

KOCAELİ, 2007

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DENİZ KUVVETLERİ KOMUTANLIĞI SAHİL YEDEKLERİ
ENVANTERİNİN MODEL TASARIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bilgisayar Y. Müh. Cemalettin ÇİFTÇİ

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 7 Haziran 2007
Tezin Savunulduğu Tarih : 20 Eylül 2007**

Tez Danışmanı

Üye

Üye

Prof.Dr.Zerrin ALADAĞ

Doç.Dr.Cemalettin KUBAT

Yrd.Doç.Dr.Kasım BAYNAL

(.....)

(.....)

(.....)

KOCAELİ, 2007

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, Deniz Kuvvetleri Komutanlığının bünyesinde yer alan tüm cihaz ve sistemlerin idamesi amacıyla stok noktalarında sahil stoğu olarak ambarlarda stoklanan malzeme kalemlerinin seçilmesinde kullanılmak üzere bir model önerilmiştir. Bilgisayar Mühendisi olarak önerilen model ve algoritmaların yazılıma aktarılması aşamasında yer olmuş nedeniyle bir karar modeli geliştirilmesi şahsım için yeni bir deneyim olmuş, bir problemin başından sonuna kadar çözümlene basamaklarının tamamında yer alınmıştır. Problemin net olarak tanımlanıp çözüme ulaştırılması aşamasında şahsımı yönlendirmesi ve kendisinin, engin bilgi ve deneyiminden faydalanmama olanak sunduğu için tez danışmanım Prof. Dr. Zerrin ALADAĞ' a teşekkürlerimi sunarım.

Karar modelinin oluşturulması ve çözümlenmesi aşamasında ve tüm bürokratik işlemlerimin yürütülmesinde yardımcı olan Araş.Gör. Atakan ALKAN başta olmak üzere şahsıma Endüstri Mühendisliği alanını tanıtır ve sevdiğim tüm Endüstri Mühendisliği öğretim üyesi ve görevlilerine teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Son olarak sevgili eşim Seval ve Endüstri Mühendisliği öğrenim sürecinde dünyaya gelen kızım Zeynep'e bu çalışma boyunca bana gösterdikleri sonsuz sabır nedeniyle şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	IV
İNGİLİZCE ÖZET	V
KISALTMALAR	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
TABLolar DİZİNİ	VIII
1. GİRİŞ	1
2. ENVANTER YÖNETİMİ	2
2.1 Envanter Yönetimi ve Gelişimi	2
2.1.1 Giriş	2
2.1.2 Envanter yönetimi	2
2.1.2.1 Envanter ile ilgili terimler	1
2.1.2.2 Envanter politikası	1
2.1.2.3 Hizmet seviyesi	1
2.1.2.4 Ortalama envanter	2
2.1.2.5 Envanter maliyetleri	2
2.1.3 Envanter planlama ve yönetimi	3
2.1.3.1 Ekonomik sipariş miktarı modeli	4
2.1.3.2 Basit stok kontrol sistemi	28
2.1.3.3 Periyodik kontrol sistemi	31
2.1.3.4 Malzeme ihtiyaç planlaması sistemi	31
2.1.3.5 Tam zamanında tedarik sistemi	32
2.1.3.6 Kanban yöntemi	33
3. TALEP TAHMİN YÖNTEMLERİ	35
3.1 Talebe Etki Eden Faktörler	35
3.2 Talep Tahmin Yöntemleri	36
3.2.1 Bugünkü talebi tahmin yöntemleri	36
3.2.1.1 Toplam pazar potansiyeli	36
3.2.1.2 Alan potansiyeli	36
3.2.1.3 Fiili satışların ve pazar paylarının tahmini	37
3.2.2 Gelecekteki talep tahmin yöntemleri	38
3.2.2.1 Nicel talep tahmin yöntemleri	39
3.2.2.2 Nitel tahmin yöntemleri	47
3.3 Tahmin Yöntemlerinin Doğruluğu	48
3.4 Talep Tahmin Yönteminin Seçilmesi	49
4. MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMASI (MRP)	51
4.1 Genel Bilgiler	51
4.1.1 ERP tarihçesi	51
4.1.2 ERP faydaları	52
4.1.3 Malzeme ihtiyaç planlaması (MIP/MRP)	52
4.2 Genel Kavramlar	54
4.3 MİP Kullanımı	56
4.4 Malzeme İhtiyaç Planlaması Safhaları	56

4.5 Oracle Envanter Yönetimi Modülü	57
4.5.1 Yeniden sipariş noktası planlaması	57
4.5.2 İstatistiksel verilerden talep tahminleri oluşturma	59
5. KARAR VERME SÜRECİ	62
5.1 Çok Kriterli Karar Verme	62
5.2 Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)	63
6. PROBLEMİN ANALİZİ	64
6.1 DzKK Sahil Stoklarının Seçimi	64
6.1.1 Problemin tanımı	64
6.1.2 Problemin kısıtları	64
6.1.3 Problemin incelenmesi	65
6.1.4 ABC analizi	66
6.2 DzKK AHP Modelinin Sahil Yedekleri Seçiminde Kullanılması	68
7. ETKİLEŞİMLİ BEKLENTİ DÜZEYİ (AIM)	71
7.1 Genel Bilgiler	71
7.2 DzKK SYKP AIM Modeli	79
8. SONUÇ VE ÖNERİLER	86
8.1 Araştırma Sonuçları	87
8.2 Öneriler	88
8.2.1 Uygulamacılara öneriler	88
8.2.2 Gelecekte yapılacak akademik çalışmalar için öneriler	89
KAYNAKLAR	90
ÖZGEÇMİŞ	93

ÖZET

DENİZ KUVVETLERİ KOMUTANLIĞI SAHİL YEDEKLERİ ENVANTERİNİN MODEL TASARIMI

Cemalettin ÇİFTÇİ

Anahtar Kelimeler: Envanter Yönetimi, AHP, AIM

Özet: Lojistik sürecin herhangi bir aşamasında yer alan tüm işletme ve kurumlar için, müşterilerden gelecek talebin önceden öngörülmesi ve bu doğrultuda planlama yapılması her zaman arzulan bir hedef olmuştur. Bu kapsamda talep tahmin yöntemleri geliştirilerek talebin önceden tam olarak bilinmemesi durumlarda eldeki verilere dayanılarak tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Deniz Kuvvetleri Komutanlığı adına lojistik sürecin geliştirilmesi ve yönetilmesi görevlerini üstlenen Envanter Kontrol Merkezi Komutanlığında da benzer şekilde birliklerin malzeme ihtiyaçlarının önceden kestirilmesi ve bu doğrultuda tedarik çalışmalarının başlatılarak sahil stoklarının oluşturulması üzerinde çalışılan alanlardan birisidir.

Bu kapsamda geçmiş yıllara ait sarf verileri diğer malzeme yönetim bilgileri ve karar vericilerin sağladığı karar değişkenleri ile harmanlanarak gelecek yıllara ait talep tahminleri ve buna bağlı olarak tedarik / imalat süreçleri başlatılmaktadır.

Talep tahminlerinin ve neticede tedarik kararlarının isabet oranının yüksek olması bütçenin etkin kullanımını sağlayacak ambarlarda hareket görmeyen malzeme oluşumunun önüne geçecektir.

Çalışma esnasında öncelikle bilinen talep tahmin yöntemleri mevcut veriler üzerinde denenmiş ve son yıl verileriyle karşılaştırılarak isabet oranları gözlemlenmiştir. Problemin detaylı incelenmesinde klasik talep tahmin yöntemlerinin bu problemin çözümüne uygulanamayacağı görülmüş problemin talep tahmininden öte bir karar problemi olduğu belirlenmiştir. Bu amaçla yapılan çalışmada karar vericilere kararlarında destek olması amacıyla Analitik Karar Süreci (AHP) tekniğinden faydalanılarak bir model gerçekleştirilmiştir. Bu sayede karar vericiler problemin çözümüne tesir eden tüm faktörlerin beraber irdelenmesiyle ileriki yıllar için üzerinde çalışılan malzeme kalemi için tedarik sürecinin başlatılıp başlatılmamasına karar verecektir.

İNGİLİZCE ÖZET

DEVELOPING A MODEL FOR TURKISH NAVY SHOREBASED ALLOVANCE LIST INVENTORY

Cemalettin ÇİFTÇİ

Keywords: Inventory Management, AHP, AIM

Abstract: All the companies during their logistic progress aim to forecast customer demand and plan their manufacturing and procurements on this base. When the customer demand is unpredictable, forecast methods are used with the existing statistical data to produce the desired customer demand.

Inventory Control Point (EKM) on behalf of Turkish Naval Forces is working on predicting platform material demand from the Supply Centers and for this purpose the exiting sales order data is used with the decision criteria's to place orders and make manufacturing plans. Making efficient demand forecast and procurements yields to balanced and efficient use of the budget and prevents unneeded stock of materials.

In this work, primarily existing statistical sales data used with existing forecast methods to generate future demands. After that all these forecasts were checked upon the final your real data and the results were evaluated. During the exploration of the problem it was discovered that forecast data is not solely enough to make procurement decisions. When the criterias are defined, it was found out that this is primarily a multi criteria decision problem. Afterwards an AHP model was developed to help decision makers on their decisions and it is open further developments and dynamic to changing critics.

As the final step AIM was used to list the items by using the criterias defined by the decision maker, to finalize recommended procurement list.

KISALTMALAR

Dz.K.K.	:	Deniz Kuvvetleri Komutanlığı
EKM	:	Envanter Kontrol Merkezi Komutanlığı
ESM	:	Ekonomik Sipariş Miktarı
EOQ	:	Economic Order Quantity
TBM	:	Toplam Birim Maliyet
ERP	:	Enterprise Resource Planning
MRP	:	Material Resource Planning
MİP	:	Malzeme İhtiyaç Planlaması
JIT	:	Just In Time
MADM	:	Multiple Attribute Decision Making
AHP	:	Analytical Hierarchy Process
MSE	:	Mean Squared Errors
MAD	:	Mean Absolute Deviation
MAPE	:	Mean Absolute Percentage
CRM	:	Customer Relations Management
SCM	:	Supply Chain Management
BI	:	Business Intelligence
MRPII	:	Manufacturing Resource Planning
Oracle	:	Oracle Corporation
EC	:	Expert Choice
AIM	:	Aspiration-Level Interactive Model
KV	:	Karar Verici
ÇAKV	:	Çok Amaçlı Karar Verme
BRF	:	Best Replacement Factor

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Ekonomik Sipariş Miktarı	6
Şekil 2.2. Zamanla stok düzeyleri	7
Şekil 2.3 Yeniden sipariş verme noktaları	9
Şekil 2.4 Sabit oranlı sipariş modeli	10
Şekil 2.5 Toplam maliyetin miktarla değişimi	16
Şekil 2.6 q' nun bulunduğu bölgenin tespiti	17
Şekil 2.7. Stok tükenmesi halinde zaman süresi	20
Şekil 2.8 Fiziki stokların zamana göre grafiği	20
Şekil 2.9 Stok tükenmesi halinde üretim modeli	22
Şekil 2.10 Üretim maliyet fonksiyonu	24
Şekil 2.11 Stok durumu	25
Şekil 2.12 Basit stok kontrol sisteminde sipariş noktası	29
Şekil 6.1 ABC Analizinin Tipik Eğrisi	68
Şekil 6.2 Problemin Hiyerarşik Yapısı	69
Şekil 6.3 Expert Choice AHP Modeli	70
Şekil 7.1 Kriter Çeşitleri	73

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1 Maliyetlerin karşılaştırılması	12
Tablo 3.1 Basit Ortalama	40
Tablo 3.2 Hareketli Ortalama	41
Tablo 3.3 Ağırlıklı Hareketli Ortalama	42
Tablo 3.4 Üssel Düzeltme Yöntemi	44
Tablo 3.5 En Küçük Kareler (Regresyon) Yöntemi	46
Tablo 3.6 Talep tahminlerini karşılaştırılması	49
Tablo 3.7 Talep tahminlerinin değerlendirilmesi	49
Tablo 6.1 Örnek ABC Analizi	68
Tablo 6.2 Birinci düzey İkili Karşılaştırma	69
Tablo 7.1 Kriterlerle ilgili veriler	76
Tablo 7.2 Problem için Örnek Alternatifler	76
Tablo 7.3 Mutlak Sınırlara Uygun Alternatifler	77
Tablo 7.4 Başlangıç Değerleri Listesi	77
Tablo 7.5 Kriterler için İdeal Değer, Beklenen Değer, Kötü Değer Listesi	78
Tablo 7.6 Sınıflandırılmış Alternatifler Listesi	78
Tablo 7.7 Ağırlıklandırılmış Alternatifler Listesi	79
Tablo 7.8 Karar Vericiye Sunulacak Alternatif Listesi	79
Tablo 7.9 Problem Kriterlerinin Karşılaştırılması	80
Tablo 7.10 Problem Kriterleri ile ilgili veriler	80
Tablo 7.11 Çalışma Kapsamında Platformlara verilen öncelikler	81
Tablo 7.12 Çalışma Kapsamında Sistemlere verilen öncelikler	81
Tablo 7.13 Çalışma Kapsamında Talep Şekline verilen öncelikler	82
Tablo 7.14 Çalışma Kapsamında Kalem Tipine verilen öncelikler	82
Tablo 7.15 AIM programına sıralama için girilen veriler	83
Tablo 7.16 AIM ile elde edilmiş sıralama	85

1. GİRİŞ

Kurumların karar verme yetisine sahip personeli aldıkları kararlar ile kurumlarının yetkinliğini artırmaya uğraşırlar. Envanter Kontrol Merkezi Komutanlığında görevli personel de kıt bütçe kaynaklarını en etkin şekilde planlayarak müşteri birimlerin taleplerini karşılamayı ve hazır olma durumlarını sürekli muhafaza etmelerini hedeflemektedirler. Bu amaçla bütçe sınırları içerisinde cihaz sahil yedeklerinin seçilmesi ve tedarik süreçlerinin zamanında başlatılması önemlidir. Bu çalışma ile karar vermenin her aşamasında görev alan personele yardımcı olması amacıyla bir model gerçekleştirilmiş ve uygulanmıştır.

Araştırmanın Amacı

Bu araştırma, karar vericilerin stokların seçiminde göz önünde bulundurdukları kriterlerin tespit edilerek neticeye tesirlerini model ile ortaya koymayı amaçlamıştır.

Araştırmanın Problemi

Sahil yedeklerinin seçilmesine yönelik model oluşturulması araştırmasının problemleri şöyle sıralanabilir:

Araştırmanın Sınırları

Bu araştırma, DzKK envanterinde alıp yer talebi önceden kestirilemeyen malzeme kalemleri ile sınırlandırılmıştır. Bu çerçevede 35303 kalem ilk etapta çalışma kapsamına alınmış ve üzerinde çalışılmıştır.

Araştırmanın Yargılanması

Bu çalışma sonucunda bir model oluşturulması hedeflenmiş ve neticede karar problemine tesir eden faktörleri içeren bir modele ulaşılmıştır. Ancak, her bilimsel araştırmada olduğu gibi bu araştırmanın da çeşitli kısıtlar (maddi olanaklar, süre, v.b.) nedeniyle noksanları/kusurları bulunabilecektir.

2. ENVANTER YÖNETİMİ

2.1 Envanter Yönetimi ve Gelişimi

2.1.1 Giriş

Lojistik bilinen en temel anlamıyla; müşteri için doğru ürünün; doğru yer ve zamanda, uygun maliyet ve kalitede bulundurulacağına garanti edilmesi temel felsefesidir. Ronald H. Ballou lojistik kavramını “Müşteri ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla, hammaddelerin, işlenmekte olan parçaların, son ürünlerin ve bunlara ilişkin bilgilerin, kaynaktan tüketileceği noktaya kadar etkin ve ekonomik bir şekilde akışını ve gerektiğinde depolanmasının planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesi sürecidir.” şeklinde tanımlamıştır.[1]

2.1.2 Envanter yönetimi

Envanter konusunda verilecek kararlar tedarik zinciri yönetiminde büyük risk taşıyan ve etkili kararlardır. Eğer etkin bir planlama ve yönetim yapılamazsa müşterinin ihtiyaçlarının karşılanamayarak tatmin edilememesi gibi durumlar ortaya çıkabilecektir. Bununla birlikte, envanter planlaması işletmenin imalat ve tedarik süreçleri için de kritik bir önem taşır. Bir malzemenin zamanında temin edilememesi ya da parça sıkıntısı bir üretim hattının kapatılmasına ya da onarım ve benzeri mevcut faaliyetlerin eksik malzeme temin edilene kadar aksamasına neden olabilir. DzkK. durumunda ise arızalı ve malzeme eksikliği nedeniyle onarılamayan bir cihaz nedeniyle bir platformun tamamen hizmet dışı kalması durumu oluşabilir. Bu gecikme ya da kesintiler fazladan maliyete ve potansiyel ürün sıkıntısına yol açabilir. Envanterin az olmasının yanında gereğinden fazla olması da bazı sorunlara yol açar. Fazla stoklar, eklenen depolama maliyetleri, gereksiz yere yatırılan sermaye, yanlış planlama nedeniyle karşılanamayan müşteri talepleri v.b. nedenlerle maliyetleri artırır, işletmenin verimliliği düşer. Envanter politikası oluşturulurken, envanterin, imalat ve lojistik içerisindeki rolü iyi anlaşılmalıdır. Envanter yatırımları işletmenin türüne de bağlı olmakla birlikte çoğunlukla bir işletmenin/kurumun aktiflerinin büyük bir kısmını oluşturur. Envantere yapılacak yatırımların yapılacak

etkin bir planlama ile küçük bir oranla düşürülmesi işletme maliyetlerin azaltılıp verimliliğin iyileşmesinde çok önemli bir rol oynayabilecektir.

2.1.2.1 Envanter ile ilgili terimler

Envanter yönetimi politikası oluşturulurken, bazı envanter ilişkileri göz önüne alınmalıdır. Firmalar bu ilişkileri kullanarak “ne zaman” ve “ne kadar” sipariş verilmesi gerektiğini bulur ve buna bağlı olarak optimum envanter politikası oluşturmuş olurlar. Bu aşamada optimum envanter politikasının oluşturulabilmesi içim hizmet seviyesi, ortalama envanter ve envanter maliyetinin de bilinmesi gerekir.

2.1.2.2 Envanter politikası

Envanter politikası bir işletme için neyin, ne zaman ve ne miktarda satın alınacağı ya da üretileceğini gösteren bir sistemdir. Envanter yönetimi uygulamasında temel olarak iki yaklaşım söz konusudur. Birincisi envanteri konumlandırıldıkları farklı noktalarda birbirlerinden bağımsız olarak yönetmektir. Diğer yaklaşımda ise merkezi bir yönetim söz konusudur. Bu yaklaşım beraberinde çok etkili iletişim ve koordinasyon gerektirir. Bilgi teknolojilerini kullanabilme olanağı geliştikçe ve bütünleşik planlama sistemlerini kullanmaya geçildikçe daha fazla işletme merkezleşmiş envanter planlamayı tercih etmektedir. Mevcut Kurumsal Kaynak Planlama uygulamaları bunu işletmeler adına kolayca merkezi olarak yapabilmeyi vaat etmektedir.

2.1.2.3 Hizmet seviyesi

Hizmet seviyesi, yönetim tarafından belirlenen hedef performanstır ve envanter yönetiminde belirleyici faktörlerden birisidir. Envanter yönetimi performansının amaçlarını tanımlar. Hizmet seviyesinin bağlı olduğu bazı faktörler vardır. Bunlar satın alma için verilen sipariş ve satış sonrası malzemenin talep edenin eline geçmesi arasındaki zaman, yani performans çevrim zamanı, sipariş miktarı, müşteri tarafından karşılık bulan sipariş miktarı gibi faktörler olarak tespit edilebilir. DZKK ve EKM için müşteri birim taleplerinin karşılanma oranı hizmet seviyesi göstergesi olarak belirlenmiştir. Yıl sonlarında yapılacak değerlendirmelerde talep karşılama oranı başarı kriteri olarak ele alınmaktadır.

2.1.2.4 Ortalama envanter

Ortalama envanter lojistik sistemde stoklanmış malzeme, tamamlayıcı parçalar, işlenen parçalar ve bitmiş mamullerden oluşur. Hedef envanter seviyesinin her tesis için tek tek hesaplanması gerekir. Performans çevrim zamanının başında envanter maksimum seviyede olur. Müşteriler, envanteri stok seviyesi minimuma inene kadar tüketir. Bir noktada stokların tamamen tükenmesi durumu yaşanmaması için stokların doldurulması için yeniden sipariş verilmesi gerekir ki böyle bir durum yaşanmasın. Yeniden sipariş verilmesi gereken nokta, mevcut envanterin performans çevrim zamanı içinde, tahmin edilen talepten daha az ya da eşit olduğu stok seviyesidir. Ortalama envanter çevrimi ya da temel stok, sipariş miktarının yarısına eşit olmalıdır. Lojistik sistemdeki envanter yönetiminde önemli bir nokta emniyet stoklarıdır. Talep ve performans çevrim zamanı hakkındaki belirsizlikler yüzünden emniyet stokları bulundurulmalıdır. Bu stoklar yalnızca yeniden sipariş verme zamanlarında, beklenenden daha fazla talep olduğunda ya da performans çevrim zamanı beklenenden daha uzun sürdüğünde kullanılmalıdır. Özet olarak ortalama envanter, sipariş miktarı ve emniyet stok miktarının toplamının yarısı kadardır denilebilir.

2.1.2.5 Envanter maliyetleri

İşletmeler açısından envanterlerin mali yönü envanter politikasının belirlenmesinde önemlidir. Envanter nedeni ile işletme bütçe idamesinde sıkıntıya düşme durumunda kalabilir. Envanter modellerinin amacı en düşük maliyeti aynı zamanda da en yüksek müşteri memnuniyetini sağlayacak stok düzeyini tutmaktır.

Envanterin idamesinde karşılaşılabilecek maliyetler şunlardır:

a) Satın Alma Maliyeti:

Sipariş edilen malzemenin satın alındığı kaynağa yapılan harcamadır.

b) Sipariş Maliyeti:

Sipariş edilen malzemelerin neden olduğu maliyetler olup söz konusu maliyet, sipariş miktarına bağlı ve bağlı olmamasına göre ayrılabilir. Sipariş miktarına bağlı olan sipariş maliyetleri sipariş miktarı artarken azalır ve azalırken de artar. Sipariş maliyetleri sabit taşıma maliyetlerini, teslim alma maliyetlerini, işçilik ücretlerini, kontrol ve kayıt maliyetlerini, pul, kağıt, baskı, posta, telefon v.b. iletişim gibi maliyetleri içerir.

c) Elde Bulundurma Maliyeti:

Stokların bulundurulması ile doğan maliyetler olup etkenlerden ilki sermaye maliyetidir. Diğer yandan eldeki nakit bütçe büyük oranda stoklara ayrıldığından bütçenin başka verimli alanlarda değerlendirilmesi mümkün olmaz. Bu durumda bir fırsat maliyeti ile karşılaşılır. Fırsat maliyeti herhangi bir mal ve hizmeti üretmek için belirli miktarda diğer mal ve hizmetten vazgeçmelidir.

Elde bulundurma maliyetini belirleyen diğer etkenler :

1. Fazla stok durumunda malzemelerin raf ömürlerinin dolması nedeniyle fiziksel bozulma, yıpranma ve kullanım dışı kalma.
2. Stokların bakım-tutum, idame, işleme, kayıt, sayım v.b. ile ilgili maliyetler.
3. Depolama maliyeti

d) Stok Tükenme Maliyeti:

Bir talep olduğunda, stoktaki malzemeler, malzeme talebini karşılamak için yeterli olmadığına, işletme yönünden ortaya çıkan maliyete stok tükenme maliyeti denir. DZKK açısından en önemli maliyet olarak kabul edilebilir.

2.1.3 Envanter planlama ve yönetimi

Envanter planlaması ve yönetimindeki anahtar değişken ve prosedürler, sipariş zamanı ve sipariş miktarıdır. Sipariş zamanı parametresi müşteri talebi ve zamanla ilgilidir. Bir malzeme kalemi için tedarikçilere ne kadar sipariş verileceği ise sipariş miktarı parametresi ile belirlenir. Envanter planlaması ve yönetiminin temel fonksiyonu olan ve bir malzeme kalemi için,

- Ne zaman

- Ne kadar

Sipariş verilecek sorularını cevaplandırarak kararların alınabilmesi ve envantere kontrol altında tutulabilmesi başlıca altı yöntem/model ile gerçekleştirilebilir.[2]

Envanter kontrolü için kullanılan yöntem/modeller şunlardır:

1. Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli
2. Basit Stok Kontrol Sistemi
3. Periyodik Kontrol Sistemi
4. Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP) Sistemi
5. Tam Zamanında Tedarik Sistemi (JIT)
6. KANBAN Yöntemi .

Bu farklı yöntemlerin işletmeler açısından ortak amacı, toplam envanter maliyetlerini en aza indireyecek çözümleri sunmalarıdır. Bu amaçla öncelikli olarak işletme için

kullanılacak uygun envanter kontrol yönteminin seçilmesi, ardından bu yöntemin uygulanabilmesi ve idamesi için gerekli olan parametrelerin tespit edilmesi gerekir. Bu parametreler kullanılacak envanter kontrol yöntemine göre değişiklik göstermekle birlikte,

- Sipariş miktarı,
- Stok kontrol periyodunun uzunluğu,
- Minimum stok seviyesi,
- Maksimum stok seviyesi,
- Sipariş verme seviyesi

ortak kullanılmakta olan parametrelerden bazıları olarak sayılabilir.[2] Bu parametrelerin içerisinde en önemli olanı “sipariş miktarı” olup, ortalama stok seviyesine, buna bağlı olarak envanter maliyetine ve aynı zamanda yapılacak yanlış planlama neticesinde kullanılmayan stoklara bağlanan işletme bütçesine doğrudan etki eden bir parametredir. Bu parametrenin (ve diğer tüm parametrelerin) seçimindeki temel amaç; stok bulundurmanın getireceği faydaları ve buna karşılık ilave maliyetleri dengeleyecek optimum miktarların bulunması olarak özetlenebilir.

Talebin belirsiz olduğu durum karşısında gelecek ani taleplere karşı hazırlıklı olmak amacıyla gereğinden fazla stok bulundurmaya yönelmek ya da alternatif olarak, işletme bütçesini etkin kullanabilmek amacıyla küçük miktarlarda daha fazla sipariş vererek stokları azaltmaya çalışmakta iyi bir envanter planlama yöntemi değildir.

Kurulacak envanter kontrol modelinin, bahse konu sorunları önleyecek ve dengeleyecek parametrelere göre tasarlanması gerekir. Bu durum, temel olarak bir optimizasyon problemi olup temelinde yatan teori “Ekonomik Sipariş Miktarı” (ESM), modelidir. Bütün stok kontrol sistemlerinin parametrelerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan yöntemler bu temel yaklaşımın üzerine kurulmuştur.

2.1.3.1 Ekonomik sipariş miktarı modeli

Bu modele göre bir stok sisteminin ekonomik olarak çalışması için başlıca iki maliyet elemanının değerlendirilmesi gerekir. Bu maliyetler; sipariş maliyeti ve elde bulundurma maliyetidir.

Eğer stok malzeme kalemi her talep ihtiyacı belirlendiğinde sipariş edilirse, belirli bir planlama periyodu içindeki tedarik siparişlerinin sayısı çok fazla, dolayısıyla toplam sipariş maliyeti de çok yüksek olacaktır. Bunun tersine olacak şekilde planlama

periyodunun tüm ihtiyacı bir defada toptan sipariş edilip stoklanırsa, bu taktirde sipariş maliyeti bir kez söz konusu olacak ancak bu durumda da stok maliyeti, olabilecek en yüksek değere ulaşacaktır. Her iki yaklaşımın da tek başına ekonomik olamayacağı açıktır.

Sipariş partileri ne ikinci uygulamada olduğu gibi çok büyük olmalıdır ve ne de birinci uygulamada olduğu gibi çok küçük tutulmalıdır. ESM modeli, bu maliyetleri dengeleyerek bir ekonomik sipariş miktarı (y) hesaplayan matematiksel bir modeldir.

2.1.3.1.1 Sipariş zamanı

Ekonomik sipariş miktarı modeli için sipariş zamanı temel formülü:

$$R = D \cdot T + SS$$

R : Sipariş Noktası(Birim)

D : Ortalama Günlük Talep(Birim)

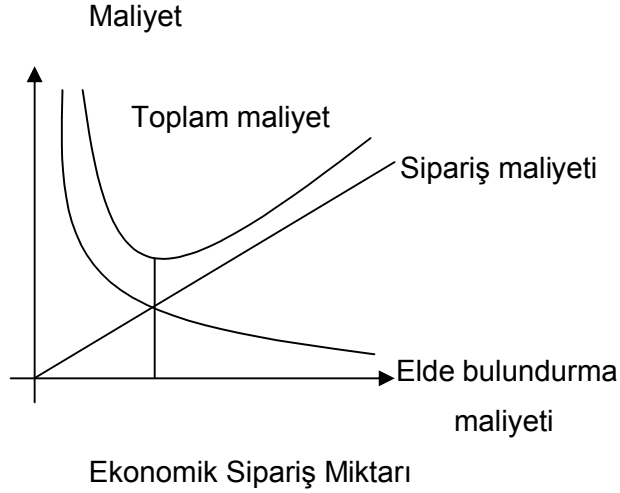
T : Ortalama Performans Çevrim Zamanı(Gün)

SS : Emniyet Stoğu (Birim)

Bu formüldeki SS emniyet stoğu, talep ve tedarik süresinin belirsiz olduğu durumlarda eklenmelidir.

2.1.3.1.2 Sipariş miktarı

Ortalama envanter seviyesi, sipariş miktarının yarısı olup sipariş miktarı arttıkça, ortalama envanter seviyesi ve beraberinde oluşan maliyetler de artar. Aynı zamanda sipariş miktarı arttıkça, planlama dönemindeki sipariş sayısı azalır, bu da toplamdaki sipariş verme maliyetini azaltır. Şekil 2.1 de sipariş ve envanteri elde bulundurma maliyetlerinin toplamının minimum olduğu nokta, en küçük toplam maliyeti verir. Basit olarak amaç, toplam envanter maliyetini minimize edecek sipariş miktarını bulmaktır.



Şekil 2.1 Ekonomik Sipariş Miktarı [3][4]

Ekonomik sipariş miktarı maliyetleri minimize eden değer olup bu değer belirlenmesinde talep dönemi içindeki talep ve maliyetlerin dengeli olduğu kabul edilir. Bu değer

$$EOQ = \sqrt{\frac{2C_oD}{C_iU}}$$

EOQ : Ekonomik Sipariş Miktarı

C_o : Sipariş Maliyeti

C_i : Elde Bulundurma Maliyeti

D : Talep Miktarı

U : Ürün Birim Maliyeti

Bu değer hesaplanmasında öngörülen bazı kabuller şunlardır:

- Bütün talep karşılanmıştır.
- Talep oranı devamlı, sabit ve belirlidir.
- Tedarik süresi sabit ve belirlidir.
- Ürünün Sipariş miktarı ve zamanından bağımsız, sabit bir fiyatı vardır.
- Sonsuz bir planlama süresi mevcuttur.
- Envanterdeki değişik ürünler arasında bir etkileşim yoktur.
- Yolda (transitte) hiçbir envanter yoktur.
- Ayrılan sermayede bir limit yoktur.

Ekonomik Sipariş Miktarı stok modelleri, statik ve dinamik olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Statik modeller, zaman boyunca sabit talebi olan modellerdir. Dinamik modellerde ise talep zaman içerisinde değişkenlik göstermektedir.

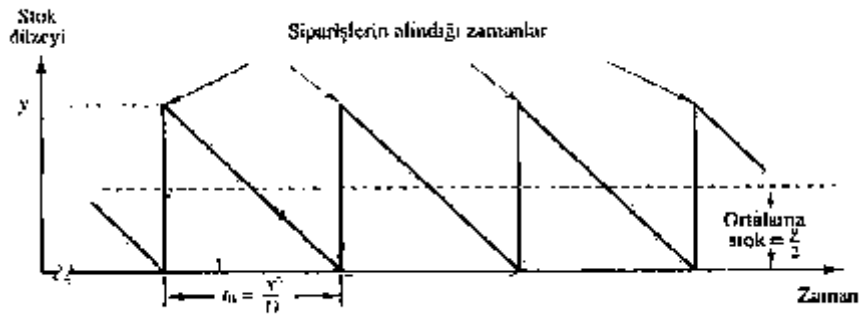
2.1.3.1.3 Statik ekonomik sipariş miktarı (ESM) modelleri

2.1.3.1.3.1 Klasik ESM modeli

Stok modelleri içinde anlaşılması ve uygulanması en basit olan bu model, talebin sabit, sipariş vermenin anlık olduğu ve elde stok bulundurmamaya müşterinin tahammül edemediği durumlar içindir.

y = Sipariş miktarı (birim), D = Talep hızı (birim/birim zaman)

t_0 = Sipariş çevrimi uzunluğu (birim zaman)



Şekil 2.2 Zamanla stok düzeyleri [5]

olarak tanımlandığında, stok düzeyi Şekil 2.2' de çizilen kalıba uyar. Stok düzeyi sıfır olduğunda y birim sipariş miktarı kadar sipariş verilir ve tedarik edilir. Ardından stok, D sabit talep hızıyla düzgün olarak azalır. Bu durumda sipariş çevrimi,

$$t_0 = \frac{y}{D} \quad (2.1)$$

Ortalama stok düzeyi = $y/2$ birimdir.

Toplam maliyetin hesaplanabilmesi için gereken parametreler:

K = Siparişin verilmesiyle ilgili olan sipariş maliyeti (pb/sipariş)

h = Elde bulundurma maliyeti (pb/birim zaman birimi)

Birim zamandaki toplam maliyet ($TBM(y)$) = (Birim zamandaki sipariş maliyeti) + (birim zamandaki elde bulundurma maliyeti)

$TBM(y)$ = Sipariş maliyeti + t_0 çevrimi başına elde bulundurma maliyeti

$$TBM(y) = \frac{K + h\frac{y}{2}t_0}{t_0} \Rightarrow \frac{K}{\frac{y}{D}} + h\left(\frac{y}{2}\right) \Rightarrow TBM(y) = \frac{KD}{y} + \frac{h}{2}y \quad (2.2)$$

Sipariş miktarı y 'nin optimum değeri $TBM(y)$ 'nin y 'ye göre 1. türevinin sıfıra eşitlenmesiyle belirlenir. y 'nin sürekli olduğu varsayılırsa, y 'nin optimum değerini bulmak için gerekli koşul:

$$\frac{dTBM(y)}{dy} = -\frac{KD}{y^2} + \frac{h}{2} = 0 \quad (2.3)$$

$TBM(y)$ dışbükey olduğundan bu koşul sağlanır. Denklemin çözülmesi ile ekonomik sipariş miktarı (y^*);

$$y^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}} \quad (2.4)$$

olarak bulunur.

Önerilen modelin optimum stok politikası:

Her $t_0^* = \frac{y^*}{D}$ zaman biriminde $y^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}}$ birimlik sipariş verilir.

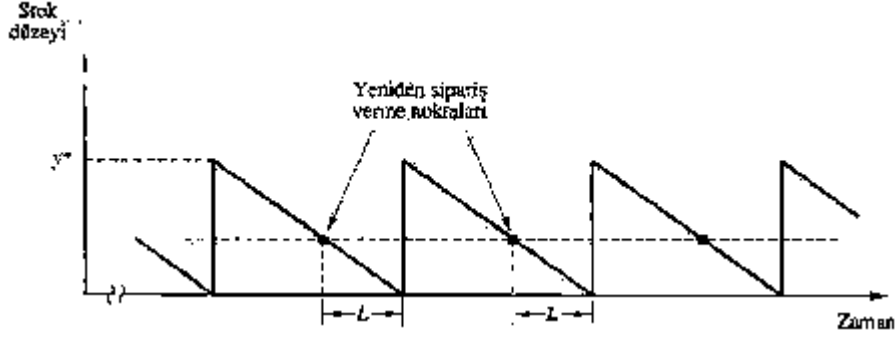
Yeni sipariş verilir verilmez hemen tedarik edilmesi, her zaman mümkün olmayabilir. Bunun yerine, Şekil 2.3' teki gibi, bir siparişin verilmesiyle alınması arasında bir tedarik süresi ortaya çıkabilir. Bu durumda stok düzeyi LD birime düştüğünde sipariş vermek gerekeceğinden, yeniden sipariş verme noktasının tanımlanması gerekir.

Bu durumu göz önüne almak için, gerçekleşen tedarik zamanı

$$L_e = L - nt_0^* \quad (2.5)$$

şeklinde tanımlanır. Burada n , L/t_0^* 'dan büyük olmayan en büyük tamsayıdır. Bu sonuç doğrulanmaktadır, çünkü t_0^* ' in her n çevriminden sonra, bir siparişin verilmesiyle bir diğerinin alınması arasındaki süre L_e olduğunda stok durumu oluşur. Böylece yeniden sipariş noktası L_eD birim olarak belirlenir ve stok politikası yeniden tanımlanır:

Stok düzeyi yeniden sipariş verme noktası olan, $L_e D$ birime düştüğünde y^* miktarı kadar sipariş verilir.



Şekil 2.3 Yeniden sipariş verme noktaları [5]

2.1.3.1.3.2 Sabit oranlı sipariş modeli

Bu modelin varsayımları bir önceki modelin varsayımlarının aynı olup, dönem başına sipariş edilen malzeme kalemleri P gibi sabit bir oranda ulaşmaktadır.

$$\text{Dönem başına ortalama stok miktarı} = y(1-D/P)/2 \quad (2.6)$$

$$\text{Dönem başına toplam maliyet} = \frac{KD}{y} + hy(1-D/P)/2 + CD \quad (2.7)$$

Söz konusu model için ekonomik sipariş miktarını bulurken yine maliyetin y 'ya göre birinci türevini almak gerekir.

$$d(TM)/dy = \frac{-KD}{y^2} + h(1-D/P)/2 = 0 \Rightarrow \frac{KD}{y^2} = \frac{h(1-D/P)}{2} \Rightarrow$$

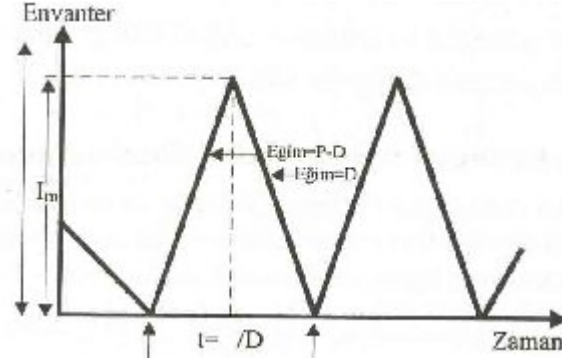
$$2KD = y^2 h(1-D/P) \Rightarrow y^2 = \frac{2KD}{h(1-D/P)} \Rightarrow$$

$$\text{ve } y = \sqrt{\frac{2KD}{h(1-D/P)}} \text{ dir.} \quad (2.8)$$

Bu modelde sipariş edilen mallar geldiği anda kullanıldığından stokta herhangi bir anda y birimi olduğu söylenemez. Bu durumda en büyük envanter düzeyi (I_m):

$$I_m = y(1-D/P) \quad (2.9)$$

Ekonomik sipariş miktarı formülü, sadece $P > D$ olduğunda geçerlidir. Aksi durumda karekök değeri negatif olur. $D > P$ olduğunda talep hiçbir zaman karşılanmaz ve sistem çalışmaz. Envanter modeli Şekil 2.4 de görülmektedir.



Şekil 2.4 Sabit oranlı sipariş modeli [4]

Şekil 2.4'de gösterilen modele seri üretim de denilir. İşletme, üretimini P birim/zaman hızı ile üretir ve $P > D$. P hızı ile üretimin yapıldığı zaman süresi içinde talep D birim/zaman hızı ile stokları eritir. Bu nedenle, üretim sırasında stokların net artış hızı $P-D$ birim/zaman kadar olur. [6]

2.1.3.1.3.3 Miktar indirimli ESM modeli

Ekonomik sipariş miktarı modeli miktar indirimindeki faktörü göz önüne almaz. Bir işletmenin büyük miktarlardaki alımları, daha düşük birim maliyet, daha düşük sipariş maliyeti, daha az stok tükenme ve daha düşük taşıma maliyeti gibi yararlar sağlarken daha yüksek envanter bulundurma maliyeti, daha fazla sermaye, envantere daha fazla bozulma ve amortisman olasılığı gibi zararları getirir. Miktar indirimini değerlendiren üç tür yaklaşım mevcuttur;

2.1.3.1.3.3.1 Fiyat kıyaslamasına dayanan model

Bu modelde tedarik süresi ve talep önceden bilinir ve sabittir. Optimum alım esası veya ekonomik sipariş miktarı kullanılarak, bulunan toplam elde bulundurma ve sipariş maliyeti ile müşteriye önerilen miktar indirimi koşulundaki toplam sipariş ve elde bulundurma maliyeti kıyaslanır. Kıyaslama sonucuna göre teklif değerlendirilir.

Örnek 2.1 : ABC şirketi üretiminde kullanmak için XYZ Şirketinden mekanik dişli satın alır. ABC bu dişli parçadan yılda en az 400 adet satın alır ve her parçanın maliyeti 50 TL dir. Sipariş başına ödenen sipariş maliyeti 20 TL ve envanter elde bulundurma maliyeti ortalama envanter düzeyinin %20'sidir. Mekanik dişliyi üreten ve satan XYZ Şirketi, ABC Şirketine 100 veya daha fazla mekanik dişli satın aldığıında fiyatlarda %2'lik bir indirim teklif eder. ABC şirketi bu teklifi kabul etmelimidir?

Çözüm : Başlangıçta, % 2'lik miktar indirimini göz önüne almadan ekonomik sipariş miktarını belirlemeliyiz. Burada, elde bulundurma maliyeti, ortalama envanter değerinin yüzdesi olarak ifade edildiğinden, ekonomik sipariş miktarı formülü

$$y = \sqrt{\frac{2KD}{CI}} \text{ şeklinde de yazılabilir.} \quad (2.10)$$

Yukarıdaki formülde, C bir birimin maliyetini, I da ortalama envanter değerinin yüzdelik olarak ifade edilen envanter elde bulundurma maliyetini gösterir.

$$y = \sqrt{\frac{2(20)400}{50(0,20)}} = \sqrt{\frac{16000}{10}} = 40 \text{ adet/sipariş}$$

ABC şirketi mekanik dişli için ödediği yıllık maliyet (400 x 50 = 20000) 20000 TL dir. Elde bulundurma maliyeti ise ortalama envanter değerinin %20 sidir. Ortalama envanter değeri = $\frac{1}{2} 40 \times 50 = 1000$ TL dir.

Envanter elde bulundurma maliyeti = 0,20 x 1000 = 200 TL dir. Yıllık sipariş sayısı

$$(n) = \frac{400}{40} = 10$$

ve yıllık sipariş maliyeti(10 x 20) 200 TL dir. ABC şirketinin şimdiki toplam maliyetini oluşturan kalemler bunlardır. ABC %2'lik bir fiyat indiriminden yararlandığında, yıllık toplam maliyetleri aşağıda verilmiştir. Mekanik dişlilerin maliyeti (50 x 400 x 0,98 = 19600) 19600 TL dir. Envanter elde bulundurma maliyeti [(100 x 50 x 0,98/2) x 0,20 = 490] 490 TL dir. Sipariş sayısı (n) = 400/100 = 4 ve sipariş maliyeti de (4 x 20 = 80) 80 TL dir.

Tablo 2.1 Maliyetlerin karşılaştırılması [4]

Şimdiki Maliyetler	
Mekanik dişlilere ödenen	20000 TL
Envanter elde bulundurma maliyeti	200 TL
Sipariş maliyeti	200 TL
Toplam yıllık maliyet	20400 TL
Teklifli Maliyetler	
Mekanik dişlilere ödenen	19600 TL
Envanter elde bulundurma maliyeti	490 TL
Sipariş maliyeti	80 TL
Toplam yıllık maliyet	20170 TL

Şimdiki toplam yıllık maliyet > Teklifli yıllık maliyet ve dolayısı ile $20400 - 20170 = 230$ TL kazanılacağı için XYZ Şirketinin teklif ettiği indirim ABC şirketi kabul etmelidir.

2.1.3.1.3.3.2 Fiyat değişimine dayanan model

Miktar indirimini değerlendiren bir diğer model, sipariş maliyeti ve birim maliyetteki azalma ile büyük miktardaki alımlardan sonuçlanan ek elde bulundurma maliyetinin eşit olduğu noktayı belirler. Bir anlamda teklif edilen indirimli fiyatta ekonomik olan parasal değerde en fazla sipariş miktarı belirleyen modeldir. Bu modeldeki terimler:

X = daha düşük fiyatta parasal değere sahip en büyük sipariş miktarı

d = Önceki talep D' nin yüzdeler olarak ifade edilen indirim

D = Parasal değerde önceki yıllık talep

K = Sipariş maliyeti (sipariş başına)

y = Fiyat indirim teklifi öncesi parasal değerdeki ekonomik sipariş miktarı

C = Ortalama envanterin yüzdesi olarak, yıllık elde bulundurma maliyeti

İlk olarak sipariş maliyetindeki azalmanın belirlenmesi gerekir ve indirim teklifi almadan önceki sipariş maliyetinden, yeni sipariş maliyeti çıkarılarak bulunur.

Mevcut sipariş maliyeti, önceki yıllık talebin (D), ekonomik sipariş miktarı (y) ile

$\frac{DK}{y}$ bölünüp sipariş maliyeti K ile çarpımı değeri yani $\frac{DK}{y}$ dir.

Yeni sipariş maliyeti, yeni parasal değerdeki yıllık kullanımı yani $D(1-d)$, X ile bölünüp sipariş maliyeti ile çarpılarak elde edilir. Yani $D(1-d)K/X$ dir.

Böylece sipariş maliyetindeki azalma (SMA)

$$SMA = \frac{DK}{y} - \frac{D(1-d)K}{X} \quad (2.11)$$

Bir başka ifade ile bu eksiltme, mevcut sipariş maliyetinden teklif edilen sipariş maliyetinin çıkarılmasıyla elde edilir. Daha düşük fiyata karşılık gelen birim toplam maliyetteki azaltım, denklemin sol tarafını tamamlamak için hesaplanmalıdır. Bu da indirim (d) ile yıllık talebin (D) çarpımı yani dD dir. Sipariş maliyeti ve birim fiyattaki azalmayı veren denklemin sol tarafı ise

$$SMA = \frac{DK}{y} - \frac{D(1-d)K}{X} + dD \quad (2.12)$$

Modeldeki denklemin sağ tarafı ise büyük miktarlardaki alımdan sonuçlanan ek elde bulundurma maliyetini (EBM) gösterir.

$$EBM = \frac{X}{2} C - \frac{yC}{2} \text{ 'dir.} \quad (2.13)$$

$\frac{X}{2} C$ terimi, indirim fiyatında sipariş alınan en büyük miktarın 2 ile bölünüp yüzdelik elde bulundurma maliyetinin çarpımıdır. İndirim öncesi parasal değerdeki ekonomik sipariş miktarı 2 ile bölünür ve elde bulundurma maliyeti ile çarpılırsa $\frac{yC}{2}$ terimi elde edilir. Modelin her iki tarafında yer alan denklemler X'i çözmek için eşitlenirse;

$$\frac{DK}{y} - \frac{D(1-d)K}{X} + dD = \frac{XC}{2} - \frac{yC}{2} \quad (2.14)$$

İkinci dereceden genel cebirsel kuadratik ($ax^2+bx+c = 0$) formüle dönüştürmek için yukarıdaki eşitliğin her iki tarafı X ile çarpılmalıdır.

$$\frac{XDK}{y} - D(1-d)K + XdD = \frac{X^2C}{2} - \frac{XyC}{2} \quad (2.15)$$

$$\frac{X^2C}{2} - \frac{XyC}{2} - XdD - \frac{XDK}{y} + D(1-d)K = 0 \quad (2.16)$$

$$\frac{X^2C}{2} + X\left(-\frac{yC}{2} - dD - \frac{DK}{y}\right) + D(1-d)K = 0 \quad (2.17)$$

Yukarıdaki denklemde, kuadratik formül için terimler:

$$a = \frac{C}{2}, \quad b = -\left(\frac{yC}{2} + dD + \frac{DK}{y}\right) \quad (2.18)$$

$$c = D(1-d)K \text{ dir.} \quad (2.19)$$

Bu terimler kuadratik formülde

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (2.20)$$

Yerlerine konulduğunda

$$X = \frac{\frac{yC}{2} + dD + \frac{DK}{y} \pm \sqrt{\left[-\left(\frac{yC}{2} + dD + \frac{DK}{y}\right)\right]^2 - 4\frac{C}{2}[D(1-d)K]}}{2\frac{C}{2}} \quad (2.21)$$

$$X = \frac{\frac{yC}{2} + dD + \frac{DK}{y} \pm \sqrt{\left[-\left(\frac{yC}{2} + dD + \frac{DK}{y}\right)\right]^2 - 2CDK(1-d)}}{C} \quad (2.22)$$

Bu denklemde X'in çözüm değeri en düşük fiyatta, parasal miktarda en büyük (fazla) sipariş edilecek miktarı verir. Formülde ki karekökün önündeki (-) işaretinin ele alınmamasının nedeni X'in maksimum değerinin ele alınmasındandır.

Örnek 2.2 :Modeli uygulamak için maliyet kıyaslamaya dayanan örnek 1.1 deki veriler kullanılırsa; ABC şirketi teklif edilen % 2'lik indirimini kabul etmelidir. ABC şirketi teklif edilen % 2'lik indirimden yararlanarak en fazla satın alacağı mekanik dişlinin parasal değerini öğrenmek istemektedir.

Modelimizde yer alan terimlerin değerleri aşağıda verilmiştir.

d = Teklif edilen indirim (% 2)

y = Optimum sipariş miktarı (2000 TL)

D = Yıllık talep (20000 TL)

K = Sipariş başına maliyet (20 TL)

C = Yıllık elde bulundurma maliyeti (% 20)

X =Bir kerede % 2 indirimden satın alınacak, parasal değerdeki en fazla mekanik dişli miktarı olmak üzere formül üzerine değerler yerine konulduğunda $X=7480$ TL' dir.

2.1.3.1.3.3.3 Fiyat indirme durumundaki model

Bu model bir önceki modelin bir farkla aynıdır. Burada, sipariş miktarı y , q ile verilen sipariş limitini aşıyorsa stok kalemi indirimli olarak satın alınabilir. Birim satın alma maliyeti c aşağıda verildiği gibidir:

$c_1, y \leq q$ ise $c_2, y > q$ ise $\rightarrow c_1 > c_2$ dir. Dolayısıyla,

$$\text{Birim zaman başına satın alma maliyeti} = \frac{c_1 y}{t_0} = \frac{c_1 y}{\left(\frac{y}{D}\right)} = Dc_1, \quad y \leq q \quad (2.23)$$

$$\frac{c_2 y}{t_0} = \frac{c_2 y}{\left(\frac{y}{D}\right)} = Dc_2, \quad y > q \quad (2.24)$$

olur. Birim zaman başına toplam maliyet aşağıdaki gibi yazılır:

$$TMB_1(y) = Dc_1 + \frac{KD}{y} + \frac{h}{2}y, \quad y \leq q \quad (2.25)$$

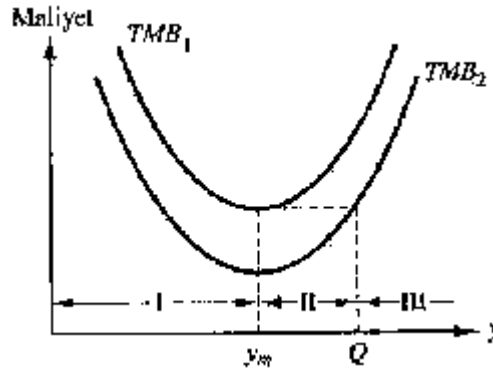
$$TMB_2(y) = Dc_2 + \frac{KD}{y} + \frac{h}{2}y, \quad y > q \quad (2.26)$$

TMB1 ve TMB2 fonksiyonları Şekil 2.5' te gösterilmiştir. İki fonksiyon satın alma maliyeti dışında aynı olduğundan minimum değerlerinin iz düşümü aynıdır:

$$y_m = \sqrt{\frac{2KD}{h}} \quad (2.27)$$

Maliyet fonksiyonu TBM(y), TMB1(y) ile soldan başlar ve fiyat kırılma noktası q' da TMB2(y)'ye kadar iner. Şekil 2.5'in açıkça gösterdiği gibi, optimum sipariş miktarı y*'ın belirlenmesi, fiyat kırılma noktası q'nun sırasıyla (0,y_m), (y_m,Q) ve (Q,∞) ile çizilen I, II ve III bölgelerinin içerisinde bulunmasına bağlıdır. Q'nun (>y_m) değeri aşağıdaki formülle belirlenir:

$$TMB_2(Q) = TMB_1(y_m) \quad (2.28)$$



Şekil 2.5 Toplam maliyetin miktarla değişimi [5]

Şekil 2.6, istenen optimum miktar olan y*'ın nasıl belirlendiğini gösterir:

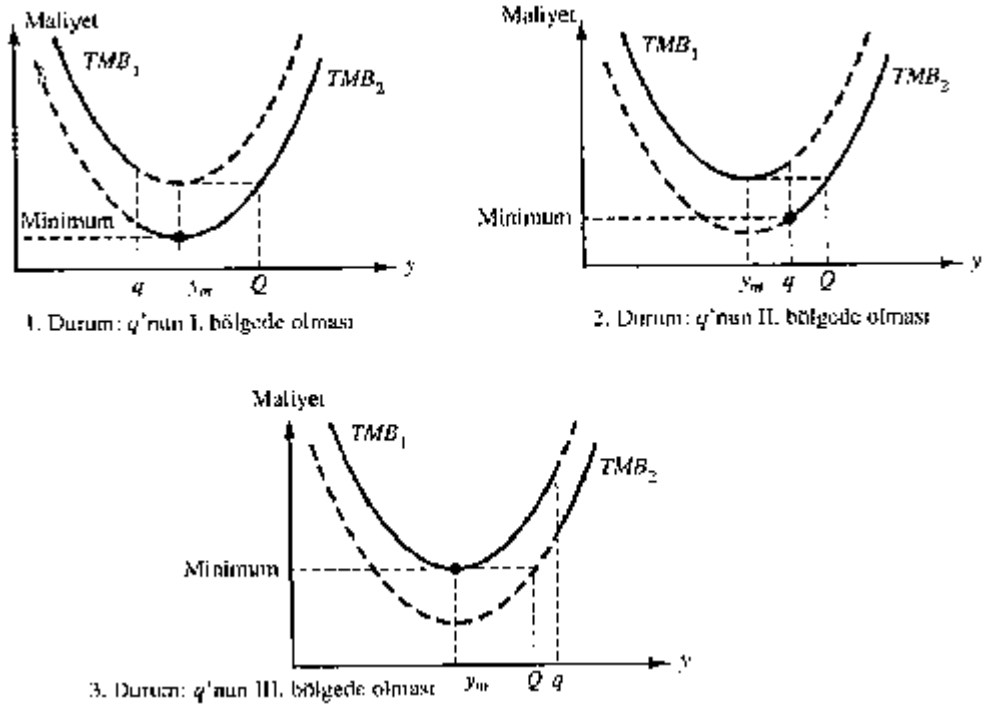
$y^* = y_m$, q , I. veya III. bölgede ise $y^* = q$, q , II. bölgede ise

y*'ın belirlenme aşamaları şöyledir:

1. Adım. $y_m = \sqrt{\frac{2KD}{h}}$ olarak belirle. Q, I. Bölgede ise $y^* = y_m$ 'dir. Aksi halde 2.

adıma git.

2. Adım. Q değerini $TMB_2(Q) = TMB_1(y_m)$ formülünden bulup II. ve III. bölgeleri tanımla. q, II. bölgede ise $y^* = q$ 'dur, aksi halde q, III. bölgededir ve $y^* = y_m$ olarak belirlenir.



Şekil 2.6 q 'nin bulunduğu bölgenin tespiti [5]

2.1.3.1.3.4 Depo kısıtlı çok kalemlî ESM modeli

Bu model, n (>1) sayıda stok kalemiyle ilgili olup elde bulundurmamaya izin yoktur. Farklılık, stok kalemlerinin sınırlı depolama alanı için birbiriyle rekabet halinde olmasıdır.

Stok kalemi i ($i = 1, 2, \dots, n$) için:

D_i = Talep hızı

K_i = Hazırlık maliyeti

h_i = Bir birimi birim zamanda 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 matematik model aşağıda verildiği gibidir:

Amaç:

$$\min TMB(y_1, y_2, \dots, y_n) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{K_i D_i}{y_i} + \frac{h_i y_i}{2} \right) \quad (2.29)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{i=1}^n a_i y_i \leq A \quad (2.30)$$

$$y_i > 0, i = 1, 2, \dots, n$$

Modelin çözüm adımları aşağıdaki gibidir:

1. Adım. Sipariş miktarının sınırlandırılmamış optimum değerlerini aşağıdaki gibi hesapla:

2.

$$y_i^* = \sqrt{\frac{2K_i D_i}{h_i}}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.31)$$

3. Adım. y_i^* sınırlandırılmamış optimum değerlerinin depolama kısıtlarını sağlayıp sağlamadığını kontrol et. Depolama kısıtlarını sağlıyorsa dur, y_i^* 'lar ($i = 1, 2, \dots, n$) optimumlardır. Sağlamıyorsa 3. adım'a git.

4. Adım. Depolama kısıtı denklemde karşılanmak zorundadır. Sipariş miktarlarının sınırlandırılmış optimum değerlerini belirlemek için Lagrange çarpanları yöntemini kullan. Bu adımdaki Lagrange fonksiyonu aşağıdaki gibi formüle edilir:

$$L(\lambda, y_1, y_2, \dots, y_n) = TMB(y_1, y_2, \dots, y_n) - \lambda \left(\sum_{i=1}^n a_i y_i - A \right) \quad (2.32)$$

$$L(\lambda, y_1, y_2, \dots, y_n) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{K_i D_i}{y_i} + \frac{h_i y_i}{2} \right) - \lambda \left(\sum_{i=1}^n a_i y_i - A \right) \quad (2.33)$$

Burada λ (< 0) Lagrange çarpanıdır.

Lagrange fonksiyonu konveks olduğundan, y_i 'nin optimum değerleri ve λ , aşağıda verilen gerekli koşullardan bulunabilir:

$$\frac{\partial L}{\partial y_i} = -\frac{K_i D_i}{y_i^2} + \frac{h_i}{2} - \lambda a_i = 0 \quad (2.34)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = -\sum_{i=1}^n a_i y_i + A = 0 \quad (2.35)$$

İkinci denklem, depolama kısıtının optimumdaki denklemde karşılanması gerektiğini göstermektedir. Birinci denklemden,

$$y_i^* = \sqrt{\frac{2K_i D_i}{h_i - 2\lambda^* a_i}} \quad (2.36)$$

elde ederiz. Formül, y_i^* ' in λ^* değerinden bağımsız olduğunu göstermektedir.

$\lambda^* = 0$ için, y_i^* sınırlanmamış çözümü verir.

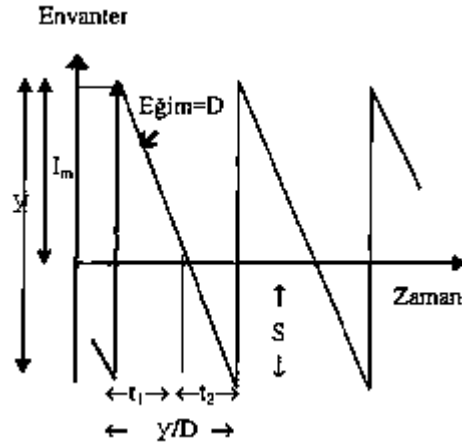
λ^* 'ın değeri şu şekilde de bulunabilir: Minimizasyon durumu için $\lambda < 0$ olarak tanımlandığından, λ 'ı makul küçük bir miktarda ardarda azaltırız ve bu λ değerlerini formülde yerine koyarak ilgili y_i^* değerlerini hesaplarız. İstenen λ^* , depolama kısıtını denklemde sağlayan y_i^* 'ı veren, λ değeridir.

2.1.3.1.3.4.5 Stok tükenmesi durumunda ESM modeli

Birçok durumda, ürünü isteyen kullanıcılar ellerinde hiç ürün kalmadığında, tedarik edilene kadar üretimlerini geciktirirler. Üretim gecikmesi veya stok dışı kalma istenen bir durum olmayıp işletmeye ek bir maliyette yükler. Bu maliyet gecikmeyi karşılama ve taşıma gibi ek maliyetleri ortaya çıkaracağı gibi işletmeyi iki yönden sıkıntıya sokabilir. Birincisi, stok dışı kalan malın birim sayısı arttıkça uğranılan zarar artar; ikincisi, stok dışı kalma süresi uzadıkça karşılaşılan zarar daha büyük olur. Stok dışı kalma, stok tükenmesi veya elde bulundurmama durumudur.

Örneğin, stok tükenme maliyeti (r) yıllık olarak birim başına $r = 2.25$ TL ise 4 yıl için 50 birimlik bir stok tükenme ile karşılaşırsa, stok tükenme maliyeti $r = 2.25 \times 50 \times 4$ (yıl) = 450 TL olur.

Elde bulundurmama veya stok tükenme durumunda siparişler, stok düzeyi sıfıra indikten sonra verilmektedir. Stoklar sıfır düzeyine indikten sonra verilen sipariş düzeyine (S) diyelim. Bu envanter modeli şeklinde negatif stoklar olarak gösterilir. Ortalama stoklar, tükenme olduğunda $(D-S)/2$ den daha küçük olmaktadır. Bu nedenle toplam elde bulundurmama maliyetleri azalır. Fakat söz konusu olan toplam maliyeti arttırıcı stok tükenme maliyeti, sipariş süresi ve sipariş miktarı arttıkça artacaktır. Amaç toplam maliyeti en düşük kılacak y ve S değerlerini bulmaktır. Stok tükenmesi durumunu gösteren durum Şekil 2.7' de görülmektedir.

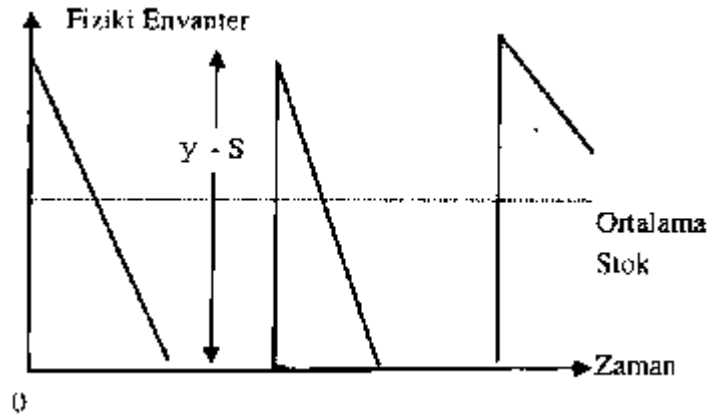


Şekil 2.7 Stok tükenmesi halinde zaman süresi [4]

t_1 = Stok tükenmesi olmadığında siparişler arası süreyi

t_2 = Stok tükenmesi olduğunda siparişler arası süreyi gösterir.

Elde bulundurma maliyetini bulmak için ortalama stokları belirlemek gerekir. Şekil 2.7'de gösterilen negatif stoklar (S) elde bulundurma maliyetini etkilemez ve bu durumda ortalama stok düzeyini gösteren aşağıdaki şekli çizebiliriz.



Şekil 2.8 Fiziki stokların zamana göre grafiği [4]

Şekil 2.8'den yararlanarak eğrinin zamana göre ortalaması $(y-S)^2/2y$ ' e eşit olduğu matematik olarak gösterilebilir. Ortalama stok miktarı $(y-S)^2/2y$ olduğuna göre bulundurma yıllık maliyeti = $h(y-S)^2/2y$ dur. Stok tükenme maliyetini hesaplamak için Şekil 2.7'deki grafikte negatif stok değerlerinin aslında geriye doğru pozitif sipariş düzeyi anlamına geldiğinin ve pozitif stokların sıfır geriye doğru sipariş olduğunun düşünülmesi gerekir. Buna göre ortalama stok tükenmesinin $S^2/2y$ olduğu bulunabilir. Yıllık veya dönem başına stok tükenme maliyeti = $rS^2/2y$ 'dur. Böylece dönem başına toplam maliyeti (TM) bulabiliriz.

$$TM = \frac{KD}{y} + \frac{h(y-S)^2}{2y} + \frac{rS^2}{2y} + CD \quad (2.37)$$

Toplam maliyet bir fonksiyon olduğundan bunun y ve S'ye göre kısmi türevi alınır ve sıfıra eşitlenirse iktisadi sipariş miktarı (y) ve elde bulunmayan malın verilecek sipariş miktarı (S) bulunabilir. Gerekli işlemler yapıldığında;

$$y = \sqrt{\frac{2KD(h+r)}{hr}} \quad (2.38)$$

$$S = \frac{hy}{h+r} = \sqrt{\frac{2KhD}{r(h+r)}} \text{ dir.} \quad (2.39)$$

2.1.3.1.3.4.6 Stok tükenmesi durumunda üretim modeli

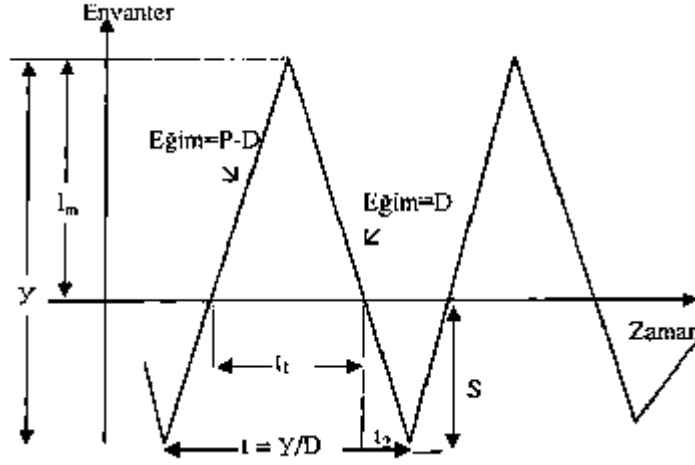
Bu modelin varsayımları, önceki kısımda ele alınan modellerin varsayımlarına ek olarak, sadece sipariş edilen malların dönem başına P gibi sabit bir oranda ulaşmasıdır. Yani, temel ekonomik sipariş miktarı modelinin varsayımlarına, stok tükenmesi durumu ile sipariş miktarlarının P oranı ile ulaşma varsayımı eklenmiştir. Stok tükenmesi halinde üretim modelini şematik olarak Şekil 2.9'da gösterebiliriz.

$$\text{En büyük envanter düzeyi } (I_m) = y(1-D/P) - S \quad (2.40)$$

Stok tükenme olmadığında dönem başına zamanın oranı

$$t_1 = \left(\frac{I_m}{P-D} + \frac{I_m}{D} \right) \frac{D}{y} \text{ ve} \quad (2.41)$$

$$t_1 = \frac{I_m P}{y(P-D)} \text{ bulunur.} \quad (2.42)$$



Şekil 2.9 Stok tükenmesi halinde üretim modeli [4]

Elde tutulan envanterler pozitif olduğunda ortalama envanter miktarı = $I_m/2$ dir. böylece dönem başına ortalama envanter miktarı = $t_1 I_m/2$ olur. Bu da

$$I_m^2 P / 2y(P-D) \text{ ye eşit olur.} \quad (2.43)$$

$$\text{Dönem başına elde bulundurma maliyeti, EBM} = h I_m^2 P / 2y(P-D) \quad (2.44)$$

$$\text{EBM} = h [y(P-D) - PS]^2 / 2Py(P-D) \text{ dir.} \quad (2.45)$$

Dönem başına stok tükenme olduğunda zaman oranı ise;

$$t_2 = \left(\frac{S}{P-D} + \frac{S}{D} \right) \frac{D}{y} \quad (2.46)$$

$$t_2 = PS / y(P-D) \text{ dir.} \quad (2.47)$$

Stok tükenme olduğunda ortalama stok miktarı ise $S/2$ dir. bu yüzden, dönem başına ortalama stok tükenme miktarı = $t_2 S/2$ yani $PS^2/2y(P-D)$ ye eşittir. Dönem başına stok tükenme maliyeti ise;

$$\text{stok tükenme maliyeti} = rPS^2 / 2y(P - D) \text{ dir.} \quad (2.48)$$

Bu model içinde siparişler arası süre (t) = y/D formülü ile, sipariş sayısı (n) de D/y formülü ile belirlenir.

Dönem başına maliyet, aşağıdaki formülle bulunur.

$$TM / \text{dönem} = \frac{KD}{y} + \left\{ h[y(P - D) - PS]^2 + rPS^2 \right\} / \{2Py(P - D)\} + CD \quad (2.49)$$

Toplam maliyetin y ve S 'ye göre kısmi türevi alınır ve sıfıra eşitlenirse optimal y ve S

değerleri elde edilir. $\frac{\partial TM}{\partial y} = \frac{\partial TM}{\partial S} = 0$

$$y = \sqrt{\frac{2KPD(h+r)}{hr(P-D)}} \quad (2.50)$$

$$S = h(P-D)y / P(r+h) \quad (2.51)$$

$$S = \sqrt{\frac{2KhD(P-D)}{Pr(h+r)}} \quad (2.52)$$

2.1.3.1.4 Dinamik ESM modelleri

Dinamik modeller statik modellerden iki açıdan farklıdır:

1. Stok düzeyi sonlu sayıda eşit periyotlar boyunca periyodik olarak gözden geçirilir,
2. Periyot başına talep deterministik olmasına rağmen dinamiktir, bu bakımdan bir periyottan diğerine değişebilir.

Bu altbölümde açıklanan modellerden birincisi hazırlık (sipariş) maliyetinin olmadığını, ikincisi ise olduğunu varsayar. Küçük gibi görünen bu ayrıntı modelin karmaşıklığında farklılık yaratır.

2.1.3.1.4.1 Hazırlık maliyetsiz model

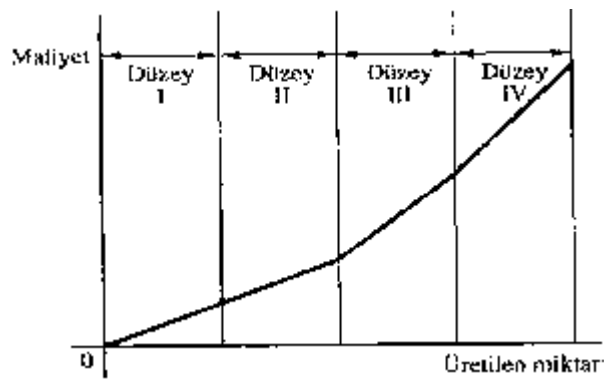
Hazırlıksız maliyet modeli, n eşit periyottan oluşan planlama uzunluğuyla ilgilidir. Her bir periyot çeşitli üretim düzeyleri (örneğin normal mesai ve fazla mesai iki üretim düzeyini gösterir) içerebilen sınırlı bir üretim kapasitesine sahiptir. İçerisinde bulunulan periyotta, elde bulundurma maliyetine katlanması koşuluyla sonraki periyotlar için de üretim yapılabilir.

Modelin genel varsayımları şöyledir:

1. Hiçbir periyotta hazırlık maliyetinin etkisinde kalınmaz.
2. Elde bulundurmamaya izin verilmez.
3. Herhangi bir periyotta birim üretim maliyeti fonksiyonu ya sabittir, ya da artan marjinal (başka bir deyişle konveks) maliyetlere sahiptir.
4. Herhangi bir periyotta elde bulundurma maliyeti sabittir.

Elde bulundurmamaya izin verilmemesi varsayımı, içerisinde bulunulan periyottaki talebin gelecek periyotların kümülatif üretimiyle karşılanamayacağına işaret eder. Bu varsayım, 1,2, ..., i periyotlarının kümülatif üretim kapasitesinin en azından aynı periyotların kümülatif talebine eşitlenmesini gerektirir.

Şekil 2.10 artan miktarlar için birim üretim maliyet fonksiyonunu göstermektedir. Örneğin normal mesai ve fazla mesai üretimi iki düzeyin karşılığı olup, fazla mesaideki birim üretim maliyeti normal mesaidekinden daha yüksektir.



Şekil 2.10 Üretim maliyet fonksiyonu [5]

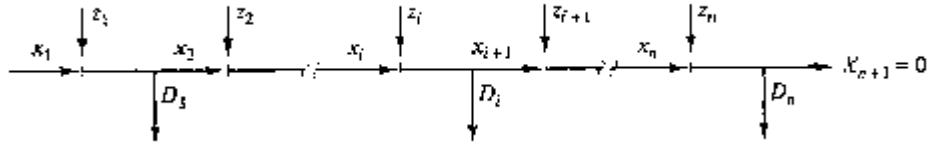
n periyot problemi, kn kaynaklı ve n pazarlı ulaştırma problemi olarak formüle edilebilir. Burada k , periyot başına üretim düzeylerinin sayısıdır. (örneğin, her periyotta normal ve fazla mesai kullanılmış ise $k = 2$ 'dir). $k*n$ üretim düzeyi kaynaklarının her birinin üretim kapasitesi arz miktarlarını oluşturur. Talep miktarları

her bir periyodun talebiyle belirlenir. Kaynaktan pazara birim ulaştırma maliyeti, birim başına uygulanabilir üretim ve elde bulundurma maliyetlerinin toplamından oluşur. ulaştırma modeli olarak problemin çözümü, her bir üretim düzeyinde minimum maliyetli üretim miktarlarını belirler.

Ulaştırma modeli, bilinen ulaştırma tekniklerini kullanmaksızın çözülebilir. Yeni çözüm algoritmasının geçerli olması, elde bulundurmamaya izin verilmemesi ve dışbükey üretim-maliyet fonksiyonu gibi özel varsayımların sonucudur.

2.1.3.1.4.2 Hazırlık maliyetli model

Bu durumda, elde bulundurmamaya izin verilmediği ve üretime her başladığında hazırlık maliyetinin ortaya çıktığı varsayılır. Burada iki çözüm yöntemi açıklanacaktır: Tam dinamik programlama algoritması ve sezgisel bir algoritma.



Şekil 2.11 Stok durumu [5]

Şekil 2.11, stok durumunu şematik olarak özetlemektedir. Şekilde görülen semboller, $i = 1, 2, \dots, n$ olmak üzere i . Periyot için aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

z_i = Sipariş edilen miktar

D_i = i . periyot için talep

x_i = i . periyodun başlangıcındaki stok

Bu durumda maliyet bileşenleri,

K_i = i . periyottaki hazırlık maliyeti

h_i = i . periyottan $(i + 1)$. periyoda birim elde bulundurma maliyeti şeklinde tanımlanır.

i . Periyoda ait üretim-maliyet fonksiyonu şöyle olur:

$$C_i(z_i) = 0, \quad z_i = 0$$

$$C_i(z_i) = K_i + c_i(z_i), \quad z_i \neq 0$$

Burada $c_i(z_i)$, verilen z_i değeri için marjinal üretim maliyet fonksiyonudur.

2.1.3.1.5 Genel maliyet fonksiyonlu dinamik programlama algoritması

Elde bulundurmamaya izin verilmemesi yüzünden, stok modeli tüm n periyotları için üretim ve elde bulundurma maliyetlerini minimum kılmanın yollarını arar. i. Periyot için elde bulundurma maliyeti, periyot sonu stoğunu esas alacak şekilde aşağıdaki gibi basitleştirilir:

$$x_{i+1} = x_i + z_i - D_i \quad (2.53)$$

Dinamik programlama modelini oluşturmak için ileriye ve geriye doğru yineleme denklemlerinin her ikisini de kullanılabilir. Burada, marjinal maliyetlerin artmadığı özel bir durumu çözmeye faydalı olduğu için ileriye doğru yineleme formülasyonu kullanılacaktır.

İleriye doğru yineleme denklemi için, i. durumdaki (periyottaki) durum, periyot sonu stok düzeyi olan x_{i+1} ile tanımlanır ve burada, Şekil 2.11'de gösterildiği gibi

$$0 \leq x_{i+1} \leq D_{i+1} + \dots + D_n$$

eşitsizliği söz konusudur. Bu eşitsizliğin kabul ettiği gibi, kalan stok x_{i+1} , uç durumlarda, geri kalan tüm periyotların talebini karşılayabilecektir.

$f_i(x_{i+1})$, periyot sonu stok x_{i+1} ile verildiğinde $i = 1, 2, \dots, n$ periyotları için minimum stok maliyeti olsun. böylece ileriye doğru yineleme denklemi aşağıda verildiği gibi bulunur:

$$f_1(x_2) = \min_{0 \leq z_1 \leq D_1 + x_2} \{C_1(z_1) + h_1 x_2\} \quad (2.54)$$

$$f_i(x_{i+1}) = \min_{0 \leq z_i \leq D_i + x_{i+1}} \{C_i(z_i) + h_i x_{i+1} + f_{i-1}(x_{i+1} + D_i - z_i)\}, \quad i = 2, 3, \dots, n \quad (2.55)$$

2.1.3.1.6 Sabit veya azalan maliyetli dinamik programlama algoritması

Daha önce verilen dinamik programlama herhangi bir maliyet fonksiyonuyla bulunabilmektedir. Birim üretim ve elde bulundurma maliyetlerinin ikisi sırasıyla üretim miktarı ve stok düzeyinin artış göstermeyen (konkav) fonksiyonları olduğu

zaman özel bir durum oluşur. Bu durum birim maliyet fonksiyonunun sabit olduğu veya miktar iskontosuna izin verildiği durumlarda belirgin biçimde ortaya çıkar.

Verilen bu koşullar altında;

1. Sıfır başlangıç stoğu verildiğinde ($x_i = 0$), herhangi bir i periyodunda talebi ya yeni üretimle ya da stok girişi yaparak karşılamak optimumdur; ama asla ikisi birlikte kullanılamaz ki bu durumda $z_i x_i = 0$ 'dır (pozitif başlangıç stoğu ($x_1 > 0$) olan durumlarda, miktar tüketilinceye kadar izleyen periyotların taleplerinden düşülebilir).
2. i . periyot için optimum üretim miktarı z_i , ya sıfır olmalı, ya da birbirini izleyen bir veya birden fazla periyodun talebini tamamen karşılamalıdır.

İleriye doğru dinamik programlama algoritmasıyla kullanıldığında, bu iki özellik basitleştirilmiş hesaplamalarla sonuçlanır.

2.1.3.1.7 Plan erimi teoremi

Eğer i^* periyodu için minimum maliyet i^* daki talebin bir önceki $i^* < i^*$ periyodunda sipariş verilerek karşılanması şeklinde ortaya çıkıyorsa, bu durumda, gelecekteki tüm $i > i^*$ periyotlar için optimum stok politikasını i^* , $i^* + 1, \dots$ ve sadece i periyotlarında sipariş vermeye göre hesaplanmak yeterlidir. Özelde, optimum politika i^* periyodu için yine aynı i^* periyodunda sipariş vermeyi gerektiriyorsa (yani $i^* = i^*$ ise), bu durumda gelecekteki bir $i > i^*$ periyodu için, gelecekteki taleplere bakılmaksızın i^* da sipariş vermek her zaman optimum olacaktır.

2.1.3.1.8 Silver-Meal sezgisel modeli

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

Sezgisel model, talepleri içinde bulunulan periyodun üretimiyle karşılanan, gelecekte 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 yaptığımızı varsayalım; $TM(i,t)$ 'yi de aynı periyotların hazırlık ve elde bulundurma maliyetleri olarak tanımlayalım. Matematik olarak, dinamik programlama modelleriyle aynı rotasyonu kullanarak

$$TM(i,t) = K_i, \quad t = i$$

$$TM(i,t) = K_i + h_i D_{i+1} + (h_i + h_{i+1}) D_{i+2} + \dots + (h_i + h_{i+1} + \dots + h_{t-1}) D_t, \quad t > i$$

diye yazıldıktan sonra, periyot başına maliyet olan TBM(i,t)'yi tanımlarız:

$$TMB(i,t) = \frac{TM(i,t)}{t-i+1} \quad (2.56)$$

Böylece, verilen i. periyot için sezgisel model, TBM(i,t)'yi minimum kılan t^* değerini belirler.

TM(i,t) fonksiyonu aşağıdaki gibi yinelenerek hesaplanır:

$$TM(i,t) = K_i$$

$$TM(i,t) = TM(i, t-1) + (h_i + h_{i+1} + \dots + h_{t-1}) D_t, \quad t = i+1, i+2, \dots, n$$

Sezgisel modelin adımları:

0. Adım. $i = 1$ olarak belirle.

1. Adım.

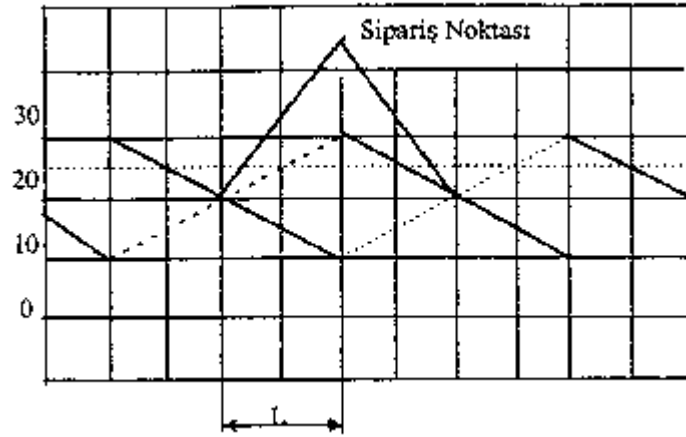
$$TBM(i, t^*-1) \geq TBM(i, t^*) \text{ ve } TBM(i, t^*+1) \geq TBM(i, t^*)$$

formüllerini gerçekleyen lokal minimum t^* i belirle. Sonra sezgisel model, i. periyotta $i, i+1, \dots$ ve t^* periyotları için $D_i + D_{i+1} + \dots + D_{t^*}$ miktarlarının siparişini ister.

2. Adım. $i = t^* + 1$ olarak belirle. Eğer $i > 1$ ise dur, tüm planlama düzeyi karşılanmıştır. Aksi halde 1. adıma git.

2.1.3.2 Basit stok kontrol sistemi

Bu modelde envanterde yer alan her stok kaleminin durumu devamlı olarak izlenir. Stoka giriş ve çıkışlar kaydedilir, her giriş ve çıkışın stok seviyesine olan etkisi anlık olarak hesaplanır. Tedarik kararının verilebilmesi için, sistemin çalışma planını oluşturan parametrelerin karar vericiler tarafından önceden belirlenmesi gerekir. Bu parametreler; sipariş miktarı (y) ile sipariş verme seviyesi (r) dir. Stoktan yapılan her sarf sonrasında her bir kalem için kalan stok miktarı stok seviyesine göre kontrol edilir. Eğer stok miktarı, sipariş verme seviyesine eşit ya da düşük ise, o kalem için yeni bir sipariş verilir. [7]



Şekil 2.12 Basit stok kontrol sisteminde sipariş noktası [8]

Stok seviyesi (r) düzeyine indiği zaman verilen sipariş L süresi sonunda gelmektedir. Şekil 2.12' de kesikli çizgilerle gösterilen gelişme, üretim yoluyla stokların doldurulmasını temsil etmektedir. İster üretim yoluyla, ister satın alma yoluyla olsun stoklanan y elemanının tüketilmesi aynı şekilde izlenir.

Bu sistemin çalıştırılabilmesi için

- y sipariş miktarının seçimi
- L tedarik süresinin tahmini
- r sipariş verme noktasının hesabı
- ve her stok kalemi için stok kayıtlarının tutulması gerekir.

y sipariş miktarı ESM modeli yardımıyla hesaplanabilir veya karar vericilerin tecrübeleri ışığında belirlenen pratik değerler de kullanılabilir. Bu yöntemlerin haricinde, sipariş miktarını belirlemenin üç yolu daha vardır: [7]

1. Sabit sipariş miktarı: Miktar, uygun karar verme kuralı ile belirli periyotlarda hesaplanır ve malzeme kalemi ana dosyasında tutulur. Tedarik amacıyla sipariş açılacağı zaman bu miktar kullanılır.
2. Maksimum operasyon seviyesi: Sipariş miktarında herhangi bir kısıt olmaması durumunda, genellikle belirlenmiş bir maksimum seviyeden, o andaki sipariş miktarının farkı kadar bir sipariş tercih edilir.
3. Dağıtım: Belirli bir taşıma kapasitesi ya da toplam sipariş üzerine bir iskonto söz konusu ise, aynı tedarikçiden temin edilen birbiriyle ilgili farklı kalemler için toplam

sipariş miktarının adil paylaşımı istenebilir. Çoğu kez sipariş miktarı uygun artışlarla yuvarlanabilir. Yuvarlama işlemi, sipariş açılmadan önceki son aşamada olmalıdır.

L, tedarik süresi satın alma yoluyla stoklanan malzemeler için, tecrübelerle göre tahmin edilebilir. İmalat durumunda ise, y kadar mamulün yapımı için gereken imalat zamanı olarak hesaplanır. [4]

Sipariş verme seviyesi (r) ise, tedarik süresi (L) içindeki ortalama talebi belirli bir emniyetle karşılayacak miktarda olmalıdır. Fakat bazen bu sipariş noktası değişebilir. Eğer gerekli olan malzemeleri, sadece belirli dönemlerde tedarikçilerden temin etmek mümkünse, bu zaman periyodundaki ihtiyaçlar toplu bir şekilde verilebilir. Tedarikçiden birden fazla kalem tedarik ediliyorsa herhangi bir kalem için sipariş verildiğinde, sipariş ve taşıma maliyetlerinde bir tasarruf sağlamak amacıyla, diğer kalemler için de sipariş verilebilir. Bu durumda bazı stok kalemleri için sipariş noktasına gelmeden sipariş verilmiş olunacak ve dolayısıyla ortalama stok miktarı yükselecektir. [7]

Basit bir stok kontrolünün başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için r ve y'den başka iki kontrol parametresinin daha tanımlanması yararlıdır. Bunlar:

- a) Minimum stok düzeyi
- b) Maksimum stok düzeyidir.

Minimum stok düzeyi; stokların negatife düşme riskini önlemek amacıyla, tanımlanan bir alt limit olup her bir kalem için stokların altına düşmemesine izin verilmeyen bir miktar olarak ifade edilir. Stok seviyesi bu seviyeye ulaştığında yeni bir sipariş için önlem almayı kaçınılmaz yapar ve bazen de bu seviye tehlikeli seviye olarak bilinir. [9] Minimum stok düzeyi, emniyet stoku kadar alınabilir, fakat şart değildir. Emniyet stoku temin süresindeki tüketimden fazla olması durumunda riski önlemek amacıyla bir pay olarak bulundurulur ve kabul edilen risk düzeyine göre istatistik olarak hesaplanabilir. Başka bir deyişle emniyet stoğu, riski önlemek için bir paydır. Minimum stok ise, dikkati çekmek için kullanılan bir işarettir.

Maksimum stok düzeyi de minimum stok düzeyi gibi ikaz işareti olarak kullanılır. Stokların kabarmakta olduğunu, gerekli tedbirlerin alınmasını gerektiğini haber verir ve yaklaşık olarak $(r + y)$ olarak tanımlanabilir.

Basit stok kontrolünün düzgün çalışması için gerekli olan şartlar: [4]

Basit stok kontrolü belirli bazı değişim özelliklerine sahip stok elemanları için başarı ile uygulanabilir.

- a) Ortalama talebin belirli ve düzgün olması,
- b) Stok çıkışlarının küçük partiler halinde olması,
- c) Stok girişlerinin tam partiler halinde olması,
- d) Temin süresinin fazla uzun olmaması, durumlarında ideal bir sistemdir. Bu şartların sağlanmaması halinde ise, ya sistemin çalışmasında aksaklıklar ortaya çıkar ya da ekonomik olmayan bazı sonuçlara katlanmak gerekir.

2.1.3.3 Periyodik kontrol sistemi

Sürekli stok kontrolünün masraflı ve zahmetli olması, malzeme yöneticilerini şartlar uygun olduğu takdirde, periyodik kontroller ile sipariş planlaması yapma yoluna yöneltebilir. Bu sistemde stoklar belirli zaman aralıkları ile kontrol edilir, kontrol anındaki stok seviyesine ve seçilen stok politikasına göre sipariş verilir veya verilmeyebilir.

Periyodik stok kontrolü, sürekli stok kontrole göre daha az hassas bir kontrol ortamı sağlar. Talep değişkenliklerine uyum, sürekli gözden geçirmeye nazaran daha yavaştır. Dolayısıyla belirli bir güvenilirliği sağlayan sürekli kontrol sisteminden daha yüksek emniyet stokları ile çalışması gerekir. [4] Ancak bazen stok yönetimin eleman kapasitesi gibi zorunlu sebeplerle veya yönetim politikaları gereği periyodik stok kontrol sistemleri kullanılabilir.

2.1.3.4 Malzeme ihtiyaç planlaması sistemi

Malzeme ihtiyaç planlaması (MİP), nihai mamul için hazırlanan ana üretim programını gerekli parça ve malzeme programına çevirerek satın alma ve üretim işlemlerini otomatik olarak hazırlayan bir envanter yönetimi biçimidir. [4]

MİP, bağımlı stok kalemleri için “Ne Zaman” ve “Ne Kadar” sipariş edilmeli? sorularına en ekonomik cevabı bulmaya çalışan bir yöntemdir. MİP yönteminin dayandığı prensip, bağımsız talebi olan bitmiş mamulden geriye doğru giderek gerekli parça ve malzemelerin tam ihtiyaç duyulduğu anda hazır bulundurmaktır. Bu

yaklaşım stok kalemlerinin ambarda bekleme süresini ve dolayısıyla elde bulundurma maliyetlerini önemli ölçüde düşürür. [10]

MİP yönteminin başarı ile uygulanmasında iki faktör önem taşır. Birincisi, tedarik kaynaklarının güvenilir ve dakik çalışmasıdır. Gecikme payları çok küçük olduğundan tedarikte en küçük aksaklık tüm üretimin durmasına sebep olabilir. İkinci faktör, MİP için gerekli olan büyük bilgi işlem kapasitesidir. Bu nedenle bilgisayarsız MİP uygulaması düşünülemez.

2.1.3.5 Tam zamanında tedarik sistemi

Tam Zamanında Tedarik (Just-in-time = JIT) sistemi; üretim için gerekli olan malzemenin gerektiği anda ihtiyaç noktasında bulunmasını temin eden ve sıfır envanteri hedef alan bir malzeme yönetim sistemidir. [4]

Japonların yönetim felsefesinde, stoklar kaçınılması gereken zararlı ve hatta tehlikeli bir unsur olarak kabul edilirler. Yüksek stok düzeyi, dizayn hataları, kötü işçilik, yüksek ıskarta oranı vb. problemleri adeta örtbas eder. Stok düzeyi düşürüldüğü taktirde problemler açıkça görülür ve çözümlenmesi için harekete geçilir. Problemlerin etkisi azaltıldığı taktirde stok düzeyi daha da düşer ve işletme daha güvenle yoluna devam etme imkanı bulur.

JIT prensibi 1970'lerde Toyota firması tarafından geliştirilip uygulanmaya başlanmıştır. [10] JIT prensibinin dayandığı görüşler:

- a) Müşterinin istediği kadar üretilmelidir.
- b) Üretim hızı talep değişimlerine tam uymalıdır.
- c) ıskarta oranı hemen hemen sıfır olmalıdır.
- d) Hazırlık süreleri çok kısa olmalıdır.
- e) İşçilik, malzeme ve kapasite kaybı sıfır olmalıdır.
- f) İnsan gücünün eğitime, gelişmesine önem verilmelidir.[11]

Bu kuralların herkes tarafından kolayca anlaşılabilir nitelikte olduğu açıkça görülmektedir. Ancak, bu kuralları uygulayabilecek çevre şartlarının sağlanmasında güçlüklerle karşılaşmaktadır. JIT prensibini uygulamak isteyen bir yönetici konuyu daha derinden incelediği taktirde, geleneksel stok kontrolü ile arada önemli farklar

bulduğunu görür. JIT prensibinin uygulandığı bir üretim sisteminin özellikleri şöyle sıralanabilir:

Mamul politikası: Pazar sınırlıdır. Az çeşit, çok miktar, düşük maliyet ve yüksek kalite öncelik taşır.

Kapasite kullanımı: Son derece esnek, verim nispeten az.

Fabrika düzeni: Sürekli akış, küçük alanlar, taşıma uzaklıkları az.

İşgücü: Değişik yeteneklere sahip esnek işgücü, ekip çalışması, işçiler arasında sıkı işbirliği, etkin bir öneri sistemi, fertlerin sorumluluk taşıması, ödül sistemi.

Üretim programları: Küçük parti hacimleri, bir modelden diğerine geçiş süresi çok kısa.

1) Stoklar: İş istasyonları arasında minimum stok, malzeme ve parça buldurulmalı, sipariş hacimleri büyük tutulmalıdır.

2) Tedarik kaynakları: Az sayıda tedarik kaynağı arasında etkin haberleşme sağlanmalı, zamanında teslim konusuna önem verilmeli ve mümkün olduğunca tedarik kaynakları firmaya yakın mesafelerden seçilmelidir.

3) Kalite: Çok düşük ıskarta oranı hedef belirlenmeli, muayene istasyonları seyrekleştirilmeye çalışılmalı, sürekli proses kontrolü sağlanmalıdır.

4) Tamir-bakım: Basit tamir-bakım, işçinin sorumluluğuna verilir, koruyucu bakım ağırlık taşır.

5) Üretim kontrolü: İşçiye sorumluluk verilir, kontrol işlemleri basit tutulur, fazla kayıta gerek duyulmaz.

Görünüşte çok basit olan JIT kurallarının uygulanabilmesi aslında, ileri teknoloji, üstün mamul dizaynı, iyi eğitilmiş sorumlu işgücü, karşılıklı güvene dayanan işçi-işveren ilişkileri ve yüksek çalışma disiplini gibi çevre şartlarının gerçekleştirilmesine bağlıdır.

2.1.3.6 Kanban yöntemi

Kanban, stok kontrolünde JIT prensibinin, iş istasyonları arasındaki akışta uygulanmasından ibarettir. Kanban, Japon dilinde kart anlamına gelir. [10] İki iş istasyonu arasındaki akışın kontrolünde iki kart ve küçük arabalar kullanılır. Sonraki işlemin yapıldığı istasyonda araba boşaldığı zaman işçi, ihtiyaç kartı ve boş araba ile

beraber dolu arabanın bulunduğu yere gider. Dolu arabaya iliştilmiş bulunan üretim kartını ayırarak boş arabaya takar ve ihtiyaç kartını iliştilirdiği dolu araba ile bir sonraki iş istasyonuna dönerek üretime devam eder. Önceki işlemleri yapan istasyon, “üretici”; sonraki işlemleri yapan istasyon, “kullanıcı” olarak tanımlanır. Çok istasyonlu bir imalat prosesinde bir iş istasyonu hem üretici (sonraki istasyona göre) hem de kullanıcı (önceki istasyona göre) durumundadır. İhtiyaç ve üretim kartlarının dizaynı çok basittir. Her kart üzerinde şu bilgiler bulunur; [12]

- Kanban numarası
- Parça numarası
- Parça adı ve tanımı
- Kartın nerede kullanılacağı
- Araba hacmi

Görüleceği üzere, kanban yönteminin özelliği son derece basit olmasıdır. Araba hacimleri günlük ihtiyacın % 10-15’i arasında değişir. dolayısıyla yukarıda açıklanan işlemler iki istasyon arasında her gün 6-10 kere tekrarlanır. Ancak kanban yönteminin çok istasyonlu bir imalat prosesinde uygulanması göz önüne alındığında, ortaya çıkacak problemleri açıkça görmek mümkün olur. Her şeyden önce çeşitli parçaları işleyen iş istasyonları arasında çok hassas bir kapasite dengesinin bulunması gerekir. Bazen bir istasyonun, yüksek kapasitesi nedeniyle birden fazla istasyon için değişik parçalar üretmesi söz konusudur. Kanban yönteminde gecikmeye, ıskartaya, arızaya, uzun hazırlık sürelerine asla yer yoktur. Son derece disiplinli ve sorumlu iş gücüne ihtiyaç vardır.

3. TALEP TAHMİN YÖNTEMLERİ

Malzeme İhtiyaç Planlama sisteminin uygulama çalışmalarında ilk adım işletmenin ürettiği/dağıtımını yaptığı malzemelere olan müşteri taleplerinin gelecek dönemler bazında belirlenmesidir. Üretim satış ve satın alma çalışmalarından yararlanılarak bu tahmini talep sayesinde işletme stratejileri belirlenmekte ve olası dalgalanmalara karşı işletmenin uyanık ve hazırlıklı olması sağlanmaktadır. Belirlenen bu tahmini talep değerleri, dolaylı olarak son üründe bulunan bağımlı talep yapısındaki envanter kalemlerine ait ihtiyaç değerlerinin de belirlenmesine yardımcı olmaktadır.

3.1 Talebe Etki Eden Faktörler

Genel olarak bir işletmenin sunduğu ürünlere yönelik talepler aşağıdaki faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

1. Tüketici gelirleri (bütçesi)
2. Reklam harcamalarındaki değişmeler.
3. Rakip firmaların reklam yaklaşımları
4. Tüketicilerin tat, koku, zevk vb. gibi eğilimlerindeki değişmeler,
5. Fiyat ve kalite imajının birlikte yaratılması,
6. Taksitli satışlar,
7. Tüketicilerin beklentileri,
8. Dış ekonomik etkenler,
9. Politik ve askeri etkenler,
10. Servis kolaylığı,
11. Tüketicilerin değerleri,
12. İkame olanakları.

Talebe etki eden etmenlerin incelenmesi, neticede firmanın pazar payının saptanmasına götürmektedir. Bütün bu etmenlerin oluşumu içinde firmanın payının ne olacağıının bunun zaman için ne şekilde korunabileceğinin araştırılması pazarlama yöneticisinin temel işlevlerinden birisidir. [13]

3.2 Talep Tahmin Yöntemleri

Talep tahmin yöntemleri asıl olarak; Bugünkü talebi tahmin yöntemleri ve gelecekteki talebi tahmin yöntemleri olmak üzere ikiye ayrılır.

3.2.1 Bugünkü talebi tahmin yöntemleri

Talep tahmininde kullanılan pratik yöntemler temel olarak iki türdür: Toplam Pazar potansiyeli ve Alan (saha) potansiyeli.

3.2.1.1 Toplam pazar potansiyeli

Satıcı toplam Pazar potansiyelinin tahminine ya yeni bir ürün süreceği ya da ürünü, satıştan çekeceği zaman gereksinme duyar. Her iki durum da da pazarın toplam büyüklüğünün, sunacağı ürünlerin satışına yeterli olup olmadığını bilmek ister. Toplam Pazar talebini belirlemede kullanılan yöntemlerden biri şöyledir: Örneğin, bir kaset firması, X kasetlerin yıllık satışlarını tahmin etmek istemektedir. Bu konuda şöyle bir formülden yararlanabilir:

$$Q = n * q * p \quad (3.1)$$

Q = Toplam Pazar talebi.

n = Belirli ürün / pazarındaki alıcı

q = Ortalama bir alıcı tarafından yılda satın alınan miktar (adet)

p = Ortalama bir ünitenin fiyatı

3.2.1.2 Alan potansiyeli

Bütün firmalar en iyi satış yapacakları pazarları seçme, pazarlama bütçelerini bu pazarlara en iyi şekilde bölüştürme ve değişik pazarlarda alınan sonuçları değerlendirme gibi konularla ilgilendirir. Bu kararlara dayanak olarak çeşitli alanların Pazar potansiyelinin sağlıklı olarak tahminlenmesi gerekir. Bu konudaki yöntemler: Pazar geliştirme yöntemi ve Satın alma gücü indeksi (Pazar faktörü) yöntemidir.

3.2.1.2.1 Pazar geliştirme yöntemi:

Pazar potansiyeli yöntemi olası alıcıların tam bir listesinin sağlanması ve bunların alacakları miktarların tahminlenmesi mümkün olursa sağlıklı bir yöntemdir.

Q_j = j pazarındaki Pazar potansiyeli

Q_{ij} = j pazarındaki (i) alıcısının potansiyel satın alma miktarı

Q_{nj} = j pazarındaki (n) alıcısının potansiyel satın alma miktarı

$$Q_j = Q_{1j} + Q_{2j} + \dots + Q_{ij} + \dots + Q_{nj} \quad (3.2)$$

Eğer pazarda (j) iki alıcısı varsa ve birinci alıcının 20 ikincisinin ise 10 ünite mal alacağı tahmin ediliyorsa Pazar potansiyeli
(Q_j) = 20 + 10 = 30 ünite olur.

3.2.1.2.2 Satın alma gücü indeksi yöntemi:

Tüketim malları üretici firmaları da alansal pazar potansiyelinin tahmin edilmesi sorunuyla karşı karşıyadırlar. Tüketim mallarının son alıcılarının miktarı çok fazla olduğundan her olası müşterinin saptanması ve satın alacakları ürün miktarlarının tahmin edilmesi olanaksızdır. Bu yüzden firmalar başka çözüm yollarına başvururlar. Bunun için en çok kullanılan "indeks yöntemi"dir.

Örnek olarak, ilaç üreten bir firma ele alınsın. Üretici, belki yalnızca ilaç için potansiyel pazarın saptanmasında "nüfus" faktörünü düşünecektir. Örneğin, İstanbul'un nüfusu 7 milyon kabul edilirse toplam nüfus yaklaşık 50 milyon olduğuna göre İstanbul'da toplam ilacın 1/7'si yani %15'ünün satılacağı varsayılır. Ancak yalnız nüfus faktörü satış tutarının tek göstergesi olamaz. Kişi başına gelir ve belli miktarda nüfusa düşen doktor sayısı da ilaç satışlarını etkileyebilir. Bu bakımdan araştırmacı çok faktörlü bir indeks hazırlama yoluna gidebilir. Bu indekste her faktörün belirli bir sübjektif ağırlığı olabilir.

Aslında alan potansiyel pazarının tahmini, bir endüstri pazarı tahminidir. Firma bunu kullanacağı zaman rekabeti ve pazar üzerindeki kendi avantajlarını hesaba katmalıdır. Ayrıca indeks yerel tutundurma harcamaları, mevsimlik, özellikle, yerel Pazar farklılıkları vb. göre de düzeltilmelidir. [14]

3.2.1.3 Fiili satışların ve pazar paylarının tahmini

İşletme toplam ve alan talebini tahmin etme yanında, piyasasında fiilen meydana gelmekte olan endüstri satışlarını da bilmek isteyecektir. Bunun için de rakiplerini belirleyerek, onların satışlarını tahmin etmesi gerekecektir. Batı ülkelerinde genellikle ticaret ve sanayi odaları, dernekler vs. çeşitli endüstrilerin satışlarını

yayınlarlar. Türkiye’de daha çok ekonomi gazete ve dergilerinde veya gazetelerin ekonomi sayfalarında Pazar payı rakamları yayınlanmaktadır.

Satışları tahmin etmenin başka bir yolu da pazarlama araştırma ve danışmanlık firmalarından bilgi satın almaktır. Örneğin, ABD’de A.C. Nielsen gibi pazarlama denetimi yapan, toplam satışları ve marka satışlarını izleyen, perakendecilerle sıkı işbirliğinde olan araştırma kuruluşları vardır. Bu tür çalışmalar Türkiye’de de 1980 sonrasında başlamıştır. Ayrıca şirketlerin yıl sonlarında yayınlanan bilançolarından da bazı ipuçları elde edilebilir.

3.2.2 Gelecekteki talep tahmin yöntemleri

Gelecekteki isteğin tahmini çok az ürün için kolaydır. Bir çok durumlarda Pazar istemi, özellikle firma istemi, yıldan yıla büyük değişiklikler gösterir. Bu yüzden iyi bir tahmin işletmenin başarısında büyük etken olur. Sabit olmayan istem için tahminin doğru yapılmasının hayati önemi vardır. Bu tahmini yapabilmek için daha karmaşık yöntemler kullanılır. Tahmini yöntemler basitten başlayıp karmaşığa doğru gider. Yöntemlerin çok fazla olması, ürünlerin çeşidinin çokluğu, bilgilerin güvenilirliği elde edilebilirliklerinin değişiklik göstermesi ve tahmin hedeflerinin değişikliği gibi nedenlere dayanmaktadır. Bir tahminin ortaya çıkarılması için gerçekte üç bilgi türüne gereksinme vardır:

1. İnsanlar ne söylüyor.
2. İnsanlar ne yapıyor ve
3. İnsanlar ne yapmıştır.

Aşağıdaki yedi yöntem bu soruların cevaplarını oluşturur:

- İnsanlar ne söylüyor sorusuna:

- (1) Satın alıcının niyetinin incelenmesi.
- (2) Satış personelinin fikirlerinin birleştirilmesi.
- (3) Uzmanların fikirleri (distribütörler ve özel uzmanlık sahibi kişiler)

- İnsanlar ne yapıyor sorusuna:

- (4) Bir ürünün deneme (test) için pazara sürülmesiyle gelecekteki müşterilerin davranışlarının (tepkilerinin) ölçülmesi.

- İnsanlar ne yapmıştı sorusuna da:

- (5) Zaman serisi analizi.
- (6) İstatistiksel istem analizi ve

(7) Başlıca göstergeler
ile cevap verilebilir.

Bu yöntemlerin her birinin kendisine göre avantajlı ve dezavantajlı yönleri vardır. Dikkatli kullanılırsa işe yarar. [15]

Talep tahmini için tek bir yöntem yoktur. Tek bir yöntem olmaması da doğaldır. Bir ekonomide üretilen mal ve hizmetlerin çok çeşitli oluşu; tüketim malları, ara mallar, sermaye malları taleplerinin birbirinden farklı şekilde meydana gelişi; elde edilebilen istatistiklerin çoğu zaman sınırlı ve güvenilirlik derecelerinin çok değişik bulunuşu, tek bir talep tahmin yönteminin kullanılmasını imkansız kılmaktadır.

Aşağıda talep tahmininde kullanılan bütün yöntemler açıklanmamıştır. Sadece uygulamada en çok kullanılan bazı yöntemlere değinilmiştir.

3.2.2.1 Nicel talep tahmin yöntemleri

3.2.2.1.1 Zaman serileri analizi

Bu yöntem, geçmişin gözlemine dayanılarak geleceğe ait tahminlerde bulunmak esasına dayanır. Geçmişin gözlemi ise belirli aralıklarla toplanan istatistik veriler, başka bir deyimle zaman serileri ile yapılabilir. Zaman serilerinden yararlanılarak, üretimi öngörülen mal ve hizmetin geçmiş yıllardaki tüketiminin göstermiş olduğu eğilim saptanır ve gelecekteki talebin de aynı şekilde gelişeceği kabul edilerek tahminler yapılır.

3.2.2.1.1.1 Aritmetik ortalama yöntemi

Talep tahmini açısından geleceğe en basit bakış geleceğin, geçmişte olanların ortalamasına doğru eğilim göstereceğini varsaymaktadır. Bu varsayıma göre geleceğin en geçerli tahmini, geçmişte olup bitenlerin tek tek toplanıp ortalamasını almaktır.

Bu talep tahmin yöntemi, oldukça basittir. Sıradan birisi bile, aritmetik ortalamayı, aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$AO = \frac{\sum_{t=1}^n y_t}{n} \quad (3.3)$$

Yukarıdaki formüle göre, geçmiş dönemlere ilişkin veriler toplanarak, dönemlerin sayısına bölünürse ortalama değer hesaplanmış olur. Böylece gelecek dönemler için tahminin, hep bu ortalama değer alacağı ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, yeni dönemlere ilişkin veriler geldikçe bunların yeni hesaplamalara dahil edilerek son güne uygun bir tahminin yapılması da aynı modelle mümkündür. Ancak, tarihi olarak olup bitenlerin istatistik ortalamasına dayanan bu tahminin, zaman içinde tek tek gözlemlenen noktaların sırasını göz önüne almadığı görülmektedir.

Örnek 3.1: ABC şirketinin sahibi her hafta sonu talep tahminlerini istemektedir. Aşağıdaki tabloda şirketin satış adetlerini göreceksiniz. Aritmetik ortalama tekniğini kullanarak her haftanın talep tahmini ve 10.hafta talep tahmini belirlenmek istenirse;

Tablo 3.1 Basit Ortalama

Hafta (t)	Gerçekleşen Satış (y _t)	Tahmin (F _t)
1	110	----
2	102	110 = (110) / 1
3	108	106 = (110+102) / 2
4	121	106.67 = (110+102+108) / 3
5	112	110.25 = (110+102+108+121) / 4
6	105	110.60 = (110+102+108+121+112) / 5
7	114	109.67 = (110+102+108+121+112+105) / 6
8	106	110.29 = (110+102+108+121+112+105+114) / 7
9	115	109.75 = (110+102+108+121+112+105+114+106) / 8
10	----	110.33 = (110+102+108+121+112+105+114+106+115) / 9

$$F_{10} = \frac{\sum_{t=1}^n y_t}{n} = \frac{110+102+108+121+112+105+114+106+115}{9} = 110.33$$

3.2.2.1.1.2 Hareketli ortalama yöntemi

Yaygın şekilde kullanılan bir tahmin tekniğidir. Hareketli ortalama yöntemi, uzak geçmişten çok, yakın geçmişe ağırlık verir ve buna dayanarak, yalnızca bir dönem satış tahminini yapar. Örneğin geçmiş tarihi dönem verilerinin üçü, dördü veya beşi alınarak, en son gerçekleşen dönem bunlara ilave edilir. Daha sonra, bu verilerin ortalaması, bir sonraki dönem satış miktarı olarak kabul edilir. Bu yöntem ile yapılacak tahmin, talep yükselen bir trend gösteriyor ise çok küçük, alçalan bir trend gösteriyor ise çok büyük olacaktır. Aynı şekilde şayet n çok az ise gerçek talebin etkileri abartılmış olacak, n çok büyük ise bu etkiler azaltılmış olacaktır. Matematiksel olarak aşağıdaki formülle ifade edilebilir:

$$HO(n) = \frac{y_t + y_{t-1} + \dots + y_{t-n+1}}{n} \quad (3.4)$$

Örnek 3.2: ABC şirketinin verilerine göre üçerli hareketli ortalama yöntemini kullanarak talep tahmini belirlenmek istenirse. ($n=3$)

Tablo 3.2 Hareketli Ortalama

Hafta (t)	Gerçekleşen Satış (y_t)	Tahmin (F_t)
1	110	----
2	102	----
3	108	----
4	121	106.67 = (110+102+108) / 3
5	112	110.33 = (102+108+121) / 3
6	105	113.67 = (108+121+112) / 3
7	114	112.67 = (121+112+105) / 3
8	106	110.33 = (112+105+114) / 3
9	115	108.33 = (105+114+106) / 3
10	----	111.67 = (114+106+115) / 3

$$HO(3) = F_{10} = \frac{y_9 + y_8 + y_7}{3} = \frac{114 + 106 + 115}{3} = 111.67$$

3.2.2.1.1.3 Ağırlıklı hareketli ortalama yöntemi

Hareketli ortalama yönteminin sakıncalarından bir kısmı ağırlıklı hareketli ortalama yöntemi kullanılarak giderilebilir. Bu yöntemde en yakın veriye en büyük ağırlık verilir. Matematiksel olarak;

$$AHO(n)=w_1y_t+w_2y_{t-1}+\dots\dots\dots+w_ny_{t-n+1} \quad (3.5)$$

şeklinde ifade edilir.

Bazı talep yapılarında bu yöntem standart hareketli ortalamalarının zayıflıklarını kısmen ortadan kaldırır. n için seçilecek değer ve ağırlık katsayıları (w) ihtiyari olarak seçilir ve çeşitli deneyimlerden geçirildikten sonra kabul edilir.

Örnek 3.3: Önceki örneğimizdeki verileri kullanarak dörderli ağırlıklı hareketli ortalama yöntemine göre talep tahminleri belirlenmek istenirse. (n=4, w₁=0,4 w₂=0,3 w₃=0,2 w₄=0,1)

Tablo 3.3 Ağırlıklı Hareketli Ortalama

Hafta (t)	Gerçekleşen Satış (y _t)	Tahmin (F _t)
1	110	----
2	102	----
3	108	----
4	121	----
5	112	112.2 = 0.4(121) + 0.3(108) + 0.2(102) + 0.1(110)
6	105	113.9 = 0.4(112) + 0.3(121) + 0.2(108) + 0.1(102)
7	114	110.6 = 0.4(105) + 0.3(112) + 0.2(121) + 0.1(108)
8	106	111.6 = 0.4(114) + 0.3(105) + 0.2(112) + 0.1(121)
9	115	108.8 = 0.4(106) + 0.3(114) + 0.2(105) + 0.1(112)
10	----	111.1 = 0.4(115) + 0.3(106) + 0.2(114) + 0.1(105)

$$AHO(4)=F_{10}=w_1y_9+w_2y_8+w_3y_7+w_4y_6$$
$$=0.4(115)+0.3(106)+0.2(114)+0.1(105)=111.1$$

3.2.2.1.1.4 Üssel düzeltme yöntemi

Üssel düzeltme yöntemi de, hareketli ortalama tahmin yöntemindeki amaca benzer bir amaç taşır. Aralarındaki farkı kısaca belirtmek mümkündür. Üssel düzeltme tahmin yöntemi, tüm tarihi verileri göz önünde bulundurur. Ancak, geçmişe eskidikçe daha az ağırlık verir. Oysa, hareketli ortalama, eski dönemleri bütünüyle görmezden gelmekte, yalnızca hareketli ortalama dönemindeki tarihi verilere eşit ağırlık vermektedir. Üssel düzeltme yöntemi, bir bakıma, tüm tarihi verilerin hareketli ortalaması olmaktadır. Üssel düzeltme yönteminin kullanılmasındaki temel düşünce talepte tesadüfi dalgalanmaların etkilerini gidererek genel yönelime uygun bir tahminde bulunabilmektir.

Üssel düzeltme yönteminde kullanılan formüller aşağıdaki gibidir:

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(y_t - F_t) \quad \text{veya} \quad F_{t+1} = \alpha y_t + (1-\alpha)F_t \quad (3.6)$$

F_{t+1} : Yeni tahmin. F_t : Bir önceki tahmin. α : Düzeltme faktörü.

y_t : Gerçekleşen talep.

Düzeltme faktörü olan (α) , geçmiş göz önünde bulundurularak, araştırmacının arzusuna göre 0 ile 1 sınırları içinde keyfi olarak seçilir.

Örnek 3.4: Önceki örneğimizdeki verileri kullanarak üssel düzeltme yöntemine göre talep tahminleri belirlenmek istenirse. ($\alpha=0.2$)

$$F_{10} = F_9 + \alpha(y_9 - F_9) = 109.7 + 0.2(115 - 109.7) = 110.8$$

$$F_{10} = \alpha y_{9t} + (1-\alpha)F_9 = 0.2 \times 115 + (1-0.2)109.7 = 110.8$$

Tablo 3.4 Üssel Düzeltme Yöntemi

Hafta (t)	Gerçekleşen Satış (y_t)	Tahmin (F_t)
1	110	110
2	102	110.0 = 110.0 + 0.2 (110-110.0)
3	108	108.4 = 110.0 + 0.2 (102-110.0)
4	121	108.3 = 108.4 + 0.2 (108-108.4)
5	112	110.8 = 108.3 + 0.2 (121-108.3)
6	105	111.0 = 110.8 + 0.2 (112-110.8)
7	114	109.8 = 111.0 + 0.2 (105-111.0)
8	106	110.6 = 109.8 + 0.2 (114-109.8)
9	115	109.7 = 110.6 + 0.2 (106-110.6)
10	----	110.8 = 109.7 + 0.2 (115-109.7)

3.2.2.1.1.5 En küçük kareler (regresyon) yöntemi:

Eğilim (trend) yöntemlerinde en güvenilir olanı "En küçük kareler yöntemidir. Bu nedenle veriler elverişli olduğu takdirde eğilimin hesaplanmasında en çok bu yol uygulanmaktadır.

En küçük kareler yöntemine göre, bir zaman serisine en iyi uyan başka bir deyişle bir değerler serisini en iyi ifade eden doğru veya eğri, geçmiş yıllara ait gerçek değerlerle formülün uygulanması ile bulunacak teorik değerler arasındaki farkların karelerinin toplamını (saptamaların kareleri toplamını) minimum yapan doğru veya eğridir.

Söz konusu yöntemde eğilim matematik bir fonksiyonla belirtilir. Zaman serisinin göstermiş olduğu eğilim, doğrusal olabileceği gibi, bir eğri şeklinde de olabilir. Bu nedenle, zaman serilerinde eğilimi ortaya koymak için en çok kullanılan denklemler,

$$Y = a_0 + a_1X \quad (\text{Doğru denklemi})$$

$$Y = a_0 + a_1X + a_2X^2 \quad (\text{Parabol Denklemi})$$

$$Y = a_0 a_1 X \quad (\text{Yarı logaritmik eğri denklemidir})$$

Formüllerde Y çeşitli yıllara ait değerleri, X yılların sıra sayılarını göstermektedir.

Bir zaman serisinin göstermiş olduğu eğilimi ortaya koymak için, yukarıda sözü edilen denklemlerden hangisini uygulamanın isabetli olacağı, serideki değerleri bir grafik üzerine işaretlemekle kestirilebilir. Ancak, gözle kestirmek her zaman mümkün olmayabilir veya hatalı olabilir. Bu takdirde, zaman serisinin eğilimini ortaya koymak için üç denklemin de denenmesi gerekir.

Bir tüketim serisi analizinde geçmiş yıllar eğilimini en iyi şekilde ifade eden denklem $Y = a_0 + a_1X$ şeklindeki denklem ise, bu durum tüketim artışının yıldan yıla sabit kaldığını gösterir. $Y = a_0 + a_1X + a_2X^2$ şeklinde parabol denklemi, tüketim serisi en iyi şekilde uyuyorsa, tüketimdeki yıldan yıla artışın (veya azalışın) sabit olmadığını tüketim miktarındaki artışın seri boyunca düzenli bir şekilde gittikçe artarak veya azalarak geliştiğini ifade eder. (a_1 katsayısının işareti (+) ise tüketimdeki yıllık artış gittikçe artarak (-) ise gittikçe azalarak gelişiyor demektir). Buna karşılık $Y = a_0 + a_1X$ denklemi en uygun şekilde tüketimdeki yıllık artış hızının sabit kaldığı şeklinde yorumlanmalıdır. Özetle, zaman serileri analizinde doğru denklemi, artışın yıldan yıla sabit kaldığını; yarı logaritmik eğri denklemi, yıllık artış oranının sabit olduğunu; parabol denklemi ise, artışın seri boyunca düzenli bir şekilde gittikçe artarak veya gittikçe azalarak geliştiğini ifade eder.

Yukarıda da belirtildiği gibi eğilimin ileriye uzatılması (trendin extrapolasyonu) yönteminde temel varsayım, söz konusu mal veya hizmetin talebini geçmişte etkilemiş faktörlerin gelecek yıllarda da aynen geçerli olacağıdır. Diğer tahmin tekniklerinin uygulanabilmesi için yeterli bilgilerin olmadığı veya geçmişteki şartların uzunca bir süre gelecekte de aynen devam edeceğine dair bilgiler ve nedenler bulunduğu takdirde, talep tahminlerinde bu yöntemin uygulanması faydalıdır. Ancak bu yöntem uygulanırken kısa vadeli hareketlerin ve olağanüstü faktörlerin tüketim üzerindeki anormal, abartılmış etkilerinin giderilebilmesi için kullanılacak serinin oldukça uzun bir dönemi kapsamasına dikkat edilmelidir.

$Y = a + bX$ regresyon doğrusu denklemindeki a ve b katsayıları hesaplanırsa, herhangi bir X değeri için Y 'nin alacağı değer hesaplanır ve böylece gelecek dönemlerin tahminleri yapılır.

$$a = \frac{\sum Y}{n} - b \frac{\sum X}{n} \quad b = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (3.5)$$

Regresyon eşitliğindeki bıkırtıcı hesaplamalar, bilgisayar destekli yapıldığında gerekli tahminler, kısa zamanda ve hatasız olarak yapılabilir.

Örnek 3.5: Aşağıda XYZ'in ilk yardım odasına başvuran hasta sayılarının aylara göre dağılımı görülmektedir. Regresyon tekniğini kullanarak talep tahminleri belirlenirse.

Tablo 3.5 En Küçük Kareler (Regresyon) Yöntemi

Aylar	(X _i)	Hasta Sayısı (y _i)	X _i ²	X _i y _i
Ocak	1	328	1	328
Şubat	2	310	4	620
Mart	3	355	9	1065
Nisan	4	362	16	1448
Mayıs	5	375	25	1875
Haziran	6	380	36	2280
Temmuz	7	408	49	2856
Ağustos	8	415	64	3320
Eylül	9	417	81	3753
Ekim	10	412	100	4120
Kasım	11	429	121	4719
Aralık	12	434	144	5208
TOPLAM	78	4625	650	31592

$$b = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{n\sum X^2 - (\sum X)^2} = \frac{12(31592) - (78)(4625)}{12(650) - 78^2} = \frac{18354}{1716} = 10.7$$

$$a = \frac{\sum Y}{n} - b \frac{\sum X}{n} = \frac{4625}{12} - 10.7 \frac{78}{12} = 315.9$$

Hesaplanan katsayılar doğru denklemde yerine (Y=a+bX) yerine konursa;

F_t= 315.9 + 10.7X biçimindeki sayısal tahmin modeli kurulmuş olur.

Örnek olarak Haziran ayındaki hasta sayısını tahmin için bu denklem kullanıldığında; F_t= 315.9 + 10.7 (6) = 380.1 değeri elde edilir.

3.2.2.2 Nitel tahmin yöntemleri

Talep tahminlerinde, matematik ve istatistiğe dayanan teknikler dışında öznel, bilimsellik derecesi tartışmalı bazı yöntemler de kullanılabilir.

3.2.2.2.1 Yöneticiler grubunun görüşlerini esas alan tahmin

Üretim, satınalma, mali işler ve idari yöneticiler de dahil olmak üzere işletmenin üst basamaklarında bulunan görevliler, geçmiş deneylerini ve bilgilerini kullanırlar ve satışların plan dönemindeki tahminini birlikte yaparlar. Bu yöntem, yöneticilerin istatistiksel bilgiler arasında bocalamalarını önlemekle birlikte, satış tahmin sorumluluğunun çeşitli yöneticiler arasında paylaşılmasını da sağlar, fakat, bu önemli görevin çok ciddi ve bilimsel yöntemlerle çözümlenmesini sağlamaz.

3.2.2.2.2 Kilit personelinin fikirleri

Talep tahmini mevcut bir kuruluşun tevsii şeklinde veya yerleşmiş bir teşebbüsün yeni bir ünite kurması için yapıyorsa, bu kuruluşun özellikle satış bölümünde görevli kilit personelin fikirleri de önemli derecede yararlı olabilir.

Gerek yöneticilerin tahminlerinde, gerek kilit personelin fikirlerinde öznellik unsuru ağır bastığından; talep tahminlerinde bu tekniklere fazla güvenilmemektedir. Ancak bu özellik ve tecrübeye dayanan tahmin yolları, matematik ve istatistik yöntemlerle bulunan sonuçların incelenmesinde kullanılabilir.

3.2.2.2.3 Anketler

Yeni kurulacak veya mevcut olmakla beraber yeni bir mal veya hizmet üretecek işletmeler, talebi doğrudan doğruya tüketicilere veya malı kullanacaklara soru formları göndererek tespit etmek isteyebilirler. Soru formlarının gönderildiği kişilerin veya işletmelerin hepsinin cevap vermesi beklenemez. Gelen cevaplar istatistik yöntemleri yardımıyla bütün tüketicileri kapsayacak şekilde analiz edilerek, talep tahmini yapılmaya çalışılır.

Anket yöntemi, gelişmiş ülkelerde pazarlama araştırması yöntemleri içerisinde en çok kullanılanı olmasına rağmen en az bilimsel olanıdır. Bu yöntemlerle elde edilen bilgilerin, büyük ölçüde, objektiflik ve güvenilir olmaktan yoksun oluşu cevaplayıcıların istenen bilgileri vermeyişi veya vermek istemeyişi, haberleşme

hataları, söz konusu yöntemin değerini azaltmaktadır. Ancak pazarlama araştırması için gerekli olan bilgileri soru sormak suretiyle sağlama olanağı, anket yöntemini çok yönlü ve sık kullanılan yöntem haline getirmektedir.

3.3 Tahmin Yöntemlerinin Doğruluğu

Tahmin yöntemlerinin değişkenliklerini belirlemek ve yöntemleri birbiriyle karşılaştırabilmek için 3 tane yöntem kullanılır. Bunlar:

- Ortalama Karesel Hata (Mean Squared Error (MSE))
- Ortalama Mutlak Sapma (Mean Absolute Deviation (MAD))
- Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi (Mean Absolute Percent (MAPE))
-

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^K (y_i - F_i)^2}{K} \quad (3.8)$$

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^K |y_i - F_i|}{K} \quad (3.9)$$

$$MAPE = 100 \times \frac{\sum_{i=1}^K |y_i - F_i| / y_i}{K} \quad (3.10)$$

Her üç doğruluk ölçüsünde de çıkan sonuçlar ne kadar küçükse gerçek talebe o kadar yaklaşmış demektir.

Örnek 3.6: ABC şirketinin verilerini kullanarak yukarıda bulunan Hareketli Ortalamaya göre talep tahminlerini, ağırlıklı hareketli ortalamaya göre talep tahminlerini, üssel düzeltme yöntemine göre talep tahminlerini MSE, MAD ve MAPE'ye göre karşılaştırılacaktır.

Tablo 3.6 Talep tahminlerini karşılaştırılması

Hafta	Satış	Hareketi Ortalama			Ağırlıklı Hareketli O			Üstel DüzeltmeY ÜDY ($\alpha=0.2$)		
		Tahmin (F_t)	Hata	Hata ²	Tahmin (F_t)	Hata	Hata ²	Tahmin (F_t)	Hata	Hata ²
1	110							110.0		
2	102							110.0	-8.0	64.0
3	108							108.4	-0.4	0.2
4	121	106.7	+14.3	204.5				108.3	+12.7	161.3
5	112	110.3	+ 1.7	2.9	112.2	-0.2	0.0	110.8	+1.2	1.4
6	105	113.7	- 8.7	75.7	112.9	-7.9	62.4	111.0	-6.0	36.0
7	114	112.7	+ 1.3	1.7	110.6	+3.4	11.6	109.8	+4.2	17.6
8	106	110.3	- 4.3	18.5	111.6	-5.6	31.4	110.6	-4.6	21.2
9	115	108.3	+ 6.7	44.9	108.8	+6.2	38.4	109.7	+5.3	28.1
TOPLAM			21	140.8		23.1	143.8		20.1	102.8

Tam anlamıyla bir karşılaştırma yapabilmek için denklemlerde, 6.hafta ile 9.hafta arasındaki verileri kullanacağız. Yani $K=4$ olacak. Bu verileri denklemlerde yerlerine koyduğumuzda aşağıdaki sonuçlar bulunur.

Tablo 3.7 Talep tahminlerinin değerlendirilmesi.

	HO(3)	AHO(4)	ÜDY ($\alpha=0.2$)
MSE	35.20	35.95	25.73
MAD	5.25	5.78	5.03
MAPE	%4.83	%5.30	%4.59

Buna göre gerek MSE'de gerek MAD'da gerek de MAPE'de en küçük değerleri veren Üssel Düzeltme yöntemi gerçekleşen satışa en yakın tahminleri belirlemiştir. Yani bu işletme, talep tahmin yöntemi olarak üssel düzeltme yöntemini kullanarak satış rakamlarına en yakın tahmini yapabilir.

3.4 Talep Tahmin Yönteminin Seçilmesi

Yukarıda değinilenlerin dışında daha bir çok tahmin yöntemi vardır. Bu yöntemlerin bazılarının anlaşılması kolay, bazıları ise karmaşıktır. Doğru ve geçerli bir tahmin

yapabilmek için olaya en uygun birkaç yöntemden birlikte yararlanmak daha akılcı bir yaklaşım olur. Aslında her yöntemin bazı olumlu ve olumsuz yönleri vardır. Tahmin yapmakta görevli olan kişi veya kişilerin, tahmin yöntemleri konusunda bilgileri ne kadar fazla ise, yapılan tahminler de o kadar tutarlı olur.

4. MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMASI (MRP)

4.1 Genel Bilgiler

4.1.1 ERP tarihçesi

ERP yazılımlarının en önemli özelliği, işletmenin bütün departman ve fonksiyonlarını tek bir sistem içinde birleştirmeye çalışmasıdır. İhtiyaç ve beklentileri birbirinden farklı olan çok sayıda bölümün aynı bilgi sistemi içinde bir araya getirilmesi ve aynı bilgi tabanını paylaşması güç ancak gerçekleştirilebildiğinde faydalıdır.

Entegrasyon yaklaşımı tasarruf sağlamanın yanında bölümlerin çalışma hızını da arttıracaktır. Diğer yandan bölümler arası entegrasyon işletme içinde dolaşan bilginin kalitesini de yükseltecektir. Kaliteli bilginin hızlı dolaşımı sağlandığında verilecek kararlar daha gerçekçi ve doğru olacaktır. 1960'lı yıllarda bilgisayarların ticari işletmelerde yaygınlaşmaya başlaması ile ilk kurumsal üretim yönetim sistemi, malzeme ihtiyaç planlaması MRP (Manufacturing Requirement Planning) yazılımları kullanılmaya başlandı. İlk MRP yazılımı IBM tarafından geliştirilmiştir. İlk aşamada malzeme ağaçları ve stokları kapsayan sistem gelişerek 1980'li yıllarda üretim işletmelerinin üretim ile doğrudan alakalı faaliyetleri (satın alma, üretim planlama ve kontrol, muhasebe, stok yönetimi v.b.) kapsar hale geldi ve üretim kaynakları planlaması: MRP II (Manufacturing Resource Planning) adını aldı.

1990'lı yıllarda yönetim sistemleri yalnız üretim sektörünü değil tüm sektörleri (telekomünikasyon, perakende, medya, sağlık, kamu v.b.) tüm faaliyet birimlerini (satış sonrası servis, bakım onarım, insan kaynakları, duran varlık yönetimi v.b.) kapsar hale geldi ve kurumsal kaynak planlaması ERP (Enterprise Resource Planning) adını aldı.

2000'li yılların başında özellikle internet ve çağrı merkezleri kanallarını kullanarak işletme dışı unsurlarla da bütünleşen ERP sistemleri, müşteri ilişkileri yönetimi (CRM), tedarik zinciri yönetimi (SCM) ve işletme zekası (BI) kavramlarını da kapsayarak ERP II konseptine genişlediler.

İlk aşamada yalnızca malzeme tedariki fonksiyonuna sahip olan yazılımlar günümüzde işletmelerin tüm bölümlerinin birbiri ile entegrasyon içerisinde çalışmasını hedeflemiş, bir adım daha öteye giderek bu entegrasyona müşterileri de dahil ederek çalışma alanını daha da genişletmiştir.

Gelişim sürecinde geline nokta orta ve büyük ölçekli kurumlar başta olmak üzere, ticaret sektörünün geri planda Sipariş Yönetimi, Finansal Muhasebe, Stok Kontrol, Depolama ve Dağıtım, Aktif Yönetimi, İnsan Kaynakları gibi bölümleri ile ön planda yer alan Satış ve Pazarlama Otomasyonu, Elektronik Ticaret ve Tedarik Sistemlerinin bir arada fonksiyonel organizasyonunu sağlamıştır.

4.1.2 ERP faydaları

ERP yazılımını kullanımını seçen şirketler incelendiğinde, kullanımı motive eden başlıca etmenler şu şekilde sıralanabilir [16][17][18]

- Bölümler arası entegrasyon
- Maliyet azaltımı
- Kolay bilgi akışı
- Raporlama ve analiz imkanı
- Standart ve sistematik iş akışı

4.1.3 Malzeme ihtiyaç planlaması (MIP/MRP)

Malzeme ihtiyaç planlamasını, tanımlamak güç olmakla birlikte, içerik olarak ,envanter kontrolüne, teknik ve tablosal bir yaklaşım olarak nitelenebilir. Her kalem için gelecekteki ana üretim planını bir girdi olarak ele alır ve bunu otomatik olarak her bir alt ürün ve malzeme için ne kadar ve ne zaman sipariş verilmesini gerektiğini belirten tablolara dönüştürür.[19]

Malzeme ihtiyaç planlaması bir kalemdeki talebin diğer kalemlerdeki talepleri etkilediği zaman, kullanılması uygundur. Bunun nedeni üretimin çeşitli alt montajlar ve alt parçalar tarafından yapıldığı durumda, son kalemlerin miktarlarının ihtiyacının, alt parçaların miktarlarının ihtiyacını etkilemesidir. Talebin ilişkili olduğu ve MİP 'nin kullanılabilirdiği bir başka durum ise depo veya toplama dağıtım faaliyetlerinin yapıldığı çok kademeli sistemlerdir.

Malzeme İhtiyaç planlama yazılımları temel çalışma prensibi olarak son ürün veya ana montajların tamamlanma tarihlerini ve miktarlarını içeren tablodan geriye doğru giderek, tedarik edilecek verilecek parça veya malzemenin miktarını ve zamanını bulma esasına dayanır. Herhangi bir kaleme olan talebin önceden bilinmesi ve bu talebin diğer kalemlerin taleplerine uygun hale getirilmesi halinde, çok verimli sonuçlar elde edilebilmektedir. [20]

Malzeme ihtiyaç planlaması üretim operasyonlarının yönetim ve kontrolünde, kullanışlı bir tekniktir. Öncelikli görevi ana üretim planındaki son mallar için, miktarlar ve tamamlanma günlerinden geriye doğru giderek tek tek parçaların ne zaman sipariş verilebileceğini kesin olarak belirlemektir. Sistemin zamana dayanmasının en önemli sebeplerinden biri, malzeme ihtiyaçlarının belirlenmesinde parçaların her birinin farklı temin sürelerine sahip olmasıdır. Malzeme önceliklerini ve kapasite kontrolünü en iyi şekilde yapmak isteyen, karışık malzemelerin montajını yapan firmalar için malzeme ihtiyaç planlaması uygun bir tercih olabilir.

MIP sistemine bilgi girişleri üç şekilde meydana gelir;[21]

1-Son ürün, ürün modülü, ana montaj ürünü gibi son kalem ürünlerinin talepleri ana üretim planının zaman periyoduna göre kaydı yapılır. Ana üretim planı, her kalem için ne kadar ve ne zaman gerektiğini belirler. Bu, müşteri siparişlerinden ve tahminlerden elde edilir. Tahminler ve siparişler kapasiteye uygun hale getirilir çünkü;

- Tahmin fabrika kapasitesini aşabilir.
- Envanter seviyesinin artırılması veya azaltılması istenebilir.
- Firma envanteri tampon için kullanmayı isterken talep değişebilir.

2-Hammaddeden alt montaja ve montaja değin kademeler halinde nasıl üretildiğine dair üretim kayıtları yapısı olarak ta bilinen malzeme fişi kayıtlarını işlenir. Malzeme fişleri kayıtları bilgisayarda uygun bir biçimde saklanır.

3-Envanter durum kayıtları olarak derlenen envanterdeki kalemlerin dengeleri, açık siparişler, miktarlar, temin süreleri ve emniyet stokları elde edilir.

Malzeme ihtiyaç planlaması ana üretim planındaki bilgileri, brüt miktarlara dönüştürmek için ele alır. Malzeme fişleri vasıtasıyla yapılan patlama ile daha alt kademelere inilebilir. Envanter kayıtları yardımıyla brüt ihtiyaçlardan kullanılabilir envanter miktarı çıkartılarak, net ihtiyaçlar oluşturulur. En son olarak temin süreleri ile parçaların sipariş zamanları belirlenir. Satınalma siparişlerinin, iş emirlerinin,

tekrar siparişlerinin yazılabilmesi için siparişler oluşturulur. Gündelik olarak sipariş önceliklerinin sağlanması ile malzeme tükenmesi ve fazlalıklar önlenir, envanter yatırımları minimize edilir.

Malzeme ihtiyaç planlamasını diğer envanter kontrol yöntemlerinden ayıran en önemli özellik, ağırlıklı olarak MİP' nin üretime diğerlerinin ise parçaya dönük olmasıdır. Ayrıca MİP bileşen parçaların tarihsel davranışından ziyade bitmiş parçaların taleysel projeksiyonlarına dayanmaktadır.

4.2 Genel Kavramlar

MİP her kalem için ne kadar ve ne zaman üretilebileceğini belirten ana üretim planı ile başlar. Daha sonra alt montajlar, bileşke parçalar ve hammaddeler bunların nasıl iletilebileceği belirtilen ihtiyaç tablolarında biçimlendirilir. Sonuçta her kalem için zamana göre talep serileri belirlenir. Son kalemlerin alt kalemlere çevrilmesi esnasında MİP 'ye her kalem için sipariş edilen envanter miktarları girilir.

MİP sistemi, malzeme veya parçaların oluşturulması için malzemelerin tedariğinden müşteriye sunulmalarına kadar olan evrede gereken tüm planlama, programlama ve kontrol çalışmalarının tamamını yerine getiren bütünlüklü bir sistemdir. Bilgisayar destekli olarak yürütülen ve çalışmalar esnasında etkin malzeme kontrolü, eksiksiz bir planlama ve bu planlarda esneklik sağlayan bu sistemin temel mantığı oldukça basittir. Bu mantığa göre öncelikle bir üretimi gerçekleştirmek için hangi parça ve malzemelere ne kadar ihtiyaç duyulacağı belirlenir. Bu çalışmanın ardından üretimin planlanan sürede yapılması için bu parça ve malzemelerin ne zaman sipariş verilmesi gerektiği miktar ve zaman bazında yukarıdan aşağıya ve geriye doğru hesaplanır. Ürün sayısı ve bunlara ait parça ve malzemenin az olması durumunda kolaylıkla yapılacak bu çalışma, kullanılacak verinin büyüklüğü arttıkça giderek zorlaşır ve bilgisayar yardımı ile sürdürülmesi zorunlu hale gelir.[22]

Malzeme ihtiyaç planlaması sistemi uygulanırken öncelikle son ürünlere ait planların var olması gerekir. Ana üretim planında yer alan verilerin oluşturulmasında ihtiyaç duyulan bu planlarda ürünün içeriğinde bulunan hammadde, parça, alt montaj vb. gibi tüm bileşen parçalar üretimdeki yerleri, kullanım miktarları ve teknik özellikleri ile bilinmek zorundadır. Bu şekilde özellikleri bilinen ürünün çeşitli dönemlerdeki üretim planları oluşturulur. Hesaplamalar esnasında son ürüne ait sipariş programları esas alınarak ürünün mevcut envanter düzeyi ve sipariş

miktarları karşılaştırılır ve böylece ihtiyaç düzeyleri belirlenir. Daha sonra, ihtiyaç duyulan miktarda ürünü üretmek için ürünün bileşiminde bulunan parçalar miktar bazında belirlenir. Bu noktada ürünün oluşumunda her türlü kademeyi gösteren Malzeme listesine ve envanter kalemlerinin stok düzeylerini belirleyen envanter kayıtlarına ihtiyaç duyulur. Bu aşamalardan geçtikten sonra son ürünü oluşturan tüm envanter kalemlerinden ne kadar üretilmesi ve bunların üretilmesi için ne kadar malzemenin, ne kadar sipariş verilmesi gerektiği otomatik olarak MİP yazılımı tarafından belirlenir.

Malzeme ihtiyaç planlaması sisteminin, kendisinden istenen bu bilgileri kullanıcılara sunabilmesi; ancak yeterli verinin elde bulunmasıyla sağlanmasıyla sağlanabilir. Ambarda bulunan tüm parça ve malzemelere ait olup envanter durumu bilgileri olarak nitelendirilen bilgiler; tanımlayıcı özellikler, sipariş temin süresi, temin yeri, temin şekli, parti büyüklükleri, üretim ön zamanı ve bunların doğruluk düzeyleri sistemin doğru işleyişi açısından önemlidir. Bu tip bilgilerin gerçekçi ve güncel değerlerde olması, hesaplamaların yapılmasını ve planlamaların hazırlanmasını önemli ölçüde kolaylaştırır. Ürüne ait parça ve malzemelerin her birinin bir kaç imalat kademesinden oluşması, ürünü oluşturan envanterlerin her birinin farklı temin sürelerine sahip olması, bir envanter kaleminin son ürünün bir kaç aşamasında kullanılması veya birden fazla üründe veya parçada kullanılması, ekonomik sipariş miktarına göre hesaplanan değerlerin net ihtiyaçtan fazla olması gibi çeşitli etkenler hesaplamaları oldukça karmaşık hale getirebilir.

Bütün bu sayılan faktörlere bağlı olarak son ürün karmaşık bir yapıda ise, ürüne ait talep bilinmiyor, temin süreleri güvenilir ve son ürüne ait maliyetler yüksekse bu tip işletmelerde Malzeme İhtiyaç Planlaması sistemi uygulamalarının daha iyi sonuçlar verdiği söylenebilir.

MİP'nin ortaya çıkışından itibaren, malzeme fişlerinin üretim tablolarına dönüştürülmesi, envanterin azaltılması ile nakit akışının kontrolünde bir yönetim tekniği ve işgücünün daha etkin kullanılmasında kullanılan bir teknik olarak ele alınmıştır. Daha sonraları bilgisayar teknolojisinde meydana gelen hızlı gelişmeler ile malzeme ihtiyaç planlamasının sipariş yöntemi olarak kullanılmasına başlanmıştır.[23]

4.3 MİP Kullanımı

MİP' deki gelişmeler, bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere paralel olmuştur. 1960' lardan itibaren bilgisayarların veri işleme gücünün endüstride kullanılma çalışmalarının sonunda ortaya çıkan Kritik yol tabloları, Doğrusal programlama gibi yönetim tekniklerinin kullanılmasının yaygınlaşmasıyla birlikte MİP hareket kazanmıştır. Amerikan Üretim ve Envanter Kontrol Derneğinin desteklediği G. W. Plossl, J. A. Orlicky ve O. W. Wright MİP' nin ilk savunucuları olmuştur. Şu anda halen pek çok organizasyon (SAP, Oracle v.b.) MİP için danışmanlık servisi ve paket program sunmaktadır.

Orlicky' nin kabulüne göre başarılı bir MİP kullanıcısının üretimdeki envanter yatırımlarını yüzde 20 ile 35 arasında düşürmesi gerekir. Diğer faydaları çoğu uygulama alanında tam başarılı olarak yerleştirememesine rağmen, yinede genel olarak üretim ve satınalma maliyetlerinde bir azalma, bununla birlikte iyileştirilmiş bir dağıtım sistemi meydana gelmesidir.

Herhangi bir envanter kontrol sisteminden MİP'ye yönelmeye karar veren işletmedeki insan ilişkileri ve teknik zorluklar MİP'nin başarısını belirlemektedir. Genellikle MİP' den çok kısa zamanda çok fazla faydanın beklenilmesinden dolayı başarı oranları %20 ile %50 gibi düşük oranlarda seyretmektedir. İşletmelerin başarılı bir şekilde MİP uygulamalarını yapabilmesi için aşağıdaki araştırmaların yapılması gerekmektedir;

- MİP' ye dönüşüm için üretim operasyonları uygun mu ?
- Uygulamalardan elde edeceğimiz sonuçlarla yaptığımız karşılaştırmalardan ne gibi kazançlara sahip olabiliriz ?
- MİP üretim sisteminin geri kalanı ile nasıl uyum gösterecek ?
- Personelin hem envanter yönetiminde hem de bilgisayar programlamada kullanımının uygun olup olmadığı ?
- Daha iyi bir teknik bulunabilir mi? [24]

4.4 Malzeme İhtiyaç Planlaması Safhaları

Malzeme ihtiyaç planlaması sistemi hammadde, malzeme ve parça envanterlerinin planlama ve kontrolü için kurulan bilgisayar destekli envanter bilgi sistemidir. Aylık, 3 aylık veya yıllık periyotlar için gelecekteki planlamalar yapılır. Malzeme ihtiyaç planlaması genellikle grup üretiminde kullanılır. 1960' lardan itibaren MİP sistemleri

ve ekonomik sipariş miktarları prensipleri birlikte kullanılmaya başlanmıştır. Diğer bilgisayar destekli sistemler gibi MİP'de bilgi tedariki, sistem girişi, sistem prosesi, sistem çıkışı adı altında 4 safhadan oluşur.

MİP sistemi, ana üretim planından ne kadar üretilmesinin gerektiğini, envanter kayıt dosyasından ne ile üretilmesi gerektiğini, malzeme fişlerinden nasıl üretilmesi gerektiğini elde eder. Sistem gelecekteki planlama periyodu içerisinde üretimin ne zaman yer alacağını belirlemek amacıyla bu bilgileri aritmetik olarak birleştirir. Bu işlemlere ihtiyaçların belirlenmesi periyodu adı da verilebilir. Program ana üretim planından bitmiş ürünün talebinin elde edilmesiyle başlar. Zamana bağlı, teslim zamanı ayarlamalarını hammadde ve bileşenlerden bitmiş ürüne kadar olan talepleri belirleyebilmek amacıyla bunlar zincirsel patlamaya tabi tutulurlar.

İhtiyaç planlamasının oluşturduğu geleceğe dönük üretim yöntemine göre envanter yönetimi sağlanır. Gelecek üretim planındaki beklenen bitmiş ürünlerin durumunu belirlemek amacıyla sistem envantere ait planlanmış serbest siparişler tablosu sağlar. Pek çok organizasyon MİP sistemini işçilerin direkt olarak girip çıkabilmesine göre kurar. MİP' nin kullanılmasında yönetim haftalık gerçekleşen operasyonları MİP planı için gözetler. MİP' nin kullanımının tam doğru olarak kullanımında, yönetime yardımcı olması amacıyla detaylı envanter planlaması, envanter durumundaki kontrol raporları, hedefteki sapmalar departman ve iş merkezlerindeki kapasite yükleri ile ilgili bilgiler ve raporlar elde edilebilir.

4.5 Oracle Envanter Yönetimi Modülü

4.5.1 Yeniden sipariş noktası planlaması

Oracle e-iş yönetim sistemi olarak da adlandırılan Oracle Kurumsal Kaynak planlama yazılımı içerisinde Malzeme İhtiyaç Planlaması modülünün çalışmasına ve de min/max seviyeleri hesaplanmasına ek olarak yeniden sipariş noktası değeri kullanılabilir. Yeniden sipariş noktasının bulunmasında ve dolayısıyla yeniden malzeme siparişi verilmesi kararının alınmasında talep tahminleri kullanılır. Malzemeye ait eldeki kullanılabilir miktar o kalem için belirlenmiş güvenlik stok seviyesi artı tahmin edilen talebin altına düştüğünde Yeniden sipariş noktası planlaması o kalem için yeni bir satınalma siparişinin açılmasını tavsiye eder. [25] Burada tavsiye edilen tedarik sipariş miktarı, siparişi ve envanteri elde bulundurmaya minimize eden değerdir.

Oracle Envanter Yönetimi Modeli tavsiyenin ötesinde tedarik taleplerini otomatik olarak yaratıp, satınalma/tedarik bölümüne bu kalemlerin stok miktarları düştüğü için stok tamamlama işlemi yapılmasını bildirebilir.

Talep tahmininin doğru olması ve malzeme kaleminin zamanında stoklara ulaşması durumunda o kalem için envanter stok seviyesinin tam olarak güvenlik seviyesinde olması gerekir.

Yeniden sipariş noktası planlaması organizasyon bazında yapılabileceğinden merkezi olarak tüm organizasyonlar/stok noktaları adına bu işlemin yapılabilmesi mümkün değildir. [26]

Bir sipariş açıldığında sipariş miktarı

$$EOQ = \sqrt{\frac{[(2 \times \text{annual demand (dönemsel talep)} * \text{order cost (sipariş maliyeti)})]}{(\text{carrying cost percent (taşıma maliyet yüzdesi)} * \text{Unit cost (birim maliyet)})}}$$

Şeklinde olacaktır. Bu miktar 2. bölümde ESM olarak tanımlanmıştır.

Yeniden sipariş noktası hesaplamasının kullanılabilmesi için kalem bazında her bir kalem için Organizasyon kalemleri ekranına girilerek ilgili kalem için Genel Planlama Alanı açılmalıdır. Bu alanda, Envanter Planlama yöntemi yeniden sipariş noktası olarak belirtilmelidir. Bu alanda sipariş maliyeti ve envanter de bulundurma maliyeti de tanımlanmalıdır. Yine bu alan içerisinde malzemenin tedarikçisinden ya da kurum içerisindeki bir organizasyonun envanterinden mi karşılanacağı açıkça belirtilmelidir ki karşılık gelen satınalma siparişleri otomatik olarak yaratılabilsin. [27]

Oracle Envanter Yönetimi modülü güvenlik stoklarının belirlenmesinde de yardımcı olabilmektedir. Bu bilgi planlamacılar tarafından girilebilir ya da Oracle Envanter Yönetimi modülü bu hesaplamayı kendisi yapabilir.

Malzeme Kalemine ait envanter bilgileri ekranında planlama alt bölümüne girilerek Güvenlik Stoğu seçilir. Burada stok miktarı kalem için elle girilebileceği gibi toplam talebin yüzdesi olarak ta belirtilebilir. Bu durumda kalem için güvenlik stok seviyesi satış siparişlerine bağlı olarak otomatik hesaplanabilecektir. [28]

Bir diğer seçenek olarak talep tahminin yüzdesi emniyet stoğu tanımlanabilir.

4.5.2 İstatistiksel verilerden talep tahminleri oluşturma

Oracle Master Scheduling/MRP ve Oracle Envanter Yönetimi uygulamaları istatistiksel verilerden faydalanarak talep tahmin oluşturmak için 2 temel yöntem sunar. Bunlar: İstatistiksel Tahmin (“statistical forecasting”) ve Yoğunlaşmış Tahmin (“focus forecasting”) dir. Her iki yöntem de kanıtlanmış algoritmalar kullanmakla beraber sundukları, kontrol açısından her iki yöntem de temeldir. Oracle talep planlama modülünün çalışmasından farklı olarak, her iki yöntemde sadece geçmiş işlem verilerine dayanır sipariş rezervasyonlarını dikkate almaz.

Bu nedenle eğer son olarak gönderilerde bir gecikme yaşanmış ise bu yöntem yine nasıl bir gecikme yaşanabileceği tahmininde bulunur. Bu yöntemler işletmenin temel ihtiyacını karşılamak üzere kullanılabilirle beraber talep planlama (MİP) modülünün sunduğu ileri imkanlardan faydalanmak mümkün değildir.

4.5.2.1 İstatistiksel tahmin

İstatistiksel tahmin yönetimi Oracle Envanter Yönetimi ve MİP modülleri içerisinde temel tahmin işlemlerini yürütebilmek amacıyla bulunur. İstatistiksel tahminler değişik zaman periyotlarını tarayabilir, mevsimsel ve trende bağlı eğitimi yakalayabilir.

İstatistiksel tahmin yönetiminde elde bulunan tüm veriler kullanılır. Üssel düzeltme fonksiyonu kullanılarak ortalama talep tahmini yapılır.

Bu aşamada Üssel düzeltme fonksiyonunu belirlemek amacıyla Oracle 3 farklı yöntem sunar. [29]

Birinci yöntem alfa düzeltme faktörü olup, yeni verilere daha fazla ağırlık verilmesine imkan tanır. Alfa değerı bir önceki bölümde ele alındığı üzere 0 ile 1 arasında değişmektedir. Yüksek alfa değerı yeni verilere daha fazla ağırlık verme olanağı sunar. Eğer talep düzgün bir dağılım gösteriyor ise alfa değerini değiştirmenin sonuca bir tesiri olmayacaktır.

Talebin düzgün olmadığı durumlarda ise alfa değerinin yüksek sečilmesi son dönem verilerini yapılacak tahminde etkili olmasını sağlayacaktır. Buna ilave olarak Oracle,

trend iyileştirilmiş ve mevsimsel iyileştirilmiş seçeneklerini de sunar. Bu seçenekler tek başına kullanılabilir gibi talep düzgünleştirmede birlikte de kullanılabilirler.

Trend iyileştirilmiş yöntem ilk olarak üssel düzeltme faktörü ile başlayıp ve buna şimdiki trend eğilimini gösteren bir trend indeksi ekler.

Trend faktörü de alfa gibi olup yüksek değerleri son verilerin talepte etkin olmasına olanak sağlar.

Mevsimsel iyileştirme ise bazı kalemlere olan taleplerin mevsimlere (dönemler) bağlı olarak belirgin şekilde değişiklik gösterdiği durumlarda kullanılır. Bu durumda verilen en iyi örnek yaz aylarında dondurmaya olan aşırı talebin kış aylarında azalma eğilimi göstermesidir.

Mevsimsel iyileştirmenin kullanılabilmesi için bir mevsimsellik indeksi her bir takvim dönemi için tanımlanır. Bu sayede her bir takvim dönemi için talebin ortalama talepten ne kadar yukarı ya da aşağı değişim gösterdiği belirlenir. Ortalama talebi 1 olan bir malzeme kalemi için yüksek sezonda 1.5 talep oluyor ise bu indeks değeri için talebin %50 artış gösterdiği tespit edilir.

Bu aşamada her bir takvim dönemi için normalleştirme işlemi yapılır.

4.5.2.2 Yoğunlaşmış tahmin

Bu yöntem de Oracle MİP içinde bulunan ay için yapılan tahminde bir gözden geçirme yapar. Bu aşamada 5 farklı talep tahmin modelini geçmiş verilere karşı test eder ve en iyi hangi modelin talep tahmini gerçekleştirdiğini tespit etmeye çalışır. Tespit sonrasında içinde bulunan ay için seçilen tahmin modelini gelecek ay için tahminde bulunmada kullanır.

Gelecek talep tahminlerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemleri anlamak amacıyla 2007 yılı mart ayı içerisinde olduğumuzu ve talebin tam olarak bilindiğini ve verinin elimizde olduğunu düşünürsek talep tahmin yöntemi Nisan 2007 için tahminde bulunmaya çalışacaktır.

Bu durumda Yoğunlaşmış tahmin yöntemi 5 farklı modeli Mart ayı için tahminde bulunmak amacıyla deneyecektir.

Model I: Bu yılın tahmini geçmiş yılın aynı dönemi için olan gerçek talebe eşittir.

Bu durumda 2007 yılı Mart ayı için yapılacak tahmin 1998 yılı gerçek talebine eşittir.

Model II: Bu yılın tahmini geçmiş yılın aynı periyot için olan gerçek talebi çarpı yıl içerisinde talep olan değişim oranıdır.

Bu model için Mart 2007 için yapılacak tahmin Mart 1998 ayı gerçek talebi ile Şubat 1998 ile Şubat 2007 arasında talepte olan değişimin oranının çarpılması ile bulunur. Talebin artış ya da azalış eğilimi göstermesine göre mart 2007 tahmini Mart 2006 gerçek talebinde aynı oranda sapma gösterecektir.

Model III: Bu yılın talep tahmin değeri bir önceki döneminin gerçek talep değerine eşittir.

Bu modelin ele alınması durumunda Mart 2007 yılı için yapılacak talep tahmin değeri Şubat 2007 için gerçekleşen gerçek talep tutarıdır.

Bu modelin iyi yanı en fazla bir aylık veriye ihtiyaç duyuyor olmasıdır.

Model IV: Bu yılın talep tahmin değeri bir önceki ve ondan önceki döneminin gerçek talep değerlerinin ortalamasına eşittir.

Bu model ise Mart 2007 ayı talep tahmini olarak Ocak ve Şubat 2007 ayları gerçek taleplerinin ortalamasını hesaplar. Bu modelde de en son 2 aylık gerçek talep verisi kullanılır.

Model V: Bu yılın içinde bulunulan dönemine ait talep tahmini geçmiş dönem gerçek talebinin geçmiş dönem gerçek verisi ile ondan bir önceki gerçek talep verisine oranının çarpımıdır.

Son model de ise Mart 2007 ayı talep tahmini için Şubat 2007 gerçek talep değeri alınıp Şubat 2007 gerçek talebinin Ocak 2007 talebine oranı ile çarpılır. Bu sayede talepte görülen azalma ya da artış eğilimi talep tahminine de yansıtılmış olur.

Son olarak Yoğunlaşmış Tahmin yöntemi her bir model için hesaplanan talep tahmini ile gerçek talep arasındaki farkı hesaplar ve gerçek talep değerine böler ve o model için yanılmayı hesaplar. En düşük hata oranını veren model Nisan 2007 ayı talep tahmininin belirlenmesinde kullanılır.

5. KARAR VERME SÜRECİ

Karar verme en temel tanımıyla “alternatifler arasından seçim yapmak” olarak tanımlanır. Bu tanımın temel kalmasının sebebi ise karar vermenin yalnızca alternatifler arasından birinin seçimi değil bir süreç olmasıdır. [30]

Kararlar bir işletme için arzulanan seviyeye erişilmesi için kullanılan örgütsel mekanizmalardır. Diğer bir ifadeyle mevcut bir probleme örgütün tepki verme şeklidir.[31] Her karar, bir çok güç tarafından etkilenen dinamik bir sürecin sonucudur. Bu tür bir süreç için bir çok tanım yer almakla birlikte en temel adımlar [32]

1. Sorunun tanımlanması,
2. Alternatiflerin oluşturulması,
3. Bir alternatif seçilmesi,
4. Alternatifin uygulanması ve değerlendirilmesidir.

Deniz Kuvvetleri Komutanlığının platformlarının idamesi için sahilde yedeklenecek stok kalemlerinin seçiminde yukarıdaki sıra izlenecek olup, son aşamada elde edilen veriler son yıl verisi ile karşılaştırılarak değerlendirilecektir.

5.1 Çok Kriterli Karar Verme

En temel tanımıyla çok kriterli karar verme, problemin çözüm alternatiflerinin özellikleri ile karakterize edilmiş, alternatifler kümesinden bir alternatif seçmektir. Genellikle tek bir amaç doğrultusunda önceden belirlenmiş değerler kümesinden her alternatif kriterlerinin önemlisini içeren bir alternatif seçmekle birlikte, bir çeşit rol modeli ya da benzer koşullar kullanılarak alternatiflerin sınıflandırılması şeklinde de uygulanabilir. Her iki uygulamada bir tercihin kriterlerinin aşamaları ve varolan kriterler hakkında bilgi içerir. Bu tercihlerin değeri karar verici tarafından direkt tespit edilir ya da geçmiş uygulamalardan faydalanılır. Genel formül:

A_1, A_2, \dots, A_n alternatifler kümesi,
 C_1, C_2, \dots, C_n tarafından değer biçilen olsun.

C_j kriteri için R_{ij} sayısal alternatif oranı A_{ij} 'dir, Genel karar fonksiyonu:

$$D(a)=(R_{i1} + R_{i2} + R_{i3} + \dots R_{ij}), \quad j=1, 2, \dots, n \quad (5.1)$$

Ayrıca önem/ağırlıklar gibi kriterler için sıralamayı karar vericiler tanımlar veya ifade eder. [33] Bunların ifade etmek için birçok form olmakla beraber en yaygınları;

- a. Fayda tercih fonksiyonu,
- b. Analitik hiyerarşi prosesi,
- c. Klasik doğrusal ağırlıklı ortalamanın bulanık versiyonudur

5.2 Analitik Hiyerarşi Süreci

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Saaty tarafından geliştirilmiş olup karar problemini; amaçlar, kriterler, alt kriterler ve alternatifler seviyesinde yapılandırır. Bu sayede problem seviyelere bölünerek daha küçük karar kümeleri üzerinde odaklanılabilir. AHP [34];

1. Karar vericinin karşılıklı oran skalasındaki alternatiflerin her bir kriteri altında eşli karşılaştırma yapılmasını sağlar.
2. İki alternatif karşılaştırılırken karar verici herhangi bir kriter altında birinin diğerinden daha iyi olduğuna karar vermez.
3. Karar problemi hiyerarşi olarak formüle edilebilir.
4. Karar problemine etki eden tüm kriterler ve alternatifler hiyerarşik olarak gösterilir, kabulleri üzerine dayandırılmıştır.

Bu sayede AHP, problemi bir hiyerarşi gibi formüle ederek çözmeyi ve eşli karşılaştırmaların formlarında eşitliği sağlar. Göz önüne alınan alternatiflerin sayısının "n" olduğu, bir "n×n" matrisinin tamamlaması bir kriter altında verilen alternatifler kümesi için önceliklerin sırasını içerir. Karşılaştırmalar karşılıklı olacağından, karşılaştırmaların "n×(n-1)/2"sinin cevap verilmesi yeterli olacaktır. [35] Saaty, bir eşli karşılaştırmalar matrisinde ağırlıkların hesabı için öz vektör yaklaşımını önerir. AHP, karar vericilerin tutarlı olmasını gerektirmemekle beraber ağırlıklandırmalarda hata varsa bunu azaltan bir yöntem olarak tutarsızlığın ölçülmesini sağlar. [36][37] Kullanılan karar ölçeği Saaty tarafından önerilmiştir: 1 eşit önemde, 3 zayıfça daha önemli, 5 güçlü daha önemli, 7 açıkça daha önemli ve 9 kesinlikle daha önemli. Hiyerarşide matrisin üst düğümleri sıfır seviyesini gösterirken diğerleri biri gösterir. Karşılıklı kare matrislerin oluşturulması karar vericinin karşılaştırma elementi i ile diğer element j ve değer Aij, kriter ve amaçlara bağlı olarak sormasıyla yapılır. [38]

6. PROBLEMİN ANALİZİ

6.1 DzKK Sahil Stoklarının Seçimi

6.1.1 Problemin tanımı

Deniz Kuvvetleri Komutanlığının platform ve birliklerinde bulunan cihaz ve gereçlerinin idamesi ve onarımını sağlamak amacıyla sahil stok ambarlarında yedek parça bulundurmaya istemmektedir. Deniz Kuvvetlerinin bu amaçla ayıracağı bütçe sınırlı olup tedarik edilecek kalemlerin seçimi ileride doğacak ihtiyaçların karşılanmasında hayati önem taşımaktadır.

6.1.2 Problemin kısıtları

Deniz Kuvvetleri komutanlığının periyodik bakım kapsamı dışında kalan onarım faaliyetleri için hangi malzeme kalemlerine ihtiyaç duyulacağı önceden tam olarak kestirilememektedir.

ERP yazılımının kullanılmaya başlanmasıyla kazanılan arıza istatistik bilgileri yapılacak planlama çalışmaları için yeterli bilgi sunamamaktadır. ERP henüz tüm DzKK çapında yaygınlaştırılmadığından DzKK bazında yapılacak çalışmalar için yeterli bilgi sunamamaktadır.

Onarım yedeği olarak temin edilip stoklanacak malzeme kalemleri çalışması DzKK adına EKM tarafından yapılmakta olup bütçe ve tedarik faaliyetleri ise DzKK tarafından yürütülmektedir.

DzKK lığının bütçesi ve buna bağlı olarak sahil yedekleri temini amacıyla kullanılacak bütçe sınırlıdır.

DzKK açısından her bir platform aynı derecede öneme sahip olmayıp göz önüne alınması gereklidir.

6.1.3 Problemin incelenmesi

Problemin tanımlanmasını müteakip halen sürecin yürütülerek tedarik tavsiye listelerinin oluşturulduğu EKM K.ıĝında mevcut durum incelenmiştir.

Mevcut durum itibariyle DzKK Sahil Stoklarının belirlenmesi çalışması incelendiğinde işlem basamaklarının aşağıdaki şekilde gerçekleştiği tespit edilmiştir.

1. Çalışma kapsamında ele alınacak platformların belirlenmesi.
2. Çalışma kapsamında platformların destek noktalarının belirlenmesi.
3. Sistem konfigürasyon bilgileri içerisinde platformlarda yüklü tüm malzeme kalemlerinin listesi oluşturularak
 - a. Her bir kalem envanter bilgilerinin (d/b, fiyat v.b.) eklenmesi
 - b. Her bir kalem için destek noktalarından platformlara yapılmış sarf geçmişinin mevcut bilgilere ilave edilmesi. Bu aşamada başlangıç kümesinden sarf görmeyenler kalemler kapsam dışı bırakılır.
4. Malzeme talepleri alt kategorilerine göre sınıflandırılarak, bu kategoriler içerisindeki kriterlere göre geçmiş yıllarda arasında sarf görmüş olan malzemeler belirlenerek çalışma havuzunun oluşturulması.

Çalışma sırasında yukarıda belirtilen kriterler ile oluşturulan kalem havuzunun küme eleman sayısı 35.303 dür.

5. Bu aşamadan itibaren mevcut durumda çalışma kümesine giren kalemler geçmiş yıl sarf verilerine dayanarak Best Replacement Factor (BRF) değeri hesaplanarak planlama dönemi için sipariş edilecek miktar ortaya çıkarılır.

6. Elde edilen tahmini tedarik listesi ile ayrılan bütçenin denkleştirilmesi işlemi, EKM de görevli personelin tecrübeleri ışığında DzKK tarafından bildirilen ve çalışma sırasında tespit edilen kriterlere (bir platform için geçmiş yıl talep karşılama oranının düşük olması v.b.) dayanılarak sezgisel olarak gerçekleştirilir. Bu nedenle zaman zaman alınan kişisel kararlar DzKK tarafından geriye dönük olarak sorgulanabilmekte ve açıklama yapılmasında sorun yaşanabilmektedir. Bu tip sorgulamalar çalışma neticesinde tedarik işlemlerinin başlatılması amacıyla DzKK ya gönderilen liste içerisinde yer alan fiyatı yüksek kalemlere yıl içerisinde hiç talep olmaması ve hatta hareket görmeyen malzeme statüsüne düşmesi ile yaşanmaktadır.

İlk olarak üzerinde çalışma gerçekleştirilen çalışma kümesinin eleman sayısı çok fazla olduğundan, çalışma kümesi üzerinde ABC analizi yapılarak toplam maliyetin %80 ini oluşturan kalemler seçilerek çalışma kümesi sayısı 1045'e indirgenmiştir.

Analiz için grupta;

Kullanılma değeri = Birim değeri x Kullanılan ortalama miktar hesaplanmıştır.

Müteakip işlemler bu indirgenmiş kalem havuzu üzerinde yapılmıştır.

AHP yardımıyla bir kalemin nihai tavsiye listesine girip girmemesine karar vermeden önce

1. Her bir kalem için Ekonomik Sipariş miktarı hesaplanmaya çalışılmış, fakat bölüm 2 de bahsedilen kısıtlar yüzünden bu yöntemin etkin olarak kullanılamayacağına karar verilmiştir Burada en önemli problem DZKK tarafından yapılan gerçekleştirilen tedarik sürecinin mevcut kanunlar uyarınca bazı kalemler için yaklaşık 1 yılı bulabilmesi ve bu sürenin sabit olmamasıdır.

2. Üçüncü bölümde anlatılan istatistik yöntemleri ile elde mevcut sarf bilgileri kullanılarak; Basit Ortalama Ağırlıklı ortalama ve Üstel hareketli ortalama yöntemleri ile gelecek yıla ait talepler tahmin edilmeye çalışılmış fakat problemin yapısı gereği malzeme kalemlerinin kullanım yeri, talep şekli birim fiyatı gibi özelliklerin nihai çözüme tesir etmesi sağlanamadığından, salt talep tahmin yöntemiyle kalemin tedarik edilecek yedekler listesinde yer alıp almayacağına karar verilmesi mümkün olmamıştır.

3. Karar vericiye yardımcı olması ve bir kriter oluşturması amacıyla son yıllara daha ağırlık verecek şekilde, çalışma içinde her bir kalem için ağırlıklı sarf ortalaması hesaplanmıştır.

Üssel hareketli ortalama basit hareketli ortalama gibi geçmiş günlerin ağırlığını yansıtırken, ağırlıklı hareketli ortalama gibi de son günlerin ağırlığını artırır. Bu sayede düzgünleştirme yapılarak talepteki mevsimsel dalgalanmalarda minimuma indirgenmiş olur. Üssel faktörün bulunması için, sabit olan 2 rakamı seçilen yıl sayısının bir fazlasına $(2/(5+1))$ bölünmüştür. İlk yıl için üssel hareketli ortalamayı hesaplamak için o yıl ki sarf değerinden, aynı yılın basit hareketli ortalaması çıkarılır. Çıkan sonuç 0,33 ile çarpılır ve elde edilen değer pozitifse basit hareketli ortalama ile toplanır, negatifse basit hareketli ortalamadan çıkarılır.

6.1.4 ABC analizi

Pareto kuralı olarak bilinen ve 1896 yılında ekonomist Vilfredo Pareto tarafından geliştirilen kuralın temel prensibi parçaların, satıcıların, ürünlerin, malzemelerin gruplandırılması esasına dayanmaktadır. Geliştirilen kural, bu yönüyle önemli bir yönetim kavramı olup stok yönetiminde de kullanılmaktadır.

ABC analizi olarak bilinen bu yöntemin temelini oluşturan prensibin stok kontrolünde kullanımını ilk kez 1950'lerde General Electric firması geliştirmiştir.

Bu sınıflandırma sisteminde envanter kalemlerinin parasal değeri ile sayıları göz önüne alınmaktadır.

Tip A kalemleri: Stoklanan tüm kalemlerin %5 - %20 si olup fakat bunların satış, kâr, yatırılan sermaye gibi parasal değeri ise toplam değer %55 - %65 ini oluşturan stok kalemleridir. Şirketlerin envanter yatırımları Tip A kalemlerinde olduğundan etkin envanter denetimi politikaları bu kalemler için geliştirilerek önemli tasarruflar sağlanabilir.

Tip B kalemleri: Stoklanan tüm kalemlerin %20 - %30' unu fakat tüm parasal değerinin ise %20 - % 40'ını oluşturan stok kalemleridir.

Tip C kalemleri: Envanter aralığı en fazla olan bu kalemler toplam stok kaleminin %50 - % 75 'ini fakat parasal değer %5- %25' ini oluşturan envanter kalemleridir. Yapılan sınıflandırma sonucunda her kalem için aynı derecede kontrol yapılmamaktadır. A sınıfındaki kalemler en fazla dikkati çeken, C sınıfındaki kalemler ise en az dikkati çeken malzemelerden oluşmaktadır.

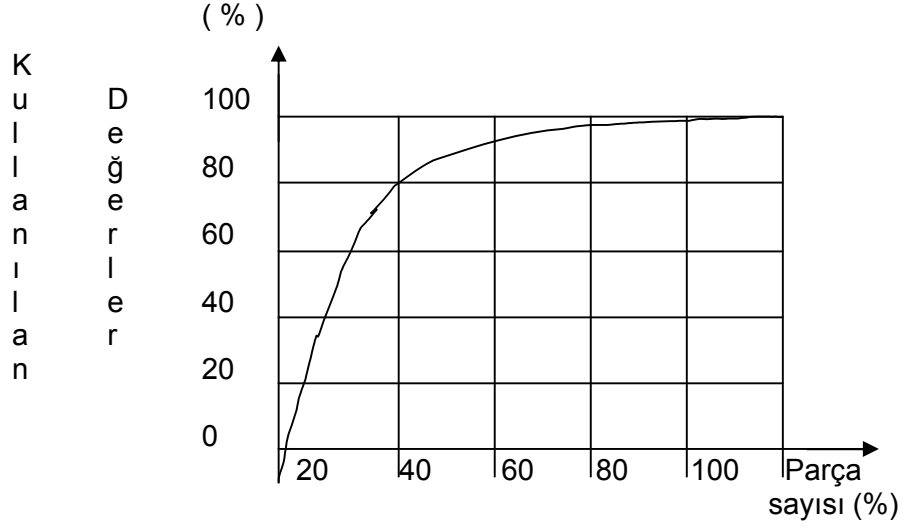
ABC Analizi sonucunda yapılan sınıflandırmada belirlenen sınıfların ayrımı için en çok kullanılan yaklaşımlar şunlardır:

- a. 20 – 80 kuralı
- b. 1 / 3 kuralı

20 – 80 kuralına göre A sınıfı malzemeler miktar olarak toplam stok kalemleri miktarının %20 sini kapsarken, toplam stok maliyetinin ise %80'ini kapsamaktadır. Geriye kalan miktar ve maliyetler ise işletmelerin kendi kararları çerçevesinde B ve C sınıfları için ayrılmaktadır.

1 / 3 kuralına göre ise toplam stok kalemleri miktarı ve toplam stok maliyetleri her üç sınıf içinde eşit şekilde dağıtılmaktadır.

ABC Analizinin 20 – 80 kuralına göre oluşturulan tipik eğrisi şekil 6.1 de ve örnek bir ABC analizi çalışması tablo 6.1 de gösterilmiştir.



Şekil 6.1 ABC Analizinin Tipik Eğrisi [39]

Tablo 6.1 Örnek ABC Analizi

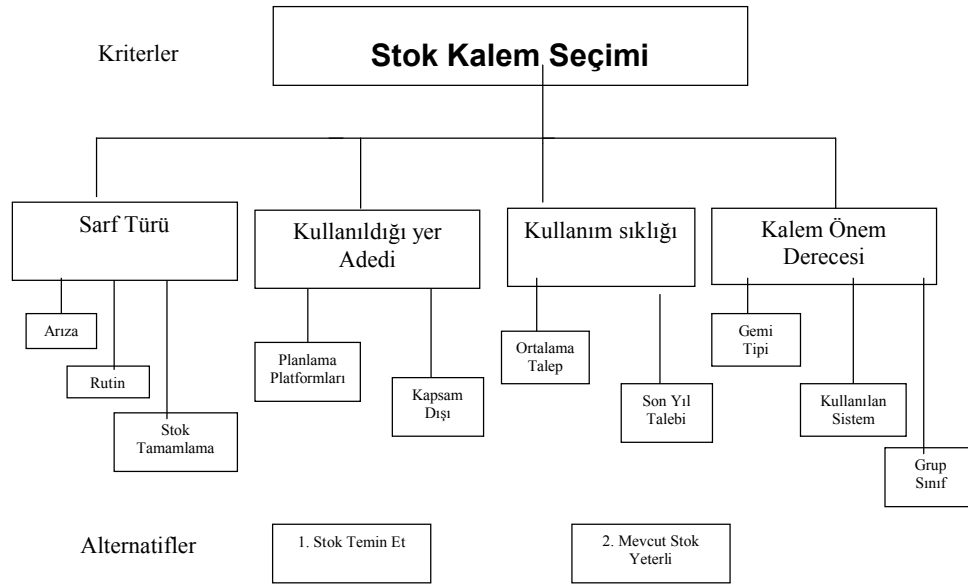
Stok Grubu Parça No	Birim Değer	Kullanılan Ünite	Kullanılma Değeri	Kümülatif Kul. Değeri
A 501	5000	7	35.000	35.000
502	3077	13	40.000	75.000
B 403	400	30	12.000	87.000
404	400	20	8.000	95.000
C 305	40	30	1.200	96.200
306	38	100	3.800	100.000

6.2 DzKK AHP Modelinin Sahil Yedekleri Seçiminde Kullanılması

Stok yedeklerinin belirlenmesinde görev alan karar vericilerle yapılan mülakat sonrasında her bir kalemin değerlendirilmesinde başlıca 4 ana kriterin göz önünde bulundurulduğu gözlemlenmiştir. Bu kriterler sırasıyla mevcut ana kadar yapılmış olan malzeme talep/sarfının türü, Mevcut envanter yapısı içerisinde kalemin nerelerde (ne kadar çok) kullanıldığı, yıllara göre sarf bilgisinden elde edilen sarf sıklığı (ortalama sarf miktarı), değerlendirmeye alınan malzemenin grup sınıf bilgisinden kullanıldığı ana sisteme ve ayrıca bulunduğu platforma bağlı olarak önem derecesidir. Örnek verilmek gerekirse silah sistemi içerisinde yer alan yedek parçaların önem derecesi parçası oldukları sistemin önemine bağlı olarak tatlı su üretme sistemimde yer alan yedek parçaların önem derecesinden yüksektir.

DzKK'da ERP içerisinde MRP kullanılmasına rağmen, talepteki belirsizlik MRP modellerine etkin şekilde katılamamaktadır.

Belirsizlik gösteren talebin, olasılık dağılım fonksiyonu yerine, beklenen talep olarak MRP modelinde dikkate alınması, optimal çözümden sapmalara neden olmaktadır. İkinci sorun ise, MRP'de sistem sınırlılığıdır; planlanan siparişlerin durağan olmaması durumudur. Üretim sürecinin bir aşamasındaki durağan olmama durumu tüm sistemi olumsuz etkilemektedir. [40]



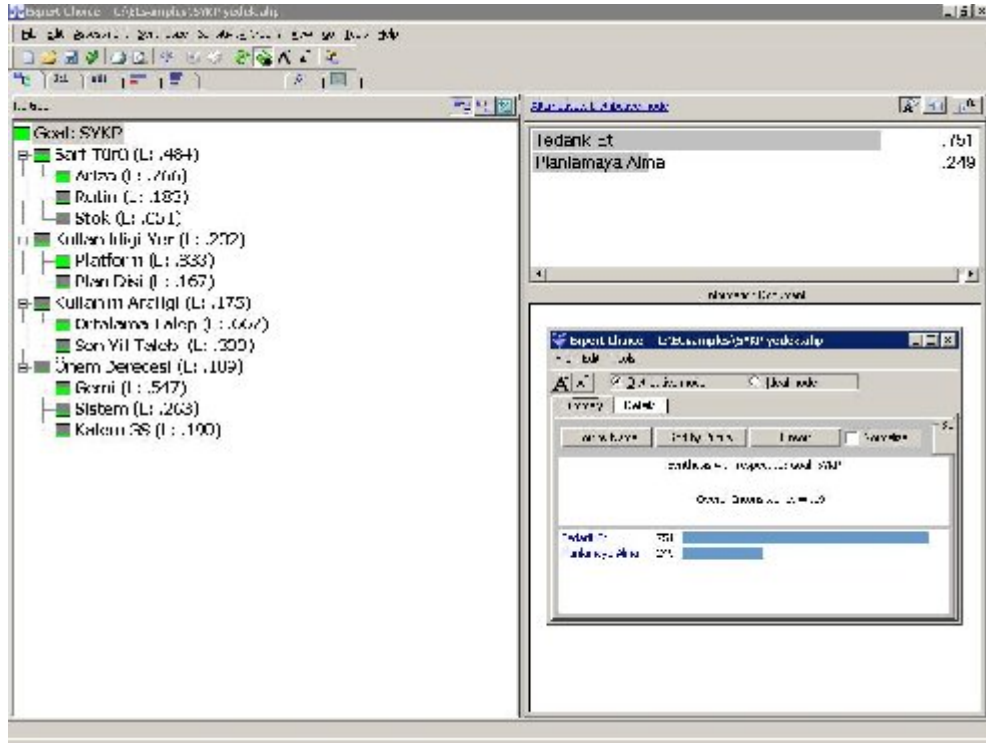
Şekil 6.2. Problemin Hiyerarşik Yapısı

Tablo 6.2 Birinci düzey İkili Karşılaştırma

AMAÇ	Sarf Türü	Kullanım Yeri	Ortalama Sarf	Önem Derecesi
Sarf Türü	1	4	3	2
Kullanım Yeri	1/2	1	2	3
Ortalama Sarf	1/3	1/2	1	3
Önem Derecesi	1/4	1/3	1/3	1

Karar vericilerle yapılan mülakat sonrasında kriterlerin birbirlerine göre önem dereceleri yukarıdaki tabloda verilmiştir. Hiyerarşide tanımlanan kriterlere ait veriler mevcut ERP bilgi sisteminden çekilerek sayısal değerlere dönüştürülmüştür. AHP

modelinin çözümü neticesinde elde edilen sonuca göre değerlendirilen kalemin yedek olarak tedarik edilemeyeceğine karar verilmektedir. Bu sayede varılan karar salt sarf ortalamalarından elde edilen veriyi değil, karar vericinin kararını etkileyen ve oluşturulan modelde ki şekilde ağırlıklandırılan kriterleri de içerir. Bu model ile değerlendirilecek kalem sayısı çok fazla olduğundan modelin test edilmesi amacıyla 3 kalem incelenmiş olup, 1 kaleme ait “Expert Choice” sonucu şekilde sunulmuştur. ABC analizi sonucunda elde edilen listedeki tüm kalemlerin değerlendirilebilmesi amacıyla bir program geliştirilmesi faydalı olacaktır.



Şekil 6.3 Expert Choice AHP Modeli

Malzeme kalemine ait verilerin sayısallaştırılarak “Expert Choice” uygulamasına girilmesiyle bahse konu kalemin %75.1 ağırlıkla tedarik edilmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Çalışma kapsamındaki her bir kalem için benzer yolla bulunacak kararların sıralanmasıyla tedarik listesinin oluşturulması mümkün olup uygulanması ize zaman alıcıdır. Tek bir kalem için karar verilmek istendiğinde oluşturulan model kullanılarak bir sonuca ulaşmak mümkün olabilecektir. Varılan kararın doğruluğu ise karara tesir eden kriterlerin tümünün tespit edilerek modelde yer almasına ve karar vericilerin üzerinde çalışanın kalemi kriterler açısından doğru değerlendirmesine bağlı olacaktır.

7. ETKİLEŞİMLİ BEKLENTİ DÜZEYİ (AIM)

7.1 Genel Bilgiler

AIM, eklektik yaklaşım felsefesi ile ortaya çıkmış bir yaklaşımdır. Yeni bir bilgiden çok eski bilgilerin sentezi ve birleştirilmesinden oluşturulmuştur. Bu yaklaşım, “skaler fonksiyon” ve diğer görüşlerden derlenmiş, etkilenecek ortaya çıkarılmış bir yaklaşımdır.

AIM, iki ya da daha fazla alternatif arasından amaç veya amaçlara uygun en iyisini seçme işlemi için geliştirilmiş bir yöntemdir. Yaklaşım, karar vericinin seçtiği, başarmayı istediği ve kendisine çeşitli geri beslemeyi sağlayan amaç seviyelerini içerir. Karar vericiye hedeflenen seviyede memnun edici alternatifler sorulur.

Karar verici ile sistem analisti sürekli etkileşim içindedir. Karar vericiye alternatiflerin sıraları sorulduğunda, karar verici var olan planlar arasından alternatifleri temin eder. AIM yönteminde kriterlerin önem sırası son derece önemlidir. Diğer alternatiflere baskın olacak bir alternatif mutlaka vardır. AIM'in özelliklerini şöyle sıralanabilir;

- Çok amaçlı karar verme problem çözümü için karar verici inisiyatif kullanabilir.
- Karar verici farklı amaçlar için beklenti düzeyini belirler. Araştırmacının değişik fikirleriyle şekillenir.
- Performans ölçüm veya her bir alternatifin sahip olduğu değer ile oluşmuş alternatifler seti vardır.
- Hedef programlamaya dayanır. Kriterler, zorunluluğa veya önem derecelerine göre sıralanır.

Çok amaçlı karar verme problemleri için oluşturulan diğer yöntemler, düşünüldüğü kadar geniş kullanım alanına sahip değildi. Bu yöntemde spesifik konular üzerinde çalışılmıştır. Karar verici her alternatif için tanımlanmış nitelik, kriter ve hedefler setine sahiptir. Bunlardan bir kısmı objektif, bir kısmı sübjektiftir. Her alternatif başarı ölçüsüne sahiptir.

AIM'deki yaklaşımda, kriterler zorunluluğa veya önem derecelerine göre sıralanır. Deterministik yapıya sahip ve alternatifler setinden oluşmuştur. Bu yöntem de, satın almak için ev seçimi, araba seçimi veya makine seçimi gibi örnekler verilebilir.

Alternatiflerden ve amaçlardan oluşan $(n \times p)$ matrisi mevcuttur. Her bir satır alternatifi, her bir sütun bir kriteri gösterir. Karar verici kendisi için doğru bulduğu alternatifi seçmek isteyecektir. Problemden amaçlar kardinal ya da ordinal (sıralı) olabilir. Karar vericiden amaçları önem derecelerine göre sıralaması ve her bir amaç için göreceli önem ölçüleri gibi bilgiler istenir. Problemden üç çeşit amaç olabilir;

- Amaçların maksimize edilmesi,
- Amaçların minimize edilmesi,
- Amaçların bir kısmının maksimize, bir kısmının minimize edilmesi,

Bu yaklaşım, beklenti düzeyine bağlı bir yaklaşımdır. Karar verici makul geri besleme sağlayarak her kriter için beklenti düzeyini belirler. Diğer bir önemli konu ise kriterlerin sıralaması olup en sondaki başa gelmemelidir.

Problemin Tanımlanması

Alternatif ve kriterlere dayanarak problem tarif edilir. Her bir kriterle dayanarak alternatifler seti belirlenir. Her kriter için zorunlu seviye kabul edilir veya başarı ile bitirilmesi istenen seviyeye getirilmeye çalışılır. Ordinal hedeflere, temsil ettikleri seviyeye göre değer verilir. Ordinal hedeflerin sırasından başka her seviyenin temsili değer ataması önemli değildir. Yöntemi kolaylaştırması açısından her bir hedef değeri için notasyonlar mevcuttur.

Her kriterin başlangıç değeri maksimizasyon ya da minimizasyon olarak kabul edilir. Her bir kriter için belirlenen aralığın alt ve üst noktalarını aşmayacak şekilde başlangıç değeri belirlenmelidir. Bu yaklaşık başlangıç değeri, bir kesin hedefle belirlenir.

Her kriterin başlangıç değeri maksimizasyon ya da minimizasyon olarak kabul edilir. Her bir kriterin sahip olduğu aralık değerleri mevcuttur.

T_i : i. kriter için memnun edici başlangıç değerinin simgesi

Z_i^k : i. kriterle dayanan k. alternatifin değeri

A_i : i. kriter için istenilen seviye

i. kriter için alt değer (N_i), üst değer (ideal değer) (I_i) tanımlansın:

$$I_i = \begin{cases} \min [T_i, \max_k (Z_i)], & i \text{ max} \\ \max [T_i, \min_k (Z_i)], & i \text{ min} \end{cases}$$

$$N_i = \begin{cases} \min(Z_i^k), & i \text{ max} \\ \max(Z_i^k), & i \text{ min} \end{cases}$$

Çözüm Yaklaşımı :

Z_i^k değerleri, her i kriteri için en alttan en üst değere kadar sıralanır. Bunun avantajı ortalayan vb. istatistiksel ölçüleri kolayca elde edilebilmesidir. Karar vericiye temel bilgi seti sunulur.

A_i , i kriteri için istenilen seviye. Bu değer alternatiflerin ortalayan setidir.

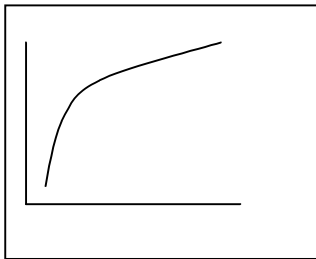
A_i seviyesinden sonra A_i 'ye yakın daha iyi seviye, A_i 'ye yakın daha uzak seviye mevcuttur.(next beter-next worse).

İdeal çözüm, başarı ile bitirilen bütün en iyi değerli bir çözüme verilen isimdir. Kötü çözüm bütün en kötü değerli bir uydurulmuş değere verilen isimdir.

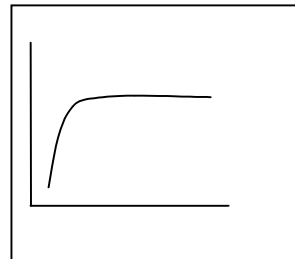
Wierzbicki (1979) tarafından öne sürülen skaler fonksiyona göre en iyi alternatif olarak bir Tchebycheff fonksiyonu kullanılarak; $(A_i - N_i) / (I_i - N_i)$ ile verilen i kriteri üzerinde bir ağırlık tanımlanır. Ağırlıklar i kriteri için önemli artışları gösteren değerlerdir. Tchebycheff fonksiyonu yerine diğer ölçüler kullanılabilir. Doğrusal ölçülerin konveks çözüm vermemesinden dolayı doğrusal ölçü tavsiye edilmez.

Karar vericiye seçme hakkı verilmiştir, ilk olarak karar verici kendisi için hedeflediği seviyeyi değiştirebilir. Her kriter için seviyeler yalnızca uygun değer seti için oluşturulabilir. Hedeflenen seviye değişirken buna bağlı olarak en yakın çözüm seti de değişebilir.

İkinci olarak karar verici kendi hedeflediği seviyedeki memnun edici çözümleri inceden inceye araştırabilir. Kullanılan sayısal fonksiyon ile alternatifleri önem derecelerine göre dizebilir. Karar verici yakın çözüm setini dahi isteyebilir. AIM problemlerinde beş değişik tipte kriter vardır.

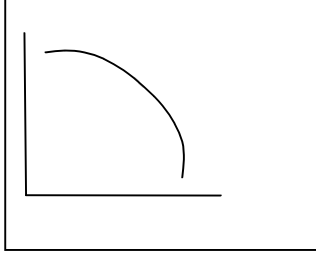


1. Kesinlikle artan tip kriter

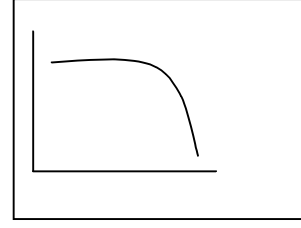


2. Başlangıçta artan kriterler

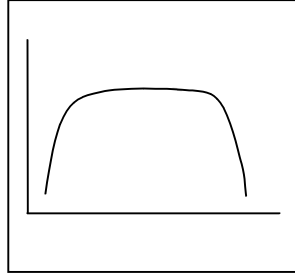
Şekil 7.1 Kriter Çeşitleri



3. Kesinlikle azalan tipte kriter



4. Bitişte azalan tipte kriterler: minimum istenilen seviye bütün alternatiflerin önem derecelerinin altındadır.



5. Minimum ve maksimum istenilen seviye bütün alternatiflerin önem derecelerinin içindedir.

Şekil 7.1 Kriter Çeşitleri Devam

Çözüm Algoritması :

İstenilen çözüm için en yakın çözüm algoritma izlenerek bulunur. Başlangıç çözümü her amacın medyan değerine yakın noktadır.

Adım 0 : Ön işlem

(A) Her kriter için ideal değere belirlenir:

$$I_i = \begin{cases} \min [T_i, \max_k (Z_i^k)], & i \text{ max} \\ \max [T_i, \min_k (Z_i^k)], & i \text{ min} \end{cases}$$

(B) Her kriter için alt değer belirlenir:

$$N_i = \begin{cases} \min(Z_i^k), & i \text{ max} \\ \max(Z_i^k), & i \text{ min} \end{cases}$$

(C) Sınıflandırma

$$Z_i^k = \begin{cases} Z_i^k, & \text{eger } Z_i^k < I_i \text{ ve } i \text{ max} \\ I_i, & \text{eger } Z_i^k \geq I_i \text{ ve } i \text{ max} \end{cases}$$

$$Z_i^k = \begin{cases} Z_i^k, & \text{eger } Z_i^k > I_i \text{ ve } i \text{ min} \\ I_i, & \text{eger } Z_i^k \leq I_i \text{ ve } i \text{ min} \end{cases}$$

(D) $Z_i^{(1)} < Z_i^{(2)} < Z_i^{(3)} < \dots < Z_i^{(m_i)}$ gibi Z_i^k 'lar sıralansın. Burada (m_i) , N_i , I_i arasında bağımsız değer sayısıdır. $m_i > 1$ için $I_i \neq N_i$, $J=0$

$$A_i = \begin{cases} Z_i^{[(m_i+1)/2]}, & i \text{ max} \\ Z_i^{[(m_i+1)/2]}, & i \text{ min} \end{cases}$$

Adım 1 : Ana Basamak

(E) En yakın çözüm setinin bulunması

$$Q_j = \{ r \mid q^r \hat{A} q^k, \forall k \}$$

Burada,

$$q_k = \max_i \{ w_i^j d_i^j + \epsilon r w_r^j d_r^j \}$$

$$w_i^j = (A_i^j - N_i) / (I_i - N_i)$$

$$d_i^j = (A_i^j - Z_i^k) / (I_i - N_i)$$

Karar vericiye Q_j sunulur. $j \rightarrow j+1$ ve $A_i^j = A_i^{j-1}$ ise durdurulur. Aksi takdirde Adım 1'e dönülür.

Örnek 7.1 :

Bu örnek için veriler Lofti and Zionts [43]'dan alınmıştır. Ev satın almak için, AIM yaklaşımı uygulanmıştır. Karar vericiden kriterler ve önem sıraları ile ilgili bilgi alınmıştır.

• Oda sayısı • Alan miktarı • Evin yaşı • Fiyat

Bu kriterlerle ilgili istenilen sınır değerler ve önem dereceleri karar vericiden alınır.

Ev, en az 2 oda, en çok 8 oda olmalı. 4 ve daha fazla olanlar aynı önem derecesine sahiptir.

Alan miktarı, geniş evler tercih ediliyor. Ancak 0.4 dönümden az olmamalıdır. 2 ya da daha fazla olanlar aynı önem derecesine sahiptir.

Evin yaşı 35'den fazla olmamalı. 10 yaş ve daha az olanlar aynı önemdedir.

Fiyat 200\$'dan fazla olmamalıdır. 100\$ ve daha az olanlar aynı önemdedir.

Tablo 7.1 Kriterlerle ilgili veriler

Kriterler	Tipi	Min. istenilen	Max. istenilen	Mutlak min.	Mutlak max.
Oda sayısı	Artan	-	4	2	8
Alan	Artan	-	2	0.4	-
Yaş	Azalan	10	-	-	35
Fiyat	Azalan	100	-	-	200

Kriterlerle ilgili veriler tablosundan (T) başlangıç değerleri ile iterasyona başlanır.

Tablo 7.2 Problem için Örnek Alternatifler

Evin Numarası	Oda Sayısı	Alan (Dönüm)	Yaş (Yıl)	Fiyat (\$000)
EV23	4	0.35	16	105
EV24	3	0.45	4	194
EV25	3	0.20	28	42.5
EV26	5	0.85	27	105
EV27	5	0.50	15	185
EV28	4	0.25	14	65
EV29	4	1.75	32	135
EV30	3	0.40	35	76
EV31	4	0.25	7	125

Alternatifler arasından kriterlere ait mutlak sınırlar içerisinde yer alan alternatifler seçilerek eleme yapılır. Problem için kriterlere ait mutlak sınırlar içinde yer alan alternatifler tablo 7.3 te gösterilmiştir.

Tablo 7.3 Mutlak Sınırlara Uygun Alternatifler

Ev Numarası	Oda Sayısı	Alan (Dönüm)	Yaş (Yıl)	Fiyat (\$000)
EV2	5	0.40	22	90
EV3	3	0.60	25	92
EV7	4	0.60	12	95
EV11	5	0.60	20	160
EV13	3	1.25	14	180
EV14	6	0.60	17	120
EV15	6	1.00	9	140
EV20	3	0.75	15	120
EV22	5	1.00	18	180
EV24	3	0.45	4	194
EV26	5	0.85	27	105
EV27	5	0.50	15	185
EV29	4	1.75	32	135
EV30	3	0.40	35	76

Tablo 7.4 Başlangıç Değerleri Listesi

Kriterler	Oda sayısı	Alan	Yaş	Fiyat
Başlangıç Değ.(Ti)	4	2	10	100

Mutlak sınırlara uygun alternatifler tablosundan faydalanarak ideal değer (I), kötü değer (N), beklenen değer (A) değerleri bulunur.

İdeal Değerler :

$$I_1 = \min \{4, \max\{Z_i^k\}\} = 4$$

$$I_2 = \min \{2, \max\{Z_i^k\}\} = 1.75$$

$$I_3 = \max \{10, \min\{Z_i^k\}\} = 10$$

$$I_4 = \max \{100, \min\{Z_i^k\}\} = 100$$

Kötü Değerler :

$$N_1 = \min \{Z_i^k\} = 3$$

$$N_2 = \min \{Z_i^k\} = 0.40$$

$$N_3 = \max \{Z_i^k\} = 32$$

$$N_4 = \max \{Z_i^k\} = 194$$

Beklenen Değerler :

$$A_1 = 4$$

$$A_2 = 0.60$$

$$A_3 = 17$$

$$A_4 = 135$$

Tablo 7.5 Kriterler İçin İdeal Değer, Beklenen Değer, Kötü Değer Listesi

Kriterler	Oda sayısı	Alan	Yaş	Fiyat
I_i	4	1.75	10	100
A_i	4	0.60	17	135
N_i	3	0.40	32	194

Her kriter için ağırlık değerlerinin (W_i) hesaplanması yapılır :

$$W_i^j = (A_i^j - N_i) / (I_i - N_i)$$

$$W_1^0 = (4 - 3) / (4 - 3) = 1$$

$$W_2^0 = (0.60 - 0.40) / (1.75 - 0.40) = 0.148$$

$$W_3^0 = (17 - 32) / (10 - 32) = 0.68$$

$$W_4^0 = (135 - 194) / (100 - 194) = 0.63$$

Tablo 7.6 Sınıflandırılmış Alternatifler Listesi

Ev Numarası	Z_1^k	Z_2^k	Z_3^k	Z_4^k
EV2	4	0.40	22	100
EV3	3	0.60	25	100
EV7	4	0.60	12	100
EV11	4	0.60	20	160
EV13	3	1.25	14	180
EV14	4	0.60	17	120
EV15	4	1.00	10	140
EV20		0.75	15	120
EV22		1.00	18	180
EV24		0.45	10	194
EV26	4	0.85	27	105
EV27	4	0.50	15	185
EV29	4	1.75	32	135

Her bir kriter için, her bir alternatifin beklenti düzeyine olan uzaklığı hesaplanır. $q^k = \{ w_i^j d_i^j \}$ listesi bulunur.

Tablo 7.7 Ağırlıklandırılmış Alternatifler Listesi

Ev Numarası	$W_{1 d1}$	$W_{2 d2}$	$W_{3 d3}$	$W_{4 d4}$
EV2	0	0.02	0.15	-0.23
EV3	1	0.0	0.24	-0.23
EV7	0	0.0	-0.15	-0.23
EV11	0	0.0	-0.09	0.16
EV13	1	-0.07	0.09	0.30
EV14	0	0.0	0	-0.09
EV15	0	-0.04	-0.31	0.03
EV20	1	-0.02	-0.06	-0.09
EV22	0	-0.04	0.03	-0.30
EV24	1	-0.02	-0.21	-0.39
EV26	0	-0.03	0.31	-0.20
EV27	0	0.01	-0.06	0.33
EV29	0	-0.13	0.46	0

Tablo incelenirse sıfır beklenti düzeyi ile çakışık; negatif değerler, beklenti düzeyi ile ideal nokta arasındaki; pozitif değerlerde beklenti düzeyi ile kötü değer arasında tekabül eden alternatifleri göstermektedir. Dolayısı ile alternatifler değerlendirilirken, sıfır ve negatif değerler dikkate alınacaktır.

Karar vericiye yukarıdaki tablodan uygun alternatiflerin listesi sunulur.

Tablo 7.8 Karar Vericiye Sunulacak Alternatif Listesi

Ev Numarası	$W_{1 d1}$	$W_{2 d2}$	$W_{3 d3}$	$W_{4 d4}$
EV7	0	0	-0.15	-0.23
EV14	0	0	0	-0.09

7.2 DzKK SYKP AIM Modeli

Sahil Yedekleri tedarik listesinin oluşturulmasında AHP kullanılması durumunda karar vericinin eline tüm alternatiflerin sıralandığı bir liste verilemediğinden ve her kalemin tek tek çalışılması gerektiğinden AIM yönteminin araştırılması

benimsenmiştir. Bu sayede karar vericiye kriterlere bağlı olarak ABC analizi sonrasında Acil Talep kapsamında talep edilen 30 kalem alternatif arasından sıralama imkanı sunan AIM yöntemi benimsenmiştir.

AIM problemin yapısının oluşturulmasında AHP yönteminin kullanımı sırasında elde edilen verilerden faydalanılmıştır. AHP kapsamında ele alınan Sarf türü kriteri Sarf Önem derecesi olarak yeniden isimlendirilmiş, Ortalama Sarf Kullanım kriteri olarak ele alınmış tablo 7.9 da gösterilmiştir.

Tablo 7.9 Problem Kriterlerinin Karşılaştırılması

Kriterler	Sarf Türü	Kullanım Yeri	Ortalama Sarf	Önem Derecesi
Sarf Türü	1	4	3	2
Kullanım Yeri	1/2	1	2	3
Ortalama Sarf	1/3	1/2	1	3
Önem Derecesi	1/4	1/3	1/3	1

Karar verme sürecinde yer alan karar vericilerle yapılan mülakat sonrasında ele alınan kriterlerin tablo 7.10 de verilen davranışı gösterdiği tespit edilmiştir.

Tablo 7.10 Problem Kriterleri ile ilgili veriler

Kriterler	Tipi	Min. istenilen	Max. istenilen	Mutlak min.	Mutlak max.
Sarf Türü Önem Derecesi	Azalan	-			
Kullanım Yeri Önem Derecesi	Azalan	10	1		-
Ortalama Sarf	Artan	1	-	-	
Kalem Önem Derecesi	Azalan	10	1	-	

Çalışma kapsamına ele alınan malzeme kalemlerinin kullanılmış oldukları platformlar önceliklendirilmiş ve bu önceliğin tedarik listesine yansıtılması hedeflenmiştir. Burada belirlenen öncelikler DzKK lığını stratejik hedeflerine bağlı olarak yıl bazında değişiklik gösterebilecek olup örnek bir derecelendirme tablo 7.11 de sunulmuştur.

Tablo 7.11 Çalışma Kapsamında Platformlara verilen Öncelikler

Öncelik	Platform
1	Firkateyn, Hücumbot, Denizaltı
2	Mayın Avlama, Mayın Tarama
3	Avcı bot, Sahil Güvenlik v.b.
4	Destek Gemileri (Su, Yakıt)
5	İşkampavyalar ve diğer platformlar

Malzeme kalemlerinin kullanıldıkları platformların önem derecesinin bir adım ötesinde, kalemlerin platform içerisinde hangi sistemlerde kullanıldığı ve bu sistemlerin platformun hareket kabiliyetine ne derece tesir ettiği. Bu amaçla platformlarda bulunan sistemler 10 ana başlık altında listelenerek önceliklendirilmiştir. Bu sayede birinci önceliğe sahip silah sistemi içerisinde yer alan bir malzeme kaleminin tedarik listesinde olma şansı bakım tutum amacıyla kullanılacak bir malzeme kalemine oranla daha fazla olacaktır. Sistemlerin öncelik dereceleri tablo 7.12 de gösterilmiştir.

Tablo 7.12 Çalışma Kapsamında Sistemlere verilen Öncelikler

Öncelik	Sistem
1	Silah
2	Atış Kontrol
3	Seyir Navigasyon
4	Gemi sevk sistemi
5	Yardımcı Sistemler (Jeneratörler)
6	NBC, yangın sistemi
7	Ölçü aletleri
8	Bakım tutum aletleri
9	Yaşam destek (Su arıtma, Buz odası)
10	Temizlik Bakım tutum

Yıl içerisinde gerçekleşen malzeme taleplerinin şekilleri de planlama için veri teşkil etmektedir. Talebin şekli bir ölçüde bahse konu malzemenin platform için ne derecede kritik olduğu anlamını taşımaktadır. Bu nedenle çalışma kapsamındaki tüm malzemelerin hangi şekilde talep edildiği tespit edilerek tablo 7.13 te gösterildiği şekilde önceliklendirilmiştir.

Tablo 7.13 Çalışma Kapsamında Talep Şekline verilen Öncelikler

ÖNCELİK	TALEP SEKLI
4	Tadilat/Modernizasyon
6	Rutin Arıza Onarım
5	SBU (Seçilmiş Bakım Uygulaması)
3	Overhol
6	PBS
7	Kadro Eksigi
8	HEK Karsiligi
2	Stok Tamamlama
1	Arıza talebi

Çalışma kapsamında ele alınan kalemlerin kendi içlerinde de önceliklendirilmesi amacıyla NATO malzeme kodlama sisteminde kullanılan grup sınıf bilgisinden faydalanılmıştır. Bu kodlama sisteminde her kalem için belirlenen ilk iki rakam aşağıdaki tablo 7.14 te belirtilen anlamları taşımaktadır. Bu veriden faydalanılarak kalemler tabloda belirtildiği şekilde önceliklendirilmiştir.

Tablo 7.14 Çalışma Kapsamında Kalem Tipine verilen Öncelikler

Grup	Açıklama	Öncelik
11	Nuclear Ordnance	1
12	Fire Control Equipment	1
13	Ammunition and Explosives	1
14	Guided Missiles	1
15	Aircraft and Airframe Structural Components	1
16	Aircraft Components and Accessories	1
17	Aircraft Launching, Landing, and Ground Handling Equipment	1
18	Space Vehicles	1
19	Ships, Small Craft, Pontoons, and Floating Docks	2
20	Ship and Marine Equipment	2
22	Railway Equipment	2
23	Ground Effect Vehicles, Motor Vehicles, Trailers, and Cycles	2
24	Tractors	2
25	Vehicular Equipment Components	2
26	Tyres and Tubes	2
28	Engines, Turbines, and Components	1
29	Engine Accessories	1
30	Mechanical Power Transmission Equipment	1

Eldeki kriterlere ait verilerinin, her bir malzeme kalemi için yukarıda verilen tablolardan faydalanılarak değerlendirilmesi sonrasında aşağıdaki özet tablo oluşturulmuştur. AIM yöntemi ile malzeme kalemlerinin tedarik önceliğine göre sıralanabilmesi için aşağıdaki tabloda yer alan veriler kullanılmıştır.

Tablo 7.15 AIM programına sıralama için girilen veriler.

Kalem NO	BİRİM FİYAT (USD)	Kalem Önceliği	Sistem Önceliği	Kullanım Önceliği	Sarf Önceliği.
1	96080,9562962963	2	1	7	0,547325102880
2	39294,8940740741	1	1	9	0,142661179698
3	31957,8266666667	3	9	10	0,333333333333
4	31957,8266666667	3	1	10	0,333333333333
5	26094,5088888889	2	2	10	0,427983539094
6	22670,2918518519	1	1	3	0,331961591220
7	19947,8622222222	2	2	10	0,222222222222
8	16198,1111111111	2	1	3	2,616369455875
9	15824,3237037037	2	4	10	0,888279225727
10	15331,5644444444	5	9	10	0,222222222222
11	13836,7311111111	2	1	7	0,222222222222
12	12021,9251851852	3	1	6	0,809327846364
13	11675,76	3	1	6	1,535436671239
14	10014,0459259259	1	4	9	0,666666666666
15	9442,3385185185	2	1	6	0,175582990397
16	7582,4014814814	2	1	5	0,555555555555
17	7276,5348148148	3	1	7	0,222222222222
18	7223,8096296296	1	4	4	0,241731443377
19	6023,5925925925	2	4	6	0,333333333333
20	5602,2251851851	2	1	5	0,310013717421
21	5524,2622222222	2	4	6	0,819844535893
22	5460,0548148148	3	9	10	0,333333333333
23	5053,9466666667	2	2	7	0,362597165066
24	4872,5533333333	2	1	9	0,222222222222
25	4541,5266666667	3	3	9	0,427983539094
26	4032,2496296296	2	4	9	0,222222222222
27	3624,1377777778	2	1	9	0,251486053955
28	3623,5555555556	2	2	7	0,777777777777
29	3542,3903703703	5	4	9	0,142661179698
30	3301,0533333333	1	3	9	0,142661179698

Tabloda yer alan veriler her bir kalem bir alternatifi temsil edecek şekilde sırasıyla AIM programına girilmiştir. Çalışma neticesinde en uygun alternatif aranmadığından kriterler (öncelikler) için herhangi bir beklenti düzeyi girilmemiştir. Bu sayede hiçbir alternatif başlangıç kümesinden elenmeyip sırlama listesi içinde olması sağlanmıştır.

Programın çalıştırılması neticesinde tablo 7.16 da verilen sonuç elde edilmiştir. Bu tabloya göre ilk çalışma listemizde 2. öncelikle tedarik edilmesi öngörülen 2 nolu kalem 1. öncelikle, 22. sırada yer alan kalem ise 2. öncelikle tedarik edilecektir. Sınırlı bütçe nedeniyle ilk listeye göre tedarik edilme şansı düşük olan 22. nolu kalem tespit edilen kriterler ışığında 2. önceliği almıştır. Bu değişikliğin sebebi kalemin kullanıldığı platformun önem derecesinin yüksek olması, bahse konu kalemin mevcut platformlar üzerinde çok sayıda kullanım alanının bulunması ve kalemin ait olduğu grubun öncelik derecesinin yüksek olmasıdır. Bu çalışma ile tedarik edilmesi planlanan aday kalemlerin kendi içlerinde belirlenen öncelikler paralelinde sıralanması sağlanmıştır.

Tablo 7.16 AIM ile elde edilmiş sıralama

Alternatif	Kalem	Sistem	Kullanım	Sarf
Önceliği.	Önceliği	Önceliği	Önceliği	Önceliği
Levels	2	2	9	.33333
Alt-3	3	9	10	.33333
Alt-22	3	9	10	.33333
Alt-9	2	4	10	.88827
Alt-5	2	2	10	.42798
Alt-25	3	3	9	.42798
Alt-10	5	9	10	.22222
Alt-7	2	2	10	.22222
Alt-26	2	4	9	.22222
Alt-29	5	4	9	.14266
Alt-4	3	1	10	.33333
Alt-27	2	1	9	.25148
Alt-24	2	1	9	.22222
Alt-14	1	4	9	.66666
Alt-30	1	3	9	.14266
Alt-2	1	1	9	.14266
Alt-17	3	1	7	.22222
Alt-28	2	2	7	.77777
Alt-23	2	2	7	.36259
Alt-1	2	1	7	.54732
Alt-11	2	1	7	.22222
Alt-13	3	1	6	1.53543
Alt-12	3	1	6	.80932
Alt-21	2	4	6	.81984
Alt-19	2	4	6	.33333
Alt-15	2	1	6	.17558
Alt-16	2	1	5	.55555
Alt-20	2	1	5	.31001
Alt-18	1	4	4	.24173
Alt-8	2	1	3	2.61636
Alt-6	1	1	3	.33196

Çalışma sonrasında karar vericinin yapması gereken; bütçe sınırları dahilinde sıralamanın başından başlayarak bütçe limitine erişilene kadar sırayla kalemleri tedarik listesine eklemektir. Örneğin 93000\$ lık bütçe ayrılması durumunda listenin başında yer alan; 3, 22 ve 9 nolu kalemlerin tedarik edilmesinin teklif edilmesi yerinde olacaktır. Planlama yılı içerisinde ek ödenek bulunması durumunda listenin tedarikine kalındığı yerden devam edilmesi uygun olacak, bir sonraki yıl ise çalışmanın tüm aday kalemler üzerinde tekrar yapılması yerinde olacaktır.

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Malzeme ihtiyaç planlaması, üretimin gerektirdiği talebi belirlemeye özgü bir envanter kontrolü olarak ortaya çıkmıştır. Malzeme ihtiyaç planlamasının endüstri uygulamalarında yaygın olarak kullanılmasının temel sebebi, bilgisayarların üretimde yaygın olarak kullanılmasıyla birlikte çok büyük miktarlardaki veri işlemlerinin yapılabilir olmasıdır. Benzer amaçlar ile Kurumsal Kaynak Planlama yazılımı kullanımına geçen DzKK lığı bu sayede MİP nın sunduğu bu imkanlardan faydalanma şansını yakalamıştır.

Üretim için tasarlanmış olan MİP modülü DzKK lığının üretim kademeleri için ihtiyaca cevap verebilmekle birlikte birimlerin önceden kestirilmesi mümkün olmayan ihtiyaçlarını tahmininde ise yetersiz kalmaktadır. ERP yazılımının organizasyon bazında tahminler ürettiği olması merkezi olarak yapılan Sahil Yedekleri belirleme çalışması için bir diğer engeldir. Bu nedenle Sahil Stoklarının belirlenmesi süreci mevcut durumda karar vericilerin kontrolü altında el yordamı ile yapılmaya devam etmektedir.

Bu süreç içerisinde karar vericiler kendilerine yapılan bir çok girdiyi değerlendirerek kısıtlı olan bütçeyi en etkin şekilde planlamaya birim ihtiyaçlarını en üst seviyede karşılamaya gayret göstermektedirler.

Çoğunluğu yurtdışı kökenli olan malzemelerin tedarikinin önceden başlatılması ihtiyaç duyulduğunda malzemelerin stokta bulunması ve ortaya çıkan arızaların giderilmesi açısından önemlidir. Arıza anında başlatılacak bir tedarik süreci uzun sürecek ve süreç sonlanıncaya kadar bir platformun yetersiz/harekattan sakıt kalmasına neden olabilecektir.

Her yıl bütçede ayrılan kaynak paralelinde başlatılan stok belirleme ve tedarik sürecinin başlatılması için karar vericiler için bir model geliştirilmiştir. Bu sayede karar vericiler sahil ambarlarında stoklanacak malzemeleri belirlerken, kararlarına tesir edecek tüm etmenleri sıralayıp bu doğrultuda nihai kararlarını alabileceklerdir.

Bu sayede karar vericiler talep tahminleri listelerini alıp malzemeleri tek tek çalışmaktan kurtulacak AIM modeli sonrasında elde edilen değerlere göre sıralama yaparak bütçe sınırları içerisinde tedarik listelerini oluşturabileceklerdir. Model karar vericilerle yapılan mülakatlar sırasında tespit edilen kriterler ışığında geliştirilmiş olup, ilave kriterlerin ortaya çıkmasında kolayca uyarlanıp kullanılabilir.

Yapılan çalışma sürecinde DzKK sahil yedeklerinin belirlenmesi aşamasında karar vericinin her bir kalem için tedarik sürecini başlatma kararını verebilmesi için salt sarf bilgilerinin yeterli olamayacağı değerlendirilmiştir. Karar verici için bir kriter oluşturması amacıyla geçmiş yılların sarf verilerinden faydalanılarak bir tahminde bulunulması faydalı olmakla birlikte tek başına yeterli bir veri ve kriter olamamaktadır. Karar vericinin kıt kaynakları etkin olarak planlayabilmesi ve sayısal olmayan önceliklerinin karara tesir edebilmesi amacıyla AIM ve AHP yöntemlerinin kullanılması faydalıdır. Karar vericinin karşılaşılan karar probleminin çözümüne yardımcı olmasıyla karar sürecinde yapılan mülakatlar sonucunda karara tesir eden faktörler belirlenerek derecelendirilmiş ve karar hiyerarşisi oluşturulmuştur. Bu sayede karar vericiler ya da öncelikleri değişse bile tasarlanan model karar verici için problemin çözümünde bir şablon olarak kullanılabilir ve geliştirilebilir.

8.1 Araştırma Sonuçları

Deniz Kuvvetleri Komutanlığı envanterinde yer alıp çalışma kapsamına giren 35303 kalem malzeme üzerinde yapılan talep tahmin çalışmaları sonucunda;

- basit ortalama ile yapılan talep tahmini sonucunda tahmin sapması %12.5 in altında olan kalem sayısı 8410,
- ağırlıklı ortalama için 8385,
- üstel ağırlıklı düzeltme ortalama için 8603,
- en küçük kareler yöntemi (regresyon) için 30824 olarak bulunmuştur.

Bu sonuç ile elimizdeki verilere en uygun tahmin yöntemi “En küçük kareler yöntemi” olmuştur. Bu nedenle çalışma süresince talep tahmini amacıyla “en küçük kareler” yönteminin kullanılması yerinde olacaktır.

Elde edilen sonuca rağmen, bir talep tahmininin gelecek yılın tedarik kalemlerinin belirlenmesi amacıyla kullanılması mevcut problemimiz için yeterli olmamaktadır. Bu amaçla geliştirilen AHP modeli ise tek kalem için tedarik edilip edilmeme kararı

verdiğinden yeterli görülmemiş ve ardından AIM ile kalemler arası kriterlere bağlı olarak bir sıralama gerçekleştirilmiştir. Bu sayede karar verici elindeki bütçeye bağlı olarak listede yer alan kalemlerin liste sırasına göre tedarik sürecini başlatabilecektir.

Yapılan ABC analizi ile 35303 kalem arasında yer alan 1045 kalemin tüm toplamın maliyetinin %80 ini oluşturduğu görülmüştür. Karar vericilerin çalışmalar süresince öncelikli olarak 1045 kalem üzerine yoğunlaşması yapılacak çalışmanın başarısını artıracaktır. Her yıl yapılan tedarik planlama çalışmaları kapsamında kademeli olarak, B ve C sınıfına giren kalemlerin mevcutlarının tamamlanması, bütçeye çok fazla bir yük getirmeden talep karşılama oranının yükselmesini sağlayacaktır. Toplam maliyeti bütünün %20 ile sınırlı kalacak bu faaliyet ile 34258 kalemin sahil ambarlarında mevcudunun bulunması sağlanacak ve olası talepler ambardan karşılanabilecektir.

8.2 Öneriler

8.2.1 Uygulamacılara öneriler

DzKK adına EKM de sahil stokları tespit ve tedarik sürecinde görev alan karar vericiler, kararlarını alma aşamasında AHP yöntemini ellerinde mevcut istatistiksel talep tahmin verileri ile kurumun politikalarına göre kriterleri harmanlayarak karar vermek için kullanabilirler. Bu sayede tek bir kalem için nihai karara tüm kriterler katılmış olur. Tedarik listesi bir bütün olarak düşünülür ise listede yer alması planlanan kalemlerin AIM yöntemi ile sıralanarak listeye son halinin verilmesi ise daha doğru bir yöntem olacaktır.

Yapılan ABC analizi de göstermiştir ki 35303 kalem malzeme arasında bütçenin %80 inin yoğunlaştığı kalemlerin sayısı 1045 tir. Sadece bu kalemler üzerinde yapılacak bir iyileştirme dahi bütçenin etkin kullanımı açısından önemli miktarlarda tasarruf sağlayabilecektir. Yıllık olarak gerçekleştirilmekte olan her çalışma öncesinde benzer bir ABC analizi yapılarak bu malzeme kalemlerinin üzerine yoğunlaşılması önemlidir. Diğer kalemlerin ise ayrılacak bir bütçe ile sürekli olarak mevcutlu tutulması ise büyük bir maliyet getirmemekle birlikte toplam talep karşılama oranının yüksek tutulması açısından önemli bir katkı sağlayacaktır.

8.2.2 Gelecekte yapılacak akademik çalışmalar için öneriler

Çalışma süresince yapılan incelemede örnek birer AHP ve AIM modeli tasarlanmış olup bu modeller geliştirilmeye açıktır. Oluşturulan AHP modelinin yapısı gereği birden fazla malzeme kalemi üzerine kolayca uygulanabilmesi mümkün değildir. Bu amaçla her bir kalem kriterlerin sayısallaştırılmasını gerçekleştirip, bir defada tüm kalemler için bir sıralama yapacak uygulamanın herhangi bir yazılım dili ile geliştirilmesi kolay kullanılabilirlik açısından faydalı olacaktır.

Bu kısıt nedeniyle AHP modeline ek olarak AIM modeli hazırlanmış olup kalemlerin mevcut kriterler çerçevesinde sırlanması sağlanmıştır. Bu çalışmanın bir ileriki basamağı olarak çalışma kapsamında ele alınan kriterlerin detaylandırılması ve elde sonucun diğer yöntemlerle mukayesesi düşünülebilir. Bu sayede önerilen modelin birbirlerine karşı üstün ve zayıf yönleri de değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

1. Ronald H. Ballou: "Unresolved Issues in Supply Chain Network Design", **Information Systems Frontiers**, 3(4): 417-426 (2001).
- 2 Yenersoy, G. "Malzeme Yönetimi Sistemleri", **MAPA Yayınları No:1**, İstanbul, (1990).
- 3 Bowersox,Closs,Cooper, "Supply Chain Logistics Management", 2nd Edition, **McGraw-Hill**, (2002).
- 4 Öztürk, A. "Yöneylem Araştırması", **Ekin Kitabevi Yayınları**, Bursa, 335, (2001).
- 5 Taha, A.H, "Yöneylem Araştırması", Çev:Ş.Alp Baray, Şakir Esnaf, **Literatür Yayınları No:43**, İstanbul, 435, (2000).
- 6 Gilbert, G.Israel, P. "Quantitative Decision Making For Business", **Prentice Hall International**, London, 358, (1978).
- 7 Brown, R. G., "Materials Management Systems", **Wiley**, New York, 242, (1977).
- 8 Atlı, R. "Envanter Kontrolünde Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli ve Uygulanması", **Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Kocaeli, (1997).
- 9 Morrison, A. "Storage and Control Of Stock for Industry and Public Undertaking", **Pitman**, 105, (1981).
- 10 Kobu , Bülent. , "Üretim Yönetimi", **Avciol Basım Yayın**, İstanbul, 308, (2003).
- 11 Marc J. Schniederjans, "Topics in Just in Time Management", **Quorum Books**, 1999
- 12 Silver, A. and Peterson, R. "Decision Systems For Inventory Management and Production Planning", **Wiley**, New York, 626, (1985).
- 13 Demir, M. Hulusi, "Pazarlama Araştırmaları", **Toros Matbaacılık Reklamcılık**, 3. Baskı, İstanbul, 197, 198, 199, (1983).
- 14 Demir, M. Hulusi, Pazarlama", **Kartal Ambalaj Matbaacılık**; 2. Baskı, İzmir, 206, 207, 208, 209, 210, 211, (1990).
- 15 Demir, M. Hulusi, "İşletmeden İşletmeye Elektronik Ticaretin Gelişmesine İlişkisel Pazarlamanın Rolü", **Review of Social, Economic & Business Studies**, Vol.2, 219-231
- 16 Brachos, D.A. Prastacos, G.P , Ostopoulos, K.C "Determining factors of ERP adoption: an indicative study in the Greek market", **Engineering Management Conference**, 2004. Proceedings. 2004 IEEE International

- 17 Xin James He Wenjie Wu , “Factors Affecting Adoption of ERP in China”, **Engineering Management Conference**, 2004. Proceedings. 2004 IEEE International
- 18 Reuther, D. Chattopadhyay, G. “Critical factors for enterprise resources planning system selection and implementation projects within small to medium enterprises”, **Engineering Management Conference**, 2004.
- 19 Orlicky J., “Materials Requirement Planning”, **McGraw Hill Book Co.**, USA,1975
- 20 Acar, Nesime, “Malzeme İhtiyaç Planlaması”, **MPM yayınları**, 323, İkinci Basım, Ankara, 1991.
- 21 Kaleli, Mehtap, “Malzeme İhtiyaç Planlaması ve Üretim Kaynakları Planlaması”, **YTÜ End. Müh. Yüksek Lisans Tezi**, 1995
- 22 Theodore , Allegri H ,”Materials Management Handbook”, **Pan MacMillan**, 1991
- 23 David I. Cleland, Bopaya Bidanda, “The Automated Factory Handbook”, Technology and Management, **McGraw-Hill Companies**; 1 edition, 1990
- 24 M. J. Driver, “Careers: “A Review of Personal and Organizational Research”, In C. L. Cooper, I.T. (Eds.), **Key Reviews in Managerial Psychology Concepts and Research for Practice**,
- 25 Oracle Inventory User's Guide , <http://www.suzlek.ru/oebs/1159/html/docset.html> **(Ziyaret Tarihi : Haziran 2005)**
- 26 Oracle Advanced Planning Implementation and User's Guide ,<http://www.suzlek.ru/oebs/1159/html/docset.html> **(Ziyaret Tarihi : Haziran 2005)**
- 27 Oracle Demand Planning User's Guide <http://www.suzlek.ru/oebs/1159/html/docset.html> **(Ziyaret Tarihi : Haziran 2005)**
- 28 Oracle Manufacturing Scheduling User's Guide, <http://www.suzlek.ru/oebs/1159/html/docset.html> **(Ziyaret Tarihi : Haziran 2005)**
- 29 Oracle Master Scheduling/MRP and Oracle Supply Chain Planning User's Guide, <http://www.suzlek.ru/oebs/1159/html/docset.html> **(Ziyaret Tarihi : Haziran 2005)**
- 30 Robbins, Stephen,P., De Cenzo, David A., “Fundamentals of Management”, **Prentice Hall**, USA, 1995, s.105
- 31 James L. Gibson, John M. Ivancevich, James H. Donnelly, “Organizations”, 10th Ed., **McGraw-Hill**, USA, 2000, s.427
- 32 Zur Shapira, “Organizational Decision Making”, **Cambridge Uni. Press**, New York, 1997,s.10, Korhonen, P. and Wallenius, J.
- 33 Korhonen, P. and Wallenius, J., “On Using the AHP in Multiple Objective Linear Programming”, **Kluwer Academic Publisher**, 2001
- 34 Dyer, R.F., Forman, E.H, 1992, “The Analytic Hierarchy Process in Natural Resource and Environmental Decision Making”, **Kluwer Academic Publisher**, 2001 1992

35 Dyer, J.S., Fishburn, P.C., Steuer, R.E., Wallenius, J. and Zionts, Z, "Multiple Criteria Decision Making. Multiattribute Utility Theory: The Next Ten Years", **Management Science**, 38(5):645-654, May 1992

36 Pi-Fang Hsu, Cheng-Ru Wu, Zhao-Rong Li , "Optimizing resource-based allocation for senior citizen housing to ensure a competitive advantage using the analytic hierarchy process", **Building and Environment**, (SCI & EI) (Accepted: 2006, 11/29)

37 Cheng-Ru Wu_, Chin-Tsai Lin, Huang-Chu Chen, "Optimal selection of location for Taiwanese hospitals to ensure a competitive advantage by using the analytic hierarchy process and sensitivity analysis", **Building and Environment**, Volume 42, Issue 3,

38 R. Ramanathan and L. S. Ganesh, "Using AHP for resource allocation problems", Industrial Engineering and Management Division, Department of Humanities and Social Sciences, Indian Institute of Technology, Madras 600 036, **European Journal of Operational Research**, Volume 80, 1995

39 Ürencik, Cevdet , "Stok Yönetiminde Çok Kriterli ABC Analizi" Yüksek Lisans Tezi, **Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği**

40 Tarım, Ş.A., "Belirsiz ve dinamik talep altında malzeme ihtiyaç planlaması için bir optimizasyon modeli", **Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 2005, 23(2)

41 Riggs James L , "Production Systems; Planning analysis and control", **John Wiley & Sons**, 3 Rev ed edition, 1981

42 David J. Sumanty, "Productivity Engineering and Management", **McGraw-Hill College**, International Student Edition 1985,

43 V. Lofti, T. Stewart, S. Zionts., "An Aspiration-Level Interactive Model for Multiple Criteria Decision Making.", **Computers and Operations Research**, Volume 19 , Issue 7,1992

44 Nakayama b, M. Arakawa, "Multiple criteria decision making with generalized DEA and an aspiration level method, Y.B. Yun A, H, **European Journal of Operational Research**.

45 Nowak, Maciej, "Aspiration level approach in stochastic MCDM problems", **European Journal of Operational Research**, Volume 177, Issue 3, 16 March 2007, Pages 1626-1640

46 Lopes, Lola L., Oden, Gregg C., "The Role of Aspiration Level in Risky Choice: A Comparison of Cumulative Prospect Theory and SP_A Theory", **Journal of Mathematical Psychology Archive**, Volume 43 , Issue 2 (June 1999)

47 J. R. Cho, H. S. Jeong, W. S. Yoo, "Multi-objective optimization of tire carcass contours using a systematic aspiration-level adjustment procedure", **Computational Mechanics** (Comput. mech.) ISSN 0178-7675

ÖZGEÇMİŞ

1973 yılında Eskişehir’de doğdu. İlk ve orta öğrenimini Eskişehir’de tamamladı. 1987 yılında girdiği Deniz Lisesini 1991 yılında ve ardından Deniz Harp Okulu Elektronik Mühendisliği bölümünü 1995 yılında tamamlayıp mezun oldu ve subay nasp edildi. 1995-1996 yılları arasında Karamürsel Eğitim Merkezi Komutanlığında İkmal Subay Temel İhtisas kursunu tamamlayarak ikmal subayı oldu. Envanter Kontrol Merkezi Komutanlığında, Malzeme Kodlama Subaylığı ve ardından Deniz İkmal Merkezi Komutanlığında Stok Kontrol Subaylığı görevlerini icra etti. 1999-2001 yılları arasında Naval Postgraduate School / ABD’ de yüksek lisans eğitimini tamamladı. 2006 yılından beri Envanter Kontrol Merkezi Komutanlığı, Bilgi Sistemleri İşletme Amirliğinde görev yapmakta olup, evli ve bir çocuk babasıdır.