

**MAN TÜRKİYE A.Ş.'DE DAHİLİ İMALAT PARÇALARININ STOK
POLİTİKALARININ BELİRLENMESİ VE AMBAR YERLEŞİMİNİN
İYİLEŞTİRİLMESİ**

Nermin TOPRAK DERİNCE

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**2005
ANKARA**

**MAN TÜRKİYE A.Ş.'DE DAHİLİ İMALAT PARÇALARININ STOK
POLİTİKALARININ BELİRLENMESİ VE AMBAR YERLEŞİMİNİN
İYİLEŞTİRİLMESİ**

Nermin TOPRAK DERİNCE

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**2005
ANKARA**

Nermin Toprak DERİNCE tarafından hazırlanan MAN TÜRKİYE A.Ş.'DE DAHİLİ İMALAT PARÇALARININ STOK POLİTİKALARININ BELİRLENMESİ VE AMBAR YERLEŞİMİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ adlı bu tezin yüksek lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Mehmet ATAK
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Hadi GÖKÇEN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mehmet ATAK

Üye : Yrd. Doç. Dr. Kürşat TÜRKER

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

**MAN TÜRKİYE A.Ş.'DE DAHİLİ İMALAT PARÇALARININ STOK
POLİTİKALARININ BELİRLENMESİ VE AMBAR YERLEŞİMİNİN
İYİLEŞTİRİLMESİ**
(Yüksek Lisans Tezi)

Nermin TOPRAK DERİNCE

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
2005**

ÖZET

MAN Türkiye A.Ş. işletmesinde montaj hatlarında kullanılmak üzere birçok parçanın üretimini gerçekleştiren dahili imalat parça biriminde parçaların mevcut yönetim metodunun potansiyel iyileştirmelere açık olduğu gözlemlenmiştir. Bu bağlamda çalışmanın ana amacı, dahili imalat parçaları için, firmanın hedeflerine ve üretim yapısına uygun stok politikasının belirlenmesidir. Belirlenen politikanın MAN Türkiye A.Ş.'nin ilgili sisteminin performansını raf ömrü bazında yaklaşık %60 iyileştirdiği benzetim koşumları ile gösterilmiştir. Geliştirilen politikanın uygulanabilir olması için elde edilen çözümün mevcut ERP sistemi ile uyumlu olacak bir yazılım kullanılmıştır. Çalışmanın diğer alt amaçları ise dahili imalat parçalarının stoklandığı ambarların yerleşiminin forklift hareketlerinin azaltılacak şekilde iyileştirilmesi ve e-kanban ile yönetilebilecek parçaların tespit edilip uygulamaya alınmasıdır. Önerilen ambar yerleşiminde 03H ambarında %32 ve 04H ambarında %40 iyileştirme sağlanacağı görülmüştür. E-kanban'a geçilmesi ile de toplam taşıma uzaklığında %89'luk bir iyileştirme sağlanmıştır.

Bilim Kodu : 712
Anahtar Kelimeler : (s,Q) rassal envanter modeli, e-Kanban, ambar yerleşimi
Sayfa Adedi : 110
Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Mehmet ATAĞ

**A STUDY DETERMINING THE INVENTORY POLICY OF IN-HOUSE
PARTS AND IMPROVING WAREHOUSE LAYOUT IN MAN TÜRKİYE**

A.Ş.

(M.Sc. Thesis)

Nermin TOPRAK DERİNCE

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
2005**

ABSTRACT

MAN Türkiye A.Ş. has a potential in improving management policy of in-house parts, which are locally produced within the company for assembly line requirements. The focus of this study is to determine the optimum inventory policy in accordance with the company's targets and production structure. The simulation outputs show that the determined policy has improved the performance of the current shelf life by 60% in the company. Current ERP system is supported with software, which is a necessity for integrating the determined policy to the current process. There are further points that this study has focused. Improving the warehouse layout of the in-house parts to reduce forklift movements; defining the scope of e-kanban parts and starting the implementation of e-kanban within the company. The proposed warehouse layout appeared to improve 32% and 40% for 03H and 04H warehouses respectively. Besides e-kanban has provided an improvement of 89% in total monthly travel distance.

Science Code : 712

Key Words : (s,Q) stochastic inventory model, e-kanban, warehouse layout

Page Number : 110

Adviser : Assist. Prof. Dr. Mehmet ATAĞ

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren ve yalnız bırakmayan Hocam Sn. Yrd. Doç. Dr. Mehmet ATAK'a, yine kıymetli tecrübelerinden faydalandığım MAN Türkiye A.Ş. Lojistik Planlama'dan sorumlu Sn. Kartal Erköy'e, ayrıca MAN Türkiye A.Ş. kapsamında yürütülen 2005 yılı Endüstri Projesi kapsamında Bilkent Üniversitesi'nin proje müdahili öğrencilerinden Can DALOKAY, Gonca Ertürk, Gizem Yazıcı, İlkay Sarp Kaçar, Onur Ünlüönen, ve hayat arkadaşım biricik eşim Sn. Oğuz DERİNCE'ye, çevirilerde beni hep destekleyen Sn. Aykut SET'e ve MAN Türkiye A.Ş. ailesinde çalışan ve beni destekleyen tüm mesai arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	x
RESİMLERİN LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. STOK KONTROL SİSTEMLERİ	4
2.1. Stok ve Stok Yönetimi Kavramı	4
2.2. Stok Yönetiminin Önemi ve Amaçları.....	6
2.3. Stokların Fonksiyonları	8
2.4. Stokların Sınıflandırılması	10
2.4.1. Hammaddeler	10
2.4.2. Yarı mamuller	10
2.4.3. İşletme malzemesi	11
2.4.4. Yardımcı maddeler	11
2.5. Stoklarla İlgili Maliyetler	11
2.5.1. Stok bulundurma maliyetleri	12
2.5.2. Sipariş maliyetleri	14
2.5.3. Stok bulundurmama maliyetleri	15
2.6. Stok Politikaları	16

2.6.1. Periyodik gözden geçirmeli stok politikaları	16
2.6.2. Sürekli gözden geçirmeli stok politikaları.....	17
2.6.3. Sürekli ve periyodik gözden geçirmeli sistemlerin karşılaştırılması	19
3. AMBAR YERLEŞİMİNDE STOKLAMA POLİTİKALARI.....	20
3.1. Tahsisli Stoklama Politikası	20
3.2. Tahsisli Stoklama Politikası	21
3.3. Sınıf Esaslı Stoklama Politikası	21
5. KANBAN VE E-KANBAN.....	23
6. MAN TÜRKİYE A.Ş. 'NİN TANITILMASI VE EVOLUTION 2004'E GENEL BİR BAKIŞ	25
5.1. MAN Türkiye A.Ş. 'nin Tanıtılması	25
5.2. MAN Türkiye A.Ş. 'de Evolution 2004'e Genel Bir Bakış	26
5.2.1. Komisyonlama.....	31
5.2.2. DyPP (Dinamik üretim ambarları)	31
5.2.3. e-Kanban	32
6. PROBLEMİN TANIMI	33
6.1. Mevcut Durum Analizi.....	39
6.1.1. Dahili imalat parçalarının analizi	39
6.1.2. 03H ve 04H ambarlarının analizi	45
6.1.3. e-kanban'a aday olabilecek parçaların analizi.....	52
6.2. Önerilen Çözüm Yönteminin Geliştirilmesi.....	55
6.2.1. Dahili imalat parçalarının stok politikalarının belirlenmesi.....	55
6.2.2. 03H ve 04H ambar yerleşiminin iyileştirilmesi	63
6.2.3. e-kanban parçaların belirlenmesi.....	64

7. UYGULAMA.....	67
7.1. Dahili İmalat Parçaları İçin Stok Politikalarının Uygulaması.....	67
7.2. 03H ve 04H Ambar Yerleşiminin İyileştirme Uygulaması.....	86
7.3. e-kanban İle Yönetilecek Parçaların Uygulaması	88
8. SONUÇ	93
KAYNAKLAR	97
EKLER.....	100
EK-1. Dahili İmalat Parçalarının Sınıflandırılması için Yapılan Excel Çalışması Örneği.....	101
EK-2. Birim Normal Dağılımın Bazı Fonksiyonları.....	102
EK-3. Gu(k) fonksiyonuna bağlı k değerinin bilgisayar uygulaması ile bulunması	103
EK-4. Bir parçaya Input Analyzer sonucu	104
EK-5. Forklift'in Alan, Yükseklik ve Genişlik Arası Uzaklıklarda Parçaya Erişmek İçin Harcadığı Süre	105
EK-6. Mevcut durumda 03H ve 04H ambarlarında 200 gün için forklift'in parçaya erişmek için harcadığı sürenin hesaplanmasının bir kesiti	106
EK-7. Önerilen durumda 03H ve 04H ambarlarında belirlenen yeni lokasyonların bir kesiti.....	107
EK-8. e-kanban'a aday 42 parçanın listesi.....	108
ÖZGEÇMİŞ	109

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Periyodik ve sürekli gözden geçirmeli stok modelinin karşılaştırılması	19
Çizelge 7.1. Bir parçaya ait gönderildiği üretim yerleri ve ait olduğu bina.....	90
Çizelge 7.2. Önerilen e-kanban listesi.....	91
Çizelge 7.3. Kullanıldıkları istasyonları belirlenemeyen üç parça	92
Çizelge 8.1. Benzetim Sonuçları	94
Çizelge 8.2. Ambar yerleşim sonuçları	95

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Periyodik gözden geçirmeli stok modeli.....	17
Şekil 2.2. Sürekli gözden geçirmeli stok modeli.....	19
Şekil 5.1. İnci dizisi modelinin şematik gösterimi.....	28
Şekil 5.2. MAN Türkiye A.Ş.'de malzeme dağıtımı ve yöntemleri	30
Şekil 6.1. Ambarların hizmet alanları	36
Şekil 6.2. 2004 yılı için parçaların sınıflandırılması	42
Şekil 6.3. Parçaların aylık ortalama stok seviyeleri	43
Şekil 6.4. Parçaların raf ömürleri (Gün).....	43
Şekil 6.5. Stok dışı kalınan yüzdeler.....	44
Şekil 6.6. Parça listesine göre 03H ambarı analizi.....	45
Şekil 6.7. Talebe göre 03H ambarı analizi.....	46
Şekil 6.8. Talebi olmayan parçaların analizi.....	46
Şekil 6.9. 03H ambarında parçaların raf ömürlerine göre sınıflandırılması	47
Şekil 6.10. 03H ambarındaki parçaların raf ömürleri	48
Şekil 6.11. Parça listesine göre 04H ambarı analizi.....	49
Şekil 6.12. Talebe göre 04H ambarı analizi.....	49
Şekil 6.13. Talebi olmayan parçaların analizi.....	50
Şekil 6.14. 04H ambarında parçaların raf ömürlerine göre sınıflandırılması	51
Şekil 6.15. 04H ambarındaki parçaların raf ömürleri	51
Şekil 6.16. Parça listesine göre 03H ambarında e-kanban'a aday parçaların analizi	53
Şekil 6.17. 03H ambarında 2004 yılı için e-kanban'a aday olabilecek parçaların talep analizi	53

Şekil 6.18. Parça listesine göre 04H ambarında e-kanban'a aday parçaların analizi	54
Şekil 6.19. 04H ambarında 2004 yılı için e-kanban'a aday olabilecek parçaların talep analizi	54
Şekil 7.1. Stok programın ana menüsü	72
Şekil 7.2. Üretim planlama modülü	73
Şekil 7.3. Parça sorgulama modülü.....	74
Şekil 7.4. Parça sorgulama modülünün sonuç ekranı	75
Şekil 7.5. Parça güncelleme modülü	76
Şekil 7.6. Yeni parça ekleme modülü	77
Şekil 7.7. Yeni otobüs ekleme için kullanılan excel template	78
Şekil 7.8. Yeni otobüs ekleme modülü	79
Şekil 7.9. Ürün ağacı bazlı envanter programı modülü	81
Şekil 7.10. Ürün ağacı bazlı envanter programı modülü sonuç ekranı	82
Şekil 7.11. Parça bazlı modül.....	84
Şekil 7.12. Değişim eğrisi modülü	85
Şekil 7.13. Değişim eğrisi modülü sonuç ekranı	85
Şekil 7.14. 03H ambar yerleşim çalışması	87
Şekil 8.1. e-kanban çalışmasının sonuçları	109

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 5.1. e-kanban uygulaması	32
Resim 5.2. Standart barkodlu e-kanban kartı	32
Resim 6.1. e-kanban raflarının görünüşü	64

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
c_{jk}	j ürünün k.lokasyonuna yerleştirmenin maliyeti
D	Beklenen günlük talep miktarı
I_i	i periyodu sonunda stok düzeyi
k	Güvenlik faktörü
L	Tedarik süresi
m_j	j ürünü için gerekli olan depolama kapasite miktarı
m_d	Toplam depolama kapasitesi ($k = 1, \dots, m_d$)
n	Parça sayısı ($j = 1, \dots, n$)
P	Raftan dolum oranı
p_j	j ürünü için ortalama gerekli olan forklift hareket sayısı
R	deponun kapı sayısı
s	Yeniden sipariş noktası
S	Sipariş ulaştığında hedeflenen stok düzeyi
SL	Her bir parçanın raf ömrü
SS	Güvenlik stoğu
T	Siparişler arası süre
t_k	forkliftin k lokasyonundan kapıya hareketi için gerekli olan süre
Q	Sipariş miktarı
Q_i	i periyodunda verilen sipariş miktarı
$\hat{x}_L$	Tedarik süresince beklenen talep

σ_L Tedarik süresi için yapılan talep
 tahmin hatalarının standart sapması

Kısaltmalar	Açıklama
--------------------	-----------------

ESPRC	Beklenen Stok Dışı Kalma Miktarı
--------------	----------------------------------

1. GİRİŞ

Envanter, bir çok sanayi şirketinin hemen hemen en büyük aktifidir. Bu kaynağın yönetimi, karlılığı doğrudan etkiler. Bunun yanında yeterince yüksek olmayan envanter devir hızı, rekabet ve azalan enflasyon dönemlerinde şirketleri zora sokabilir ve beklenmedik zararlar verebilir.

Günümüzde çokça konuşulan, ERP, MRP, JIT felsefesi gibi konularda başarılı olmak isteyen firmaların öncelikle “envanter yönetimi” alanında ilerleme kaydetmiş olması gereklidir. MRP- ERP ve JIT felsefesi stoklarla yakından ilgilenmiş bunları yeterli miktarlara indirerek ya da sıfır yapmaya çalışarak işletme kaynaklarının daha verimli yönetimi için önerilerde bulunmuştur.

Stokların daha etkin yönetimi ile şirket verimliliğinin ve karlılığının artabileceği konusu, hangi sipariş yönteminin ne zaman kullanılacağı, parti büyüklükleri ve güvenlik stokunun hesaplanması, MRP yönteminin çalışma biçimi, envanterde kayıt doğruluğu ve envanteri azaltmanın ve dönüş hızının yeterliliği, verimlilik ve karlılıkta önemli parametrelerdir. Envanter dönüş hızı yeterince hızlı olmayınca hem “artan rekabet” hem de “azalan enflasyon” şirkete zarar verebilir. Envanterin daha hızlı dönebilmesi ise sadece etkin yönetildiği zaman mümkün olacaktır.

Bir işletmenin müşterisi için doğru ürünü; doğru yer ve zamanda, uygun maliyet ve kalitede bulunduracağını garanti etmesi lojistiğin temel felsefesidir. Lojistik kavramını kısaca, müşteri ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla, hammaddelerin, yarı mamullerin, son ürünlerin ve bunlara ilişkin bilgilerin, kaynaktan tüketileceği noktaya kadar etkin ve ekonomik bir şekilde akışını ve gerektiğinde depolanmasının planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesi olarak tanımlanabilir.

Lojistik yönetici faaliyetleri; üretim, satın alma, fiziksel dağıtım, pazarlama ile ilgili satış sonrası hizmet organizasyonu gibi başlıklar altında toplanabilir.

- Üretimle ilgili olarak: Satış ihtiyacını karşılayacak üretim düzeyi belirleme, İş merkezleri içerisinde malzeme akışının optimizasyonu, depolama alanlarının ve malzeme taşıma sistemlerinin planlanması ve düzenlenmesi.
- Fiziksel dağıtımla ilgili olarak: Ulaştırma hizmeti seçimi, giden ve gelen sevkiyat çizelgelenmesi, dağıtım merkezleri faaliyet organizasyon ve planlaması.
- Satınalma ile ilgili olarak: Satın alınanlar için tedarikçilerin seçimi, hammaddeler, fiyat düzeyleri ve spesifikasyonlar, miktar ve düzey belirleme, işin belirli bölümlerini gerçekleştirecek taşeronların seçimi.
- Satış sonrası hizmet faaliyetlerinin organizasyonunda ise: Satış tahmininin müşteri gerçek ihtiyaçlarına uygunluğunun onaylanması, müşterinin teslim tarihlerine uyan teslim çizelgeleri ve müşteri ihtiyaçlarına uyan ambalaj gibi konular lojistik yöneticisi faaliyet alanı içindedir.

Çalışmanın yapılacağı MAN Türkiye A.Ş de artan rekabet ortamında yeni bir üretim sürecine geçiş için 2003 yılında Evolution 2004 olarak başlatılan proje ile bu yönde çalışmalarını arttırmış ve 6 Ekim 2004 tarihi itibari ile uygulamaya başlamıştır. Ancak her yeni sistemde iyileştirmeye açık noktalar olmaktadır. Lojistik Departmanı tarafından bu iyileştirmeye potansiyel konular tespit edilmekte ve gerekli çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar çok geniş kapsamlı olmakla beraber şu anda özellikle üzerinde çalışılan, işletme bünyesinde üretilen ve “Dahili İmalat Parçaları” olarak anılan parçaların yönetimidir. Bu çalışmada stok maliyetlerinin düşürülmesi için dahili imalat parçalarına uygun stok politikalarının belirlenmesi ve ambar yerleşimi üzerinde durulacaktır.

Stok bulundurulması, çeşitli maliyetlerin ortaya çıkmasına sebep olur. Buna karşılık üretim hızının düzgün yürütülmesi ve müşteri isteklerinin zamanında karşılanması ile sağlanan müşteri memnuniyeti de önemli avantajlar sağlar. Böyle olunca da stok yönetimi işletmelerin üretim politikalarında önemli bir yer tutar. İşletme yöneticileri stoklama politikasını işletme şartları ve olanaklarına, piyasa hareket ve koşullarına göre uygun saptamak gibi hassas bir görev ve sorumluluk üstlenmiş olmaktadır. Stok yönetimi ve stok politikaları Bölüm 2’de detaylı olarak verilmektedir.

Ambarlar, bir işletmedeki imalat, işletme, yönetim, personel vb. bütün iş veya hizmetlerde kullanılan her çeşit malzeme ile işletmelerde imal edilen malzemelerin kabulü, saklanması ve gerektiğinde kolay ve hızlı bir şekilde sevk edilebilmesi amacıyla planlanması gereken fiziksel ünitelerdir. Ambarların yerleşim düzenlemesinin yapılması işletmelerde maliyetlerin minimizasyonunu ve hareketli varlıklar olarak görünen stokların kontrolü ve idaresi açısından önem arz eder. Şu anda kullanılmakta olan ve yeni üretim süreciyle dahili imalat parçaları için kurulan iki yeni ambar iyileştirmeye potansiyel durumdadır. Ambar yerleşimi Bölüm 3’de anlatılmaktadır.

MAN Türkiye A.Ş.’de Evolution 2004 projesi ile kullanımı çok olan parçalarda e-kanban akış stratejisi kullanılmaya başlanmıştır. e-kanban ile ilgili genel bilgi Bölüm 4’da verilmektedir.

Evolution 2004 projesi kapsamında MAN Türkiye A.Ş.’de yapılan değişiklikler, yani yeni üretim süreci ve malzeme dağıtım şekli ile işletmenin tanıtımı Bölüm 5’de verilmektedir.

Bölüm 6’da problemin tanımı ve Bölüm 7’de uygulamada kullanılan (s,Q) stok politikasının ayrıntılı olarak anlatımı, ambar yerleşiminde sezgisel olarak uygulaması yapılan “Klasik Ulaştırma Modeli” ve en son olarak dahili imalat parçalarının e-kanban uygulamasına alınması için belirlenen yedi adım ile yapılan çalışmalar verilmektedir.

Yapılan uygulamaları geçirmek için rastsal envanter modeli ve yeni ambar yerleşimi için bir benzetim çalışması yapılmıştır. Kanban kontrol sistemi ise toplam taşıma uzaklığı açısından değerlendirilmiştir. Benzetim çalışması ve toplam taşıma uzaklığının hesaplanması ile elde edilen sonuçlar Bölüm 8’de yorumlanacaktır.

2. STOK KONTROL SİSTEMLERİ

2.1. Stok ve Stok Yönetimi Kavramı

Bir üretim sisteminde üretilen ürüne dolaysız veya dolaylı olarak katılan bütün fiziksel varlıklar ve ürünün kendisi stok kavramı içindedir. Tedarik veya üretim yoluyla elde edilen, kullanılmadan veya müşteriye arz edilmeden önce az veya çok belirli bir süre bekletilen mal miktarına stok denilmektedir (1).

İşletmelerde finansal yönetim açısından bilançolarda, aktif kalemler arasında dönen varlıklar grubu olarak stoklara oldukça büyük bir yatırım yapılmaktadır. İşletmelerde alım ve satım konusu olması nedeniyle, izlenen stok politikasının gelir tablosu üzerinde etkisi oldukça büyüktür. Bu bakımdan stoklarla işletmenin faaliyet geliri arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır (2).

Sipariş üzerine çalışan küçük ölçekli işletmelerde stok bulundurmaya pek fazla gerek yoktur. Zira hammadde ya da malzemeler sipariş alındıktan sonra tedarik edilir ve ürün üretildiğinde müşteriye derhal teslim edilir. Üretim sistemi büyüdükçe, hele ürün çeşidi arttıkça tedarik, talep ve ürüne ilişkin faktörlerdeki belirsizlik ve aralarındaki ilişkinin karmaşıklığı stok bulundurmayı zorunlu kılar (1).

Üretim ve satışların birbirine paralel gitmesi ve bunun sürekliliği bazı durumlarda olanaksızdır. Üretim sırasında makine kapasitelerinin mümkün olan en yüksek düzeyde kullanılması, iş yüklemenin düzgün yapılabilmesi ve hazırlık maliyetlerinin düşürülmesi üretim hızının sabit tutulması ile gerçekleşebilir. Ancak bu takdirde, üretimin satışların üstünde gitmesi halinde artan miktarın stoklanması, aksi durumda ise stoktan satış yapılması söz konusudur. Stok bulundurulması, çeşitli maliyetlerin ortaya çıkmasına sebep olur. Buna karşılık üretim hızının düzgün yürütülmesi ve müşteri isteklerinin zamanında karşılanması ile sağlanan müşteri memnuniyeti de önemli avantajlar sağlar (1). İşte bu nedenle işletmelerde stokların yönetimi oldukça önemlidir. İşletmenin finansal varlıklarının yönetimindeki başarı, büyük ölçüde stok yönetimindeki başarıya bağlı olmaktadır (3).

Stok kontrolü, malzeme yönetiminin önemli bir çalışma alanını oluşturur. Bir uzlanım işlevi olan stok kontrolünün amacı, üretimi istenilen düzeyde tutmak, teslim ve satış işlerini önceden saptanan sayılarla gerçekleştirmek için, zaman ve nicelik yönünden eniyi ve ekonomik sayılan malzemeyi elde bulundurmaya sağlamaktır. O halde stok kontrolü, gereksinimlerin karşılanması ve biriktirim yapılması ile alınması gereken maddeler arasında denge kurmak için gereken örgütlenme işlemlerini yapmaktır, denebilir (4).

Stok yönetimi, stok kontrolünün gerektirdiği fonksiyonları kapsamaktadır. Stok kontrolüyle, stok düzeylerini en ekonomik yapabilecek stok kararları alınır. İşletmenin üretim faaliyetleri sırasında hammadde yardımcı madde vb. maddelere ihtiyaç duyulmaktadır. İşletmeler bu maddeleri stoklama yoluna giderler. Her stok birimi başına, üretim aşamasında düşen maliyetler dikkate alınmalı ve buna göre karar verilmelidir (5).

Stok yönetimi, işletmenin üretim, satış ve finansal koşullarını göz önüne alarak, işletmenin yapısına göre en ekonomik stok miktarını belirlemeyi ve bu miktarı aynı seviyede tutmayı amaçlar. Stok yönetimiyle stok düzeyleri ve stok hareketleri sürekli olarak kontrol edilir (6).

Stok yönetimi, stokların sınıflandırılmasındaki güçlükler ve fazla zaman gerektirdiğinden dolayı oldukça karışıktır. İşletmeler üretim amacıyla çok sayıda parça satın alır ve kullanırlar. İşletme yöneticileri talebi karşılamak amacıyla satın alma, üretim ve stok kontrolü faaliyetlerinde bulunurlar (7).

Stok yönetimi, maliyetlerin sınıflandırılmasında ve maliyet tahminine yardımcı olur. Sabit ve değişken maliyetler satış değerlerine bağlı olduğu kadar sipariş noktasıyla da yakından ilgili bulunmaktadır (8). Bu nedenle bir üretim ortamında, stok yönetimini üretim planlamasından ayrı olarak düşünmek imkansızdır. Üretim stok sisteminin fonksiyonu, ana üretim planını ayrıntılı malzeme ihtiyaçlarına ve siparişlere çevirmektir. Bu sistem, neyin, ne kadar satın alınacağını veya üretileceğini birimler bazında tespit eder (9).

Stok yönetiminde önemli nokta, en küçük stok yatırımına karşı en iyi hizmeti verebilmektir. En iyi hizmet düzeyi için stoksuz kalma olasılığını en küçük orana indirmek gerekir. Bunun için de eldeki stok ve beklenen mal teslimlerinin, tahmin edilen talebe göre bir güven faktörü ya da güven stoğu kadar fazla olması gereklidir (10).

2.2. Stok Yönetiminin Önemi ve Amaçları

İşletmelerde başarılı bir yönetim için, stok yönetiminin en iyi şekilde planlanması gereklidir. İşletmeler stoklara, faiz oranlarının yüksek olması gibi nedenlerden dolayı belirli bir miktardan fazla finansal kaynak ayırmazlar (11). Girdi kalemi olarak kullanılan bir hammaddeyi mevcudu tükendiği takdirde işletme üretim yapamayacaktır. Stokların gereğinden fazla olması durumu, finansal kaynaklara olan ihtiyacı artırır. Bu bakımdan işletmenin faaliyetlerine devam edebilmesi için stok yönetimi oldukça önemlidir (12).

İşletme yöneticileri açısından stok tutarının döner varlıklar içinde önemli bir paya sahip olması stok yönetimine önem vermeyi zorunlu kılmaktadır (13).

İşletmeler talep durumlarına göre stok seviyelerini ayarlamak durumundadırlar. Stok yönetiminde, stok maliyetlerinin minimum olması için en önemli faktör üretimle stok dengesinin kurulmasına bağlı bulunmaktadır (14).

İşletmelerde üretim faaliyetlerinde stok ve stokların yönetimiyle üretim ve istihdamın düzenli bir şekilde olması sağlanarak, işgücü, teçhizat ve toplam üretim verimliliği arttırılabilir (15).

Stok yönetiminin amaçlarından birisi de, üretimi planlanan şekilde gerçekleştirecek satınalma ve satış işlerini önceden tespit edilen miktar ve zamana göre optimal şekilde yapmaktır. Stok yönetimiyle ihtiyaçları karşılamak ve stoklama ile alımı planlanan maddeler arasında bir denge kurmayı amaçlar (16).

Stok yönetiminde; stok politika ve hedefleri, stok maliyetlerini minimize etme amacına yönelik olarak tespit edilir. Stok sisteminin iyi bir şekilde çalışması, stok yönetiminden beklenen etkiyi arttıracaktır. Stok sitemi iyi çalışmazsa, başta stok bulundurmama maliyetleri olmak üzere stok maliyetleri artacaktır (17). Bu yüzden yöneticilerin stok politikalarını seçerken, stok miktar ve değerlerini doğru bir şekilde tespit etmek durumundadırlar.

Stok yönetimi problemleri, diğer üretim yönetimi problemleri ile yakından ilgili bulunmaktadır. Üretim amacıyla hammaddelerin satın alınması, mamullerin stoklanması ve stok planlamasının yapılması koruyucu bakım programına göre yedek parça stoklarının belirlenmesi bunlara örnek olarak verilebilir (18). Stok yönetimi üretimin gerektirdiği hammadde ve yarı mamul ihtiyacını üretim hattı boyunca karşılamalıdır. Yeniden siparişe geçme noktası ve sayısı iyi tespit edilmeli ve üretim aşamasında stoksuz kalma durumu önlenmelidir (19).

Stok yönetimi stoklara yapılan optimum yatırım miktarını tespit etmek amacına yöneliktir. Stoklara yatırım halinde iki durum ortaya çıkar; birinci durum, stokların yetersiz olmasıdır. Yetersiz stoklar, üretimin azalmasına ve satış kayıplarına neden olmaktadır. İkinci durum; stokların fazla olmasıdır. Fazla stoklar, stok bulundurma ve sermaye maliyetini artırır. Eskime ve yıpranmalara neden olur (20). Optimum stok miktarı bu iki durum dengelenmeye çalışılarak tespit edilmelidir. Stok yönetimindeki amaç, elde stok bulundurmanın sağlayacağı tasarruflarla, stok maliyetleri arasında optimal dengenin kurulmasını sağlamak olmalıdır.

İşletmeler makinelerin durması, bekleme, özel siparişlerin olması ve stokların bulunmaması gibi nedenlerden dolayı stok bulundururlar. Bilimsel stok yönetimin amacı, stok yönetimiyle stok maliyetlerini minimize etmektir (21).

Etkili bir stok yönetimi, işletme riskini azaltabilir, fakat ortadan kaldıramaz. İşletmede risk geleceğin belirsizliğiyle yakından ilgilidir. Stok planlama ve kontrolü, işletme yöneticilerine sadece planlama ve riski azaltmada yardım edebilir. Üretim planlama ve kontrol ise işletmenin temel politika ve amaçlarına göre

düzenlenebilmektedir. Stok yönetimi işletmenin amaçları ve diğer etkenlerle sınırlanmış bulunmaktadır. En iyi stok yönetim sistemi işletmenin amaçlarına göre sipariş bulundurmaya ve işletmenin ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde dengeli bir stok bulundurmaya öngörmektedir (22).

2.3. Stokların Fonksiyonları

Stokların bazı fonksiyonları vardır. Bunlar aşağıda verildiği şekilde sıralanabilir (23):

Belirsizliğe Karşı Güvence Olarak: Herhangi bir malzemeye olacak talebi, malzeme teminindeki tedarik ön zamanlarını, gelen malzemenin ne kadarının bozuk çıkacağını, stoktaki malzemenin bozulma süresini tam olarak tahmin edebilmek mümkün değildir. Tedarik sürecindeki herhangi küçük bir kesintide tedarikçi ve kullanıcı arasında bir güvenlik stoğu olarak; arz ve talepteki beklenmeyen değişiklikte dalgalanmaları gidermek için yeterli bir stok, hizmetin sürmesini güvence altına alır.

Süreçlerin ve Birimlerin Birbirinden Bağımsız Hale Gelmesi İçin: Kuruluştaki farklı hizmet süreçlerinin ve birimlerin bağımsız hareket edebilmelerini sağlamak; ayrıca, birbirini takip eden süreçlerde bir önceki süreçte oluşan aksaklık ya da yavaşlamaların sonraki süreçleri olumsuz etkilemesini önlemek için envanter tutulabilir. Örneğin hastanedeki kliniklerin ilaçlarını merkezi depodan talep etmeleri zaman kaybına ve acil durumlarda büyük sorunlara yol açabilecek iken, her kliniğin kendine özel ilaç stoğunun bulunması bunu önler.

Sipariş Miktarıyla Orantılı İskontolar: Devamlı ihtiyaç duyulan ve dayanıksız mallar, daha sık sipariş edilebilirler. Bununla beraber, birçok mal için bu uygulama çok masraflıdır. Büyük miktarlar söz konusu olduğunda birim fiyatlar genellikle daha düşüktür ve tedarikçi firmanın, sipariş miktarıyla orantılı iskonto yapması söz konusu olabilir. Envanter, toptan satın alıma izin verir; bu miktarlar stok olarak tutulur ve gerektiği zaman dağıtılır. Bu, hem bekleme zamanını kısaltır, hem de nakil etkinliğini artırır.

Ortak Tedarikçi Firmadan Gelen Malzemeler: Aynı tedarikçi firmadan gelen malzeme söz konusu olduğunda, taşıma maliyetlerini düşürmek, sipariş miktarını arttırarak birim fiyatta indirim sağlamak için ihtiyaç olmayan malzemeler için de sipariş verilebilir.

Kullanımın malzemeye ve malzemenin kullanıma uydurulması: Bazı zamanlarda sadece bir tane gereken malzeme, büyük paketler içinde, örneğin düzine ile gelebilir. Diğer onbir kalem, gelecekteki ihtiyaç için stokta bekletilebilir. Diğer taraftan, stok mevsimsel değişiklikler gibi tahmin edilebilen talep değişiklikleri ile başa çıkmayı da sağlar: durgun dönemlerde en azda tutulurken talep artışı beklenirken arttırılabilir.

Spekülatif Duyumlar: Malzemeler için fiyat artışı beklentileri varsa ihtiyaç olmamasına rağmen stok tutulabilir.

Bir üretim ya da dağıtım işletmesinin, talepleri zamanında karşılayabilmesi ve rekabet gücünü artırabilmesi için yeterli miktarda stok bulundurması gereklidir. Envanterlerin korunması ile ilgili maliyetler, işletme maliyetlerinin önemli bir kısmını teşkil eder. Bu nedenle işletmeler sipariş verilecek miktar ve siparişin yapılacağı zamanı toplam maliyetlerini optimum yapacak şekilde tespit etmek zorundadırlar.

Pratikte, bir yönetici aşağıdaki durumları gözden geçirerek siparişlerini yenilemelidir (23):

- 1) Son siparişten bu yana ne kadar stok kullanıldı?
- 2) Ne miktarda güvenlik stoğu tutulmalı?
- 3) Ambarda ne kadar stok kaldı?
- 4) Yeni siparişin teslimi ne kadar zaman alır? (bekleme süresi)
- 5) Kayıplar ve gecikmeler için ne kadar ekstra malzeme sipariş edilmelidir?

Bir başka kural, güvenlik stoğuna eşit miktarda sipariş yapmaktır. Eğer malzeme gecikmesiz ulaşıyorsa herhangi bir ek stok yapmaya gerek yoktur.

2.4. Stokların Sınıflandırılması

Stok yönetimini kolaylaştırma ve etkinliğini artırmak amacıyla stoklar belirli ölçülere göre sınıflandırılmaktadır. Stoklanan varlıklar; çeşitli değer, stoklama şekli vb. birtakım yönlerden farklılıklara sahiptirler. Stok politikalarını tespit ederken bu varlıkları belirli ölçülere göre sınıflandırır (24).

Çok sayıda stok kaleminin bulunduğu işletmelerde, her stok kalemi aynı önem derecesine sahip değildir. Stokların önem derecelerine göre kontrol yöntemlerinin uygulanması, iyi bir stok yönetimi için gereklidir. Bu nedenle stokların sınıflandırılması gerekmektedir (25).

İşletmelerde stoklar hammaddeler, yardımcı maddeler, işletme malzemesi ve yarı mamuller olmak üzere dört grupta toplanabilirler (26).

2.4.1. Hammaddeler

Hammaddeler mamulün üretimi için gerekli olmaktadır. Hammadde kavramı işletmenin yapısına göre değişebilmektedir. Örneğin pamuk ipliği üreten işletme için pamuk, hammadde olacaktır. Pamuk ipliğini dışardan satın alan bir tekstil işletmesi için pamuk ipliği hammaddedir. Bir konfeksiyon işletmesi için tekstil mamulü olan kumaş hammadde niteliği taşımaktadır. Üretim için çeşitli hammaddeleri stoklamak gerekir.

2.4.2. Yarı mamuller

Üretim işlemine giren, üzerinde üretim işlemleri tamamlanmamış olan ve üretim akışına göre belirli işlemlere tabi tutulmak üzere iş istasyonlarında bekletilen maddelerdir. Bu maddeler bir süre sonra üzerinde işlem yapıldıktan sonra nihai mamul haline gelirler.

İşletmenin entegre olma durumu ve endüstri koluna bağlı olarak bir işletmenin yarı mamulü olan bir madde, bir başka işletmenin hammaddesi, işletme malzemesi veya yardımcı malzemesi olabilir. Bununla birlikte işletme içinde bir mal hem hammadde hem de yardımcı madde olarak kullanılabilir.

2.4.3. İşletme malzemesi

Belirli bir mamulün meydana getirilmesinde doğrudan kullanılmayan malzemelerdir. Üretim faaliyetlerinin yürütmesine yardımcı olurlar. İşletme malzemesi üretim araçlarının bakımında, enerji ve buhar vs. üretiminde kullanılabilirler. İşletme malzemesi işletmenin faaliyet türü ve içinde bulunduğu endüstrinin niteliklerine göre farklı özellikler göstermektedirler. Büro malzemeleri, elektrik gaz, su, petrol, oksijen, maden kömürü vb. bunlara örnek olarak sayılabilir.

2.4.4. Yardımcı maddeler

Üretimde mamulün meydana getirilmesinde kullanılan fakat onun esasını oluşturmayan maddelerdir. Hammaddelerin tamamlanmalarına yardım ederler. Mamullerin üretimi sırasında fiziksel ve kimyasal işlemler sonucu, hammaddenin mamul madde haline gelinceye kadar geçen süreç akışı sırasında kullanılırlar. Örneğin; Bitkisel yağ üretiminde; vitaminler, renk verici maddeler hidrojen vb. maddeler yardımcı maddeler grubuna girerler.

Mamulün üretim özelliklerine bağlı olarak farklı yardımcı madde türü ve grubu ortaya çıkmaktadır. Örneğin; yağlar, hidrojen, kalay, azot, cilalar gibi.

2.5. Stoklarla İlgili Maliyetler

Stok yönetiminde; stok politika ve hedefleri, toplam stok maliyetlerini minimum yapma amacına yönelik olarak tespit edilir. Stok yönetim sisteminin iyi bir şekilde çalışması, stok kontrolünün etkinliğini artıracak ve stok kontrol maliyetlerinin

düşmesine sebep olacaktır. Stok yönetim sisteminin iyi çalışmaması durumunda stok bulundurma maliyetleri başta olmak üzere stok maliyetleri artacaktır (27)

İşletme yöneticileri, stoklarla ilgili maliyetleri göz önünde bulundurarak stoklarla ilgili problemleri ve stok politikalarını belirlemektedir (28).

Stoklarla ilgili maliyetler üç ana grup altında toplanmakta olup bunlar;

- 1) Stok Bulundurma Maliyetleri
- 2) Sipariş Maliyetleri
- 3) Stok Bulundurmama Maliyetleri

2.5.1. Stok bulundurma maliyetleri

İşletmenin belirli bir stok miktarını belirli bir dönem bulundurması sonucu katlanması gereken maliyetlerdir. Stok bulundurma maliyetleri stok miktarıyla orantılı olarak artmaktadır. İşletmenin belirli bir dönemdeki stok bulundurma maliyetlerinin toplamı, o devrede bulundurulan ortalama stok miktarının bir fonksiyonu olmaktadır (29). Stok bulundurma maliyetleri şu alt grup maliyetlerden meydana gelmektedir

Sermaye maliyeti:

Stoklara yatırılan sermayenin alternatif maliyeti sermaye maliyetidir. Sermayenin diğer kullanım alanları yerine stoklara yatırılması durumunda alternatif kullanım alanlarının getireceği kazanç sermaye maliyetini meydana getirmektedir. Örneğin; sermayenin alternatif kullanım alanları için getireceği kazanç %8 ise sermayenin maliyetleri %8 olur.

Depolama maliyeti:

Depolama maliyeti depolamanın gerektirdiği ısıtma, kira, aydınlatma, depo personelinin ücreti gibi masraflardır. Deponun alternatif kullanım durumunun olması halinde de depolama maliyeti ortaya çıkar. Alternatif kullanım durumunda deponun getireceği gelir, depolama maliyeti olarak kabul edilir. Depolama maliyetleri, stok bulundurma maliyetleri ile yakından ilgilidir. Depolama maliyetleri içerisinde stok artış ve azalışlarından etkilenmeyen maliyetler, dolaysız depolama maliyetleri ile ilgilidir. Stok seviyesinin artış ve azalışlarından etkilenen maliyetler ise stok bulundurma maliyetleri grubuna girmektedir.

Bozulma ve fire maliyetleri:

Depolanan mamullerin çoğu, depolama süresinin uzunluğuna bağlı olarak bozulmaktadır. Doğal bozulma mamulden mamule farklı olmakta ve stok bulundurma maliyetlerini etkilemektedir. Bozulma maliyetlerinin yaygın olan şekli, bozulmadan dolayı üretim kayıplarının olması ve talebin karşılanamaması durumunda meydana gelmektedir. Diğer bozulma maliyetleri mamullerin depolanmasında ortaya çıkan fiziksel bozulmalar nedeniyle olmaktadır. Örneğin; gıda maddeleri uzun süre depolama nedeniyle bozulmaktadır. Bozulma durumunda stoksuz kalma maliyetleri de ortaya çıkmaktadır. Bunlardan başka bozulma ve fire maliyetleri de vardır. Kayıtları tutmadaki yetersizlik, depolama maliyetlerini artırmaktadır.

Sigorta ve vergiler:

Stoklar sermaye yatırımları içinde önemli bir yer tuttukları için stokların sigortası için gerekli masraflar, sigorta masraflarını oluştururlar. Sigorta masrafları, stok miktarına ve değerine bağlıdır. Stoklar için ödenen vergilerde de aynı durum söz konusu olmaktadır. Vergi miktarı stok miktar ve değerine göre tespit edilir.

Sistem maliyetleri:

İşletmelerin stok politikalarına bağlı olarak uygulanan stok sistemi için geçerli olan maliyetler şunlardır:

- Bilgi toplama maliyetleri
- Fiziksel stok kontrol maliyetleri
- Koruma kayıt maliyetleri

Stok sistem maliyetlerinin seviyesini tespit etmek oldukça güçtür.

2.5.2. Sipariş maliyetleri

Üretimin yapılabilmesi için gerekli hammadde, yardımcı malzeme ve işletme malzemesinin siparişi için yapılan maliyetlerdir. Sipariş maliyetlerini oluşturan masraf grupları sipariş konusu malzemelere göre değişmekle birlikte, genel olarak aşağıdaki sipariş maliyetleri söz konusu olmaktadır;

- Sipariş düzenleme maliyetleri; Kırtasiye, haberleşme, personel ücreti, kayıt masrafları, sipariş takibi ve faturaların ödenmesi ile ilgili maliyetler.
- Teslim alma sırasında ortaya çıkan maliyetler; Ulaşım, kontrol, teslim alma ve kayıt maliyetleri
- Makine ve teçhizatla ilgili maliyetler; Makine ve teçhizatın ayarlanması, hazırlanması ve iş programının düzenlenmesi ile ilgili maliyetler

Sipariş düzenleme maliyetleri her sipariş için sabittir. Bununla birlikte, sipariş sayısına bağlı olarak değişir. Sipariş sayısı arttıkça zaman, sipariş düzenleme maliyetleri de artar (30). Genellikle bir defada verilen sipariş miktarının artması durumunda, sipariş verme sayısı ve sipariş maliyetleri azalır (31). Sipariş ve taşıma maliyetleri karşılıklı olarak birbirini etkilemektedir. Toplam taşıma maliyetleri sipariş süresi azaldıkça sürece yükselir, toplam miktarı artar, fakat toplam sipariş tersine olarak azalmaktadır (32).

2.5.3. Stok bulundurmama maliyetleri

Emniyet stokları, yeni siparişler gelinceye kadar elde bulundurulan stokları ifade eder. Stoksuz kalma ihtimaline karşı bulundurulan stok miktarı kadar, bir stok bulundurma maliyeti ortaya çıkacaktır. Stoklardan dolayı stok bulundurma maliyeti artarsa, bu durumda stok bulundurmama maliyeti azalır. Tersisi durumda stok bulundurmama maliyeti azalmaz (33).

İstenilen varlığın stoklanamaması veya yeterinden az miktarda stoklanması sonucu oluşan maliyetlerdir. İşletmeler talebi karşılayacak miktarda stok bulundurmadıkları zaman stok bulundurmama maliyetleri ortaya çıkar.

İşletmelerin belirli bir miktar hammadde ve malzeme bulundurmadığı zaman stokları tükenir. Stok tükenmesi bir takım maliyetlere sebep olabilir. İşletmeler stok olmaması nedeniyle üretime ara verebilir. Bu durumda stok bulundurma maliyetinin etkisi daha fazla olur. İş gücü kaybı, makinelerin üretim kaybı, kar imkanlarının kaybı bunların başta gelenleridir.

İşletmelerde stoklarının yetersiz olması durumunda aşağıdaki maliyetler ortaya çıkacaktır;

- Satış kayıpları
- Müşteri kayıpları
- Gönderme maliyetleri
- Özel dağıtım maliyetleri

Stok bulundurmama maliyetleri oldukça geniş ve yaygın olduğundan, birim başına stok bulundurmama maliyetini tahmin etmek oldukça zordur. Bu zorluk stok bulundurmama maliyetlerinin fırsat maliyeti olmasından kaynaklanmaktadır. Buna rağmen stok bulundurmama maliyetlerinin hesaplanması oldukça önemli olmaktadır (34).

2.6. Stok Politikaları

Stok politikası, stokların kontrol edilmesi ve siparişin verilmesi disiplini. Stok politikaları stokların kontrol edilmesi şekline göre “Periyodik Gözden Geçirme” ve “Sürekli Gözden Geçirme” olarak ikiye ayrılmaktadır.

2.6.1. Periyodik gözden geçirmeli stok politikaları

Periyodik gözden geçirmeli stok politikasında, envanter düzeyleri eşit T zaman aralıklarında gözlemlenmektedir. Burada T gözden geçirme periyodik uzunluğunu ifade etmektedir. Eş. 2.1’de ifade edildiği gibi eğer T periyodu sonunda envanter düzeyi önceden tespit edilmiş yeniden sipariş verme düzeyinden daha yüksekse, herhangi bir işlem yapılmaz. Ancak, envanter düzeyi hedef envantere eşit veya ondan küçükse, envanteri hedef (maksimum = S) düzeye çıkarmak üzere sipariş verilir (35).

$$Q_i = \begin{cases} 0, & \text{eger } I_i > s \\ S - I_i & \text{eger } I_i \leq s \end{cases} \quad [2.1]$$

Bu politikayı tanımlamak üzere üç parametre gereklidir: S, s ve T. Dolayısıyla S, s ve T için optimum değerler bu politikanın toplam stok maliyeti en aza indirgenecek şekilde tespit edilmelidir. Bu politika Şekil 2.1’de grafiksel olarak gösterilmiştir. Şekil 2.1 incelendiğinde; T₁ ve T₃ dönemlerinin sonunda hiçbir sipariş verilmesi gerekmezken, T₂ döneminin sonunda S – I₂, T₄ döneminin sonunda S – I₄ kadar sipariş verilmesi gerektiği görülmektedir.

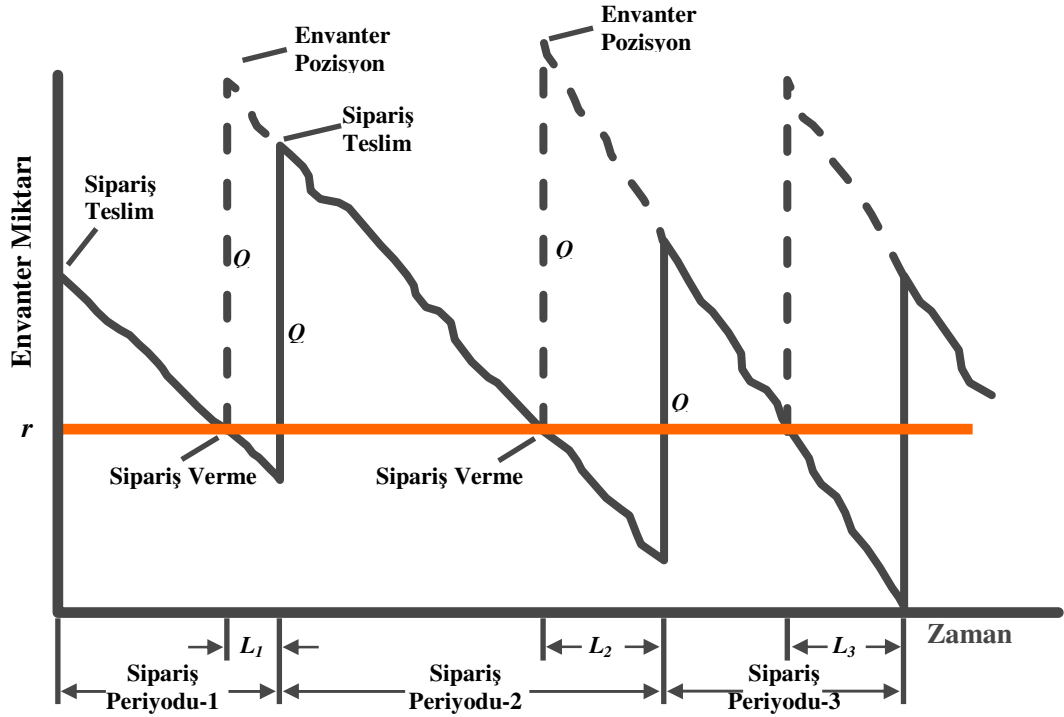
Ancak periyodik gözden geçirme politikası S = s olarak ele alınması durumunda ise Q_i = S – I_i kadar sipariş büyüklüğü her T_i periyodu sonunda ortaya çıkar. Bu politikada S ve T belirlenmesi gereken parametrelerdir.

Güvenlik stoğu, sipariş noktasına ulaşıldığında elde bulunması gerekenleri temsil eder. Öncelikle çalışma stoğu kullanılır, stoğu tazelemek için yeni sipariş verilir, sonra da yeni teslimat beklenilirken güvenlik stoğu kullanılır.

Sürekli gözden geçirmeli stok sistemlerinde iki temel politika vardır (36):

(s,Q) Politikası: Envanter pozisyonu (eldeki mallar + siparişteki mallar) ne zaman s veya daha altında bir seviyeye düşerse, sabit bir miktar olan Q kadar sipariş verilir. (s,Q) politikası “iki kutu” politikası olarak da bilinir. Örneğin (30,500) politikası ele alınsın. Kutu-1’de 500 birim malzeme, Kutu-2’de 30 birim malzeme olduğu düşünülür. Talepler Kutu-1’den (500 birimlik kutu) hiç malzeme kalmayıncaya kadar karşılanır. Kutu-1’de malzeme kalmayınca 500 birimlik sipariş verilir ve bu sipariş teslim alınıncaya kadar talepler Kutu-2’den (30 birimlik kutu) karşılanır. Sipariş ulaştığında önce Kutu-2’nin eksilen kısmı tamamlanır ve malzemenin kalanı Kutu-1’e konulur.

(s,S) Politikası: (s,S) politikası uygulanırken envanter seviyesi s’den küçük veya s’ye eşit olduğu durumlarda sipariş verilir. Siparişin büyüklüğü envanter seviyesini S’ye tamamlayacak şekilde ayarlanır. Örneğin, (5,40) politikasını uygularken envanter seviyesi aniden 7’den 3’e düşsün. Hemen $40-3 = 37$ birim sipariş verilir. Optimum (s,S) politikasının tam olarak hesaplanması zordur ancak performansı (s,Q)’ya göre daha iyidir. Özet olarak (s,S) politikası, envanter pozisyonu (eldeki mallar + siparişteki mallar) ne zaman s veya daha altında bir seviyeye düşerse, sabit Q kadar değil de envanter pozisyonunu S miktarına çıkartacak kadar (S-I) sipariş verilir.



Şekil 2.2. Sürekli gözden geçirmeli stok modeli

2.6.3. Sürekli ve periyodik gözden geçirmeli sistemlerin karşılaştırılması

Periyodik gözden geçirmeli stok modeli ile sürekli gözden geçirmeli stok modelinin bir karşılaştırması yapılmıştır (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Periyodik ve sürekli gözden geçirmeli stok modelinin karşılaştırılması

<i>Periyodik Gözden Geçirmeli Stok Politikaları</i>	<i>Sürekli Gözden Geçirmeli Stok Politikaları</i>
Envanter seviyeleri periyodik izlenir.	Envanter seviyeleri sürekli izlenir.
Sipariş miktarı sabit değildir. Her siparişte yeniden belirleme imkanı vardır.	Sipariş miktarı sabittir. Sipariş periyotları değişkendir.
Üç parametresi vardır ; S : Hedeflenen Envanter Düzeyi s : Yeniden sipariş noktası T : Periyot uzunluğu	İki parametresi vardır; Q : Sipariş miktarı, s : Yeniden sipariş noktası.
Yüksek güvenlik stoğu gerektirir. Güvenlik stoğu seviyesi tedarik süresi ve sipariş aralığına bağlıdır.	Düşük güvenlik stoğu gerektirir. Güvenlik stoğu tedarik süresindeki talebin dalgalanmalarına bağlıdır.
Periyot uzunluğu bilindiği için planlama yapmak daha kolaydır. Depolar daha düzenli çalışabilir.	Periyot uzunluğu sabit olmadığı için planlama yapmak daha zordur. Tedarikçi firmaları zorlar.

3. AMBAR YERLEŞİMİNDE STOKLAMA POLİTİKALARI

İmalatta taşıma ve bekleme üretilen parçanın değerini değilse de maliyetini büyük ölçüde arttırmaktadır. İmalatın dışında da posta ve mal dağıtımı, kargo vb. sahalar tamamen malzeme aktarma çalışmalarına dayanmaktadır (37).

Stoklama problemleri imalat, dağıtım ve hizmet sektörlerinde çok sık karşılaşılan bir problem türüdür. Stoklama sistemlerinin tasarımında stok sahasının büyüklüğü (gerek alan ve stoklama yeri sayısı), stoklama erişim yöntemleri (birim yük-konteynır, sabit raf-kutu, kesikli-sürekli alan, elle otomatik kontrol, sabit-esnek taşıma sistemleri) ve malların yerlere atanması (tahsisli-tahsisiz-sınıflandırılmış ve karma) konularında karar verilir. Stoklama alanı ve akış (birim zamandaki giriş-çıkış sayısı) arasında bir denge kurulmaya çalışılır. Şekil, ağırlık, değer, raf ömrü, üst üste yığılabilirlik, zehirlilik-patlayıcılık-alev alabilirlik gibi malzeme özellikleri dikkate alınır. Stoklama maliyetleri ile müşteri kaçırma, işin gecikmesi gibi kayıplara yol açan stoklama maliyetleri arasında bir denge kurulmaya çalışılır (37).

Stoklama politikaları üç grup altında toplanabilir (37):

- Tahsisli stoklama politikası
- Tahsisiz stoklama politikası
- Sınıf esaslı stoklama politikası

3.1. Tahsisli Stoklama Politikası

Tahsisli stoklamada hangi ürünün nerelere yerleştirileceği bellidir. Yerlerin tahsisi parça numaralarına veya akış miktarlarına bağlı olabilir. Parça numarasına bağlı tahsiste yerler hiçbir öncelik kuralına dikkat etmeksizin parçalar sırayla atanır. Akış esaslı atamada ise en iyi (giriş ve çıkış noktalarına en yakın) yerler en fazla hareket gören (birim zamanda en çok giriş ve çıkışı yapılan) mallara tahsis edilir. Bu atamalarda ya en büyük stok talebini sağlayacak büyüklükte bir yer belirlenir (bu durumda stok sahasının kullanım oranı büyük olur), ya da belli bir hizmet düzeyinin sağlanmasına çalışılır. Bunu sağlarken, “stoklanacak herhangi bir ürün için yer

bulamama olasılığı önceden belirlenmiş bir sayının altında kalsın” veya “malların tümü için yer bulamama olasılığı enküçüklensin” gibi bir kurala uyulur. Bir başka yaklaşım da stoklanabilen malların maliyeti ile bir başkasına stoklatılan malların maliyetleri toplamının enküçülenmesidir. Tahsisli stok politikalarında malların yerlere atanması, yerleştirme-eritme sürelerini (bu işler için gereken taşıma mesafelerini) enküçükleyecek şekilde yapılır.

3.2. Tahsisiz Stoklama Politikası

Tahsisiz stoklamada mallar herhangi bir boş yere yerleştirilir. Bu durumda gerekli olan stok alanlarının belirlenmesi için iki yol düşünülebilir;

- Belli bir hizmet düzeyini sağlayacak en küçük alanın
- Veya yeterli-yetersiz stok alanı maliyetleri arasındaki denge noktasının bulunmasıdır.

Bu rastsal stoklama politikası tahsisli stoklamaya göre daha az yer gerektirir. Buna rağmen tahsisli stok politikalarının hala uygulanmasına devam edilmesinin iki nedeni var;

- Tahsisiz stoklama yapabilmek için hangi malın nereye yerleştirildiğinin çok sağlıklı kayıtlarının tutulması gereği
- Tahsisli stoklamada daha kısa taşıma yapma olanağı (stoklanacak mallar, hareketli ve az işlem gören mallar olarak sınıflandırılıp hareketli mallara giriş-çıkış noktalarına yakın yerler tahsis edilebildiği için beklenen taşıma mesafeleri daha az olmaktadır.)

3.3. Sınıf Esaslı Stoklama Politikası

Sınıf esaslı stoklama politikası tahsisli ve tahsisiz stoklama politikalarının iyi yanlarını birleştirmek amacıyla geliştirilmiştir. Bu yöntemde stoklanacak mallar akış ve miktarlarına göre 3 ila 5 sınıfa ayrılır. Birinci sınıfta miktarları az olan ve çok sık hareket gören parçalar yer alır. Daha yüksek miktarlarda stoklanan ve daha yavaş hareket eden parçalarda daha sonraki sınıflara düşerler. Sınıflar için belirli yerler

tahsis edilir (birinci sınıfa girenler kapılara yakın diğerleri daha diplere). Mallar da içine düştükleri sınıflara ayrılmış bölgelere rastsal olarak yerleştirilir.

4 KANBAN VE E-KANBAN

Kanban sistemi, JIT ortamında malzeme hareketlerinin kontrol ve üretim etkinliklerinin planlanması amacıyla kullanılan bir üretim çizelgeleme metodudur(38).

Kanban Japonya'da Toyota araba fabrikalarında üretim işleminin her yerinde ürün akışını düzgünleştirme amaçlı bir program olarak geliştirildi. Sistemin amacı, sistem verimliliğini geliştirmek ve operatörün bu yüksek verimliliği başarmadaki katkı ve yerini, sistemde envanter seviyelerinin yapısını ve üretim sistemi içinden ürünlerin akışını gözlemlemede destekleyerek emniyet altına almaktır. Kanban ayrıca montaj işlemi ve imalatın her kademesinde üretim miktarlarının izlenmesi ve bunun kontrolüne yardım edilmesi için bir bilgi sistemi olarak da hizmet verir (38).

Üzerinde parçalarla ilgili çeşitli bilgiler taşıyan kanban, hammaddenin ve satın alınan parçaların kontrolünü sıkıca yapabilmeye, toplam imalat süresini kısaltmaya ve toplam üretim hacmini genişletmeye yarar. Bu sistemin Toyota Motor Fabrikası'nda görülen diğer faydaları bilgi iletişim maliyetini azaltması, değişimlerin hızla algılanabilmesi, gerekli çalışmaların tam zamanında yapılabilmesi, gereksiz stokların sistemden çıkarılması ve uygulanması basit, görsel bir kontrol sistemi olmasıdır (38).

Kanban, çekme sisteminin ayrılmaz bir parçasıdır. Bu kartlar üretim aşamaları arasındaki parça hareketinde ve yarı mamul stoklarının kontrolünde kullanılmaktadır. Ürüne olan talep, gerekli miktarın imal edilmesi için ilgili aşamayı kanban yardımıyla harekete geçirir. Bunun sonucu olarak tüm hat boyunca çekmeler yapılır ve bu çekme miktarları kanbanları kontrol edilir. Üretim planlama ve kontrol departman, sistemde çözülme olduğunu dolayısıyla stokların arttığını gözlemlerse, kanbanların sayısını azaltarak sistemin sıkıştırılmasını sağlar. Aksine sistem aşırı derecede sıkışık ise kanban sayısını artırarak sistemi dengeye getirir (38).

Üretim süresinde "ilk giren ilk çıkar" prensibine uygun olarak kullanılan kanbanlar, ister dolu isterse boş olsunlar daima toplama kanbanlarında bulunurlar. Kanban

sistemi, üretim düzeyini ender olarak kontrol eder. Daha önemli olan görevi israf kaynaklarının elenmesi ve üretim sisteminin iyileştirilmesidir (38).

Kanban sisteminde kullanılan Kanban kartları genellikle dikdörtgen biçiminde; PVC, karton veya metal olan ve üzerinde belirli bilgiler taşıyan kartlardır. Kanban kartının içerdiği bilgiler aşağıda sıralanmıştır (38):

- Kullanıldığı yer
- Parça numarası
- Parçanın tanımı
- Kanban numarası
- Parça sayısı / Kanban oranı
- Kanbanın düzenli olarak konulduğu kutunun tanımlayıcı kod numarası
- Kanbanın teslim edileceği iş istasyonunun yeri.

e-kanban ise kanban yönetim şeklinin elektronik ortamda yapılmasıdır.

5. MAN TÜRKİYE A.Ş.'NİN TANITILMASI VE EVOLUTION 2004'E GENEL BİR BAKIŞ

5.1. MAN Türkiye A.Ş.'nin Tanıtılması

MAN Türkiye A.Ş., 1966 yılında 1/3 sermayesi MAN Nutzfahrzeuge AG'ye ait olarak MAN Kamyon ve Otobüs Sanayi A.Ş. (MANAŞ) adıyla İstanbul'da kuruldu ve aynı yıl fabrika tesisleri hizmete girdi. 1984 yılında motor, 1985 yılında da kamyon fabrikaları Ankara'da işletmeye alındı. 1995 yılında MANAŞ'ın tüm idari ve endüstriyel yönetimi MAN Nutzfahrzeuge tarafından devralındı ve otobüs üretimi İstanbul'dan Ankara'ya nakledilerek tüm üretim tesisleri Ankara'da birleştirildi. 1997 yılında günlük üretim kapasitesi 4 otobüse, 2002 yılında ise iki katına çıkarıldı. MAN Nutzfahrzeuge AG ile başarılı bir entegrasyon gerçekleştiren MANAŞ, 2002 yılında ticari unvanını MAN Türkiye A.Ş. olarak değiştirdi. MAN AG'nin MAN Türkiye A.Ş. sermaye yapısı içerisindeki hisse oranı %100'e ulaştı (39).

MAN Nutzfahrzeuge AG grubu içerisinde üretim kalitesi ve artan kapasitesi ile özellikle otobüs üretiminde yıldızı parlayan MAN Türkiye A.Ş. artan üretim kapasitesi ile MAN'ın Avrupa'daki otobüs üretim üssü haline geldi. Hızla devam eden yatırımlarıyla 2004 yılı sonunda yılda 2000 otobüs üretim kapasitesi ile de bu özelliğini sürdürmeyi hedeflemektedir (39).

MAN Türkiye A.Ş. MAN Nutzfahrzeuge A.G. lisansı ile hem yurt içi hem de yurt dışı pazarı için otobüs ve kamyon üretmektedir. Son otuz yılda, MAN Türkiye A.Ş. 20 000'den fazla kamyon, 5000 otobüs ve 4000 yürür şase üretmiştir (39).

MAN Türkiye A.Ş.'de ERP paket programı olarak Baan yazılımı kullanılmaktadır.

MAN A.G.'nin Neoplan Inc. ile olan evliliğinden sonra Neoman adında yeni bir modelin üretimine başlanmıştır. Üretimin büyük kısmı Ankara fabrikasında gerçekleştirilmektedir. Bu model genellikle Avrupa'ya ihraç edilmektedir.

5.2. MAN Türkiye A.Ş.'de Evolution 2004'e Genel Bir Bakış

MAN Türkiye A.Ş., NEOMAN Grubu içinde otobüs üretim merkezi olarak önemli bir rol üstlenecektir. Hem bu durum hem de rekabet gücünün artırılabilmesi için yeni bir kapasite artırımı ve yeni bir üretim sistemine geçiş zorunlu kılmıştır. Bunun için Evolution 2004 projesi devreye alınmış ve 06. Ekim 2004 tarihinde yeni üretim sürecine geçilmiştir.

Bu proje ile MAN Türkiye A.Ş. her bir otobüs için çevrim süresini 100 dakikaya düşürerek kapasiteyi yıllık 2000 otobüse yükseltmeyi hedeflemektedir. Bu hedefe ulaşabilmek içinde proje kapsamında gerekli teknik donanımlar öngörülerek gerekli binalar inşa edilmiş ve yeni bir üretim süreci başlatılmıştır. Projede diğer bir hedef ise maliyetleri düşürmek ve kaliteyi arttırmaktır.

Evolution 2004 projesiyle beraber lojistik departmanın yapısı değiştirilmiş ve sorumlulukları da verilen hedefler doğrultusunda artırılmıştır. Projeden önce lojistik departmanına sadece Üretim Planlama, Dispozisyon ve Değişiklik Yönetimi bölümleri bağlıyken hedeflerin yerine getirilebilmesi için yeni yapıda Ambar Yönetimi, Dahili İmalat Parçalarının Yönetimi ve Lojistik Planlama bölümleri de dahil edilmiştir.

Lojistik departmanının ana hedefi ve görevi doğru parçayı doğru kalitede, doğru zamanda, doğru miktarda, doğru yere iletmek ve müşteri isteklerini karşılayabilmek için, tedarikçi ile müşteri ilişkisini sağlamaktır. Yani üretim için gerekli olan malzemelerin tedarikçiden montaj hattına ulaşınca kadar tüm aşamalardan Lojistik Departmanı sorumludur.

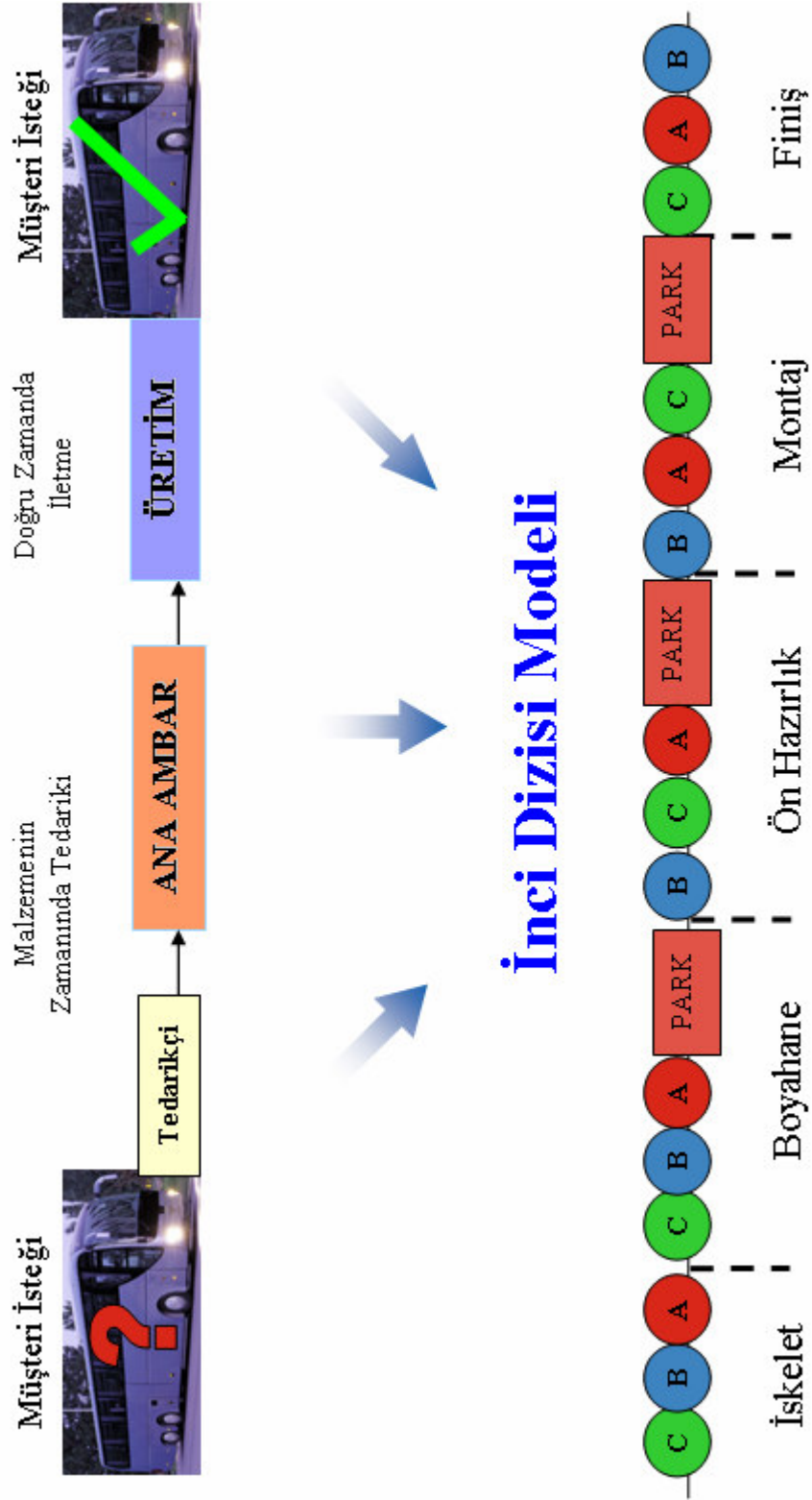
Lojistik faaliyetleri iki şekilde olmaktadır:

- 1) Seri Faaliyetler: Üretim sürecinin gerçekleşmesi gerekli işlemler. Sorumlu bölümler Dispozisyon, Üretim Planlama, Değişiklik ve Ambar Yönetimi
- 2) Geliştirme, iyileştirme ve yeni projelerin yürütülmesi: Lojistik departmanın iş akışlarını ve bu akışların iyileştirilmesi. Sorumlu bölüm Lojistik Planlama

Yeni üretimin yapısı beş ana montaj departmanından oluşmaktadır. Beş ana departmanın haricinde bir de komple parçaların (motor, aks vs.) üretimi ön montaj bölgelerinde gerçekleşmektedir. Bu departmanlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- 1) İskelet
- 2) Boyahane
- 3) Ön Hazırlık
- 4) Montaj
- 5) Finiş

Üretilecek araçlar, üretim planlama bölümü tarafından belirlenen bant alışı sırasına göre üretim hattının ilk iki istasyonu olan iskelet ve boyahane üzerinden ilerlemektedir. Üretimin başlangıcında belirlenen bant sırası ön hazırlık, montaj ve finiş istasyonlarında, müşteri isteğinin değişmesi ya da üretimi engelleyecek bir durumun olması halinde değiştirilebilir. Bu sıranın değiştirilmesi işletmede “İnci Dizisi Modeli” prensibi olarak adlandırılmıştır. Sıranın değiştirilebilmesi için boyahaneden, ön hazırlıktan ve montajdan sonra tampon görevi yapacak parklar oluşturulmuştur. Bu parkların kurulmasındaki maksatta maksimum müşteri memnuniyetini amaçlayan yeni üretim sürecinin, ana hedefini desteklemektedir. İnci Modeli Dizisi’nin daha iyi anlaşılabilmesi için bir örnek verilecek olursa, araçların ilk başta A-B-C olarak banda alındığını ve boyahanede B aracının işleminin A ve C den önce bitirildiği varsayalım. İnci Dizisi Modeli prensibine göre böyle durumlarda araçların bir sonraki istasyona geçişte sırası değiştirilebilir ve araçların yeni sırası B-A-C olabilir. Bu prensipteki amaç, müşteri memnuniyetini ve üretimin esnekliğini sağlamaktır. İnci Dizisi Modeli’nin şematik gösterimi Şekil 5.1’de verilmiştir (40).



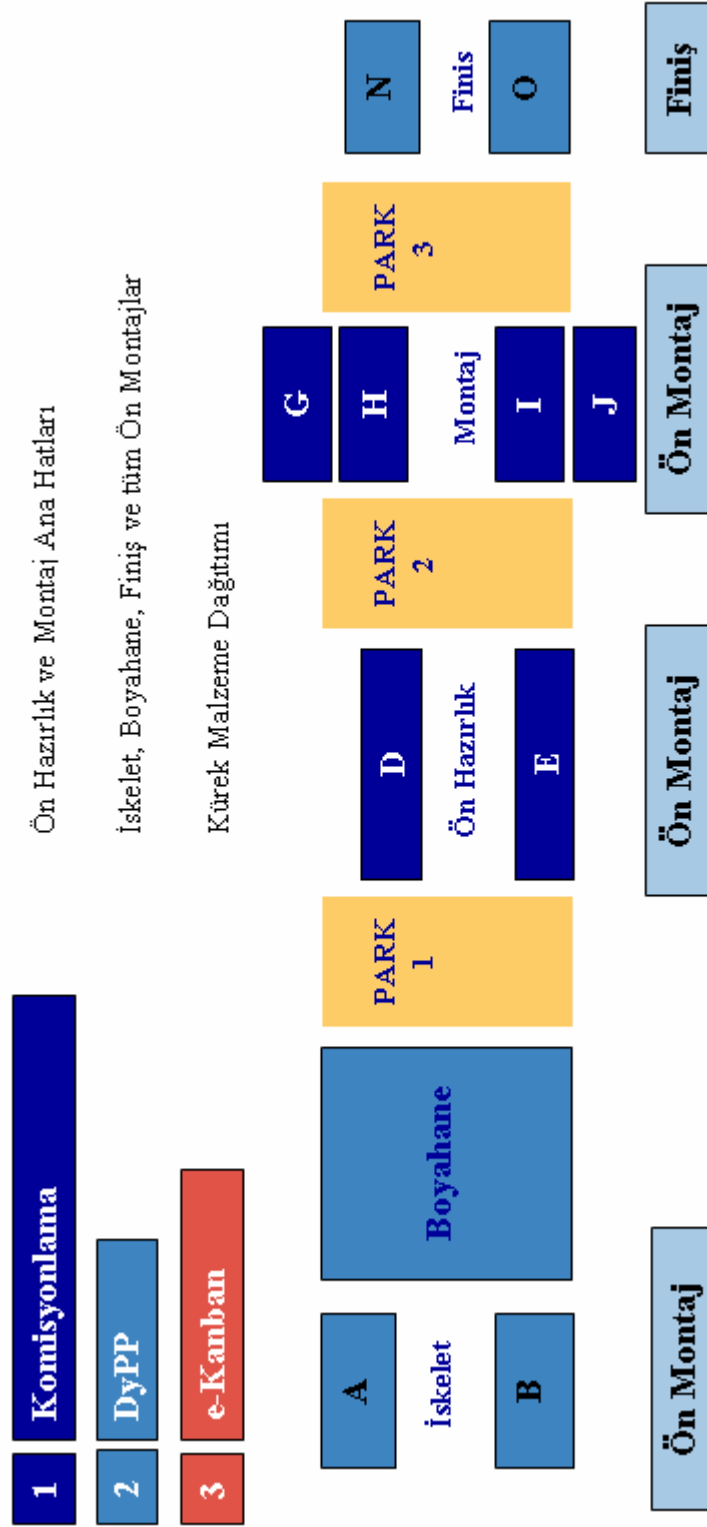
Şekil 5.1. İnci dizisi modelinin şematik gösterimi

Proje kapsamında üretimdeki malzeme dağıtımında köklü değişiklikler yapılmıştır. Eskiden malzeme dağıtımı itme sistemine göre üretim ambarlarına gönderiliyordu. Üretimde malzemenin bitmesi veya eksik olması halinde işçi görevi olmadığı halde malzemenin takibini yapıyordu. Bu da işçinin kendi işinin dışında başka işlerle uğraşmasına ve böylelikle boş yere zaman kaybetmesine sebep oluyordu. Ayrıca üretim ambarlarındaki operatörler malzeme tükendikçe veya kendine göre ana ambarlardan talepte bulunuyordu. Bu da, ya üretim ambarlarında fazla stok oluşturmakta veya eksik malzeme olmasına sebep teşkil ediyordu (40).

Yeni üretim sürecinde üretim hatlarına malzeme dağıtımı üç değişik yöntem ile gerçekleştirilmektedir. Malzemelerin dağıtımının hangi yöntem ile gerçekleştirileceği çeşitli ölçütlere bağlıdır. Bu ölçütler parçaların kullanım sıklığı ve büyüklüğüdür. Bu üç yöntem şu şekilde sınıflandırılmaktadır (40):

- 1) Komisyonlama
- 2) Dinamik Üretim Stokları (DyPP)
- 3) e-Kanban

Malzeme dağıtımının gerçekleştirildiği montaj departmanları Şekil 5.2’de verilmektedir (40).



Şekil 5.2. MAN Türkiye A.Ş.’de malzeme dağıtımı ve yöntemleri

5.2.1. Komisyonlama

Ön hazırlık ve montaj hatlarına malzeme dağıtımı bu yöntem ile gerçekleşmektedir. İki yeni komisyon alanı, 3K ön hazırlık ve 4K montaj hattına malzeme dağıtımı yapmak üzere devreye alınmıştır. Bu iki komisyonlama alanı süpermarket görevi yapmaktadır. Yani üretimin ihtiyacını karşılayacak şekilde bu komisyon alanlarında malzemeler hazırlanmaktadır.

Komisyon alanlarından üretim hatlarına çevrim süresi bazlı komisyon ve süpermarket arabaları ile malzeme sevkedilmektedir. Bu alanlara üretim planına göre, üç günlük üretimin ihtiyacını karşılayacak şekilde malzeme sevkedilmektedir. İnci Dizisi prensibine göre üretim planlama departmanı tarafından ön hazırlık ve montaj hattı için bant alış sırası belirlendikten sonra bu sıra sisteme girilir ve DRP (Dağıtım İhtiyaç Planlaması) çalıştırılır. DRP'den alınan önerilere göre ana ambarlar komisyonlama alanına malzemeleri sevkeder ve komisyonlama alanındaki operatörler sistemden alınan araç bazındaki tahmini malzeme listesine göre komisyon ve süpermarket arabalarına malzemeleri üretime sevk etmek üzere hazırlar. Komisyonlama alanlarında bulunan geri bildirim istasyonlarında, eksik malzeme ya da reklamasyon olması halinde elektronik el talebi olarak adlandırılan eHFK ile sistem üzerinden lojistiğe üretimin ihtiyacı olan eksik bildirilir. Bu sistem 4 komisyonlama alanı ve 60'tan fazla komisyonlama arabası ile çalışmaktadır. Lojistik Planlama bölümü tarafından iyileştirme çalışmaları devam etmektedir. Daha uzun tedarik süresi olan veya üretim hatlarında kritik bir rol oynayan parçalar bu yöntem ile yönetilmektedir. Böylece eksik malzemeler daha erken tespit edilmektedir.

5.2.2. DyPP (Dinamik üretim ambarları)

Adından da anlaşılacağı gibi, bu yöntem ile dağıtımı yapılan parçaların belirlenmiş sabit stok seviyeleri yoktur. Bu seviyeler, üretim hatlarının ihtiyaçları göz önünde bulundurularak DRP önerilerine göre ana ambarlardan iletilmektedir. Hedef minimum (3 günlük) DyPP stoklarıdır. Bu yöntem ile İskelet, Boyahane, Finiş ve tüm Ön Montaj bölgelerine malzeme aktarımı gerçekleştirilmektedir. DyPP parçaları

üretim ambarlarında malzemelerin ön montajı yapılarak üretimin direkt olarak araca monte edebileceği şekilde üretildikten sonra montaj hatlarına sevkedilmektedir.

5.2.3. e-Kanban

Fazla miktarda kullanımı olan, küçük ebatlarda ve maliyeti düşük malzemeler işletmede kürek malzemeler olarak tanımlanmaktadır. İşletmede yapılan A-B-C sınıflandırmasına göre bu parçalar C sınıfına girmektedir. Kürek malzemelerin dağıtımında e-Kanban uygulanmaktadır. Bunun için iki yeni ambar kurulmuştur. Kullanım istasyonlarına göre merkez Kanban rafları oluşturulup, malzemeler tanımlanmış yeni adreslere göre iletilmektedir. Barkod okuyucu cep bilgisayarları parçaların tespiti ve stok seviyelerin kontrol edilmesinde kullanılmaktadır. Bunun yapılabilmesi için barkodlara sahip e-kanban kartları basılıp raflara yerleştirilmektedir. Bu yöntem sayesinde kürek malzemelerinin tedariki için harcanacak zaman azaltılmıştır. E-Kanban uygulaması Resim 5.1 ve örnek bir barkodlu e-Kanban kartı Resim 5.2’de verilmektedir.



Resim 5.1. e-kanban uygulaması

e-KANBAN			
06.01013.2816		ALTİGEN CIVATA M5X55-8.8-A2C	
Sepet Tipi	Miktar	Ambar	Adres
KLT			D62

Resim 5.2. Standart barkodlu e-kanban kartı

6. PROBLEMİN TANIMI

MAN Türkiye A.Ş.'de yurt içi, yurt dışı, CKD ve işletme bünyesinde üretilen dahili imalat parçaları olmak üzere dört şekilde malzeme temini gerçekleştirilmektedir. Bu malzemelerin tedariği Dispozisyon ve Dahili İmalat Parçaları Yönetimi olmak üzere iki bölüm tarafından gerçekleştirilmektedir.

Dispozisyon bölümünde üç tip tedarikçiden malzeme alımı yapılmaktadır:

- 1) Yurt İçi Tedarikçileri: Yurt içinden temin edilen malzemeler
- 2) Yurt Dışı Tedarikçileri: Yurt dışından temin edilen malzemeler
- 3) CKD (Completely Knocked Down): CKD, Almanya'da Münih ve Salzgitter şehirlerinde bulunan MAN fabrikalarından malzemelerin tedarik edilmesi

MAN Türkiye A.Ş. CKD seti halinde siparişleri geçmekte ve Almanya MAN tarafından siparişler ilgili tedarikçilerden temin edilip set halinde sevkedilmektedir. Ancak Aralık 2004 başında MAN Türkiye A.Ş. artık özerk bir fabrika olmuştur. CKD set siparişleri Mart 2005 tarihinden itibaren tamamen kalkmıştır. Bunun yerine 2004 yılında kurulan yeni bir sistem ile araç başı ihtiyaçlar parça bazında belirlenip, MAN Türkiye A.Ş. tarafından siparişi verilmeden direkt olarak Almanya tarafından ihtiyaç olan zamana göre sevkedilmektedir.

Dahili İmalat Parçalarının Planlaması iki şekilde yapılmaktadır:

- 1) Seri Parçaların Planlanması: Seri veya müşteri isteğine bağlı olarak istenen parçaların planlanıp üretilmesi
- 2) Yedek Parça ve Komponent Satış Parçalarının Planlanması: Yedek parça ya da satış bölümünden gelen yazılı taleplerin planlanıp üretilmesi

Dahili İmalat Parçaları Yönetimi bölümü daha öncede belirtildiği gibi işletme içerisinde montaj için gerekli olan malzemelerin üretimini gerçekleştirmekte, yani işletme içerisinde bir tedarikçi görevi yapmaktadır. Aynı zamanda makine parkında

bulunan 10 mm'ye kadar saclara büyük oranda tek seferde şekil verebilen 5000 ton'luk bir pres ile Daimler Chrysler için kamyon şasileri ve Salzgitter'de bulunan MAN fabrikası için taban iskeleti montajına ait spantlar ve ön aks taşıyıcıları üretmektedir (41).

Hammadde olarak hem yurt dışından hem de yurt içinden temin edilmekte olan sac, yuvarlak boru ve dört köşe profiller kullanılmaktadır. Dahili imalat parçaları için fabrika içerisinde bir üretim tesisi bulunmaktadır. Bu üretim tesisinde geleneksel donanımların yanı sıra, CNC zımbalama, frezeleme, boru bükme ve sac bükme makineleri ve bir lazerli kesme tesisi kullanılmaktadır (41).

Dahili imalat parçalarının planlaması şu şekilde yapılmaktadır; planlama birimi üçer haftalık periyotlardaki talepleri Baan'dan temin etmekte ve bu talepleri envanter durumu ile karşılaştırarak kişisel yargılar doğrultusunda üretim iş emri açmaktadır. Planlanmış üretim iş emirleri tarihlerine göre günlük olarak resim, iş planı ve kayıt kontrol formu ile birlikte parça imalat üretim tesisine teslim edilir ve plana uygun olarak üretilir. Ancak bu planlama şeklinde temin süreleri, performans ölçütleri (ortalama raf ömrü, stoklama maliyetleri vb.) ve parça talebindeki rassallık göz önüne alınmamakta ve emniyet stoğu tutulmamaktadır. Bununla beraber beklenenden daha yüksek parça raf ömürleri yüksek stok seviyelerinin bir göstergesi olarak ortaya çıkmaktadır.

İşletme ortalama raf ömrünün 10 gün olmasını hedeflemektedir. Ancak şuanda olan ortalama raf ömrünün 99 gün olduğu tespit edilmiştir. Veri Analizinde bu değerlerin nasıl hesaplandığı ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Buradan da stok maliyetlerinin hedeflenenden yüksek olduğu görülmektedir.

Parçaların raf ömrünün uzun olması iki nedenden kaynaklanmaktadır:

- Müşteri isteklerinin değişken olması
- Parça üretim tesisinin parti büyüklüklerini ve üretim miktarlarını kalıp değiştirme zamanlarına ve hammaddenin özelliğine göre ayarlaması

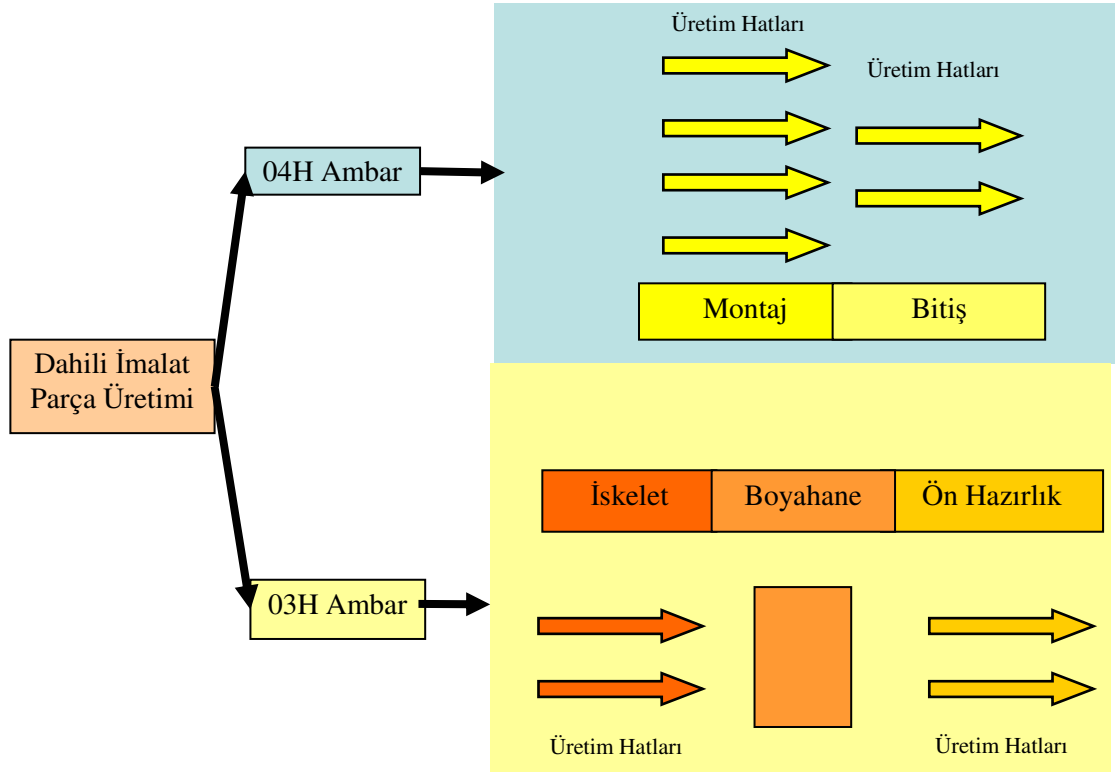
Parçaların üretim miktarlarına karar verilirken parçaların raf ömrü dikkate alınmamaktadır. Üretim birimi parti büyüklüklerini kalıp değiştirme zamanlarına ve kullanılacak hammaddeye göre ayarlamaktadır. Bu da ambarda raf ömrü uzun olan parçaların da stoklanıp ambar kapasitesinin gereksiz yere kullanılmasına ve stok maliyetine sebep olmaktadır. Diğer taraftan, raf ömrü dikkate alınmadan üretimin ambar kısıtının dikkate alınması, parti büyüklüğü ve üretim miktarının belirlenmesi durumunda, üretim biriminin kapasitesinin düşmesine sebep olacağı gibi, hammaddenin optimum şekilde kullanılmaması durumunu ortaya çıkaracaktır. Bu nedenle de stok taşıma ve kalıp değiştirme zamanları ile hammadde kullanımı arasında ortak fayda sağlayacak stok modelinin belirlenmesi gerekmektedir.

Parçalar birim maliyet, tedarik süresi, kullanım sıklığı gibi ölçüler temelinde sınıflandırılmamış veya önceliklendirilmemiştir. Bunun sonucunda hangi parçaların daha önce analiz edilmesi gerektiği ve stok seviyelerinin azaltılmasının maliyetleri daha çok düşüreceği tespit edilmemiştir. Tüm dahili imalat parçalarının birim maliyetleri işletme tarafından verilmediği için parçaların kullanım sıklığına göre sınıflandırılması yapılmıştır.

Evolution 2004 projesinden önce dahili imalat parçaları için tahsis edilmiş bir ambar bulunmamaktadır. Projeden önce işletmede itme prensibine göre üretim gerçekleştirildiğinden her montaj bölgesinde üretim ambarları mevcuttur. Üretilen dahili imalat parçaları da direkt olarak bu ambarlara teslim edilmektedir. Bu şekilde işletme içerisinde çok karmaşık bir malzeme dağıtımı gerçekleşmekte ve stoklar sağlıklı bir şekilde kayıt altına alınamamaktadır.

Proje kapsamında, dahili imalat parçaları için Baan yazılımında 03H ve 04H olarak kodlandırılan iki yeni ambar kurulmuştur. MAN Türkiye A.Ş.'de ise iskelet, boyahane ve ön hazırlık üretim alanları binası ve montaj ile finiş ayrı bir üretim binası olmak üzere iki ayrı binada gerçekleştirilmektedir. Ambarlar da hizmet verecekleri binaya göre, 03H ambarı İskelet, boyahane ve ön hazırlık 04H ambarı ise montaj ve finiş olmak üzere kurulmuştur. Ambarların hizmet alanları Şekil 6.1'de verilmiştir. Ancak parça devir hızlarının düşük olması sebebiyle ambarlarda yüksek

stoklar oluşmaktadır. Yüksek stok seviyelerine bağlı olarak ambarda aşırı forklift hareketi gerçekleşmekte ve parçaya ulaşım süresini artırmaktadır.



Şekil 6.1. Ambarların hizmet alanları

Proje kapsamında 03H ve 04H ambarları kurulurken belirli bir alan tahsis edilmiş, yani alan kısıtı getirilmiştir. Bu nedenle bazı parçalar ambarların dışında ya da bazı parçaların bir ambarda stoklanması gerekirken her iki ambarda da stoklandığı gözlemlenmiştir. Demir kapsamlı olan dahili imalat parçalarının ambarların dışında stoklanması parçaların paslanma tehlikesiyle karşı karşıya kalmasına sebep olmaktadır. Bazı parçaların her iki ambarda da stoklanması ise aşağıda verilen örnekteki gibi karışıklığa sebep olmaktadır.

Normal şartlarda parça sadece 03H ambarında stoklanması gerekirken alan kısıtından dolayı bir kısmı da 04H ambarında stoklanmaktadır. Bu parçaya üretim tarafından bir talep oluştuğu varsayılın. Operatör parçaya ihtiyaç duyduğunda sistemden parçanın 03H ambarında olduğunu görür. Ambarı kontrol ettiğinde parçanın sistemde görünen

miktardan daha az olduğunu fark eder ve acil olarak parça için iş emrini verir. Diğer taraftan 04H ambarında parçanın kalan kısmı halen beklemekte olup hem ambarda gereksiz yer işgal edilmesine hem de ihtiyaç yokken malzemenin tekrar üretilmesine sebep olmaktadır.

Ambardaki parçaların sistematik bir yerleşiminin olmadığı ve yerleşimi ile ilgili bir standardizasyon oluşturulmadığı gözlemlenmiştir. Bu da forklift hareketinin ve işçilik maliyetinin artmasına sebep olmaktadır. Örneğin, kullanımı fazla olan bazı parçalar yüksek raflara yerleştirilmiş olup, operatörün parçaya ulaşma zamanını arttırmaktadır. Buna karşın kullanımı az olan bazı parçalar ulaşımı daha rahat raflarda stoklanmaktadır. Ayrıca parçalar için bir standardizasyon oluşturulmamış olması da operatörün parçaya ulaşma süresini artırmaktadır.

Parçalar için optimum palet ölçülerinin belirlenmediği ve bazı paletlerde birden fazla çeşit parçanın stoklandığı gözlemlenmiştir. Bu durum gereksiz yere ambarlarda alanın işgal edilmesine ve parçaların bulunması, yerleştirilmesi ve kayıt altına alınmasında problemlerin çıkmasına sebep olmaktadır.

Alan kısıtından dolayı ambarlara aşırı derecede malzemelerin yerleştirildiği tespit edilmiştir. Bu nedenle forklift geçişleri için kullanılması gereken ara yolların optimum düzeyde olmadığı gözlemlenmiştir. Ayrıca aşırı stoklamadan dolayı parça alım ve yerleşiminde gereksiz forklift hareketleri meydana gelmektedir.

Stok seviyelerini raporlama ve izleme konusunda sistematik bir yaklaşım bulunmamaktadır. Ambar sorumlusu parça giriş ve çıkışlarında kayıt tutarken hata yapabilmekte hatta ambardaki bazı hareketleri kayıt altına almayı unutabilmektedir. Bu da Baan yazılımındaki verilerin sağlıklı olmasına ve gerçek durumla örtüşmemesine sebep olmaktadır.

Üretimde kullanımı çok olan malzemelerde stok dışı kalınmasından dolayı oluşan eksikler bantta ciddi sıkıntılara yol açmaktadır. Bunun için Evolution 2004 projesi ile işletme tarafından belirlenen boyut, fiyat ve kullanım sıklığı ölçütlerine göre e-

kanban tarafından yönetilmesi gereken tüm parçalar açık bir şekilde belirlenmiştir. Ancak aynı proje kapsamında dahili imalat parçaları ayrıntılı olarak incelenmemiştir. Dahili imalat parçaları içerisinde kürek malzeme niteliğindeki küçük ebatta ve kullanımı çok olan malzemelerin komisyonlama ve DyPP yöntemine göre üretime sevki gerçekleştirilmektedir. Bu da gereksiz forklift hareketleri ve işçilik maliyeti oluşturmaktadır. Ayrıca daha öncede belirttiğimiz gibi kullanımı çok olmasından dolayı stok dışı kalmaya ve üretiminde aksamasına sebep olabilmektedir. Bu nedenle bu parçaların da e-kanban kapsamına alınması için gerekli analizin yapılması gerekmektedir.

Görüldüğü gibi işletmenin başlıca şikayeti yüksek stoklar nedeniyle ambarların istenilen verimde kullanılamıyor olması ve bu durumun alternatif maliyetler ortaya çıkarmasıdır. Bu nedenle çalışmadaki asıl amaç dahili imalat parçalarının stok seviyelerini azaltmak için işletmenin istek ve kısıtları doğrultusunda uygun stok politikasının belirlenmesidir. Ayrıca yüksek stok nedeniyle de parça erişim süresinin artmasına bağlı olarak diğer amaçta ambarlardaki parça erişim süresinin düşürülmesine yönelik bir ambar yerleşimidir. Ancak ambar yerleşimin kendi başına bir proje konusu olması sebebi ile kapsamlı bir çalışma yapılmamıştır. İşletmenin bir diğer talebi eksik parça oranını asgari seviyeye indirmek amacı ile işletmede uygulanan e-kanban stratejisi ile yönetilebilecek dahili imalat parçalarının tespit edilip uygulamaya alınmasıdır.

Özetle çalışma üç aşamada gerçekleştirilecektir:

- 1) Dahili İmalat Parçalarına uygun stok politikalarının belirlenmesi
- 2) 03H ve 04H ambarlarında forklift hareketlerinin ve parçaya erişim süresinin düşürülmesine yönelik ambar yerleşiminin önerilmesi
- 3) e-kanban kapsamına alınabilecek dahili imalat parçalarının belirlenmesi

6.1. Mevcut Durum Analizi

Mevcut sistemin iyileştirilmesi için öncelikle dahili imalat parçalarının dinamiğinin anlaşılması gerekmektedir. Bu çerçevede ilk olarak görsel incelemeler ve veri analizi yapılmıştır. Analizler dahili imalat parçaları, 03H ve 04H ambarları ve e-kanbana’ya aday olabilecek parçalar için yapılmıştır.

6.1.1. Dahili imalat parçalarının analizi

MAN Türkiye A.Ş ‘de tüm parçalar Baan sisteminde işlemlerde kolaylık sağlanması için numaralandırılmıştır. Baan sisteminde “Kalem Verileri” adı verilen maskeden parça numarasının girilmesi ile parçalara ait bilgiler (temin şekli, planlama şekli, parça tanımı vb.) görülebilmektedir. Parça numarası onbir hanelidir ve sınıflandırmayı içerir. Parça tüm araç tiplerinde kullanılabilen, örneğin yarı mamül, civata, somun vb. genel standart bir malzeme ise türüne göre 01-09 arasında bir sayı ile başlar. Özel işletme izni için ticari araçların parça numaralandırılmasında, NEOMAN işletmelerinden herhangi bir fabrika tarafından ilk iki hane numaralandırılır. Sonraki beş hane parçanın fonksiyonel yapısına göre verilir. Son dört hane ise değiştirilemez oluşlar için verilen numaradır. Aşağıda örnek bir parçanın numaralarının ne anlama geldiği verilmiştir. Tüm numaraların anlamlarını içeren tablo işletmedeki güvenlik önlemlerinden dolayı verilememiştir (42).

Parça No	81	.	35	1	06	-	0	002
Münih araç yapımı								
Tahrikli arka aks								
Diferansiyel								
Diferansiyel yanıl								
pinyon dişlisi								
Mamul Parça								
Diferansiyel yanıl								
pinyon dişlilerinin ikinci ve değiştirilemeyen modeli								

“Kalem Verileri” maskesinde kalem grubu olarak geçen bölmede 6 haneli bir sayı bulunmakta olup parçanın temin şekli hakkında bilgi vermektedir. Kalem grubunun başındaki sayı parçanın temin şeklini göstermektedir. Sayıların anlamları aşağıda verilmiştir.

1 ile başlayanlar: CKD (Almanya Man fabrikalarından) olarak temin edilen

2 ile başlayanlar: Yurt içinden temin edilen

3 ile başlayanlar: Yurt dışından temin edilen

4 ile başlayanlar: İşletme içerisinde üretilen

Dahili imalat parçalarının;

400100: 03H ambarında stoklanan dahili imalat parçalar

400150: 04H ambarında stoklanan dahili imalat parçalar

400200: 400100 ve 400150 kalem grubu dahili imalat parçaları ile yurt dışı ve yurt içinden temin edilen parçalardan oluşturulan kompleler olmak üzere üç kalem grubu bulunmaktadır.

Çalışma 400100 ve 400150 kalem gruplarındaki parçalar için yapılacaktır. 400200 kalem grubundaki parçaların çalışma kapsamına alınmamasının sebebi bu parçaların 400100 ve 400150 kalem grubunda tanımlı olan parçaların montajından meydana gelmesinden dolayıdır.

Baan sisteminden 400100 ve 400150 kalem grubuna ait toplamda 28195 adet parça bulunmuştur.

Analizin yapılabilmesi için aşağıda belirtilen veriler elde edilmiştir:

- 2004 yılına ait üretim programı
- 2004 yılında parçaların aylık stok miktarları
- Parçaların araç tiplerine göre araç başı kullanım miktarları
- 2004 yılında parçaların üretimi için aylık açılan üretim siparişleri

Bu verilerle Excel ortamında her bir parça için aylık açılan üretim sipariş miktarı ve aylık talepler bulunarak parçaların kullanımına göre sınıflandırması yapılmıştır. Aylık talepler, her ay üretilen her bir araç tipinin parçanın araç başı kullanım miktarı ile çarpılıp o ay içerisindeki toplam alınarak bulunmuştur. Her bir ayda parçanın talebi, açılan siparişi ve başlangıç stok miktarına bağlı olarak stok dışı kalınıp kalınmadığı tespit edilmiştir. Ek-1'de excel ortamında yapılan hesaplamaların parça sayısının çok yüksek olması sebebiyle bir örneği verilmiştir.

Sınıflandırma şu şekilde yapılmıştır:

- 1) Talep var, Sipariş var
- 2) Talep yok, Sipariş var
- 3) Talep var, Sipariş yok
- 4) Talep yok, Sipariş yok

1. sınıfa giren parçalar her ay hem talebi olan hem de siparişi verilen parçalardır. Bu sınıfa giren 13 adet parça tespit edilmiştir ve bu parçalar kullanımı çok olanlardır.

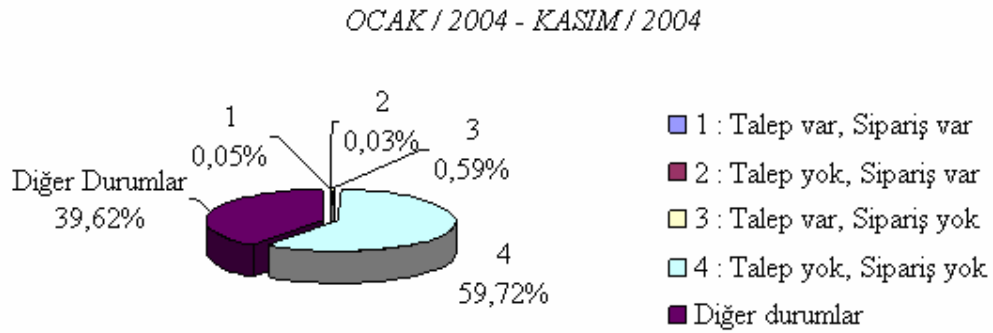
2. sınıfa giren parçalar her ay siparişi verilen ancak talebi olmayan parçalardır. Bu sınıfa giren 8 adet parça tespit edilmiştir.

3. sınıfa giren parçalar her ay talebi olan ancak siparişi verilmeyen parçalardır. Bu sınıfa giren 166 adet parça tespit edilmiştir.

4. sınıfa giren parçalar her ay talebi olmayan ve siparişi verilmeyen parçalardır. Bu sınıfa giren 16838 parça tespit edilmiştir. Bu parçalardan 16716 adet stoğu bulunmamaktadır. Stoğu olan 122 adet parça incelenmiş ve hurdaya ayrılacakları tespit edilmiştir. Tespit edilen bu parçalar üst yönetime sunulmuş olup bu parçalarla ilgili gerekli aksiyon işletme tarafından yapılmıştır.

Diğer durumlar olarak verilen sınıfta ise 2004 yılı içerisinde her bir ayda değişik sınıflarda dalgalanan parçalar verilmiştir. Bu sınıfa giren 11170 adet parça tespit edilmiştir.

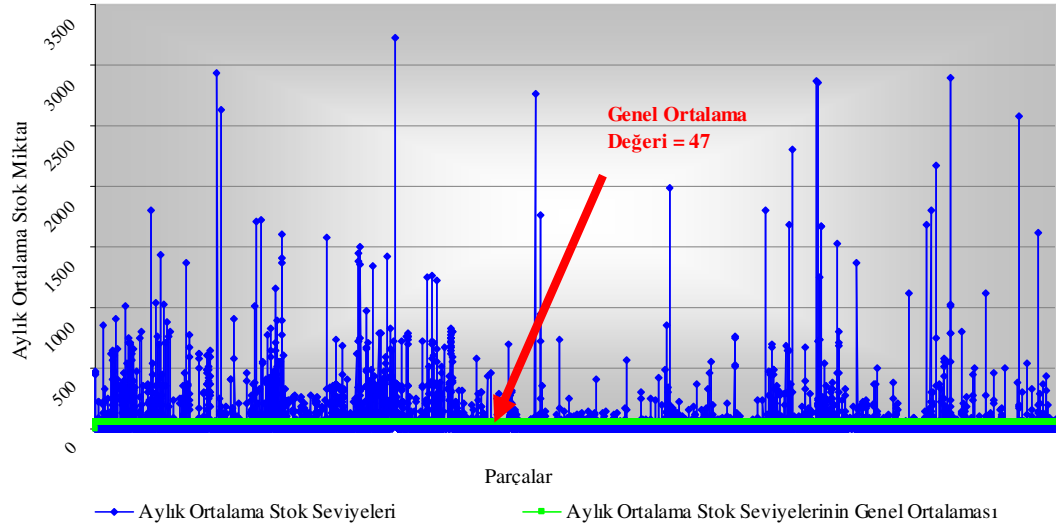
2. ve 3. sınıfa giren parçaların kullanımının olup olmadığı gerçekten tespit edilip parça listelerinde gerekli değişikliklerin yapılması gerekmektedir. Bunun için bu parçaların bilgisi ilgili planlamacıya verilmiş olup gerekli değişikliklerin yapılması sağlanmıştır. Parçaların sınıflandırılması 2004 yılı için Şekil 6.2’de gösterilmiştir.



Şekil 6.2. 2004 yılı için parçaların sınıflandırılması

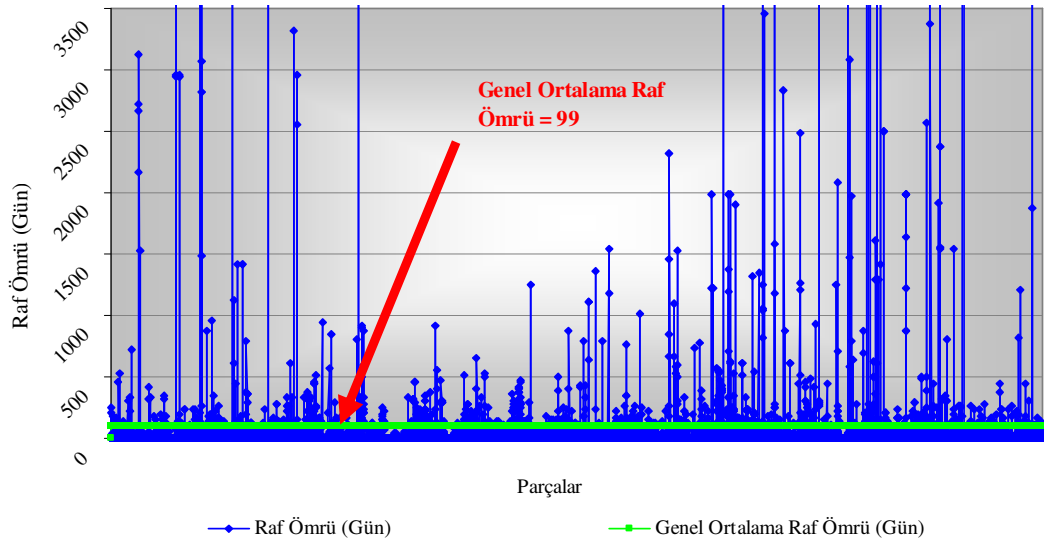
Dahili imalat parçalarının aylık ortalama stok seviyeleri ve ortalama raf ömürleri tespit edilmiştir. Her bir parçanın raf ömrü, aylık ortalama stok değerinin aylık ortalama talebe bölünmesi ile hesaplanmıştır. Şekil 6.3’de ortalama stok seviyelerinin ve Şekil 6.4’de raf ömürlerinin grafikleri verilmiştir.

PARÇALARIN AYLIK ORTALAMA STOK SEVİYELERİ



Şekil 6.3. Parçaların aylık ortalama stok seviyeleri

RAF ÖMÜRLERİ (GÜN)

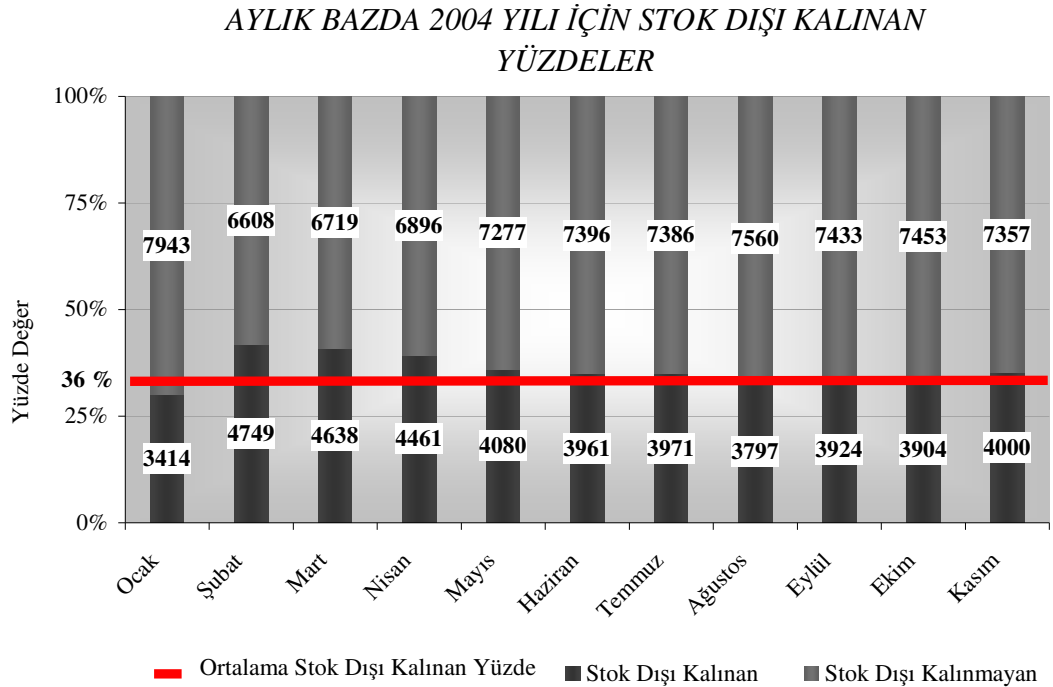


Şekil 6.4. Parçaların raf ömürleri (Gün)

Grafiklerden görüldüğü gibi tüm parçalar için ortalama raf ömrü 99 gün ve ortalama stok seviyesi 47 gündür. Ancak üst yönetim ortalama raf ömrünün 10 güne düşürülmesini istemektedir. Ayrıca raf ömür süresinden de anlaşılacağı gibi bazı

parçalardan gereksiz yere stok tutulmaktadır. Bunun için parçaların stok politikalarının tekrar gözden geçirilmesi gerekmektedir.

Her ay için çalışmayı kapsayan parçaların stok dışı kalma yüzdeleri hesaplanmıştır. Şuan da tespit edilen ortalama stok dışı kalınan yüzde 36'dır. Raf ömürlerinin bu kadar yüksek olmasına rağmen stok dışı kalınmasının da güvenlik stoklarının da tekrar gözden geçirilmesi gerektiğini göstermektedir. Stok dışı kalınan yüzde değerler Şekil 6.5'de verilmiştir.



Şekil 6.5. Stok dışı kalınan yüzdeler

Dahili imalat parçaları için yapılacak çalışmada sadece 2757 adet parçaya ait maliyetler işletmeden alınabilmektedir. Çalışma 2757 adet parça için yapılmış olup ABC analizi yapılmıştır. Maliyetler güvenlik nedeni ile verilemediği için ABC analizi verilememiştir.

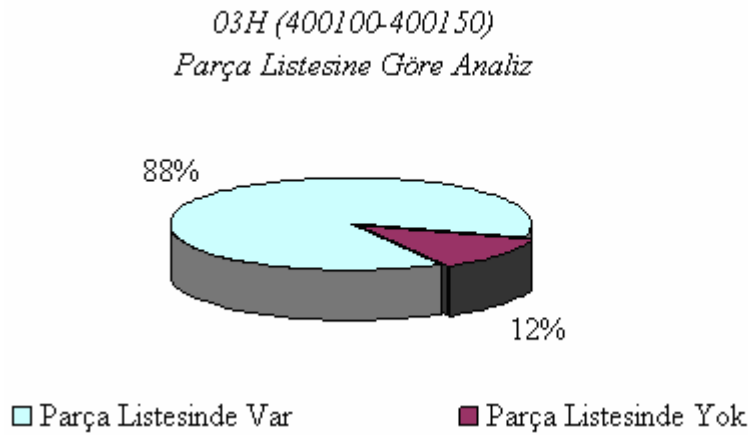
6.1.2. 03H ve 04H ambarlarının analizi

03H ve 04H ambarları ayrı ayrı analiz edilmiştir.

03H ambarının analizi:

03H ambarında kayıtlı bulunan toplam 927 parçanın mevcut durum analizi yapılmıştır. Analizde parçaların sınıflandırılması için oluşturulan excel listesindeki veriler kullanılmıştır (Bkz. Ek-1). Elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

- 03H ambarında bulunan 927 parçanın %12'si parça listesinde geçmemektedir. Şekil 6.6'da parça listesine göre 03H ambarında bulunan parçaların analizini gösteren grafik verilmiştir.



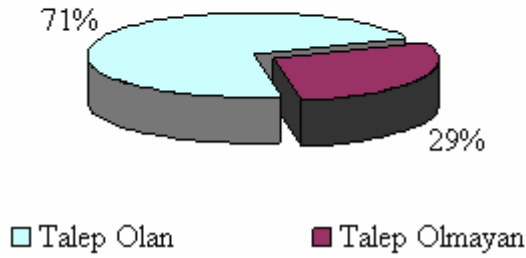
Şekil 6.6. Parça listesine göre 03H ambarı analizi

Bu sonuç değerlendirilirken aşağıda verilen üç olasılık göz önünde bulundurulabilir:

- Müşteri isteği doğrultusunda yapılmış parçalar olabilir.
- Alınan verilerde hata olabilir.
- 2004 yılından önce üretilen otobüs tiplerinde kullanılmış olabilir.

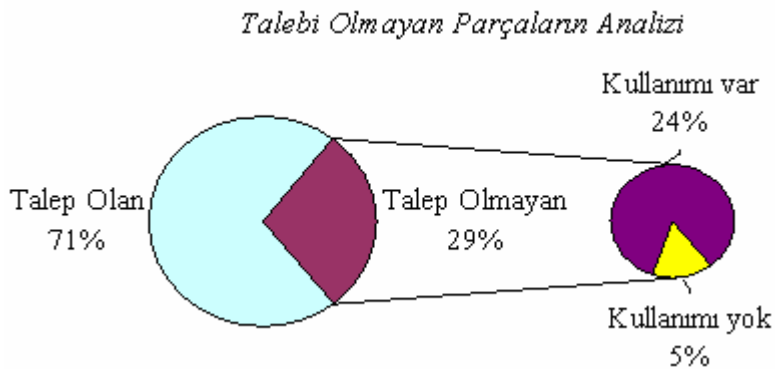
- Ambarda bulunan 927 parçanın talebine göre analizi yine aynı şekilde daha önce elde edilen veriler kullanılarak yapılmıştır. 2004 yılı Ocak ve Kasım arası dönemde parçaların talebine bakıldığında %29'una ihtiyaç çıkmadığı tespit edilmiştir. Şekil 6.7'de parçaların talebine göre yapılan analizin grafiği verilmiştir.

(03H) Tüm Yıl için Talep Analizi
(Ocak / 2004 - Kasım / 2004)



Şekil 6.7. Talebe göre 03H ambarı analizi

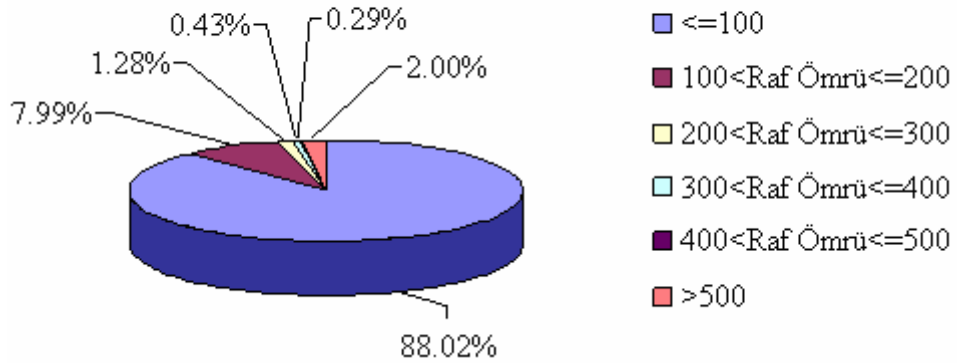
- Talebi olmayan %29'luk dilim incelendiğinde bunun %25'inin kullanımı olduğu ve %5'inin ise kullanımı olmadığı tespit edilmiştir. Parçaların kullanımı ambar hareketlerinden yola çıkılarak hesaplanmıştır. Yani bu parçalara parça listesine göre bakıldığında ihtiyaç olmadığı halde ambardan çekilip kullanıldığı anlaşılmıştır. Şekil 6.8'de talebi olmayan parçaların analizinin grafiği verilmiştir.



Şekil 6.8. Talebi olmayan parçaların analizi

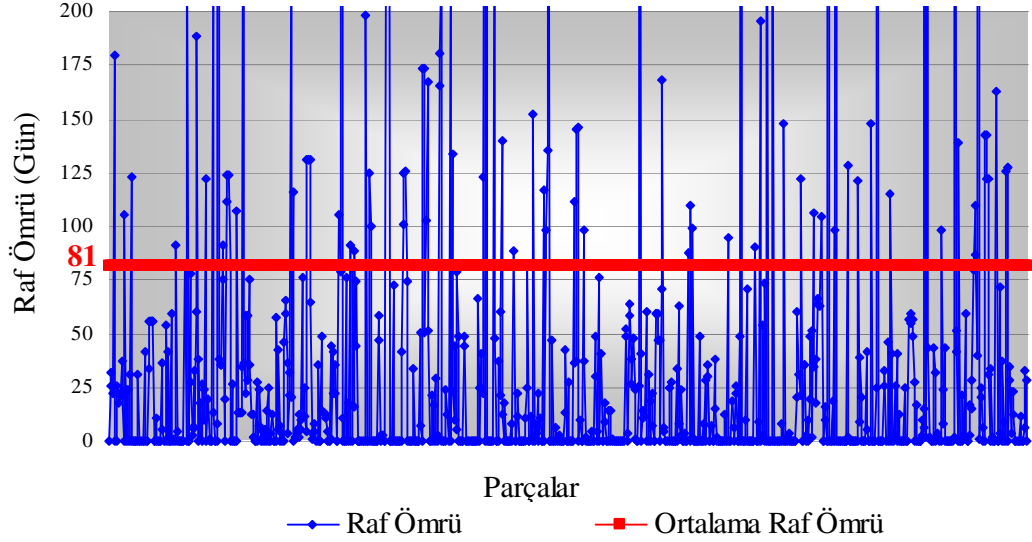
- Talebi olmayan parçalar içerisinde kullanımına göre incelenen parçaların stok durumuna bakıldığında kullanımı olmayan parçaların ortalama 2004 yılı için olan stoğun 54 olduğu tespit edilmiştir. Bu da gereksiz yere kullanımı ve talebi olmadığı halde 54 adetlik bir stoğun ambarda boş yere tutulduğunu göstermektedir. Kullanımı olan parçaların ise ortalama yıllık stoğu 31 adet olarak tespit edilmiştir.
- 03H ambarında stoklanan parçalar raf ömürlerine göre incelendiğinde ortalama raf ömrünün 81 gün olduğu tespit edilmiştir. Ancak daha öncede belirtildiği gibi işletmenin istemiş olduğu ortalama raf ömrü 10 gündür. 03H ambarının yıllık ortalama raf ömürleri sınıflandırıldığında sadece %2'sinin 500 günden fazla olduğu ve %88,02'sinin 100 günden az olduğu tespit edilmiştir. Ortalama raf ömrü 500 günden fazla olan %2'lik kısım çok yüksek olmasından dolayı dikkate alınmamıştır. Parçaların raf ömürlerinin sınıflandırılmasını gösteren grafik Şekil 6.9'da verilmiştir. Ayrıca 03H ambarında bulunan parçaların raf ömrünü gösteren grafik Şekil 6.10'da verilmiştir.

*03H Ambarında Parçaların Raf Ömürlerine Göre Sınıflandırılması
(Gün)*



Şekil 6.9. 03H ambarında parçaların raf ömürlerine göre sınıflandırılması

03H Ambarındaki Parçaların Raf Ömürleri



Şekil 6.10. 03H ambarındaki parçaların raf ömürleri

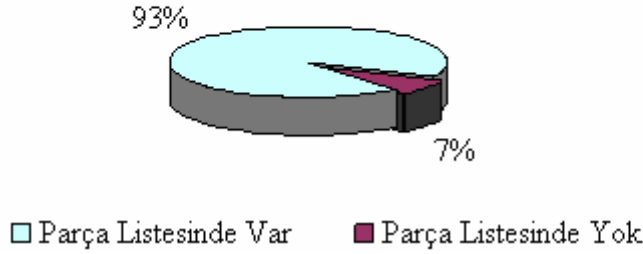
- 03H ambarında parçaya ulaşmak için forkliftin harcadığı ortalama günlük sürenin 19 dakika olduğu hesaplanmıştır. Parçaya erişim süresinin hesaplanmasında 6 ay (Haziran – Aralık 2004) içinde her bir parçanın ambardan çekim frekansı, parçaların ambardaki lokasyonları ve forkliftin parçayı almak için harcadığı süre olmak üzere üç veri kullanılmıştır. Hesaplamaların nasıl yapıldığı ambar yerleşimin iyileştirmesi için yapılan uygulamada ayrıntılı olarak verilmiştir.

04H ambarının analizi:

04H ambarında kayıtlı bulunan toplam 1110 parçanın mevcut durum analizi yapılmıştır. Analizde parçaların sınıflandırılması için oluşturulan excel listesindeki veriler kullanılmıştır (Bkz. Ek-1). Elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

- 04H ambarında bulunan 1110 parçanın %7'si parça listesinde geçmemektedir. Şekil 6.11'de parça listesine göre 04H ambarında bulunan parçaların analizini gösteren grafik verilmiştir.

*04H (400100-400150)
Parça Listesine Göre Analiz*



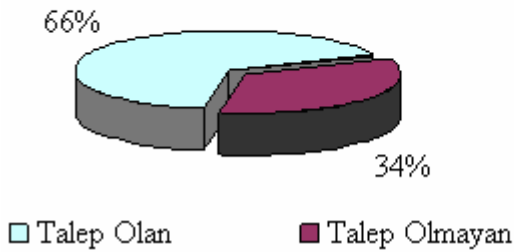
Şekil 6.11. Parça listesine göre 04H ambarı analizi

Bu sonuç değerlendirilirken aşağıda verilen üç olasılık göz önünde bulundurulabilir:

- Müşteri isteği doğrultusunda yapılmış parçalar olabilir.
- Alınan verilerde hata olabilir.
- 2004 yılından önce üretilen otobüs tiplerinde kullanılmış olabilir.

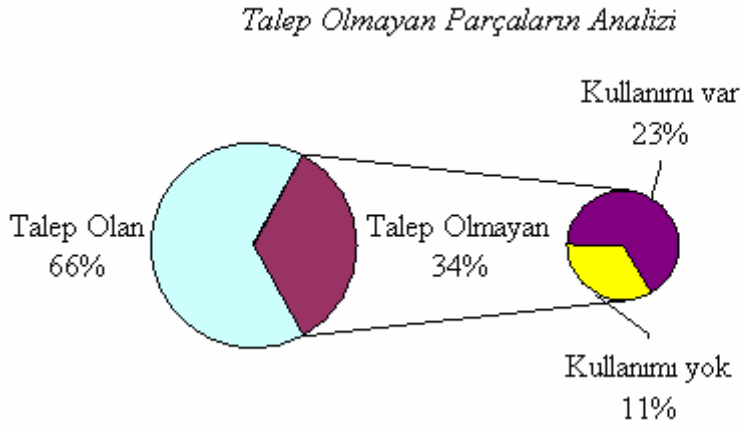
- Ambarda bulunan 1110 parçanın talebine göre analizi yine aynı şekilde daha önce elde edilen veriler kullanılarak yapılmıştır. 2004 yılı Ocak ve Kasım arası dönemde parçaların talebine bakıldığında %34'üne ihtiyaç olmadığı tespit edilmiştir. Şekil 6.12'de parçaların talebine göre yapılan analizin grafiği verilmiştir.

*(04H) Tüm Yıl için Talep Analizi
(Ocak / 2004 - Kasım / 2004)*



Şekil 6.12. Talebe göre 04H ambarı analizi

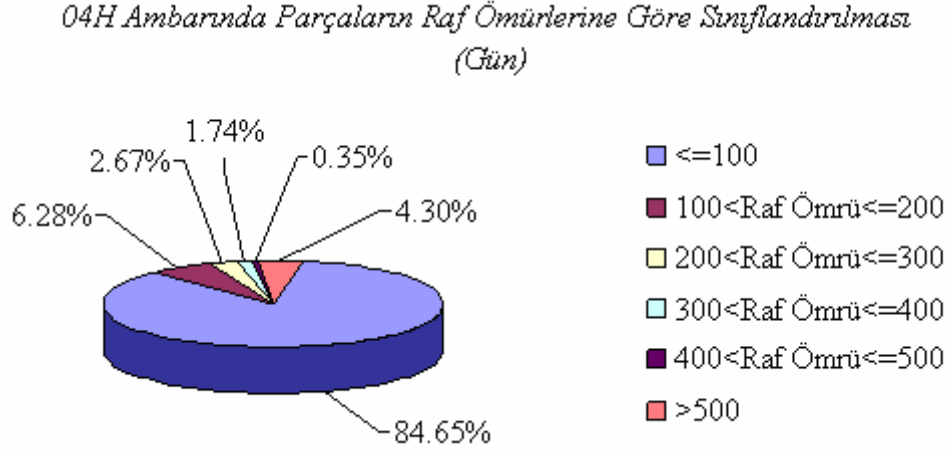
- Talebi olmayan %34'lük dilim incelendiğinde bunun %25'inin kullanımı olduğu ve %5'inin ise kullanımı olmadığı tespit edilmiştir. Parçaların kullanımı ambar hareketlerinden yola çıkılarak hesaplanmıştır. Yani bu parçalara parça listesine göre bakıldığında ihtiyaç olmadığı halde ambardan çekilip kullanıldığı ortaya çıkmıştır. Şekil 6.13'de talebi olmayan parçaların analizinin grafiği verilmiştir



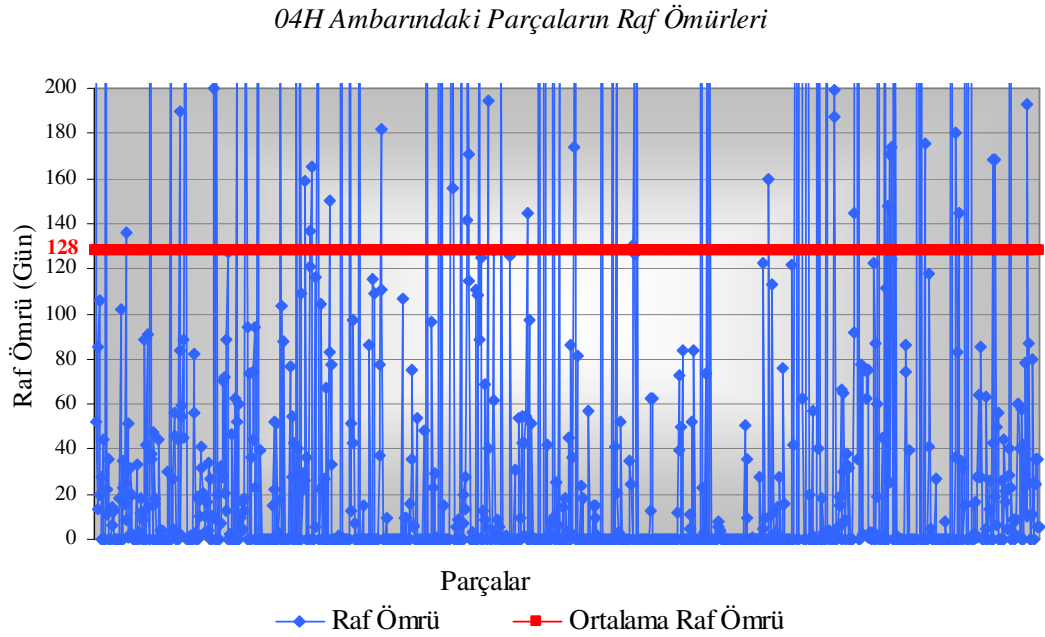
Şekil 6.13. Talebi olmayan parçaların analizi

- Talebi olmayan parçalar içerisinde kullanımına göre incelenen parçaların stok durumuna bakıldığında kullanımı olmayan parçaların ortalama 2004 yılı için olan stoğun 67 olduğu tespit edilmiştir. Bu da gereksiz yere kullanımı ve talebi olmadığı halde 67 adetlik bir stoğun ambarda boş yere tutulduğunu göstermektedir. Kullanımı olan parçaların ise ortalama yıllık stoğu 40 adet olarak tespit edilmiştir.
- 04H ambarında stoklanan parçalar raf ömürlerine göre incelendiğinde ortalama raf ömrünün 128 gün olduğu tespit edilmiştir. Ancak daha öncede belirtildiği gibi işletmenin istemiş olduğu ortalama raf ömrü 10 gündür. 04H ambarının yıllık ortalama raf ömürleri sınıflandırıldığında sadece %4,30 'unun 500 günden fazla olduğu ve %84,65'inin 100 günden az olduğu tespit edilmiştir. Ortalama raf ömrü 500 günden fazla olan %4,30'luk kısım çok yüksek olmasından dolayı dikkate alınmamıştır. Parçaların raf ömürlerinin sınıflandırılmasını gösteren grafik Şekil

6.14’de verilmiştir. Ayrıca 04H ambarında bulunan parçaların raf ömrünü gösteren grafik Şekil 6.15’de verilmiştir.



Şekil 6.14. 04H ambarında parçaların raf ömürlerine göre sınıflandırılması



Şekil 6.15. 04H ambarındaki parçaların raf ömürleri

- 04H ambarında parçaya ulaşmak için forkliftin harcadığı ortalama günlük sürenin 54 dakika olduğu hesaplanmıştır. Parçaya erişim süresinin hesaplanmasında 6 ay

(Haziran – Aralık 2004) içinde her bir parçanın ambardan çekim frekansı, parçaların ambardaki lokasyonları ve forkliftin parçayı almak için harcadığı süre olmak üzere üç veri kullanılmıştır. Hesaplamaların nasıl yapıldığı önerilen çözüm yönteminde ayrıntılı olarak verilmiştir.

6.1.3. e-kanbana aday olabilecek parçaların analizi

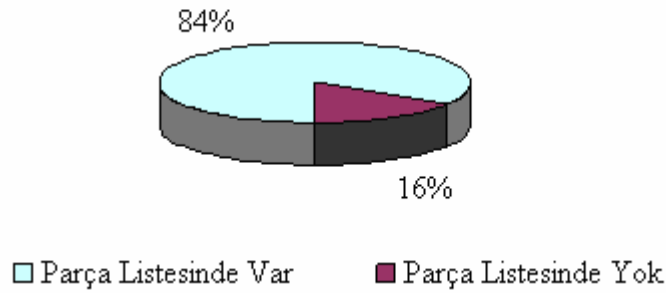
MAN Türkiye A.Ş.'de daha önce Evolution 2004 projesi kapsamında yapılan değişikliklerde anlatıldığı gibi malzeme dağıtımı üç kategoride gerçekleşmektedir: Komisyonlama, DyPP ve e-kanban. Şuanda işletmede e-kanban ile yönetilen yaklaşık 2500 parça bulunmaktadır. Ancak bu proje kapsamında dahili imalat parçaları dikkate alınmamıştır. Bu nedenle kullanımı çok olan ve stok dışı kalmaya da sebep olabilen dahili imalat parçalarından e-kanban ile yönetilebilecek aday parçalar analiz edilmiştir.

İşletmede e-kanban olarak yönetilebilecek parçaların üç kısıtı sağlaması gerekmektedir. Bunlar boyut, fiyat ve kullanım sıklığıdır. Fiyatı işletmenin belirlediği fiyattan az, boyutu 10*10 cm, kullanım sıklığı olarak ise aylık 100 adetten fazla olmalıdır. Mevcut durumda e-kanbana aday olabilecek parçaların tespit edilmesi için öncelikle 03H ve 04H ambarlarında boyutları belirlenen ölçülerde olan parçalar bulunmuştur. Yaklaşık olarak 500 parça bulunmuştur. Baan'dan Haziran ile Aralık 2004 arasında dahili imalat parçalarına olan günlük talepler alınmıştır. Bu veriden hareketle bulunan parçaların kullanım sıklıkları tespit edilmiştir ve aşağıda verilen sonuçlar elde edilmiştir:

- 03H ambarında 927 adet parçadan 228 adet parça bulunmuştur. 228 parça talebine ve parça listesinde geçip geçmediğine göre incelenmiştir. Parça listesine göre yapılan analizde 228 parçanın %84'ünün parça listesinde geçtiği tespit edilmiştir. Parça listesine göre yapılan grafik Şekil 6.16'da verilmiştir. 2004 yılı için talep analizi yapıldığında 228 parçadan %68'inin talebinin olduğu ve talebi olmayan %32'sinin %27'sinin ambardan çekildiği tespit edilmiştir. Bu da

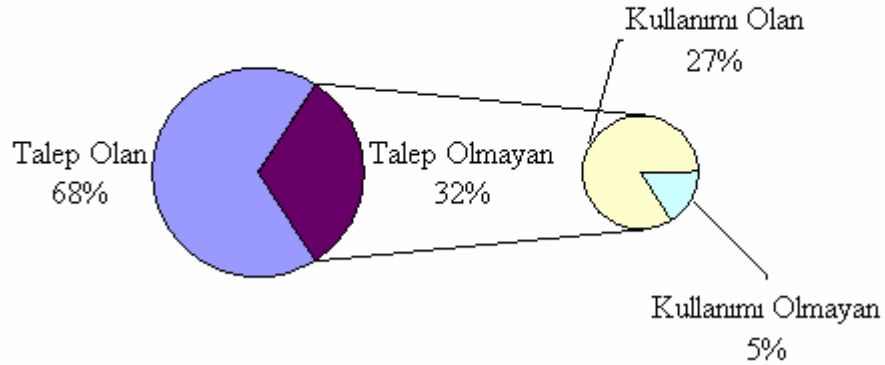
toplamda 228 parçadan 216 parçanın e-kanbana aday olabileceği anlamına gelmektedir. Yapılan talep analizinin grafiği Şekil 6.17’de verilmiştir.

Parça Listesine Göre 03H Ambarında e-kanban'a Aday Parçaların Analizi



Şekil 6.16. Parça listesine göre 03H ambarında e-kanban’a aday parçaların analizi

03H Ambarında 2004 Yılı İçin e-kanban'a Aday Olabilecek Parçaların Talep Analizi

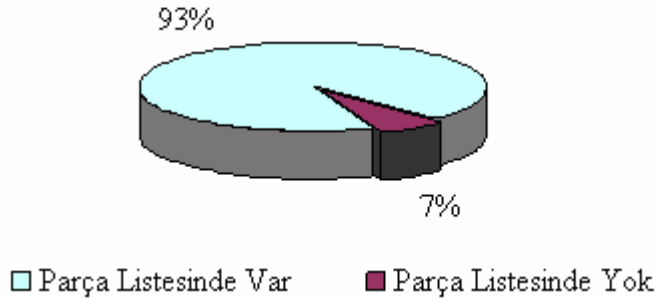


Şekil 6.17. 03H ambarında 2004 yılı için e-kanban’a aday olabilecek parçaların talep analizi

- 04H ambarında 1110 adet parçadan 214 parça bulunmuştur. 214 parça talebine ve parça listesinde geçip geçmediğine göre incelenmiştir. Parça listesine göre yapılan analizde 214 parçanın %93’ünün parça listesinde geçtiği tespit edilmiştir. Parça listesine göre yapılan grafik Şekil 6.18’de verilmiştir. 2004 yılı için talep analizi yapıldığında 214 parçadan %73’ünün talebinin olduğu ve talebi olmayan

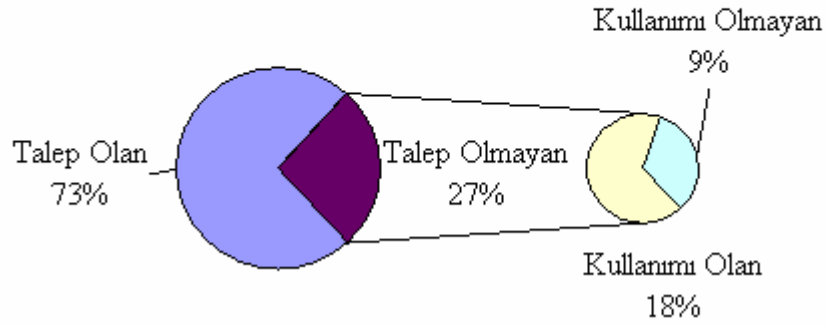
%27'sinin %18'inin ambardan çekildiği tespit edilmiştir. Bu da toplamda 214 parçadan 195 parçanın e-kanbana aday olabileceği anlamına gelmektedir. Yapılan talep analizinin grafiği Şekil 6.19'da verilmiştir.

Parça Listesine Göre 04H Ambarında e-kanban'a Aday Parçaların Analizi



Şekil 6.18. Parça listesine göre 04H ambarında e-kanban'a aday parçaların analizi

04H Ambarında 2004 Yılı İçin e-kanban'a Aday Olabilecek Parçaların Talep Analizi



Şekil 6.19. 04H ambarında 2004 yılı için e-kanban'a aday olabilecek parçaların talep analizi

6.2. Önerilen Çözüm Yönteminin Geliştirilmesi

6.2.1. Dahili imalat parçalarının stok politikalarının belirlenmesi

Pazardaki eğilim, müşteri talepleri ve tedarikçi kısıtları doğrultusunda üretim programının sık değişikliklere uğraması talebin rassal olduğunu göstermektedir. Dahili imalat parçaları incelendiğinde talebin rassal olması sebebi ile parçaların da taleplerinin rassal olduğu görülmektedir.

Dahili imalat parçaları belirli parti büyüklüklerinde üretilmektedir. Bu nedenle literatürdeki stok politikaları incelendiğinde dahili imalat parçalarının yönetilmesine en uygun politika olarak rassal (s,Q) politikası seçilmiştir. Bu politkanın seçilmesinde diğer bir etken ise işletmenin kullanmakta olduğu Baan işletim sisteminde bulunan SIC adlı modüle yeniden sipariş noktası ve sipariş miktarı değerleri girilerek bu politkanın uygulanabilmesidir. SIC modülü sürekli gözden geçirme politikasına göre çalışmaktadır.

Taleplerin kesin olarak bilinemediği envanter sistemlerinde optimum (s,Q) politikalarının belirlenebilmesi için önemle üzerinde durulması gereken konu güvenlik stok seviyeleridir. Güvenlik stok seviyelerinin seçilme yöntemleri şöyle olabilir (43):

- Sistem sorumlusunun doğrudan belirlediği güvenlik stok seviyeleri: Bu uygulamanın iki çeşidi vardır. Birinci uygulamada sorumlu, güvenlik stok seviyelerini eşit tedarik sürelerine göre belirler. Örneğin; bir ürünün envanter pozisyonundan tedarik süresindeki talepler çıkarıldığında elde edilen miktar, tedarikçinin bu üründen bir ayda sağlayabileceği miktar seviyesine düşerse sipariş verilir. Aslında bu yöntem en çok uygulanan yöntemlerden biridir. İkinci uygulamada sorumlu, güvenlik stoğunu, tedarik süresindeki talebin standart sapmasının bir oranı olarak belirler.

- Maliyeti minimize etme amaçlı güvenlik stok seviyeleri: Bu yaklaşımın amacı sistemdeki stoğun bitmesi, yok satma, gecikmeli sipariş karşılama gibi maliyetlerin hesaplanarak minimum maliyetli politikalar üretmektir. Bu konuda literatürde oldukça çeşitli çalışmalar mevcuttur.
- Müşteri memnuniyetine dayalı güvenlik stok seviyeleri: Burada servis seviyeleri üzerinden güvenlik stok seviyeleri hesaplanmaktadır. Örneğin, envanter yöneticisi taleplerin en az %95'inin mevcut stoklardan karşılanabilmesini servis seviyesi olarak belirler. Bu, probleme bir kısıt olarak girer.
- Birleştirilmiş durumlara göre güvenlik stok seviyeleri: Bu yaklaşımın amacı belli bir bütçe ile bir grup ürünün her biri için müşteri memnuniyetini en iyileyecek olası güvenlik stok seviyelerini hesaplamaktır.

Yukarıda bahsedilen yaklaşımlardan hangisinin seçilmesinin daha iyi olacağı ile ilgili maalesef kolay bir metot yoktur. Hangi yaklaşımın kullanılacağı envanter ortamı ve politikalarına göre şirketler bazında değişiklik gösterir.

Bu çalışmada, müşteri memnuniyetine dayalı güvenlik stok seviyelerine bağlı olarak hesaplanan (s,Q) politikaları üzerinde durulacaktır. Müşteri memnuniyetine dayalı olan yöntemin seçilmesinin sebebi, işletmenin belirlemiş olduğu performans ölçütünün ortalama raf ömrü ve servis düzeyi olmasındandır.

Genel Varsayımlar (43):

- Talep herhangi bir zaman aralığında değişken olmasına rağmen ortalama talep miktarı dönemlere göre çok az değişkenlik göstermektedir. Yani seri durağandır.
- Envanter tam olarak s seviyesine düştüğünde Q kadar sipariş verilmektedir.
- Tahmin hataları, ortalaması 0 olan normal dağılıma sahiptir. Ancak Tyworth ve O'Neill, Lau ve Zaki eğer σ_L / x_L (tedarik süresinde oluşan talebin standart sapması / tedarik süresinde oluşan talebin ortalaması) değişiklik oranı 0,5'den

büyük ise Gamma dağılımının, 0,5’den küçük olduğu sürece de normal dağılımın kullanılmasının daha uygun olduğunu çalışmalarında göstermiştir (44-45).

- İşlemler için bir Q değeri gerektiğinde bunun önceden hesaplandığı (statik modellerden biri kullanılarak) farz edilmiştir. Aslında Q ve s’nin optimum değerleri birbirine bağımlıdır ve aynı anda çözülmelidirler. Ancak s değerinden bağımsız olarak bulunan Q değerlerinin de iyi sonuçlar verdiği gösterilmiştir (46-47).
- Sistemdeki maliyetler seçilen s değerinden bağımsızdır.

Genel Çıkarım(43):

Bir sistem için sipariş verme noktası, siparişin geleceği süre zarfında beklenen taleplere ilave olarak talep değişkenliğini karşılamak üzere belirlenen güvenlik stoğu kadar olmalıdır.

$$\text{Sipariş verme noktası, } s = \hat{x}_L + (\text{güvenlik stoğu}) \quad [6.1]$$

$$\text{Güvenlik stoğu, } SS = k\sigma_L \quad [6.2]$$

Güvenlik faktörü, k, Eş. 6.1 ve Eş. 6.2 için doğrudan belirleyici olmaktadır. Yönetimin belirleyeceği politikalara göre güvenlik faktörü değişkenlik gösterecektir.

Tedarik süresi boyunca oluşan talebin x olması durumunda talebin olasılık yoğunluk fonksiyonu $f_x(x_0)$ olarak tanımlanır. Buradan üç önemli sonuca ulaşılır:

- 1) $SS (\text{Güvenlik Stoğu}) = E (\text{sipariş edilen ürünler gelmeden hemen önceki net stok})$

$$SS = \int_0^{\infty} (s - x_0) f_x(x_0) dx_0 = s - \hat{x}_L \quad [6.3]$$

Eş. 6.3 sipariş gelmeden önceki ortalama envanter seviyesiyle tedarik süresi boyunca oluşacak ortalama talebin yeniden sipariş noktasındaki envanter seviyesinden düşüldüğünde elde kalan miktara eşit olduğunu ifade eder.

2) Tedarik süresinde stok dışı kalma olasılığı = $Prob\{x \geq s\}$

$$= \int_s^{\infty} f_x(x_0) dx_0 \quad [6.4]$$

Eş. 6.4 tedarik süresi boyunca gelen talebin en az s kadar olma olasılığını gösterir.

3) Her yeniden sipariş verme noktasında beklenen stok dışı kalma miktarı aşağıda verilen fonksiyon ile bulunur.

$$ESPRC = \int_s^{\infty} (x_0 - s) f_x dx_0 \quad [6.5]$$

Tedarik süresi boyunca oluşan talebin tahmini hatalarının normal dağıldığı varsayıldığında ve güvenlik stoğu Eş. 8.2’de verildiği gibi ifade edildiğinde Eş. 6.4 ve Eş. 6.5, Eş. 6.6 ve Eş. 6.7’de gösterildiği gibi sadeleştirilebilir.

$$OLASILIK \{Tedarik Süresi Boyunca Stok Dışı Kalma Olasılığı\} = p_{u \geq}(k) \quad [6.6]$$

$$ESPRC = \sigma_L G_u(k) \quad [6.7]$$

Eş. 6.4 ve Eş. 6.5’in Sadeleştirilmesi:

Normal dağılım fonksiyonunun herhangi bir x değişkeni için ortalaması $\hat{x}$ ve standart sapması σ_x olmak üzere olasılık yoğunluk fonksiyonu Eş. 6.8’de verildiği gibidir:

$$f_x(x_0) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} \exp\left[-(x_0 - \hat{x})^2 / 2\sigma_x^2\right] \quad -\infty < x_0 < \infty \quad [6.8]$$

Birim normal dağılım fonksiyonunun ortalaması 0 ve standart sapması 1 olan olasılık yoğunluk fonksiyonu Eş. 6.9’da verildiği gibidir:

$$f_u(u_0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left[-u_0^2 / 2\right] \quad -\infty < x_0 < \infty \quad [6.9]$$

Birim normal dağılım fonksiyonu olarak Eş. 6.4 ve Eş. 6.5'in gösterimi:

- 1) Birim normal dağılım fonksiyonu için tedarik süresi boyunca oluşan talebin, k güvenlik faktörü ile hesaplanan talepten fazla olma olasılığı:

$$p_{u \geq}(k) = \text{prob}(u \geq k) = \int_k^\infty f_u(u_0) du_0 = \int_k^\infty \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-u_0^2 / 2\right) du_0 \quad [6.10]$$

- 2) Birim normal dağılım fonksiyonu için tedarik süresi boyunca stok dışı kalma miktarı ise $G_u(k)$ ile ifade edilir.

$$G_u(k) = \int_k^\infty (u_0 - k) f_u(u_0) du_0 \quad [6.11]$$

Normal dağılım fonksiyonu olarak Eş. 6.4 ve Eş. 6.5'in gösterimi:

- 1) Normal dağılım fonksiyonu için tedarik süresi boyunca oluşan talebin, k güvenlik faktörü ile hesaplanan talepten fazla olma olasılığı:

A olayı $x \geq \hat{x} + k\sigma_x$ olma olasılığı olmak üzere,

$$\text{OLASILIK}(A) = \int_{\hat{x}+k\sigma_x}^\infty f_x(x_0) dx_0 = \int_{\hat{x}+k\sigma_x}^\infty \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} \exp\left[-(x_0 - \hat{x})^2 / 2\sigma_x^2\right] dx_0 \quad [6.12]$$

Bu fonksiyonun birim normal dağılıma çevrilmesi için Eş. 6.13'de verilen dönüşümler kullanılır.

$$u_0 = (x_0 - \hat{x}) / \sigma_x$$

$$\frac{du_0}{dx_0} = \frac{1}{\sigma_x} \Rightarrow dx_0 = \sigma_x du_0 \quad [6.13]$$

$$x_0 = \hat{x} + k\sigma_x \Rightarrow u_0 = k$$

$$x_0 = \infty \Rightarrow u_0 = \infty$$

Dönüşümler Eş. 6.14'de yerine koyulduğunda:

$$\text{OLASILIK}(A) = \int_k^\infty \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp(-u_0^2 / 2) du_0 \quad [6.14]$$

yani

$$\text{OLASILIK} \{x \geq \hat{x} + k\sigma_x\} = p_{u \geq}(k)$$

Eş. 6.6 elde edilir.

2) Normal dağılım fonksiyonu için tedarik süresi boyunca stok dışı kalma miktarı Eş. 6.15 verildiği şekilde ifade edilir.

$$\begin{aligned} ESPRC &= \int_{\hat{x} + k\sigma_x}^\infty (x_0 - \hat{x} - k\sigma_x) f_x(x_0) dx_0 \\ &= \int_{\hat{x} + k\sigma_x}^\infty (x_0 - \hat{x} - k\sigma_x) \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} \exp\left[-(x_0 - \hat{x})^2 / 2\sigma_x^2\right] \end{aligned} \quad [6.15]$$

Bu fonksiyonun birim normal dağılıma dönüştürülmesi için Eş. 6.13'deki dönüşümler Eş. 6.15'de yerine koyulur:

$$ESPRC = \sigma_x \int_k^\infty (u_0 - k) \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp(-u_0^2 / 2) du_0 \quad [6.16]$$

ve Eş. 6.16 elde edilir.

Eş. 6.16'da Eş. 6.11'i içeren $G_u(k)$ yerine konulduğunda Eş. 6.7 elde edilir.

$\exp(-x^2/2)dx$ integralinin tanımlanamamasından dolayı nümerik olarak hesaplamalar tablolaştırılmıştır. $G_u(k)$ ile ilgili tablo Ek-2’de verilmiştir. Ayrıca $G_u(k)$ ’nın matematiksel olarak bir yaklaşımı da Ek-3’de sunulmuştur. Bu yaklaşım bilgisayar uygulamaları için kullanılır.

Yeniden sipariş verme noktası olan s ’nin altına düşüldüğünde parti büyüklüğü Q ve talebin ortalama değeri D olmak üzere bir yıl için sipariş verme sayısı Eş. 6.17 verildiği gibi hesaplanır.

$$\text{Bir yıl için sipariş sayısı} = \frac{D}{Q} \quad [6.17]$$

Buna bağlı olarak siparişler arası sürede Eş. 6.18 verildiği gibi hesaplanır.

$$\text{Siparişler arası süre} = \frac{Q}{D} \quad [6.18]$$

Taleplerin raftan belli bir oranda karşılanması için kullanılan algoritma (39):

Müşteri memnuniyetine dayalı (s, Q) değerlerinin bulunması için ölçüt taleplerin raftan belli bir oranda karşılanmasıdır. Taleplerin raftan karşılanması için belirlenen oran P olarak ifade edilmektedir.

Q sipariş edilecek parti büyüklüğü olmak üzere:

$$\text{Stok dışı kalma oranı} = \frac{ESPRC}{Q} \quad [6.19]$$

Taleplerin raftan karşılanma oranı $= 1 - (\text{Stok Dışı Kalma Oranı})$

$$P = 1 - \frac{ESPRC}{Q} \quad [6.20]$$

olarak ifade edilir.

Eş. 6.8'de verilen ESPRC Eş. 6.20'de yerine konulduğunda P aşağıda verildiği gibi ifade edilir.

$$P = 1 - \frac{\sigma_L Gu(k)}{Q} \quad [6.21]$$

P'ye bağlı s değerinin hesaplanması için uygulanacak algoritmada k güvenlik faktörünün bulunması için gerekli olan $G_u(k)$ değeri Eş. 6.21'in sağ tarafına alındığında aşağıda verilen Eş. 6.22'den bulunur.

$$Gu(k) = \frac{Q}{\sigma_L} (1 - P) \quad [6.22]$$

Belli bir doluluk oranının sağlanması için aşağıdaki algoritma geçerlidir.

Adım 1. Eş. 6.22'yi sağlayan k değeri bulunur (bu denklem ileri tarihli siparişlerin olduğu durum içindir. Yoksatmanın olduğu durum için (1-P) yerine (1-P)/ P yazılır). Burada ekonomik sipariş miktarını gösteren Q değerinin daha önceden bilinen metotlardan birisi ile hesaplanmış olduğu varsayılmaktadır.

Adım 2. Sipariş verme noktası, $s = \hat{x} + SS$ formülüne göre hesaplanır. Çıkan sonuç tamsayı değilse bir üst tamsayıya yuvarlanır.

Q'nun azalması, σ 'nın artması ya da P değerinin artması ile sipariş verme seviyesinin artması beklenmektedir. Bu değişikliklerden herhangi biri olduğunda 1. adımda verilen formülde $G_u(k)$ değeri azalmaktadır. Ek-2'de verilen tablo incelendiğinde $G_u(k)$ değerinin azalması k değerinin artması anlamına gelmektedir. Bu da tam olarak istenilen davranıştır. Bunun yanında talebin artmasıyla σ_L değerinin artması beklenir. Dolayısı ile hızlı tüketilen ürünler için güvenlik faktörü yavaş tüketilen ürünlerinkine göre daha büyüktür. P değeri genellikle 1'e yakındır. Dolayısı ile çeşitli

olasılıklar için k değerleri birbirine yakındır. Bu sebeple modelde siparişi ileri bir tarihe alma ya da yok satma durumuna göre sonuç fazla değişmeyecektir.

6.2.2. 03H ve 04H ambar yerleşiminin iyileştirilmesi

03H ve 04H ambarlarının mevcut durum analizinde çok sayıda forklift hareketi yapıldığı ortaya çıkmış ve buna paralel olarak parça erişim sürelerinin de arttığı tespit edilmiştir. Bu problemin çözümü için Ghiani v.d. tarafından geliştirilmiş olan “Klasik Ulaştırma Modeli” adlı matematiksel program uygun bulunmuştur. Bu modelin esas hedefi yüksek talep frekansına sahip parçaları daha kolay erişilebilir noktalara yerleştirerek toplam taşıma zamanının azaltılmasıdır. Uygulanabilirlik ve çözüm kolaylığı göz önüne alınarak bu program basitleştirilerek sezgisel olarak uygulamada çözülmüştür. Modelin yapısı aşağıda verilmiştir (48):

Karar değişkeni:

$$x_{jk} = \begin{cases} j \text{ ürünü lokasyon } k' \text{ ya yerlesirse} & 1 \\ d.d & 0 \end{cases} \quad [6.23]$$

Maliyet:

$$c_{jk} = p_j * (t_k / m_j) \quad [6.24]$$

Matematiksel Model:

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^{m_d} x_{jk} c_{jk} \\ & s.t. \\ & \sum_{k=1}^{m_d} x_{jk} = m_j, j = 1, \dots, n, \\ & \sum_{j=1}^n x_{jk} \leq 1, k = 1, \dots, m_d, \\ & x_{jk} \in \{0,1\}, j = 1, \dots, n, k = 1, \dots, m_d, \end{aligned} \quad [6.25]$$

Modelin Amacı:

Toplam stokta tutma maliyetini minimize etmektir.

Kısıtlar:

- 1) Bir parçanın bulunduğu lokasyon sayısı parça için gerekli olan kapasite miktarı kadar olmalıdır.
- 2) Bir lokasyona sadece bir parça yerleştirilebilir.
- 3) Karar değişkeni 0 ve 1 değerlerini alabilir.

6.2.3. e-kanban parçaların belirlenmesi

e-kanban daha öncede bahsedildiği gibi kullanımı yüksek olan parçalar için belirlenmiş bir dağıtım şeklidir. E-kanban ile yönetilen parçalar Resim 6.1.'de gösterilen yaklaşık 0,045 m³ hacminde olan mavi kutuların içine raflara yerleştirilmektedir. Parçaların istasyonlardaki kullanım oranına göre üretimde merkez Kanban rafları oluşturulmuştur. Örneğin bir parça iki istasyonda eşit sıklıkta kullanılıyor ise raf her iki istasyona aynı oranda uzaklıktaki bir yere yerleştiriliyor. Ancak parçanın, bir istasyonda diğer istasyona göre daha çok kullanımı varsa bu durumda raf kullanımı çok olan istasyona daha yakın bir yere yerleştirilmektedir. Bu raflara malzeme dağıtımı, iki üretim binasına ayrı şekilde hizmet verecek şekilde kurulmuş olan 02A ve 04A olarak tanımlanan ambarlardan gerçekleştirilmektedir.



Resim 6.1. e-kanban raflarının görünüşü

Haftada bir e-kanban raflarındaki mavi kutuların içerisindeki parçaların stok seviyeleri Barkod okuyucu cep bilgisayarları ile okutulmaktadır. Böylece malzeme bittiğinde ya da belirlenmiş olan seviyenin altına düştüğünde hemen ilgili kişi tarafından kutu doldurulmaktadır. Bu sayede istasyonda çalışan işçiler parçaya ihtiyaç olduğunda her zaman parçayı bulabilecek ve gereksiz yere parça peşinde koşmak zorunda kalmayacaktır.

Bir parçanın e-kanban ile yönetilebilmesi için işletme tarafından belirlenmiş üç kısıt vardır:

- 1) Boyut Kısıtı: Parçanın boyutu için, uzunluğu ve eni 10 cm'den daha az olacak şekilde kaba bir ölçü verilmiştir. Asıl önemli olan parçanın mavi kutulara belirli parti büyüklüklerinde yerleştirilebilecek kadar küçük olmasıdır. Yani parçaların toplam hacmi mavi kutunun 0,045 m³ hacmini aşmayacak şekilde olmalıdır. Belirli bir boyut kısıtının konulamamasının sebebi parçaların şeklinde farklılıkların olmasıdır. Parça boyut kısıtını sağladığı halde mavi kutulara belirli parti büyüklüklerinde sığmamaktadır. Diğer yandan parçanın uzunluğunun çok fazla olmasına rağmen genişliği küçük olduğu için mavi kutulara istenen parti büyüklüklerinde sığabilmektedir.
- 2) Maliyet Kısıtı: e-kanban ile malzeme dağıtımı gerçekleştirilirken sistemin kârı ve ekonomik kaybının dengeli olması gerekmektedir. Bunun için işletme her bir e-kanban parçasının birim maliyetinin belirlenen bir değerden az olması gerektiğine karar vermiştir.
- 3) Kullanım Sıklığı Kısıtı: e-kanban parçalarının kullanımı aylık olarak 100 adetten fazla olmalıdır. Kullanımı çok olan parçaların seçilmesinin sebebi parçaların istasyonlara yakın yerlere yerleştirilip zamandan tasarruf sağlanmaya çalışılması ve üretimde oluşabilecek duraksamaların önlenmesi istenildiği içindir. Eğer kullanımı çok olmayan malzemeler yerleştirilirse, hem üretimde gereksiz yer kaplanacak, hem de zamandan bir tasarruf sağlanamayacaktır.

Dahili imalat parçalarından e-kanban parçalarının belirlenmesinde işletmenin kısıtları ve e-kanbanı kullanma şekline göre bir uygulama yapılmıştır. Bunun sebebi ise işletmenin talebinin sistemdeki mevcut uygulamaya göre e-kanban parçalarının belirlenip uygulamaya alınmasını istemesidir. Bu uygulama 7 adımda gerçekleştirilmiştir.

- 1) 03H ve 04H ambarlarında bulunan dahili imalat parçaların görsel olarak boyut kontrolü
- 2) E-kanbana aday parçaların kullanım sıklıklarının kontrolü
- 3) E-kanbana aday parçaların maliyet kontrolü
- 4) E-kanbana aday parçaların stoklanacağı ambarlarının belirlenmesi
- 5) E-kanban parçalarının stoklanacağı ambarların lokasyonlarının belirlenmesi
- 6) E-kanban parçaların üretimde stoklanacağı rafların belirlenmesi
- 7) E-kanban parçalarının üretimde kullanılacağı rafların lokasyonlarının belirlenmesi

7. UYGULAMA :

7.1. Dahili İmalat Parçaları İçin Stok Politikalarının Uygulaması

Temel Varsayımlar:

Bu program üst yönetimin performans kriterlerine ve Dahili İmalat Parçaları Üretim Departmanının ihtiyaçlarına yönelik tasarlanmıştır. Aşağıda verilen varsayımlar doğrultusunda (s,Q) politikası uygulanmıştır:

- 1) Bir parça için envanter seviyesi, temin süresi boyunca oluşan parça talebinin olasılık dağılımı göz önünde bulundurularak hesaplanmış yeniden sipariş noktasının “s” değerinin altına düştüğü takdirde, parti büyüklüğü “Q” kadar sipariş verilmektedir. “Q” değeri üretim birimi tarafından belirlenen bölen faktörünün bir çarpanı olmalıdır. Bu olabilecek en küçük “parti büyüklüğü” ölçüsüdür. Eğer bu çarpan bir ise, program stok modeline göre hesaplanan “Q” değerini kullanmaktadır. Eğer birden büyük ise, “Q” değeri bölen faktörünün çarpanı olan en yakın tamsayıya yukarı doğru yuvarlanmaktadır.
- 2) Program kullanıcıya kullanmak istediği verinin tarihsel aralığını belirleme esnekliğini sağlamaktadır. Bu aralık dahilinde oluşan, hesaplamalara önemli etkisi olacak değişiklikler (örneğin bir otobüs modelinin üretimden kalkması gibi) bir uyarı mesajı ile kullanıcıya iletilmektedir. Bu nedenle kullanıcı programı çalıştırmadan önce hem geçmiş hem de gelecek verileri seçebilir. Ayrıca program hesaplanan parti miktarlarının uygulanabilir olup olmadığı konusunda kullanıcıyı uyarmakta ve duyarlılık analizi yapma olanağını sunmaktadır.
- 3) (s,Q) politkasının uygulanacağı dahili imalat parçalarından alınan 100 adet 10 günlük taleplerinin dağılımları Arena’nın Input Analyzer programı yardımı ile tespit edilmiştir. 100 parçadan ilk en uygun üç dağılıma giren verilerden %87’sinin normal dağılıma uyduğu görülmüştür. Ek-4’de bir parçaya örnek Input Analyzer sonuçları verilmiştir. Bu varsayımı güçlendirmek için Tyworth ve

O'Neill (1997), Lau ve Zaki'nin (1982) metodu kullanılmıştır. Bu metod eğer σ_L / x_L (tedarik süresinde oluşan talebin standart sapması / tedarik süresinde oluşan talebin ortalaması) değişiklik oranı 0,5'den büyük ise Gamma dağılımının, 0,5'den küçük olduğu sürece de normal dağılımın kullanılmasını önermektedir (44-45).

- 4) Dahili imalat parçaları için her bir parçanın tedarik süresi Haziran 2004-Kasım 2004 tarihleri arasındaki siparişlerin açılış tarihi ile kapanış tarihinin farkı alınarak hesaplanmıştır. 6 ay içerisinde oluşan siparişlerin tedarik sürelerinin ortalaması alınmıştır. Ancak dahili imalat parça üretim birimi ile yapılan görüşmede 6 aylık verinin çok eski olduğu ve değişmiş olabileceği iletildiği için son 2 ay dikkate alınarak tekrar her bir parçanın tedarik süresi hesaplanarak elde edilen iki tedarik süresinden en küçük olan tedarik süresi seçilmiştir.
- 5) Hesaplamalar kullanıcı tarafından belirlenen ortalama raf ömrü ve taleplerin raftan dolum oranı performans kriterlerine göre yapılmaktadır.
- 6) Dahili imalat parçalarının 2757 adet parçaya ait birim maliyet bilgileri kullanılmıştır.

Bu politikanın uygulanacağı dahili imalat parça sayısının yüksek olması sebebi ile sipariş verme noktasının, sipariş miktarı ve emniyet stoğunun manuel olarak hesaplanması zorlaşmaktadır. Bu nedenle işletme bünyesinde kullanılan ERP programı olan Baan yazılımına entegre edilebilecek bir yazılım geliştirilmiştir. Bunun için Microsoft Access programı seçilmiştir. Microsoft Access programının seçilmesindeki neden MAN Türkiye A.Ş.'de lisanslı olarak kullanılıyor olmasından dolayı ek bir maliyet getirmemesi ve bu programdan alınan çıktının Baan'a aktarılabilir olmasıdır.

Programın Algoritması:

Program kullanıcıya bir tek parça için ve tüm parçalar için s ve Q değerlerini bulma alternatifini sunmaktadır. Kullanıcı istenilen raftan doldurma oranını ve raf ömrünü belirler. Siparişler arası süre raf ömrüne karşılık geldiği için Eş. 6.18 Q değeri eşitliğin sol tarafına çekilerek aşağıda verilen Eş. 7.1'e göre hesaplanır.

$$Q = D \cdot SL \quad [7.1]$$

Q değeri hesaplandıktan sonra taleplerin raftan dolum oranına göre algoritmanın ilk adımında Eş. 6.22'de Q ve kullanıcı tarafından belirlenen P değeri yerine konularak $G_u(k)$ hesaplanır. $G_u(k)$ değeri bulunduktan sonra Ek-3'de verilen bilgisayar uygulamasına göre k değeri bulunur.

Güvenlik faktörü k bulunduktan sonra yeniden sipariş noktası s Eş.6.1'den hesaplanır. Eş. 6.2'den de SS güvenlik stoğu hesaplanır.

Eğer değişkenlik oranı 0,5 'ten küçük ise yukarıda belirtilen şekilde s ve Q değerleri hesaplanmaktadır. Değişkenlik oranı 0,5'den büyük ise program gamma dağılımını kullanmaktadır. Bilgisayarda hesaplamaların kolaylaştırılması için gamma dağılımın Excel ortamındaki fonksiyonu kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Program hesaplanan Q değeri ile belirlenen raftan dolum oranını Eş. 7.2'de yerine koyarak tedarik süresi boyunca stok dışı kalma miktarını hesaplar ve verilen Eş. 7.3'de bu değere eşitliğin sağ tarafı eşitleninceye kadar s'ye 0'dan başlayarak değer verir. Eşitliğin iki tarafı da eşitlendiğinde yeniden sipariş noktası bulunmuş olur. Buradan da güvenlik stoğu Eş. 6.3'den bulunmaktadır.

$$ESPRC = Q \cdot (1-P) \quad [7.2]$$

$$ESPRC = \alpha \beta (1-GAMMADIST(s, \alpha+1, \beta, TRUE)) - s(1-GAMMADIST(s, \alpha, \beta, TRUE)) \quad [7.3]$$

Eş. 7.3’de geçen α ve β gamma dağılımının parametreleridir. Buna bağlı olarak tedarik süresi boyunca oluşan talebin ortalaması Eş. 7.4 ve varyansı Eş. 7.5’de verilmiştir. Eş. 7.4 ve Eş. 7.6 sadeleştirildiğinde bu parametreler normal dağılımın parametreleri cinsinden yazılarak hesaplanabilmektedir. Eş. 7.6 ve Eş. 7.7’de verilmiştir.

$$\alpha\beta = x_L \quad [7.4]$$

$$\alpha\beta^2 = \sigma_L^2 \quad [7.5]$$

$$\alpha = \frac{x_L^2}{\sigma_L^2} \quad [7.6]$$

$$\beta = \frac{\sigma_L^2}{x_L} \quad [7.7]$$

Duyarlılık Analizi:

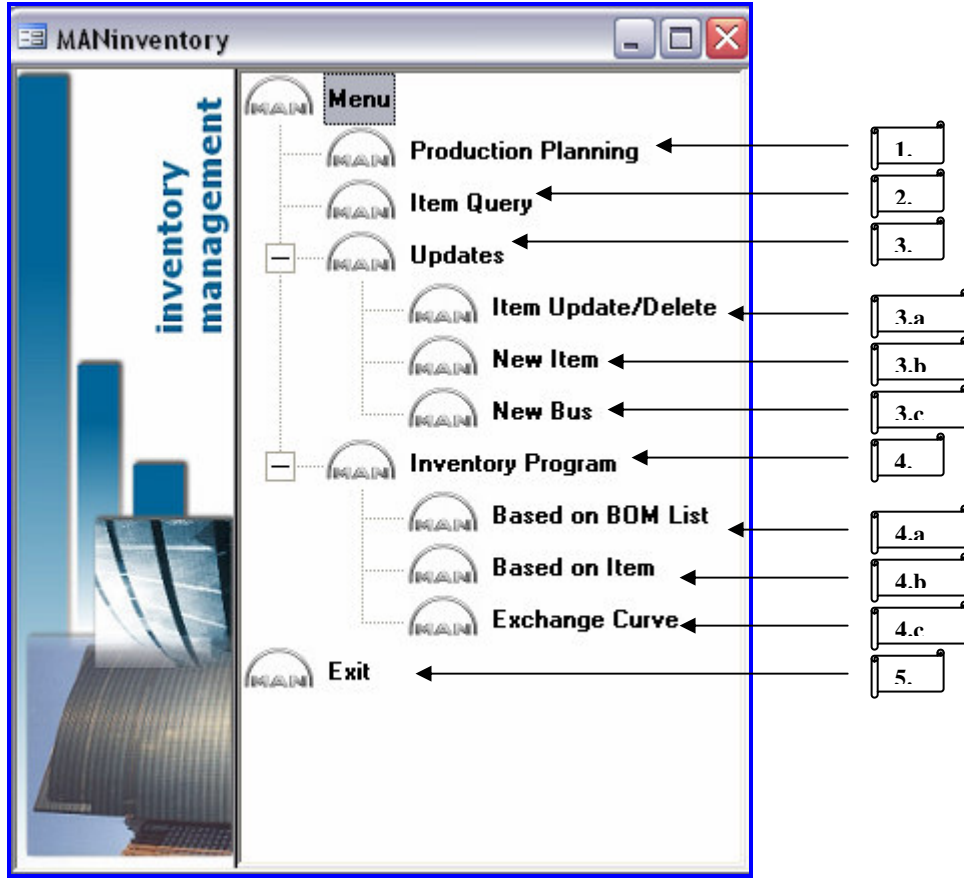
Stok programı dahili imalat parça üretim birimin sipariş miktarı böleni dikkate alınarak geliştirilmiştir. Dahili imalat parçalarının üretiminde belirli sipariş miktarı bölenin olması, hammaddenin temin şeklinden ve de makinelerin hazırlık zamanlarından kaynaklanmaktadır. Örneğin rulo halinde gelen sac hammaddesi en az fire verecek şekilde tezgahlarda kullanılması sağlanmaya çalışılmaktadır. Ayrıca tezgahlarda her bir farklı işlem için farklı program yüklenmesi gerektiği için her defasında tezgahın yeniden hazırlanması zaman kaybına neden olmaktadır. Bunun önüne geçmek için de bir kere de hem en az fire verecek şekilde daha fazla üretilmesi hem de standart bir program yüklenilmesi öngörülmüş ve Baan’dan alınan sipariş miktarı bölenleri de bu şekilde oluşturulmuştur.

Ancak bu sipariş miktarı bölenlerinde yapılabilecek değişikliklerin olması halinde programda yeniden sipariş noktasının ve güvenlik stoğunun hesaplanması için duyarlılık analizi yapma imkanı sağlanmıştır. Kullanıcı programda hesaplanan Q değerini değiştirdiğinde buna bağlı olarak program yeni Q değerine göre yeniden sipariş noktasını ve güvenlik stoğunu hesaplamaktadır.

Programın Arayüzleri ve Açıklamaları:

Ana Menü

- 1) Üretim Planlama Modülü (Production Planning Module)
- 2) Parça Sorgulama Modülü (Item Query Module)
- 3) Güncelleme Modülleri (Updates Module)
 - 3.a) Parça Güncelleme Modülü (Item Update Module)
 - 3.b) Yeni Parça Modülü (New Item Module)
 - 3.c) Yeni Otobüs Modülü (New Bus Module)
- 4) Envanter Programına Giriş (Inventory Program Module)
 - 4.a) Ürün Ağacı Bazlı Modül (Based on BOM List)
 - 4.b) Parça Bazlı Modül (Based on Item Module)
 - 4.c) Değişim Eğrisi Modülü (Exchange Curves Module)
- 5) Çıkış (Exit)



Şekil 7.1. Stok programın ana menüsü

Ana menüde bir fonksiyona erişmek için gerekli başlıklar verilmiştir. Şekil 7.1.'de verilen başlıkların fonksiyonları açıklanmıştır:

1) Üretim Planlama Modülü (Production Planning Module)

Bu modül, Envanter Programında kullanılmak üzere, Üretim Planlama verisinin oluşmasını ve veritabanına aktarılmasını sağlar. Kullanıcı Şekil 7.2'de verilen arayüze üretim planlama bilgilerini girer.

Production Planning Module

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

	January			February			March			April			May			June			July	
Bus Type	PP1	PP2	PP3	PP4	PP5	PP6	PP7	PP8	PP9	PP10	PP11	PP12	PP13	PP14	PP15	PP16	PP17	PP18	PP19	PP20
A72	0	1	2	4	2	5	0	2	18	16	3	0	10	0	1	10	4	16	2	22
A74	5	0	6	1	0	9	9	6	0	0	0	0	0	0	11	0	1	1	0	0
A75	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
A89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	0	0	2
A90	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A91	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
R02	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
R03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R07	14	17	10	4	19	1	15	12	16	15	12	17	12	15	14	21	5	10	15	1
R08	12	8	9	10	9	12	3	10	8	9	9	5	7	8	8	7	7	7	14	0
R12	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1	1	0	0	0	1	2	1	0	0
R13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P21	0	0	2	3	2	10	5	0	1	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Save Record

Şekil 7.2. Üretim planlama modülü

Üretim Planlama bilgisinin girişi aşağıda verilen başlıklara göre yapılır.

Bus Type Otobüs tiplerine göre her periyotta geçerli olan üretim miktarlarını gösterir.

January
PP1 **PP2** **PP3** Ay içindeki periyotlar, PP1, PP2, PP3 biçiminde gösterilir ve 10 günlük talebi içerir.

Seçilen yıl içindeki tüm otobüs tipleri için tüm periyotlar doldurulduktan sonra “save record” tuşu tıklanır. Böylece veritabanına aktarılan verilerin kaydı yapılmış olur. Son adım olarak kullanıcı çıkış tuşunu tıklayarak modülü sonlandırır.

2) Parça Sorgulama Modülü (Item Query Module)

Dahili İmalat Parçalarıyla ilgili bilgilere bu modül aracılığıyla ulaşılabilir. Bu modülle kullanıcı, Şekil 7.3’de gösterilen kriterlere göre parça sorgulaması yapar.

Gösterilen kriterlerden biri ya da birkaçının girilmesi sorgulamanın başlaması için yeterlidir.

Şekil 7.3. Parça sorgulama modülü

Item Number	“Item Number” parça numarasına göre,
Item Name	“Item Name” parça ismine göre,
Item Group	“Item Group” parçanın kalem grubuna göre,
Warehouse	“Warehouse” parçanın depolandığı ambara göre,
Disponent	“Disponent” parçanın planlamacısının sicil koduna göre,
Price	“Price” parçanın fiyatına göre,
Bus Choice	“Bus Choice” parçanın kullanıldığı otobüs tipine göre,

sorgulamanın yapılmasını sağlar.

İstenilen kriterler arayüze girildikten sonra kullanıcı “Run Query” tuşuna tıklayarak sorgulamanın başlamasını sağlar. Sorgulamanın sonuç ekranı Şekil 7.4’de verildiği gibidir:

The screenshot shows a software window titled "Item Query". It contains several input fields for search criteria:

- Item Number:** 81.97487.0129
- Item Name:** KOSEBENT
- Item Group:** 400150
- Warehouse:** 04H
- Lead Time:** 7
- Disponent:** 5288
- Price:** €0,47
- Q Factor:** 1

Below these fields is a section titled "Bus Information" containing a table:

Item Number	A72	A74	A75	A89	A90	A91	R02	R03	R07	R08	R12	R13	P21	P22	P23	P24	P25
81.97487.0129	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

At the bottom of the window, there are navigation buttons (back, forward, search, etc.) and a button labeled "Inventory Program". The status bar at the very bottom shows "Record: 1 of 1".

Şekil 7.4. Parça sorgulama modülünün sonuç ekranı

Sonuç ekranında görülen “INVENTORY PROGRAM” tuşuna tıklanmasıyla, sorgulanan parçanın verileri envanter programına aktarılır. (Bkz Şekil 7.11)

Son adım olarak kullanıcı çıkış tuşunu tıklayarak modülü sonlandırır.

3) Güncelleme Modülleri (Updates Module)

Bu modül sayesinde kullanıcı, sistemde oluşacak olan değişiklikleri programa aktarabilir.

3.a) Parça Güncelleme Modülü (Item Update Module)

Parça bazlı olan değişiklikler, “ITEM UPDATE” modülüne girilerek yapılabilir. Bu modülün kullanılabilmesi için “ITEM NUMBER” kutusunun, bilgileri değiştirilecek olan parçanın numarası ile doldurulması yeterlidir. Parça numarası arayüze girildikten sonra, kullanıcı parçanın ürün ağacı ve diğer bilgileriyle karşılaşır. Ürün ağacı bilgisi “BUS INFORMATION” başlığı altında görülür ve kullanıcı Şekil 7.5’de gösterilen pencereyle karşılaşır.

Item Update/Delete

Item Number: 81.74601.2946

Item Name: TUTUCU

Item Group: 400100

Warehouse: 04H

Lead Time: 8

Disponent: 9963

Price: 6,47 €

Q Factor: 10

Bus Information

Item Number	A72	A74	A75	A89	A90	A91	R02	R03	R07	R08	R12	R13	P21	P22	P23	P24	P25
81.74601.2946	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1

Navigation buttons: Back, Forward, Search, etc.

Save Record, Delete Record

Şekil 7.5. Parça güncelleme modülü

Gereken değişiklikler yapıldıktan sonra “SAVE RECORD” tuşunun tıklanmasıyla bilgiler veritabanına kaydedilir. Eğer herhangi bir parça veritabanından çıkarılmak isteniyorsa, kullanıcı parçanın numarasını “ITEM NUMBER” kutusuna girdikten sonra “DELETE RECORD” tuşuna tıklayarak parçanın kaydını silebilir.

3.b) Yeni Parça Modülü (New Item Module)

Bu modül sayesinde üretimde yeni kullanılmaya başlanan parçalar programa aktarılabilir. Kullanıcı yeni parça hakkındaki tüm bilgileri Şekil 7.6’da görülen kutulara aktarabilir.

Şekil 7.6. Yeni parça ekleme modülü

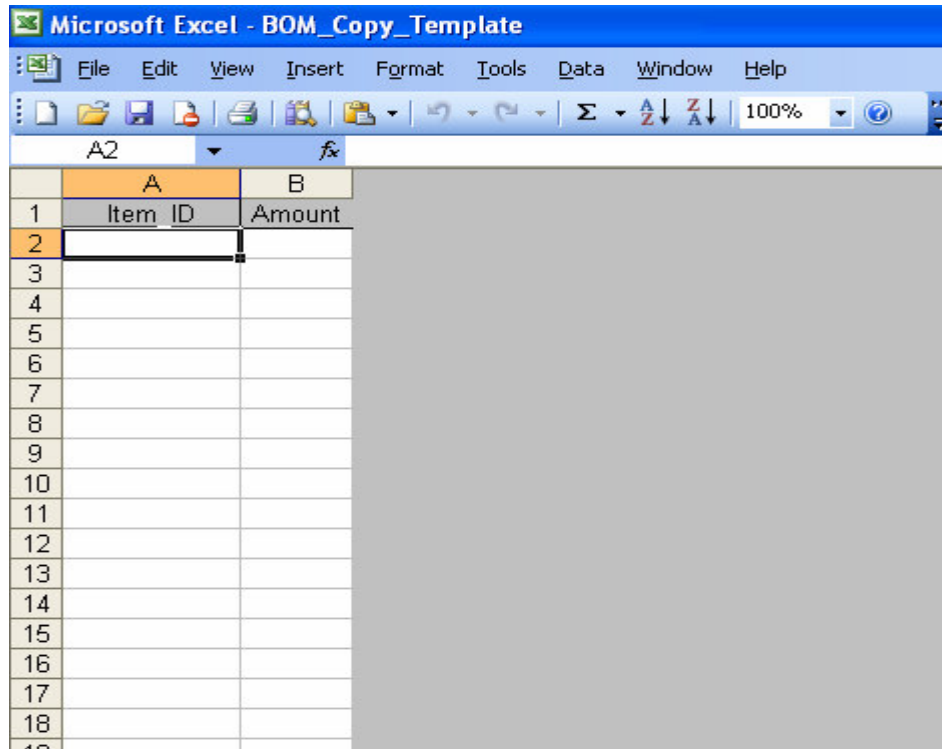
Item Number	“Item Number” parça numarası,
Item Name	“Item Name” parça ismini,
Item Group	“Item Grup” kalem grubunu,
Warehouse	“Warehouse” parçanın depolandığı ambarı,
Lead Time	“Lead Time” parçanın temin süresini,
Disponent	“Disponent” parçanın planlamacısının sicil kodunu,
Price	“Price” parçanın fiyatını,
Q Factor	“Q factor” parçanın sipariş bölenini, sisteme aktarır.

Bu bilgiler girildikten sonra kullanıcı “ADD RECORD” tuşunu tıklamalıdır. Bu tuşa tıklandıktan sonra yeni parçanın kaydının yapılacağı ürün ağacı bilgisi “BUS INFORMATION” başlığı altında açılır. Kullanıcı parçanın ürün ağacı bilgilerini de arayüze girdikten sonra, çıkış tuşuyla parçanın kaydını veritabanına aktararak, modülü sonlandırır.

Not: “ADD RECORD” tuşu tıklanmadıkça, “BUS INFORMATION” kutusuna giriş yapılamaz.

3.c) Yeni Otobüs Modülü (New Bus Module)

Program, yeni otobüsün eklenmesi sırasında bir EXCEL TEMPLATE den yardım alır. Şekil 7.7’de gösterilen arayüz,



Şekil 7.7. Yeni otobüs ekleme için kullanılan excel template

“ITEM_ID” başlığı altında yeni otobüsteki parça numaralarının, “AMOUNT” başlığı altında da bu parçalarının miktarlarının girilmesiyle doldurulur. Yeni otobüste ki tüm

parçalar ve miktarları Şekil 7.7’de verilen Excel template aktarıldıktan sonra, kullanıcı tekrar *ACCESS* e döner ve Şekil 7.8’de verilen “ADD NEW BUS” modülünü açar.

Şekil 7.8. Yeni otobüs ekleme modülü

Bu modül iki ayrı bölümden oluşur. Yeni otobüsün veritabanına eklenmesi için birinci ve ikinci bölümün sırasıyla yapılması gerekmektedir.

“ITEM CONTROL” bölümünün amacı, Şekil 7.7’de excel template aktarılan ve yeni otobüste kullanılacak parçaların, veritabanındaki parça bilgilerinin saklandığı “ITEM” tablosunda olup olmadığını kontrol etmek ve ürün ağacını, yeni otobüs doğrultusunda güncellemektir. Olmayan parçaların ana bilgilerinin, “ITEM” tablosuna girilmesi program mantığında öncelik taşımaktadır. “CHECK” tuşunun tıklanmasıyla, veritabanı kendi içinde bir sorgulama yapar ve excel listesinde olmayan parçaları, “ITEMS THAT ARE NOT IN ITEM TABLE” adlı “List Box” içinde gösterir. Burada gösterilen parçalar için, “NEW ITEM” (Yeni Parça) modülüne giriş yapılması ve kayıtlarının yapılması gerekmektedir. Kullanıcı gerekli parçaların bilgilerini sisteme aktardıktan sonra tekrar “CHECK” tuşunu tıklayarak “List Box” da parça numarası kalıp kalmadığını tekrar kontrol eder.

Not: List Box boşalana kadar “UPDATE BOM” tuşu kullanıcıya açık değildir.

Bu kısıt ortadan kalktıktan sonra kullanıcı ikinci bölüm olan “BUS ADDITION” a geçiş yapabilir. Bu bölümde yeni otobüs veritabanına eklenebilir. Yeni otobüsün ismi “ENTER NEW BUS NAME” adlı kutuya yazılır ve daha sonra “ADD BUS” tuşu tıklanır. Son olarak kullanıcı, “UPDATE BOM” tuşunu tıklayarak yeni otobüsün ürün ağacı bilgilerini veritabanına aktarır. Çıkış tuşuna tıklayarak bu modülü sonlandırır.

4) Envanter Programına Giriş Modülü (Inventory Program Module)

Bu fonksiyon, programın ana amacı olan, parçaların belirlenen envanter modeline ve hedeflenen kriterlerine (Parçaların Raf Ömrü gibi) göre gerekli parametrelerini kullanıcıya sunmaya yöneliktir. Bu modüller sayesinde, stok politikasını uygulamakta kullanılacak parçaların, parti büyüklükleri (Q-Batch Size) ve Yeniden Sipariş Noktaları (s-ReOrder Point) hesaplanır, ihtiyaç duyulduğu anda firmanın belirleyeceği performans ölçütleri doğrultusunda maliyet eğrileri çizilir.

4.a) Ürün Ağacı Bazlı Modül (Based on BOM List Module)

Bu modül, veritabanında kayıtlı bütün parçaların (Ürün Ağacı tablosundaki bütün parçalar) gerekli parametrelerinin hesaplanmasında kullanılır.

Modül iki ayrı seçenekten oluşmaktadır. Bunlar, modülü çalıştırmak için gerekli, kullanıcı tarafından tayin edilecek, parçaların gerekli parametrelerini hesaplarken kullanılacak verilerdir

The screenshot shows a software window titled "Inventory Program". It contains two main sections: "Period Choice" and "Parameter Choice".

Period Choice Section:

- Year Option:** A dropdown menu showing "2004". Below it are "Add List" and "Clear List" buttons.
- Month Options:** A grid of 12 buttons representing the months: January, February, March, April, May, June, July, August, September, October, November, and December.
- Year-Month List:** A text area displaying a list of years and months with plus and minus signs: "2004 + + + - - - - - - - - - -".

Parameter Choice Section:

- Fill Rate:** A dropdown menu showing "0,99".
- Period Length(in days):** An empty text input field.
- Shelf Life(in days):** A text input field showing "10".
- Run Program:** A button to execute the program.
- Help/Info:** A small icon button with a question mark.

Şekil 7.9. Ürün ağacı bazlı envanter programı modülü

“PERIOD CHOICE”, üretim planlama modülündeki bilgileri kullanarak parçaların taleplerini oluşturmaya yöneliktir. “YEAR OPTIONS” otobüs üretiminin yılını, “MONTH OPTIONS” ise ayını göstermektedir. “ADD LIST” tuşuyla da, kullanıcın belirlediği zaman bilgileri, Şekil 7.9’da gösterildiği gibi listeye aktarılır. “CLEAR LIST” tuşu listede seçilen herhangi bir kaydı siler. Burada kullanıcı tamamen esnekler. İstedığı yıl ve ay seçeneklerini oluşturabilir. Modül, üretim planlamadaki değişiklikleri, seçilen yıl ve ay değerlerine göre, kullanıcıya mesaj kutularıyla iletir.

“PARAMETER CHOICE”, firmanın belirlediği performans kriterlerini ve hedeflerini, envanter modelinde kullanmaya yöneliktir.

“FILL RATE”(Raftan Dolum Oranı), parçanın talep edildiği anda, ne kadarının raftan karşıladığını ifade eden bir hedef ölçütüdür. Örneğin, tayin edilen değer 0,99

ve herhangi bir parçaya, herhangi bir zamanda gelen talep 100 ise, ambarda hedeflenen stok miktarı asgari 99 olacaktır.

“PERIOD LENGTH”, Baan aracılığıyla yapılacak olan stok kontrolleri arasındaki zamanı gösterir. Eğer kullanıcı her günün sonunda gerekli parçaların siparişini vermek için envanter değerlerini kontrol edecekse, bu değer 1 olmalıdır. Fakat böyle bir zaman aralığı kullanılmak istenmiyorsa ki; bu sürekli kontrol mekanizmasını gösterir, bu değer 0 olmalıdır ve günün herhangi bir anında Baan otomatik olarak, sipariş verilmesi beklenen parçayı, kullanıcıya tavsiye eder.

“SHELF LIFE”, firma tarafından hedeflenen ortalama raf ömrüdür. Bu değer, parti miktarlarının, ambardaki ortalama bekleme süresini gösterir.

Bu bilgiler ve ölçütler kullanıcı tarafından girildikten sonra Şekildeki “RUN PROGRAM” tuşuyla modül çalıştırılır. Diğer tuş ise modülü kapatır.

Zaman bilgileri, Fill Rate ve Shelf Life model için gerekli verilerdir ve kullanıcının bu değerli boş bırakmaması gerekir.

Item Number	Lead Time(in days)	Safety Stock	Reorder Point	Order Quantity	Q Factor
81.25441.5362	10	3	3	1	1
81.26450.0041	7	15	21	8	46
81.26450.5038	5	2	14	24	1
81.31111.5379	8	3	23	24	1
81.31111.5380	8	3	23	24	1
81.31111.5381	8	3	23	24	1
81.31111.5384	7	6	20	21	1
81.41530.0033	4	2	2	1	1
81.42030.4016	2	9	11	9	1
81.42401.5190	7	21	24	4	1
81.43613.0028	10	8	56	48	1
81.43640.0147	5	28	37	18	1
81.43640.0246	7	15	70	78	1
81.43645.0009	10	4	28	24	12

Şekil 7.10. Ürün ağacı bazlı envanter programı modülü sonuç ekranı

Şekil 7.10 Şekil 7.9’da verilen modülün sonuç ekranıdır. Her bir parça için “SAFETY STOCK” (Emniyet Stoğu), “RE-ORDER POINT” (Yeniden Sipariş Noktası) ve “ORDER QUANTITY” (Parti Büyüklüğü) hesaplanır. “LEAD TIME” (Tedarik Süresi) ve “Q FACTOR” (Sipariş Bölünü) veritabanındaki ITEM (Parça) tablosundan alınan bir veridir. Burada kritik olan “Q Factor” kolonun altındaki renk kodlarıdır.



Bulunan parti büyüklüğü uygulanabilir, hiçbir kısıt yoktur



Bulunan parti büyüklüğü uygulanamaz. Sipariş bölününe ya da onun katlarına eşit olması gerekir.



Bulunan parti büyüklüğü uygulanabilir. Q Factor e eşit veya onun katıdır

“SENSITIVITY ANALYSIS” Duyarlılık Analizi tuşuyla, kullanıcının girdiği herhangi bir değişik parti büyüklüğü değeri için yeniden güvenlik stoğu ve yeniden sipariş noktası hesaplanır. Bu yeni girilen Q değeri, kırmızı renkle kodlanmış bir parça için girilmişse ve sipariş bölününe eşit veya onun katı niteliğinde ise, renk mavi olur ve kullanıcıya parti büyüklüğü üzerindeki kısıtın ortadan kalktığı gösterilir.



Sonuç değerleri, önceden belirlenmiş bir yere “txt” veya “xls” uzantılı bir formatta kaydedilir.

4.b) Parça Bazlı Modül (Based on Item Module)

Bu modül yukarıda anlatılan modül ile aynı fonksiyona sahiptir. Ancak bu modül yardımı ile kullanıcı, parça seçiminde de esnektir. İstediği parçaları aşağıda Şekil 7.11’de gösterilen yuvarlak içinde olan “ITEM SELECTION” yardımıyla module girer ve sadece bu parçalar için gerekli parametreleri hesaplar.

Şekil 7.11. Parça bazlı modül

4.c) Değişim Eğrisi Modülü (Exchange Curve Module)

Bu modül yardımıyla, belirlenen “FILL RATE” aralığında ve hedeflenen “SHELF LIFE” değerinde, çeşitli parçaların stok maliyet grafikleri kullanıcıya sunulur. Şekil 7.12’de “PERIOD CHOICE”, ürün ağacı bazlı envanter modülündeki ile aynı fonksiyon ve işlevlerle sahiptir. “RUN PROGRAM” tuşu yardımıyla modül çalıştırılır ve aşağıda Şekil 7.13’de görüldüğü gibi grafik çizilir.

Exchange Curve

Period Choice

Year Option
2004

Month Options

January February March April
May June July August
September October November December

Year-January-February-March-April-May-June-July-August-September-October-November-December
2004 + + + - - - - - - - - -

Paramater Choice

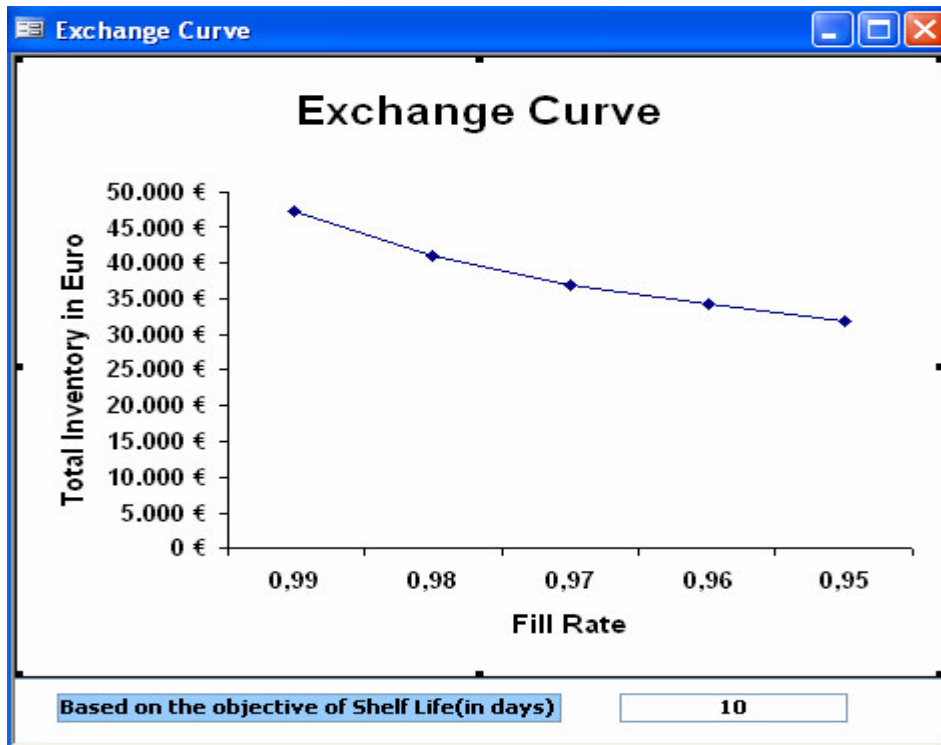
Lower Limit of Fill Rate 0,95

Upper Limit of Fill Rate 0,99

Shelf Life (in days) 10

Run Program

Şekil 7.12. Değişim eğrisi modülü



Şekil 7.13. Değişim eğrisi modülü sonuç ekranı

7.2. 03H ve 04H Ambar Yerleşiminin İyileştirme Uygulaması

Çalışmanın bir alt hedefi daha öncede bahsedildiği gibi ambarlar dahilinde parça erişim sürelerinin düşürülmesidir. Bu problemin çözümü için Ghiani v.d. tarafından geliştirilmiş olan “Klasik Ulaştırma Modeli” adlı matematiksel program uygun bulunmuştur. Bu modelin esas hedefi yüksek talep frekansına sahip parçaları daha kolay erişilebilir noktalara yerleştirerek toplam taşıma zamanının azaltılmasıdır. Bu program basitleştirilerek çözülmüş, paletler arası parça değişimi yapılmama koşulu altında en uygun sonuç bulunmuştur. Bir palet içerisinde değişik boyutlarda birçok parça bulunmaktadır. Ancak bu model boyut kısıtına dikkat etmeksizin yerleştirme yaptığından paletler arası parça değişimleri kapasite aşımına yol açmaktadır. Bu nedenle paletler birer parça olarak değerlendirildi ve talep sıklıkları içerisinde bulunan parçaların taleplerinin sıklığı toplanarak hesaplanmıştır(48).

Uygulamada üç veri kullanılmıştır:

- 1) 6 ay (200 gün) için her bir parçanın ambardan çekim frekansları: Haziran ile Kasım 2004 ayları arasında her bir parça için ambardan çekim hareketleri Baan ERP sisteminden alınmıştır. Bu listeden de toplam olarak 6 ay içerisinde her bir parça için forkliftin kaç kere hareket ettiği hesaplanmıştır.
- 2) 03H ve 04H ambarlarında bulunan parçaların lokasyonları: Baan’da mevcut olan bu bilgi excel ortamına aktarılarak alınmıştır.
- 3) Forklift hareket süreleri: Ambarların lokasyonları alan, genişlik ve yükseklik olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Buna göre forkliftin alan, yükseklik ve genişlik arası uzaklıklar için harcadığı süre zaman etüdü yapılarak hesaplanmıştır. Ek-5’de bu süreler verilmiştir.

Bu verilere göre aşağıda verilen formülasyon ile her bir parça için forkliftin harcadığı süre bulunmuştur. Ek-6’da bu hesaplamının yapıldığı excel çalışmasının bir kesiti verilmiştir.

200 gün için her bir parçanın ambardan çekilmesi için harcanan süre (dak) =
Parçanın frekansı * (Saniye cinsinden parçanın alınmasına harcanan toplam süre/60)

Mevcut sistemde 03H ve 04H ambarları için sırasıyla, günlük toplam 19 ve 54 dakika olarak hesaplanan erişim zamanları, forkliftler tarafından, parçaya ulaşmak için ambar içerisinde yapılan dikey ve yatay hareketleri kapsamaktadır.

Uygulamada her bir lokasyon bir paleti temsil etmektedir. Buna bağlı olarak paletler birer parça olarak değerlendirilerek paletlerin frekansı içerisinde bulunan parçaların frekansı toplanarak hesaplanmıştır. En yüksek frekansa sahip palet kapıya en yakın olan yeni bir lokasyon atanmıştır. Ek-7’de hem 03H hem de 04H ambarı için bulunan yeni lokasyonların bir kısmı verilmiştir.

03H ambarı için excel ortamında yeni lokasyonlara göre önerilen yeni ambar yerleşimi Şekil 7.14’de verilmiştir.

Paletlerin Talep Frekanslarına Göre Görsel Karşılaştırması(200 Günde Ambar Çekim Hareketleri)													
		Üç günde en az bir kere hareket gören palet											
		İki haftada en az bir kere hareket gören palet											
		Ayda bir kere veya daha az hareket gören palet											

Mevcut Yerleşim(03H)													
Kapı		Alan 10											
Yükseklik	1	11	25	21	22	88	13	27	13	18	11	106	7
	2	14	20	18	19	15	19	30	11	18	54	18	28
	3	13	27	18	23	2	33	30	27	28	37	20	5
	4	7	31	5	6	5	3	18	17	17	23	0	0
	5	17	22	9	31	15	15	3	48	26	5	26	0
Genişlik		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Yükseklik	5	0	52	39	16	10	6	29	7	12	22	21	2
	4	8	19	30	11	34	19	15	3	15	15	15	0
	3	12	2	67	12	40	18	12	5	5	1	43	12
	2	49	41	1	27	15	49	34	31	2	2	11	3
	1	48	40	54	31	20	21	53	23	55	56	53	60
		Alan 20											
		Alan 30											
Yükseklik	1	78	72	18	21	26	81	13	11	30	43	52	14
	2	9	16	27	1	2	17	17	31	8	25	16	27
	3	24	5	33	16	6	26	1	5	33	2	9	15
	4	24	36	16	10	10	5	27	7	13	39	5	26
	5	10	28	10	35	15	2	4	41	15	8	4	0
Genişlik		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Yükseklik	5	3	3	9	23	10	0	18	56	35	38	25	16
	4	5	17	15	11	1	7	1	38	24	21	12	18
	3	16	29	3	3	19	115	4	18	4	210	2	26
	2	38	7	0	16	11	4	8	9	6	6	13	33
	1	68	19	45	34	25	0	16	47	40	2	26	27
		Alan 40											

Önerilen Yerleşim(03H)													
Kapı		Alan 10											
Yükseklik	1	2	115	06	88	81	78	72	68	67	60	56	56
	2	31	31	31	31	31	30	30	30	30	29	29	29
	3	21	21	21	20	20	20	19	19	19	19	19	19
	4	15	14	14	13	13	13	13	13	13	13	12	12
	5	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5
Genişlik		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Yükseklik	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3
	4	12	12	12	12	12	11	11	11	11	11	11	11
	3	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	2	29	28	28	28	28	28	27	27	27	27	27	27
	1	55	54	54	53	53	52	52	49	49	48	48	47
		Alan 20											
		Alan 30											
Yükseklik	1	45	45	43	43	43	41	41	40	40	39	39	38
	2	27	27	27	26	26	26	26	26	26	26	25	25
	3	17	17	17	17	17	17	17	16	16	16	16	16
	4	11	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9	9
	5	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1
Genişlik		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Yükseklik	5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	9	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	6
	3	16	16	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	2	25	24	24	24	23	23	23	23	20	22	22	21
	1	38	37	36	35	35	34	34	34	33	33	33	31
		Alan 40											

Şekil 7.14. 03H ambar yerleşim çalışması

Şekil 7.14’de görüldüğü üzere, mevcut yerleşim düzeninde (solda), yuvarlak içerisine alınan palet 200 gün boyunca, aylık olarak 115 defa indirilip kaldırılmıştır. Bu palet mevcut düzende kapıya uzaklık olarak 6. sırada ve yükseklik olarak ise 3. rafta bulunmaktadır. Modelin çözümü sonucunda bu palet 1. yükseklik seviyesine yerleştirilmiş ve kapıya yakınlık açısından 2. sıraya atanmıştır. Sonuç olarak o noktada bulunan ve ayda ortalama 25 kere indirilip kaldırılmış olan palet yerine, ayda ortalama 115 kere talep görmüş bu palet kapıya daha yakın ve daha alçak lokasyona atanarak toplam taşıma zamanı azaltılmıştır. Bu işlem, modelin çözümü sonucunda tüm paletler için uygulanmış ve yüksek talep frekansına sahip paletleri daha kolay erişilebilir lokasyonlara yerleştirilmesi suretiyle toplam taşıma zamanı en az seviyeye indirilmiştir.

Elde edilen yeni lokasyonlara göre 03H ve 04H ambarı için sırasıyla, günlük toplam 13 ve 32 dakika olarak parçaya erişim zamanlarının düşürülmesi sağlanmıştır. Yani 03H ambarında %32’lik ve 04H ambarında % 13’lük bir iyileştirme sağlanmıştır.

7.3. e-kanban İle Yönetilecek Parçaların Uygulaması

Dahili imalat parçaları içerisinde e-kanban kapsamına alınabilecek parçaların çalışması yedi adımda gerçekleştirilmiştir.

1) 03H ve 04H ambarlarında bulunan dahili imalat parçaların görsel olarak boyut kontrolü:

E-kanban çalışmasının birinci aşaması boyutsal olarak e-kanban kapsamına alınabilecek parçaların tespit edilmesidir. Bunun için 03H ve 04H ambarları gezilerek boyut kısıtında anlatılan özelliklere sahip parçalar bulunmuştur. Toplamda belirtilen özelliklere uygun yaklaşık 500 adet dahili imalat parçası e-kanban adayı olarak belirlenmiştir.

2) E-kanbana aday parçaların kullanım sıklıklarının kontrolü:

İkinci adımda e-kanbana aday parçalardan kullanımının aylık ortalama 100 adetten fazla olanlar tespit edilmiştir. Bunun için her bir parçanın ürün ağacındaki araç başı kullanım miktarı, 2004 yılı üretim programında 10 günlük periyotlardaki araç sayısı ile çarpılarak ortalama 10 günlük talepleri hesap edilmiştir. Üretim programında bir ay üç 10 günlük periyottan oluştuğu için hesaplanan ortalama talep 33 adetten fazla olması halinde bu kısıtı sağlıyor olması anlamına gelmektedir.

3) E-kanbana aday parçaların maliyet kontrolü:

İlk iki kısıtı sağlayan e-kanbana aday parçaların işletmeden birim maliyetleri alınarak belirlenen fiyattan az olanları tespit edilmiştir.

Bu üç adımın sonunda Ek-8’de 42 adet e-kanban ile yönetilebilecek dahili imalat parçası verilmiştir.

4) E-kanbana aday parçaların stoklanacağı ambarların belirlenmesi:

E-kanban ile yönetilecek olan dahili imalat parçaları tespit edildikten sonra bu parçaların kanban ambarı olarak kurulan 02A ve 04A ambarlarından hangilerine ait olduğunun belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için iki veriye ihtiyaç duyulmaktadır: parçaların kullanıldığı istasyonlar ve istasyonların hangi üretim binasında olduğudur. 02A ambarı birinci binaya yakın olup A, B, D, E ile başlayan istasyonlara ve 04A ikinci binaya yakın olup G, H, I, J ile başlayan istasyonlara hizmet vermektedir. Buna bağlı olarak her bir parçanın hangi istasyonda kullanıldığı verisinden yola çıkarak hangi ambarda stoklanması gerektiği bulunmuştur. Çizelge 7.1’de bir parçaya örnek olarak gönderildiği üretim yerleri ve hangi binaya ait olduğu gösterilmiştir.

Çizelge 7.1. Bir parçaya ait gönderildiği üretim yerleri ve ait olduğu bina

Parça No	Parçaların gönderildiği üretim yerleri					Binalar
	L1	L2	L3	L4	L5	
83.77701.0509	G60	-	G60	G75	-	Bina 2

5) E-kanban parçalarının stoklanacağı ambarların lokasyonlarının belirlenmesi:

Bir önceki adımda parçaların hangi istasyonlarda kullanıldığı ve hangi binaya ait oldukları tespit edilmişti. Bu adımda bu sonuç işletmede kanban parçaların yönetimi ile sorumlu lojistik planlama yöneticisi ile görüşülmüştür. Görüşme neticesinde 02A ambarında yeterli yerin olmaması ve 42 parçadan yaklaşık %70'inin ikinci binada kullanıyor olmasından dolayı tüm parçaların 04A ambarına yerleştirilmesi kararı alınmıştır. 42 parça için 04A ambarında aşağıda verilen lokasyonlar belirlenmiştir.

26.21.01 – 26.21.06

26.22.01 – 26.22.06

26.23.01 – 26.23.06

26.24.01 – 26.24.06

26.25.01 – 26.25.06

26.26.01 – 26.26.06

26.27.01 – 26.27.06

Parçaların stoklanacağı ambarları ve lokasyonları belirlendikten sonra parçaların Baan sisteminde e-kanban olarak tanıtılması ve ilgili ambardaki lokasyonlara taşınması sağlanmıştır.

6) E-kanban parçaların üretimde stoklanacağı rafların belirlenmesi:

Parçaların üretimde kullanıldıkları istasyonlara göre ambarların dağıtımını yapacağı rafların belirlenmesi gerekmektedir. İşletmedeki e-kanban uygulamasında daha öncede anlatıldığı gibi belirlenmiş merkez kanban rafları bulunmaktadır. Raflar belirlenirken mümkün olduğunca merkez kanban rafların kullanılması göz önüne alınmıştır. Çünkü işletmede yeni rafların yerleştirilmesi yer kısıtından dolayı çok fazla istenmektedir.

Bu durum dikkate alınarak parçaların kullanıldıkları istasyonlara göre parçanın yerleştirilebileceği merkez kanban raflar tespit edilerek Çizelge 7.2’de önerilen liste oluşturulmuştur. Bu liste oluşturulurken birbirine yakın istasyonlarda kullanımı olan parçaların eşit uzaklıkta olabilecek şekilde merkez kanban rafına yerleştirilmesi ya da merkez bir kanban rafının olmaması halinde kullanıldıkları istasyonlardan hangisine yerleştirilmesi gerektiği tespit edilmiştir. Liste ilgili lojistik planlama yöneticisine önerilmiştir.

Çizelge 7.2. Önerilen e-kanban listesi

	Parça Nr.	HER BİR PARÇA İÇİN ÖNERİLEN RAFLAR						
ü1	83.52340.0534	D62*	-	-	-	-	-	-
ü1	88.71003.4201	A08	A10	-	-	-	-	-
ü1	81.52340.2382	A56	-	-	-	-	-	-
ü1	83.94701.2928	A09	A10	-	-	-	-	-
ü1	83.90750.0516	A17	-	-	-	-	-	-
ü1	88.97480.2898	A02	-	-	-	-	-	-
ü1	83.73240.2504	D01*	-	-	-	-	-	-
ü1	81.71005.2462	A08	A54	A09	-	-	-	-
ü1	81.94703.2105	A08	A09	A10	-	-	-	-
ü1	83.73440.2001	A10	D53	-	-	-	-	-
ü1	81.74940.2083	A17	-	-	-	-	-	-
ü1	81.72204.2161	A08	-	-	-	-	-	-
ü1	81.97486.0918	A08	A56	D51	D57	D62	D03*	D04
ü2	06.67063.0204	G53*	-	-	-	-	-	-
ü2	81.76040.0029	G82	G82	-	-	-	-	-
ü2	81.97486.0823	G53*	G59*	-	-	-	-	-
ü2	83.76201.0501	G03*	G04*	G06*	G75*	G67	G60*	-
ü2	83.77701.0509	G60*	G75*	-	-	-	-	-
ü2	83.90710.0525	G76*	G60*	-	-	-	-	-
ü2	83.93030.0006	G05*	-	-	-	-	-	-
ü2	83.94701.2835	G79*	G76*	-	-	-	-	-
ü2	88.72440.0052	G90*	-	-	-	-	-	-
ü2	88.74701.0007	G04*	G05*	-	-	-	-	-
ü2	88.74701.2348	G05*	G60*	-	-	-	-	-
ü2	88.97440.0008	G02*	G59*	G56*	-	-	-	-
ü2	88.97480.0972	G05*	G82	-	-	-	-	-
ü2	83.76303.0510	G04*	G76*	-	-	-	-	-
ü2	83.97480.0791	G06*	-	-	-	-	-	-
ü2	88.97485.0121	G05*	-	-	-	-	-	-
ü2	81.43613.0028	G56*	G02*	-	-	-	-	-
ü2	81.97486.0785	G56*	-	-	-	-	-	-
ü2	81.73702.5009	G02*	-	-	-	-	-	-
ü2	81.74601.2966	G05*	-	-	-	-	-	-
ü2	83.76201.0148	G04*	G63	G60*	-	-	-	-
ü2	83.97480.0684	G02*	G73	-	-	-	-	-
ü1/ ü2	81.97480.0267	G53*	G56*	G59*	G02*	D51	-	-
ü1/ ü2	83.74810.0647	A17	D50*	G70	-	-	-	-
ü1/ ü2	83.97480.0797	G82	D62	-	-	-	-	-
ü1/ ü2	06.67063.0228	G58	G59*	D59	D51	D12	-	-

* işareti merkez kanban rafı olduğunu göstermektedir.

Aşağıda verilen üç parçaya ait kullanıldıkları istasyonlar tespit edilememiştir. Çizelge 7.3’de bu parçalar verilmiştir.

Çizelge 7.3. Kullanıldıkları istasyonları belirlenemeyen üç parça

<i>KULLANILDIKLARI İSTASYONLARI BELİRLENEMEYEN ÜÇ PARÇA</i>								
-	81.76040.0024	-	-	-	-	-	-	-
-	83.94780.2820	-	-	-	-	-	-	-
-	81.25441.0427	-	-	-	-	-	-	-

7) E-kanban parçalarının üretimde kullanılacağı rafların lokasyonlarının belirlenmesi :

Bu adımda lojistik planlama yöneticisine önerilen listenin çalışılması neticesinde raflar ve lokasyonlarına karar verilmiştir.

8. SONUÇ

Üç aşamada gerçekleştirilen çalışmada ana amaç dahili imalat parçalarının stok politikalarını belirlemek ve alt hedefler olarak mevcut ambar yerleşimini iyileştirmek ve dahili imalat parçalarını e-kanban akış stratejisi kapsamına almaktır.

Uygulama kısmının ilk aşamasında dahili imalat parçaları için stok politikalarının belirlenmesinde tecrübeye dayanan planlama yerine bilimsel bir stok kontrol mekanizması önerilmiştir. Önerilen stok politikası literatürde (s,Q) olarak bilinen ve stok seviyesi yeniden sipariş noktası olan s'nin altına düştüğünde parti büyüklüğü olan Q kadar sipariş verilmesidir. Bu stok politikası talebin rassal olduğu durumlarda kullanılmakta ve yeniden sipariş noktasını rassal talebe karşılık emniyet stoğunu dikkate alarak hesaplamaktadır. Bu doğrultuda geliştirilen yazılımın katkıları şu şekilde sıralanabilir:

- Tecrübeye dayanan planlama yerine bilimsel bir stok kontrol mekanizması
- Rassal talebe karşılık emniyet stoğu
- Baan ERP sistemini besleyen ve bu sistem ile tam uyumlu çalışıyor olması
- Karar süreçlerini destekleyici performans ölçümleri, duyarlılık analizleri ve değişim eğrileri
- Uzun vadede kullanmaya yönelik güncelleme modüllerinin olması

Mevcut durumda yapılan planlama ile önerilen yeni stok politikasına göre yapılacak planlamanın karşılaştırması Excel ortamında kullanımı çok olan 1350 parça için yapılan bir benzetim çalışması ile gösterilmiştir. Benzetim çalışmasında 04.03.05 ile 20.04.05 tarihlerine ait ambar kayıtları ve parçaların ambardan çekim hareketleri verileri kullanılmıştır. Hem mevcut hem de önerilen durum için ortalama raf ömrü ve ortalama envanter maliyeti hesaplanmıştır.

Mevcut durum için belirtilen tarihler arasındaki ortalama stok değeri, ambardan çekim hareketlerine göre tespit edilen ortalama talebe bölünerek her bir parça için raf ömrü ve tüm parçaların raf ömürlerinin ortalaması alınarak ortalama raf ömrü

hesaplanmıştır. Ortalama stok maliyeti de her bir parçanın ortalama stok değeri ile birim maliyetinin çarpılıp tüm parçaların ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Önerilen durum için tüm parçaların stok programı ile yeniden sipariş noktası (s) ve parti büyüklüğü (Q) değerleri hesaplanmıştır. s ve Q değerlerinin her bir parça için toplamı alınarak başlangıç stok değeri bulunmuştur. Belirtilen tarihler arasındaki parçanın ambar çekim miktarı mevcut stoktan çıkartılarak elde edilen stok yeniden sipariş noktasının (s) altına düşmesi halinde parti büyüklüğü (Q) kadar sipariş verildiği varsayılmıştır. Parçanın tedarik süresine göre sipariş edilen parti büyüklüğünün tedarik süresi sonunda ambara girişi yapılmıştır. Buna göre verilen tarihler arasında parçanın stok durumu önerilen stok politikasına göre tespit edilmiştir. Her bir parçanın ortalama stok değeri ortalama talebe bölünerek her bir parça için raf ömrü ve tüm parçaların raf ömürlerinin ortalaması alınarak ortalama raf ömrü hesaplanmıştır. Ortalama stok maliyeti de her bir parçanın ortalama stok değeri ile birim maliyetinin çarpılıp tüm parçaların ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 8.1’de verilmiştir.

Çizelge 8.1. Benzetim Sonuçları

	Ortalama Raf Ömrü (Gün)
Mevcut Sistem	105
Önerilen Sistem	42

Çizelge 8.1. incelendiğinde; mevcut ve önerilen sistem arasındaki ortalama envanter değeri farkının 185 000 €, ortalama raf ömür farkının 63 gün olduğu görülmektedir. Yüzde olarak incelendiğinde ise ortalama envanter değerinde %47,4; ortalama raf ömründe %60 iyileştirme sağlandığı görülmektedir. Programın Baan ile entegrasyonu için bilgi işlem birimi ile gerekli prosedürler görüşülmüş planlama biriminin uyum sürecinden sonra uygulama başlatılacaktır.

Uygulamanın ikinci aşamasında ambar yerleşiminin iyileştirilmesi alt hedef olarak alınmıştır. “Klasik Ulaştırma Modeli” kullanılarak geliştirilen sezgisel bir yaklaşım ile ambar yerleşiminde yapılan iyileştirmenin sonucu Çizelge 8.2’de verilmiştir.

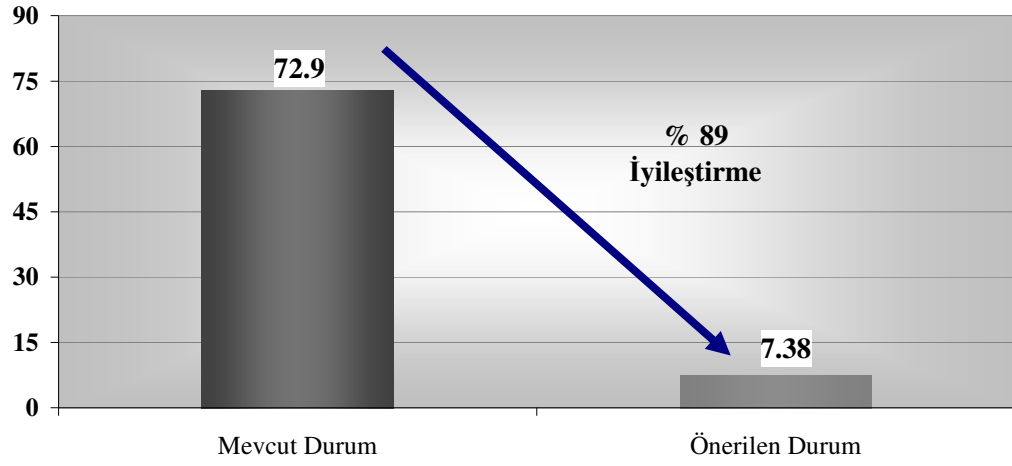
Çizelge 8.2. Ambar yerleşim sonuçları

	03H Ambarı için Parçaya Erişim Süresi (dak)	04H Ambarı İçin Parçaya Erişim Süresi (dak)
Mevcut Yerleşim	19	54
Önerilen Yerleşim	13	32

Çizelge 8.2. incelendiğinde; mevcut ve önerilen yerleşim arasındaki parçaya erişim süresi farkının 03H ambarı için 6 dakika; 04H ambarı içinde 22 dakika olduğu görülmektedir. Yüzde olarak incelendiğinde ise 03H ambarında %32; 04H ambarında %40 iyileştirme sağlandığı görülmektedir. Ambar yerleşimi için yapılan çalışma sonunda önerilen metodların uygulamaya geçirilmesi firmanın belirlemiş olduğu bir tarihte öncelikle parçaların lokasyonlarının Baan üzerinde değiştirilmesi ve ardından kademeli olarak parçaların bu noktalara fiziksel olarak yerleştirilmesi ile sağlanacaktır.

Uygulamanın son aşamasında dahili imalat parçalarından e-kanban stratejisi ile yönetilecek parçaların tespit edilmesi alt hedef olarak belirlenmişti. E-kanban çalışması sonucunda önerilen metodlar hemen uygulamaya alınmıştır. E-kanban çalışması sonucunda, bu metot ile yönetilmesi uygun bulunan düşük maliyetli, sık kullanımı bulunan parçalar toplam taşıma uzaklığı açısından değerlendirilmiştir. Bunun için mevcut durum için parçaların kullanıldıkları istasyon ile ambar arasındaki ve önerilen durum için yerleştirileceği e-kanban ambarı ile e-kanban rafları arasındaki mesafe adım olarak hesaplanmıştır. Her bir adım 30 cm olarak kabul edilmiştir. Mevcut durumda her bir parçanın günde bir kez ambardan istasyona taşındığı dikkate alındığında ayda 30 kere ambardan istasyona hareket gerçekleştiği belirlenmektedir. Bu verilerle mevcut durumda taşınma mesafesi aylık toplam 72,9 km olarak hesaplanmıştır. Önerilen durumda e-kanban parçalarının ambarlandığı mavi kutuların ortalama 10 günlük talebi karşılıyor olmasından dolayı ayda 3 kere ambardan istasyona hareket gerçekleştiği belirlenmektedir. Bu verilerle önerilen durumda taşınma mesafesi aylık toplam 7,38 km'ye düşürülmüştür. Şekil 8.1'de görüldüğü gibi taşınma mesafesinde %89'luk iyileştirme sağlanmıştır.

*e-Kanban Kapsamına Alınan 42 Parça İçin Montaj Hattına Aylık
Toplam Taşıma Mesafeleri (km)*



Şekil 8.1. e-kanban çalışmasının sonuçları

KAYNAKLAR

1. Kobu, B., “Üretim Yönetimi”, *Fatih Yayınevi*, İstanbul, 237 (1981).
2. Tuan, A. K., “Yönetim Muhasebesi”, *Adana İ.T.İ.A Yay.*, Adana, 278 (1979).
3. Dannenbring, D. G., Starr, M. K., “Management Science”, *Mc Graw Hill*, Boston, 490 (1981).
4. Demir, M. H., Gümüsoğlu, Ş., “Üretim/İşlemler Yönetimi”, *Beta Basım Yayın Dağıtım A.Ş.*, İstanbul, 563 (1994).
5. Mayer, R. R., “Production Management”, *Mc Graw Hill*, New York, 201 (1968).
6. Öztürk, A., “Uygulamacılar için Stok Kontrolünün Tanımlanması ve Gerekliliği”, *Bursa İ.T.İ.A Dergisi*, 3 (1): 188 (1974).
7. Hirsch, M. L., Louderback J. G., “Cost Accounting Accumulation-Analysis and Use”, *Kent Publishing Co.*, Boston, 799 (1982).
8. Götz, B. E., “Quantitative Methods-A Surveys and Guide for Managers”, *Mc Graw Hill*, New York, 369 (1965).
9. Acar, N., “Malzeme İhtiyaç Planlaması”, *Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları*, Ankara, 8 (1999).
10. Arslan D., “Talep Tahminlerinin Stok Kontrolü ile İlişkisi ve Bir Uygulama”, *Atatürk Üniv. İşl. Fak. Dergisi*, 3 (4): 280 (1978).
11. McLeavey, D. W., Narasimhan, S. L., “Production Planning and Inventory Control”, *Allyn and Bacon Inc.*, San Francisco, 98 (1985).
12. Smith, D. E., “Quantitative Business Analysis”, *John Wiley & Sons*, New York, 459 (1977).
13. Akalin, S., “Üretim ve Kalite Kontrolü”, *İzmir İkt. Tic. Bil. Fak. Yay.*, İzmir, 1 (1973).
14. Render, B., Stair, R. M., “Quantitative Analysis for Management”, *Allyn and Bacon Inc.*, USA, 272 (1985).
15. Yüksel, A., “Stok-Stok Problemleri ve Stok Yönetim Anlayışı”, *İstanbul Üniv. İşl. Fak. Dergisi*, 4 (2): 233 (1975).
16. Yelken, N., Demir, M. H., “Üretim Planlaması ve Kontrolü”, *Ege Üniv. İşl. Fak. Yay.*, İzmir, 179 (1978).

17. Buffa, E. S., Dyer, J. S., "Management Science Model Formulation-Operations Research and Solution Methods", **John Wiley & Sons** , New York, 383 (1981).
18. Silver E. A., "Operations Research in Inventory Management: A Review and Critique", **Operations Research**, 29 (4): 628 (1981).
19. Hopeman, R. J., "Production and Operation Management Planning Analysis Control", **Charles E. Merrill Publishing Company**, USA, 383 (1980).
20. Horngren, C. T., "Cost Accounting a Managerial Emphasis", **Prentice Hall Inc.**, New Jersey, 537 (1972).
21. Cotlar, M., Dumont, P. F., Richman, E., "Problems in Operations Management", **Prentice Hall Inc.**, New Jersey, 57 (1974).
22. Magee, J. F., Boodman, D. M., "Production Planning and Inventory Control", **Mc Graw Hill**, USA, 17 (1967).
23. Taha, HA., "Operations Research An Introduction", **Maxwell Publishing Company**, New York, 505 (1992).
24. Everett, E. A., Ebert, R. J., "Production and Operation Management", **Prentice Hill**, USA, 462 (1982).
25. Yüksel, A., "İşletmelerde Etkin Stok Yönetimine Bir Yaklaşım", **İstanbul Üniv. İşl. Fak. Dergisi**, 4 (1): 289 (1975).
26. Cemalcılar, İ., Bayar, D. Aşkun İ. C., Öz-Alp, Ş., "İşletmecilik Bilgisi", **İşitme Öz Ç.E.A.V. Yayınevi**, Eskişehir, 211-212 (1983).
27. Tekin, M., "Stok Kontrolü ve Bir Nebati Yağ Sanayi İşletmesinde Uygulaması", **S.Ü. Müh. Mim. Fak. Dergisi**, 2 (1): 32 (1987).
28. Garrett, L. J., Silver, M., "Production Management Analysis", **Harcourt Brace Javanovich Inc.**, USA, 417 (1973).
29. Devrez, G., "İşletmelerde Stok Kontrolü", **A.Ü. S.B.F. Yay.**, Ankara, 28 (1966).
30. Buffa, S. E., "Modern Production Management", **John Wiley & Sons** , USA, 472 (1965).
31. Fatseas, V.A., Vagg, T. R., "Quantitative Techniques For Managerial Decisions Making", **Prentice Hall of Australia Pty Ltd.**, Avustralya, 166 (1982).
32. Horngren, C. T., "Introduction to Management Accounting", **Prentice Hall International Editions**, USA, 449 (1981).

33. Moore, G. F., Jablonski, R., "Production Control", *Mc Graw Hill*, USA, 364 (1969).
34. Kwak, N. K., Delurgio, S., "Quantitative for Business Decision", *Duxburg Press a Division of Wadsworth Inc.*, USA, 505 (1980).
35. Ermiş A. ve Çarlıoğlu S., "Periyodik Gözden Geçirmeli Modeller", *Gazi Üniversitesi Ders Notları*, 3-4 (2004).
36. Winston, W.L., "Operations Research Application and Algorithms", *Wadsworth Publishing Company*, California, 862 (1991).
37. İşlier, A., "Tesis Planlaması", *Osmangazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Yayınları*, 29-32 (1997).
38. Schonberger, J.R., "The Human Side of Kanban", *Industrial Engineering*, USA, 34-36 (1995).
39. Yerlikaya, T., "MAN Türkiye A.Ş Genel Bakış.", *MAN Türkiye A.Ş. Eğitim Müdürlüğü*, 1-2 (2002).
40. Erköy, K., "MAN Türkiye A.Ş.'de Yeni Üretim Süreci", *MAN Türkiye A.Ş. Eğitim Müdürlüğü*, 2-6 (2004).
41. Çolak, M., "Dahili İmalat / Hausteil", *MAN Türkiye A.Ş. Dokümantasyon ve Notları*, 1-2 (2000)
42. Tüzüner, M., "MAN Türkiye A.Ş. Parça Numara Sistematığı", *MAN Türkiye A.Ş. Eğitim Müdürlüğü*, 5-7 (1999).
43. Silver, Pyke and Peterson. "Inventory Management and Production Planning and Scheduling", *John Wiley & Sons*, 253-260, 268, 272-273, 299-300 (1998).
44. Tyworth, J. E., O'Neill L., "Robustness of the Normal Approximation of Lead Time Demand in a Distribution Setting", *Naval Research Logistics*, USA, 44 (2): 165-186 (1997).
45. Lau, H. S., Zaki, A., "The Sensitivity of Inventory Decisions to the Shape of Lead Time-Demand Distribution", *IIE Transactions*, USA, 14(4): 265-271 (1982).
46. Zheng, Y. S., "On Properties of Stochastic Inventory Systems", *Management Science*, USA, 38 (1): 87-103 (1992).
47. Axsäter, S., "Using The Deterministic EOQ Formula in Stochastic Inventory Control", *Management Science*, USA, 830-834 (1996).

48. Ghiani, Laporte and Musmanno, "Introduction to Logistic Systems Planning and Control", *John Wiley & Sons*, 245 (2004).

EKLER

**EK-1 DAHİLİ İMALAT PARÇALARININ SINIFLANDIRILMASI İÇİN
YAPILAN EXCEL ÇALIŞMASI ÖRNEĞİ**

				Eylül				Ekim				Kasım									
Kalem	Ambar	03H	04H	Sipariş	Talep	Stok Dış	Stok	Sınıf	Sipariş	Talep	Stok Dış	Stok	Sınıf	Sipariş	Talep	Stok Dış	Stok	Sınıf	Ortalama Stok (Aylık)	Ortalama Talep (Aylık)	Raf Ömrü (Gün)
400100	03H	-	-	0	0	-	0	D	0	0	-	0	D	26	0	-	26	B	2	0	Kullanım Yok
400100	04H	-	+	0	135	-	624	C	0	18	-	605	C	0	8	-	597	C	461	55	253
400100	04H	-	+	700	102	-	1327	A	0	58	-	1269	C	0	71	-	1198	C	444	64	209
400100	03H	-	-	0	0	-	60	D	0	0	-	60	D	0	0	-	60	D	22	0	Kullanım Yok
400100	04H	+	-	0	0	-	876	D	86	0	-	962	B	0	0	-	962	D	477	0	Kullanım Yok
400100	03H	+	-	0	253	+	-1952	C	322	162	+	-1792	A	0	229	+	-2021	C	0	213	0
400100	03H	-	-	0	0	-	15	D	0	0	-	15	D	0	0	-	15	D	10	0	Kullanım Yok
400100	03H	-	-	0	1	-	4	C	10	8	-	6	A	5	12	+	-1	A	2	4	18
400100	03H	+	-	0	2	-	8	C	30	16	-	22	A	14	24	-	12	A	7	8	26
400100	03H	+	-	0	2	-	10	C	30	15	-	25	A	8	20	-	13	A	8	7	32
400100	03H	+	-	0	1	-	6	C	0	7	+	-1	C	9	8	-	0	A	2	3	23
400100	03H	-	-	0	1	-	6	C	0	7	+	-1	C	8	8	+	-1	A	2	3	22
400100	03H	-	-	0	1	-	6	C	10	7	-	9	A	4	8	-	5	A	4	3	34
400100	03H	-	-	0	1	-	6	C	20	7	-	19	A	0	8	-	11	C	5	3	48
400100	03H	-	-	0	2	-	8	C	30	16	-	22	A	14	24	-	12	A	7	8	26
400100	03H	+	-	0	0	+	-2	D	8	1	-	5	A	0	4	-	1	C	1	1	26
400100	03H	-	-	0	0	+	-2	D	0	1	+	-3	C	0	4	+	-7	C	0	1	0
400100	03H	-	-	0	0	+	-2	D	0	1	+	-3	C	0	4	+	-7	C	0	1	0

EK-2 BİRİM NORMAL DAĞILIMIN BAZI FONKSİYONLARI

Some Functions of the Unit Normal Distribution

k	$f_u(k)$	$P_u(k)$	$G_u(k)$	k	$f_u(k)$	$P_u(k)$	$G_u(k)$
-4.0	0.0001	1.0000	4.0000	0.0	0.3989	0.5000	0.3989
-3.9	0.0002	1.0000	3.9000	0.1	0.3970	0.4602	0.3509
-3.8	0.0003	0.9999	3.8000	0.2	0.3910	0.4207	0.3069
-3.7	0.0004	0.9999	3.7000	0.3	0.3814	0.3821	0.2668
-3.6	0.0006	0.9998	3.6000	0.4	0.3683	0.3446	0.2304
-3.5	0.0009	0.9998	3.5001	0.5	0.3521	0.3085	0.1978
-3.4	0.0012	0.9997	3.4001	0.6	0.3332	0.2743	0.1687
-3.3	0.0017	0.9995	3.3001	0.7	0.3123	0.2420	0.1429
-3.2	0.0024	0.9993	3.2002	0.8	0.2897	0.2119	0.1202
-3.1	0.0033	0.9990	3.1003	0.9	0.2661	0.1841	0.1004
-3.0	0.0044	0.9987	3.0004	1.0	0.2420	0.1587	0.0833
-2.9	0.0060	0.9981	2.9005	1.1	0.2179	0.1357	0.0686
-2.8	0.0079	0.9974	2.8008	1.2	0.1942	0.1151	0.0561
-2.7	0.0104	0.9965	2.7011	1.3	0.1714	0.0968	0.0455
-2.6	0.0136	0.9953	2.6015	1.4	0.1497	0.0808	0.0367
-2.5	0.0175	0.9938	2.5020	1.5	0.1295	0.0668	0.0293
-2.4	0.0224	0.9918	2.4027	1.6	0.1109	0.0548	0.0232
-2.3	0.0283	0.9893	2.3037	1.7	0.0940	0.0446	0.0183
-2.2	0.0355	0.9861	2.2049	1.8	0.0790	0.0359	0.0143
-2.1	0.0440	0.9821	2.1065	1.9	0.0656	0.0287	0.0111
-2.0	0.0540	0.9772	2.0085	2.0	0.0540	0.0228	0.0085
-1.9	0.0656	0.9713	1.9111	2.1	0.0440	0.0179	0.0065
-1.8	0.0790	0.9641	1.8143	2.2	0.0355	0.0139	0.0049
-1.7	0.0940	0.9554	1.7183	2.3	0.0283	0.0107	0.0037
-1.6	0.1109	0.9452	1.6232	2.4	0.0224	0.0082	0.0027
-1.5	0.1295	0.9332	1.5293	2.5	0.0175	0.0062	0.0020
-1.4	0.1497	0.9192	1.4367	2.6	0.0136	0.0047	0.0015
-1.3	0.1714	0.9032	1.3455	2.7	0.0104	0.0035	0.0011
-1.2	0.1942	0.8849	1.2561	2.8	0.0079	0.0026	0.0008
-1.1	0.2179	0.8643	1.1686	2.9	0.0060	0.0019	0.0005
-1.0	0.2420	0.8413	1.0833	3.0	0.0044	0.0013	0.0004
-0.9	0.2661	0.8159	1.0004	3.1	0.0033	0.0010	0.0003
-0.8	0.2897	0.7881	0.9202	3.2	0.0024	0.0007	0.0002
-0.7	0.3123	0.7580	0.8429	3.3	0.0017	0.0005	0.0001
-0.6	0.3332	0.7257	0.7687	3.4	0.0012	0.0003	0.0001
-0.5	0.3521	0.6915	0.6978	3.5	0.0009	0.0002	0.0001
-0.4	0.3683	0.6554	0.6304	3.6	0.0006	0.0002	0.0000
-0.3	0.3814	0.6179	0.5668	3.7	0.0004	0.0001	0.0000
-0.2	0.3910	0.5793	0.5069	3.8	0.0003	0.0001	0.0000
-0.1	0.3970	0.5398	0.4509	3.9	0.0002	0.0000	0.0000
0.0	0.3989	0.5000	0.3989	4.0	0.0001	0.0000	0.0000

EK-3 $G_u(k)$ FONKSİYONUNA BAĞLI k DEĞERİNİN BİLGİSAYAR UYGULAMASI İLE BULUNMASI

$G_u(k)$ verildiğinde;

$$z = \sqrt{\ln(25/(G_u(k))^2)}$$

$$a_0 = -5,3925569$$

$$b_0 = 1$$

$$a_1 = -5,6211054$$

$$b_1 = -0,72496485$$

$$a_2 = -3,8836830$$

$$b_2 = 0.507326622$$

$$a_3 = -1,0897299$$

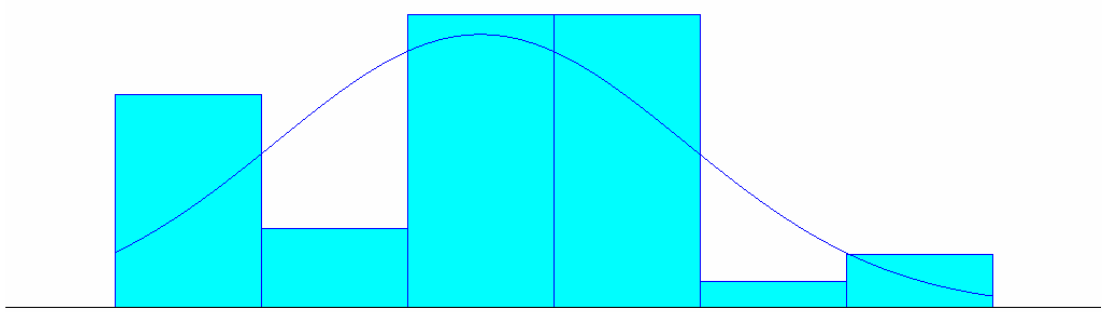
$$b_3 = 0.069136868$$

$$b_4 = -0.00329129114$$

olmak üzere z değeri hesaplanır ve diğer verilen ifadeler aşağıda verilen denklemde yerine koyularak k değeri bulunur.

$$k = \frac{a_0 + a_1 z + a_2 z^2 + a_3 z^3}{b_0 + b_1 z + b_2 z^2 + b_3 z^3 + b_4 z^4}$$

EK-4 BİR PARÇAYA AİT INPUT ANALYZER SONUCU



Dağılım Özeti

Dağılım: Normal

İfade: NORM(278, 156); (ort,std)

Kareler Hatası: 0,046927

Ki Kare Testi

Aralık sayısı = 3

Serbest değişken sayısı = 1

Test İstatistiği = 1,51

Uygun p-değeri < 0,005

Kolmogrov-Smirnov Testi

Test İstatistiği = 0,144

Uygun p-değeri < 0,15

Veri Özeti

Veri Nokta Sayısı = 36

Min Veri Değeri = 0

Max Veri Değeri = 668

Örnekleme Ortalaması = 278

Örnekleme Std. Sapması = 158

**EK-5 FORKLİFT'İN ALAN, YÜKSEKLİK VE GENİŞLİK ARASI
UZAKLIKLARDA PARÇAYA ERİŞMEK İÇİN HARCADIĞI SÜRE**

Kapıdan Alana Kadar Harcanan Süre (saniye)

Alan 10 = 4,5

Alan 20 = 5

Alan 30 = 5,5

Alan 40 = 6

Genişlikler Arası Süre (saniye)

Her bir genişlik arası harcanan süre 0,5 sn olarak ölçülmüş ve ona göre hesaplamalar yapılmıştır.

Yükseklikler Arası Süre (saniye)

1. Raf = 0

2. Raf = 30

3. Raf = 40

4. Raf = 50

5. Raf = 65

6. Raf = 85

**EK-6 MEVCUT DURUMDA 03H VE 04H AMBARLARINDA 200 GÜN İÇİN
FORKLİFT'İN PARÇAYA ERİŞMEK İÇİN HARCADIĞI SÜRENİN
HESAPLANMASININ BİR KESİTİ**

Ortalama (Günlük) Forklift'in 03H ambarında parçaya erişmek için harcadığı süre (dk.)					19
Parça No	Kalem Grubu	Ambar	Mevcut Lokasyon	Frekans (200 gün)	Toplam (200 gün) Forklift'in parçaya erişmek için harcadığı süre
83.73410.2615	400100	03H	10.01.01	7	1
83.72301.2813	400100	03H	10.01.02	7	4
88.74701.0007	400150	03H	10.01.03	6	5
83.73440.2001	400150	03H	10.01.04	3	3
81.76401.2398	400100	03H	10.01.05	8	10
83.76405.2018	400100	03H	10.01.05	5	6
83.71101.2696	400150	03H	10.01.05	3	4
83.72201.2796	400150	03H	10.01.05	1	1
81.72303.2341	400100	03H	10.02.01	7	1
83.73702.5002	400100	03H	10.02.01	6	1

Ortalama (Günlük) Forklift'in 04H ambarında parçaya erişmek için harcadığı süre (dk.)					54
Parça No	Kalem Grubu	Ambar	Mevcut Lokasyon	Frekans (200 gün)	Toplam (200 gün) Forklift'in parçaya erişmek için harcadığı süre
83.25340.0508	400100	04H	10.01.01	19	12
83.12301.0541	400100	04H	10.01.02	36	7
81.72010.5178	400100	04H	10.09.05	2	2
88.77401.0254	400100	04H	20.07.03	6	5
83.72010.0572	400100	04H	10.01.05	3	2
81.06340.0054	400100	04H	10.01.05	5	6
83.97480.0726	400100	04H	10.04.01	12	1
88.77640.0106	400100	04H	10.05.02	2	1
83.28640.0501	400100	04H	10.06.05	15	12
81.71007.0071	400100	04H	10.08.03	7	6

**EK-7 ÖNERİLEN DURUMDA 03H VE 04H AMBARLARINDA
BELİRLENEN YENİ LOKASYONLARIN BİR KESİTİ**

Ortalama (Günlük) Forklift'in 03H ambarında parçaya erişmek için harcadığı süre (dk.)						19
Parça No	Kalem Grubu	Ambar	Mevcut Lokasyon	Yeni Lokasyon	Frekans (200 gün)	Toplam (200 gün) Forklift'in parçaya erişmek için harcadığı süre
83.73410.2615	400100	03H	10.01.01	20.06.04	7	1
83.72301.2813	400100	03H	10.01.02	10.02.04	7	4
88.74701.0007	400150	03H	10.01.03	10.06.04	6	5
83.73440.2001	400150	03H	10.01.04	40.08.04	3	3
81.76401.2398	400100	03H	10.01.05	30.03.03	8	10
83.76405.2018	400100	03H	10.01.05	30.03.03	5	6
83.71101.2696	400150	03H	10.01.05	30.03.03	3	4
83.72201.2796	400150	03H	10.01.05	30.03.03	1	1
81.72303.2341	400100	03H	10.02.01	30.12.02	7	1
83.73702.5002	400100	03H	10.02.01	30.12.02	6	1

Ortalama (Günlük) Forklift'in 04H ambarında parçaya erişmek için harcadığı süre (dk.)						54
Parça No	Kalem Grubu	Ambar	Mevcut Lokasyon	Yeni Lokasyon	Frekans (200 gün)	Toplam (200 gün) Forklift'in parçaya erişmek için harcadığı süre
83.25340.0508	400100	04H	10.01.01	40.08.02	19	12
83.12301.0541	400100	04H	10.01.02	20.06.01	36	7
81.72010.5178	400100	04H	10.09.05	20.03.04	2	2
88.77401.0254	400100	04H	20.07.03	10.01.03	6	5
83.72010.0572	400100	04H	10.01.05	40.09.02	3	2
81.06340.0054	400100	04H	10.01.05	40.08.02	5	6
83.97480.0726	400100	04H	10.04.01	40.07.01	12	1
88.77640.0106	400100	04H	10.05.02	10.13.01	2	1
83.28640.0501	400100	04H	10.06.05	30.06.03	15	12
81.71007.0071	400100	04H	10.08.01	10.08.03	7	6

EK-8 E-KANBAN'A ADAY 42 PARÇANIN LİSTESİ

Parça No	Ana Ambar	Ortalama Talep (10 günlük)	Ortalama Talep (Aylık)	Binalar
06.67063.0204	04H	36	108	-
81.76040.0024	04H	59	177	-
81.76040.0029	04H	79	236	Ü2
81.97480.0267	04H	129	388	Ü2
81.97486.0823	04H	35	105	Ü2
83.74810.0647	03H	35	106	Ü2
83.76201.0501	04H	141	423	Ü2
83.77701.0509	04H	47	140	Ü2
83.90710.0525	04H	35	104	Ü2
83.93030.0006	04H	484	1451	Ü2
83.94701.2835	04H	39	118	Ü2
83.94780.2820	04H	346	1038	-
83.97480.0797	04H	35	104	Ü2
88.72440.0052	04H	41	123	Ü2
88.74701.0007	03H	51	152	Ü2
88.74701.2348	04H	39	118	Ü2
88.97440.0008	04H	58	175	Ü2
88.97480.0972	04H	35	104	Ü2
83.52340.0534	03H	40	119	-
88.71003.4201	03H	47	142	Ü1
06.67063.0228	03H	72	217	Ü1
81.52340.2382	03H	40	119	Ü1
83.94701.2928	03H	35	105	Ü1
83.90750.0516	03H	83	249	Ü1
88.97480.2898	03H	159	477	Ü1
83.73240.2504	03H	40	121	-
81.71005.2462	04H	35	105	Ü1
81.94703.2105	03H	40	119	Ü1
83.73440.2001	03H	141	423	-
81.74940.2083	03H	40	119	-
81.72204.2161	03H	34	101	Ü1
81.97486.0918	03H	42	127	Ü1
81.25441.0427	04H	35	104	-
83.76303.0510	04H	35	104	Ü2
83.97480.0791	04H	40	119	Ü2
88.97485.0121	03T	59	178	Ü2
81.43613.0028	04H	46	138	-
81.97486.0785	04H	60	179	-
81.73702.5009	04H	37	112	-
81.74601.2966	04H	35	105	-
83.76201.0148	04H	53	159	Ü2
83.97480.0684	04H	35	104	Ü2

ÖZGEÇMİŞ

03.11.1980 yılında Leverkusen doğumlu Nermin TOPRAK DERINCE ilköğrenimini yurtdışında tamamlamasına istinaden 1992 yılında memleketi olan Antalya'ya dönmüştür. Eğitimini Metin Nuran ÇAKALLIKLI Anadolu lisesini müteakip yüksek öğrenimini Eskişehir Osmangazi Üniversitesi – Endüstri Mühendisliği bölümünde 2002 yılında başarı ile tamamlamıştır. Evli olan ve Almanca bilen Nermin TOPRAK DERINCE 2003 yılından bu yana halen MAN Türkiye A.Ş. bünyesinde Lojistik / Dispozisyon departmanında görev yapmaktadır.