

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
ÜRETİM YÖNETİMİ VE ENDÜSTRİ İŞLETMECİLİĞİ
PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMA SİSTEMİNİN
KURULMASI VE BİR İŞLETMEDE UYGULANMASI

Melisa ELMAS

Danışman
Prof. Dr. Hilmi YÜKSEL

İZMİR – 2019

TEZ ONAY SAYFASI



YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Malzeme İhtiyaç Planlama Sisteminin Kurulması ve Bir İşletmede Uygulanması” adlı çalışmanın, akademik tez yazım kurallarına uygun olarak yazıldığını, referans gösterdiğim çalışmaların kaynakçada belirtilen eserlerden oluştuğunu, bunlara atıf yaparak çalışmamda yararlanmış olduğumu doğrularım.

...../...../2019

Melisa ELMAS

İmza



ÖZET
Yüksek Lisans Tezi
Malzeme İhtiyaç Planlama Sisteminin Kurulması
Ve Bir İşletmede Uygulanması
Melisa ELMAS

Dokuz Eylül Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
İşletme Anabilim Dalı
Üretim Yönetimi ve Endüstri İşletmeciliği Programı

Çağımızda sürekli değişikliğe uğrayan ve gelişen ekonomik koşullar altından rekabet avantajını sağlamak giderek zorlaşmaktadır. Teknolojinin yaygınlaşması ile işletmeler, teknolojiye eskisinden daha kolay ve ucuz şekilde erişim sağlayabilmektedir. Bu ortamlarda işletmelerin ayakta kalmalarını ve rekabet avantajı kazanmalarını sağlayabilecek olan politika stok yönetim politikasıdır. Talebi karşılamak üzere en uygun malzemeye, uygun yoldan ve fiyattan ulaşabilen işletmeler, maliyet avantajından dolayı rekabet savaşında her zaman güçlü taraf olacaktır.

Bu rekabet ortamında işletmeler planlanmış olan üretimi uygun koşullar altında tamamlayabilmek adına, gerekli malzemelerin üretim yerine gelişini, mümkün olan şekilde en az stok bulundurarak üretim ve sevkiyat faaliyetlerini tamamlamak amacıyla malzeme ihtiyaç planlama sistemini hayata geçirmektedirler. Malzeme ihtiyaç planlaması amacı mümkün olduğu kadar düşük stok seviyesi ile üretim ve sevkiyat faaliyetlerinin tamamlanmasına destek olan bilgisayarlı bir stok kontrol ve üretim planlama sistemidir.

Bu tez çalışması, kompozit tekstil üretimi yapan bir işletmede malzeme ihtiyaç planlama sisteminin kurulmasını ve uygulamasını içermektedir. Bu nedenle geniş çaplı bir literatür taramasının ardından uygulama gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Malzeme İhtiyaç Planlama, Üretim Planlama, Parti Büyüklüğü.



ABSTRACT
Master's Thesis
Establishment of Material Requirement Planning System
And Application in a Business
Melisa ELMAS

Dokuz Eylül University
Graduate School of Social Sciences
Department of Business Administration
Production Management Program

In our age, it is becoming increasingly difficult to provide competitive advantage under the constantly changing and developing economic conditions. With the spread of technology, businesses can access technology more easily and cheaply than before. It is the policy of stock management policy that can enable enterprises to survive and gain competitive advantage. In order to meet the demand, the companies that can reach the most suitable material, the appropriate way and the price will always be a strong side in the competition war because of the cost advantage.

In order to complete the planned production under appropriate conditions in this competitive environment, the companies implement the material requirements planning system in order to complete the production and shipment activities by keeping the necessary materials at the place of production and keeping the minimum stock as possible.

The purpose of material requirement planning is a computerized stock control and production planning system that supports the completion of production and shipment activities with as low stock levels as possible.

This thesis includes the establishment and application of material requirements planning system in a composite textile manufacturing company. Therefore, the application was carried out after a large literature review.

Keywords: Material Requirements Planning, Production Planning, Batch Size.

MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMA SİSTEMİNİN KURULMASI VE BİR İŞLETMEDE UYGULANMASI

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	İİ
YEMİN METNİ	İİİ
ÖZET	İV
ABSTRACT	VI
İÇİNDEKİLER	VII
KISALTMALAR	XI
TABLOLAR LİSTESİ	XII
ŞEKİLLER LİSTESİ	XIII
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM ÜRETİM VE ÜRETİM PLANLAMASI

1.1. ÜRETİM SİSTEMLERİ	3
1.1.1. Geleneksel Üretim Sistemleri	4
1.1.1.1. Kesikli Üretim	4
1.1.1.2. Sürekli Üretim	4
1.1.2. Modern Üretim Sistemleri	7
1.1.2.1. Esnek Üretim Sistemi	7
1.1.2.2. Yalın Üretim Sistemi	10
1.1.2.3. Tam Zamanında Üretim	13
1.2. ÜRETİM STRATEJİLERİ	14
1.2.1. Stoğa Üretim	15
1.2.2. Siparişe Göre Üretim	15
1.2.3. Siparişe Göre Montaj	15

1.2.4. Siparişe Göre Mühendislik	16
1.3. ÜRETİM PLANLAMA	17
1.3.1. Bütünleşik Üretim Planlama	18
1.3.1.1. Bütünleşik Üretim Planlama Yöntemleri	21
1.3.1.1.1. Grafik Yöntemi	21
1.3.1.1.2. Doğrusal Programlama	21
1.3.2. Ana Üretim Çizelgelemesi	22
1.3.3. Kaba Kapasite Planlama	25
1.3.4. Malzeme İhtiyaç Planlama	26
1.3.5. İmalat Kaynak Planlama	28
1.3.6. Kapasite İhtiyaç Planlama (CRP)	29
1.3.6.1. Kapasite Planlama Teknikleri	32
1.3.6.1.1. Başabaş Noktası Analizi	32
1.3.6.1.2. Karar Ağacı	34
1.3.6.1.3. Kuyruk Teorisi	35
1.3.7. Kurumsal Kaynak Planlama	36
1.4. ÜRETİM PLANLAMA STRATEJİLERİ	40
1.4.1. Dengeleme Stratejisi	40
1.4.2. İzleme Stratejisi	40
1.4.3. Karma Strateji	41

İKİNCİ BÖLÜM

MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMASI

2.1. TEMEL KAVRAMLAR	45
2.1.1. Talep	45
2.1.2. İhtiyaç	45
2.1.3. Tedarik Süresi	45
2.1.4. Güvenlik Stoğu	46
2.1.5. Yeniden Sipariş Noktası	49
2.1.6. Ürün Ağaçları	50
2.1.1.1 Kademe Kodlaması	51

2.1.1.2. Baba-Oğul İlişkisi	52
2.2. MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMA SİSTEMİ	53
2.2.1. Ürün Ağaçlarının Patlatılması	53
2.2.2. Stok Uygunluk Kontrolü	54
2.2.3. Parti Büyüklüklerini Belirleme Yöntemleri	55
2.2.1.1. Kesikli Sipariş Miktarı Yöntemi	56
2.2.1.2. Sabit sipariş dönemi yöntemi	56
2.2.1.3. Sabit sipariş miktarı yöntemi	57
2.2.1.4. Ekonomik sipariş miktar yöntemi	57
2.2.1.5. Dönem sipariş miktarı yöntemi	60
2.2.1.6. Wagner Whitin algoritması (WW)	60
2.2.1.7. Silver-Meal Yöntemi	63
2.2.1.8. En Az Birim Maliyet Yöntemi	64

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA

3.1. İŞLETMENİN TANITIMI	65
3.2. ÇALIŞMANIN KONUSU VE KAPSAMI	65
3.3. İŞLETMENİN PLANLAMA SİSTEMİ	66
3.4. MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMA SİSTEMİNİN KURULMASI	70
3.4.1. Ana Veri Oluşturulması	71
3.4.1.1. Ürün Kodlarının Standartlaştırılması	71
3.4.1.2. Ürün Ağaçlarının Oluşturulması	73
3.4.1.3. Parti Büyüklüklerinin Belirlenmesi	77
3.4.1.4. Güvenlik Stoğunun Belirlenmesi	78
3.4.1.5. Yeniden Sipariş Noktasının Belirlenmesi	79
3.4.2. Malzeme Planlama Süreç Akışı	79
3.4.2.1. Ana Üretim Programı Oluşturulması	81
3.4.2.2. Ürün Ağaçlarının Patlatılması	82
3.4.2.3. Malzeme İhtiyaç Planlarının Oluşturulması	84
3.4.2.4. Malzeme Yükleme Planlarının Oluşturulması	85

3.4.2.5. Satınalma Talep ve Siparişlerinin Oluşturulması	87
SONUÇ	93
KAYNAKÇA	94
EKLER	



KISALTMALAR

APICS	American Production and Inventory Control Society
ARGE	Araştırma Geliştirme
ATO	Assembly to Order
AÜÇ	Ana Üretim Çizelgesi
BOM	Bill of Material
BÜP	Bütünleşik Üretim Planı
CRP	Capacity Requirement Planning
EOQ	Economic Order Quantity
ERP	Enterprise Resource Planning
ESM	Ekonomik Sipariş Miktarı
ETO	Engineering to Order
EÜS	Esnek Üretim Sistemi
FMS	Flexible Manufacturing System
FOQ	Fixed Order Quantity
HC	High Cube
JIT	Just in Time
KKP	Kurumsal Kaynak Planlaması
LFL	Lot fot Lot
LP	Linear Programming
LUC	Least Unit Cost
MİP	Malzeme İhtiyaç Planlama
MP	Material Plan
MRP II	İmalat Kaynak Planlaması
MRP	Material Requirement Planning
MTO	Manufacturing to Order
PP	Production Plan
RCCP	Kaba Kapasite Planlama
RP	Requirement Plan
TZÜ	Tam Zamanında Üretim
ÜPK	Üretim Planlama ve Kontrol

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1 : Kesikli üretim ve sürekli üretim karşılaştırması	s. 6
Tablo 2 : Ürün ağacı yaratma talimatı	s. 75
Tablo 3 : Parti büyüklüğü hesabı	s. 77
Tablo 4 : Güvenlik stoğu hesabı	s. 78
Tablo 5 : Yeniden sipariş noktası hesabı	s. 79
Tablo 6 : Bitmiş ürün planı	s. 83
Tablo 7 : Örnek ürün ağacı tablosu	s. 83
Tablo 8 : Hareketsiz Stok Maliyeti	s. 83
Tablo 9 : Kara yolu yük tipleri tablosu	s. 85
Tablo 10 : İhtiyaç tablosu	s. 85
Tablo 11 : Yükleme aracı doluluk tablosu	s. 86
Tablo 12 : İhtiyaç Tablosu 2	s. 86
Tablo 13 : Yıllık Satınalma Bütçesi (2019)	s. 88
Tablo 14 : İlk 6 aylık satınalma bütçesi (2019)	s. 89
Tablo 15 : İlk 6 aylık satınalma gerçekleşmesi (2019)	s. 90
Tablo 16 : Bütçe ve gerçekleşen satış miktarları	s. 92
Tablo 17 : Kalitesizlik maliyeti	s. 92

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 : Üretim sisteminin elemanları	s. 3
Şekil 2 : Bir esnek üretim sisteminin yapısı	s. 9
Şekil 3: Değer akış haritası	s. 11
Şekil 4: Seri üretim ve yalın üretimde üretim karı	s. 12
Şekil 5: Yalın üretim ve seri üretim arasındaki farklılıklar	s. 13
Şekil 6 : TZÜ Sistemindeki Temel Kavramlar ve Sistemler	s. 14
Şekil 7: Üretim stratejileri	s. 16
Şekil 8 : Planlama Dönemleri	s. 18
Şekil 9 : Bütünleşik Üretim Planlamasının Yapısı	s. 19
Şekil 10 : Bütünleşik Üretim Planlama Süreci	s. 20
Şekil 11 : Üretim – Talep Grafiği	s. 21
Şekil 12 : Ana üretim çizelgesinin hiyerarşik planlamadaki yeri	s. 25
Şekil 13 : Malzeme İhtiyaç Planlama Sistemi	s. 28
Şekil 14 : Kapasite plan evreleri	s. 30
Şekil 15 : Başabaş Noktasının Grafik Gösterimi	s. 33
Şekil 16 : Karar Ağacı	s. 35
Şekil 17 : Bekleme Hattı Sistemi	s. 36
Şekil 18 : ERP'nin tarihsel gelişimi	s. 37
Şekil 19 : ERP bileşenleri	s. 39
Şekil 20 : Güvenlik Stoğu	s. 46
Şekil 21 : Stok bulundurma-bulundurmama standart sapma	s. 48
Şekil 22 : Yeniden sipariş noktasının belirlenmesi	s. 49
Şekil 23 : Ürün ağacı yapısı	s. 50
Şekil 24 : Çok seviyeli modellerde ürün yapı tipleri.	s. 51
Şekil 25 : Kademe Kodlama Şeması	s. 51
Şekil 26 : Baba-Oğul İlişkisi	s. 52
Şekil 27 : Ana üretim planı	s. 54
Şekil 28 : Brüt ihtiyaç	s. 54
Şekil 29 : Net ihtiyaç ve sipariş noktalarının belirlenmesi	s. 54
Şekil 30 : Parti Büyüklüğü Modelleri	s. 55

Şekil 31 : Kesikli Sipariş Miktarı	s. 56
Şekil 32 : Sabit Sipariş Dönemi Yöntemi	s. 57
Şekil 33 : Sabit Sipariş Miktarı Yöntemi	s. 57
Şekil 34 : Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli (Stevenson, 1993)	s. 59
Şekil 35 : Mevcut durum malzeme ihtiyaç planlama süreci	s. 67
Şekil 36: 2019 Yılı Üretim Planı	s. 69
Şekil 37 : 2019 Yılı Müşteri Talebi	s. 69
Şekil 38: Üretim Planı Üretim Süresi	s. 69
Şekil 39: Müşteri Talebi Üretim Süresi	s. 69
Şekil 40 : Malzeme listesi erişim kaynağı	s. 72
Şekil 41 : Malzeme Kartı ERP görüntüsü	s. 73
Şekil 42 : Adım 2: Ürün ağacı yaratma seçimi CS0	s. 74
Şekil 43 : Adım 3 – Ürün ağacı yaratma	s. 74
Şekil 44 : Adım 4: Bileşen ekleme	s. 76
Şekil 45 : Adım 5: Kontrol	s. 76
Şekil 46 : Adım 6: Kaydet	s. 76
Şekil 47 : Malzeme ihtiyaç planlama süreci	s. 81
Şekil 48 : Üretim Planı Excel sekmeleri	s. 81
Şekil 49: Talep tahminleme	s. 82
Şekil 50 : RP Excel sekmeleri	s. 82
Şekil 51: Hareketsiz Stok Maliyeti Grafiği	s. 84
Şekil 52 : MP Excel sekmeleri	s. 84
Şekil 53 : Satınalma talebi	s. 87
Şekil 54 : Finansal yük hesabı	s. 88
Şekil 55 : Yıllık Satınalma Bütçe Grafiği (€)	s. 89
Şekil 56 : İlk 6 Aylık Bütçe Grafiği (€)	s. 90
Şekil 57 : İlk 6 Aylık Satınalma Grafiği (€)	s. 91
Şekil 58 : Bütçe ve Satınalma Miktarları Grafiği (€)	s. 91

EKLER LİSTESİ

Ek 1: Mevcut Koşullarda Üretim Kapasitesi	ek s. 1
Ek 2: Mevcut Üretim Kapasitesi ve Talep Karşılaştırması	ek s. 2
Ek 3: Planlanan Üretim Kapasitesi	ek s. 3
Ek 4: Planlanan Üretim Kapasitesi ve Talep Karşılaştırması	ek s. 4
Ek 5: Örnek Ürün Ağacı	ek s. 5
Ek 6: Z Tablosu	ek s. 10
Ek 7: Kapasite Planlama Süreç Akışı	ek s. 11
Ek 8: Malzeme İhtiyaç Planlama Süreç Akışı	ek s. 12



GİRİŞ

Her işletme belirli kısıtlar içerisinde varlıklarını gösterir. Üretim faaliyeti gösteren işletmeler günlük çalışma süresi içerisinde çıkan ürün sayısını bünyesinde bulundurduğu kısıtlarına göre belirler.

İşletmeler çoğunlukla ana işlerine odaklanır ve genel giderlerini azaltmak için üretim ve dağıtım tasarımlarını optimize ederler. Buna karşılık ürün maliyetinin yüksek bir kısmı, dış kaynaklı malzemeden kaynaklandığı ortamlarda malzeme temini ve stok politikası işletmeler için önemli bir konudur.

Günden güne gelişen üretim ve ticaret ortamında rekabet avantajının elde edilebileceği önemli noktalardan biri tedarik zinciri planlama faaliyetleridir. Azalan lojistik süresi ve global iletişim kolaylığı ile birlikte işletmeler eskisinden daha fazla seçeneğe sahiptirler.

Tedarik zinciri planlaması, şirketin başarısı için önemli bir araçtır. Nakit akışı doğrudan maliyet ve müşteri memnuniyeti ile bağlantılıdır. Bu nedenle, şirketin ana performansını etkiler. Tedarik zinciri planlamasıyla ilgili sorular, ne sıklıkta ve miktarlarda ne kadar satın alınacağına veya üretileceğine ilişkindir.

Belirsizlik nedeniyle, bu miktarlara karar vermek ve kararların sonuçlarını ölçmek zordur. Zincirin neredeyse bütün kısımlarındaki arz-talep farklılıkları, kalite sorunları, faiz oranlarının stok tutma maliyeti veya geri ödemeler vb. belirsizlikler gözlemlenmektedir.

Bu çalışmanın amacı gelişmekte olan sektöründe öncü bir kompozit tekstil işletmesi olan Telateks A.Ş.'nin malzeme ihtiyaç planlama sisteminin tasarlanmasıdır. Telateks A.Ş bünyesinde dört farklı fabrikaymış gibi farklı üretim metotlarına ve ürün gamına sahiptir. Rüzgâr enerji sektörünün günümüzde pazar payının artması ve özellikle büyük türbin üreticilerinin İzmir'e üretim tesisi kurmayı ya da olan tesisinin kapasitesini artırmayı tercih etmesi ile birlikte işletmenin üretim kapasitesi de buna bağlı olarak artırmaktadır. Artan üretim faaliyetleri beraberinde yoğun bir tedarik zinciri faaliyetler bütünü getirmektedir.

Bütün bu gelişmeler, işletmenin bünyesinde farklı alanlarda yatırım kararları almasına neden olmuştur. Yeni makineler, artan üretim faaliyetleri, beraberindeki hammadde sipariş artışları bu artışı bağlı olarak ekstra stok alanı ihtiyacı ve tüm

bunların koordineli şekilde yürütülebilmesi için gerekli olan sistem tasarımı ve kurulumunu hızlandırmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde, işletmelerin benimseyebilecekleri üretim sistemleri, üretim modellerine yeni yaklaşımlar, üretim stratejileri, planlama teknikleri, malzeme ihtiyaç planlama sistemi ve gelişimi hakkında kısa özetler yer almaktadır.

İkinci bölümünde malzeme ihtiyaç planlama sistemi ele alınmış, temel kavramlardan başlanarak sistemin başlıca özellikleri, amacı, gereklilikleri, avantajları, dezavantajları, girdileri, süreci ve çıktıları detaylandırılmaya çalışılmıştır.

Üçüncü bölümde ise uygulamanın yapılmış olduğu işletme, planlama profili planlama süreç akışları ve sistem kurulumu sonrası meydana gelen değişiklikler özetlenmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

ÜRETİM VE ÜRETİM PLANLAMASI

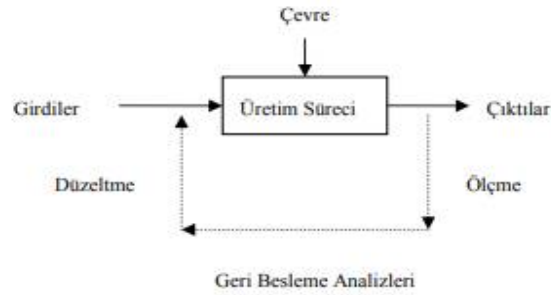
İşletmenin amaçlarına ulaşabilmesi için insan gereksinimlerini karşılayacak ürün ve hizmetler oluşturma işlemine üretim denmektedir. Üretim; ekonomide fayda ortaya koyma, yani gereksinimleri karşılamayı sağlayan ve yararlı olan ürün ve hizmetleri oluşturma olarak da tanımlanabilir.¹

Bu bölümde üretim sistemleri, üretim stratejileri, üretim planlama ve planlama stratejileri üzerinde durulacaktır.

1.1. ÜRETİM SİSTEMLERİ

Üretim etmenlerine bağlı olan girdi faktörlerinin ihtiyaç duyulan süreçlere tabi tutularak herhangi bir mal veya hizmet ortaya konulan sistemler üretim sistemleri olarak adlandırılır.

Şekil 1 : Üretim Sisteminin Elemanları



Kaynak: Kobu, 1989

Üretim sistemleri üretilen ürünün türü, sayısı, yapısı, üretim tipi, üretimi gerçekleştiren makinelerin işletmedeki yerleşim düzeni vb. birçok bakımdan farklılıklar gösterebilmektedir.²

¹ Hulusi Demir ve Şevkinaz Gümüsoğlu, **Üretim Yönetimi (İşlemler Yönetimi)**, Beta Basım Yayım Dağıtım, No: 479, İstanbul, 1998, s.4.

² Ercan Tanrıtanır, “Üretim Sistemleri ve İmalat Sistemleri”, **İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi**, Seri B, Cilt 40, Sayı: 1, İstanbul, 1990, s.128.

1.1.1. Geleneksel Üretim Sistemleri

İşletmelerde kullanılan sistemleri, benimsenen üretimin şekli, ortaya konulan mamulün cinsi, miktarı, süreç akışları ve performans değerlerine farklı kategorilere ayırmak mümkündür.

1.1.1.1. Kesikli Üretim

Herhangi bir mamüle gelen talebin üretim kapasitesinin tamamını doldurmak için yeterli olmadığı üretim sistemleri kesikli üretim özelliklerine barındırmaktadır. İşletmenin fiziksel alanının etkili ve verimli bir biçimde kullanımını sağlamak için farklı ürünlere ait üretim zamanlarının farklı zamanlarda olmasını sağlayacak biçimde bir ürün gamı oluşturulmasını sağlar.

Kesikli üretimlerde nihai ürün miktarının az olması karşı çeşitlilik fazladır. Çeşitlilik nedeniyle kullanılan makine ve ekipmanlar da esneklik gösterbilen her çeşit ürün ve üretimine uygundur.

İş Atölyesi tipi üretim olarak da adlandırılan kesikli üretim tipi genellikle esneklik için tasarlanmıştır.³ Ekipmanlar birçok farklı üretim gereksinimi için kullanılabilir.

Üretimin müşterinin belirttiği şekilde sağlama becerisi genellikle bir iş sürecinde yüksek vasıflı olma eğiliminde olan işçilere odaklanır. Bu ortam genellikle bir siparişe göre mühendislik veya siparişe göre üretim ortamında bulunabileceği gibi çok çeşitli özel üretim gereksinimlerinin üretilmesine odaklanır.⁴

1.1.1.2. Sürekli Üretim

Üretim hızı talebe uygun ve üretim olanakları tamamıyla bir mamülün üretimi için rezerve edildiyse sürekli üretim sistemleri mevcuttur.⁵

³ Feray Odman Çelikçapa, **Üretim Planlaması**, Alfa Basım Yayım Dağıtım, Yayın No: 565, İstanbul, Ağustos,1999, s.14.

⁴ Stephen N. Chapman, **The Fundamentals of Production Planning and Control**, Pearson Education, New Jersey, 2006, s.4.

⁵ Mehmet Savsar, “Üretim Sistemleri Analizi”, **Anadolu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Yayınları**, No:59, Eskişehir, 1984, s.5.

Ürün çeşitliliğinin az ve üretim miktarlarının yoğun olduğu üretim şeklidir. Makine ve ekipmanlar sınırlı sayıda ürün için özelleştirilmiştir.

Hattın durdurulması çok yüksek maliyetlere neden olduğundan, hat planlanmış bakımlar dışında nadir olarak durmaktadır.

Kesikli üretim ve sürekli üretim karşılaştırması;

- Üretim miktarı cinsinden: Kesikli üretimde mamul çeşidi fazla olmasına karşı miktarı azdır. Sürekli üretim ise tam tersi mamul çeşitliliğinin az kitlesek miktarların fazla olduğu üretimlerdir.
- Kullanılan makina ve teknik ekipmanlar cinsinden: Kesikli üretimde mamul çeşidi çok olduğundan yapılan işler daha seri değişmekte, iş gören makinelerin tip dönme yeteneğinin olması beklenmektedir. Bu tür makinalara çok amaçlı veya universal tezgahlar denir. Universal tezgahlar yapabilecekleri işlem tipi çok yan teknik yeterlikleri bakımından esnek olmasına rağmen, hız ve verimlilik konusunda geri kalmıştır. Sürekli üretimlerde kullanılan özel amaçlı tezgahlar, çalışma hızı ve insan gücünden yararlanma oranları bakımından fazlaca yüksektir.
- Fabrika kurulum düzeni cinsinden: Makina ve çalışma alanlarının fabrika içindeki kurulum düzeni, mamulün ve uğrayacağı işlemin cinsine veya proses sıralamasına göre belirlenir. Kesikli üretimlerde benzer amaçlarla çalışan makine ve ekipmanlar belirli bir çalışma alanında yani proses sıralamasına göre yerleşim düzeni belirlenir. Sürekli üretimde ise ürün üzerinde gerçekleştirilen her bir işlem için uygun makine ve ekipmanlar bir çalışma hattı üzerinde sıralı şekilde çalıştırılmaktadır.
- İşçilik kalifikasyonu cinsinden: Kesikli üretim tipinde üretilen ürün cinsinin sık sık değişmesi nedeniyle üretim personelinin bilgi ve becerilerinin bu yönde çeşitli olma beklenmektedir. Sürekli üretim tipinde ise bu şekilde bir gereklilik yoktur. Üretim personelinin değil kullanılan makinelerin yeterliliklerinin uygunluğu gerekmektedir.
- Hammadde, yarı mamul ve mamul stokları cinsinden: Kesikli üretimde üretilebilecek olan ürün çeşitliliği nedeniyle kullanılacak hammadde ve miktar bilgisi net değildir. Hazır stok bulundurmamak gerekmektedir. Sürekli üretimde

ise tüketim hızı sabit olduğundan hammadde ihtiyacı önceden belirlenebilmektedir.

- Üretim kapasitesi cinsinden: Çok amaçlı tezgahlardan oluşan bir üretim tesisinin üretim kapasitesi çalışma iyileştirme faaliyetleri, fazla mesai ile kapasiteyi artırma olanağı vardır. Sürekli üretimde ise tezgahlar imalat hattı üzerinde sıralanmış olduklarından birbirine bağımlı şekilde çalışmaktadırlar. Herhangi birinin kapasitesini artırmanın sistemin bütününe olumlu bir etkisi yoktur. Sistemin kapasitini artırmak komple yeni hat tasarlamak gibi büyük yatırımları gerektirir.

Tablo 1 : Kesikli üretim ve sürekli üretim karşılaştırması

Adım #	Adım İsmi	Kesikli Üretim	Sürekli Üretim
1	Tesis planlaması	Gruplanmış halde planlanır	Mamüle uygun şekilde planlanır
2	Çalışan makine ve ekipmanlar	Çok amaçlı makine ve ekipmanlar düşük hız ile çalışır	Özel yapım tezgahlar yüksek hız ile çalışır
3	Üretim kapasitesi	Esnektir	Esneklik yok, çeşitlilik yeni yatırım gerektirir
4	Üretim çıktısı	Çıktı miktarı az, ürün çeşitliliği fazladır	Çıktı miktarı fazla ürün çeşitliliği azdır
5	İşçilik	Kalifiye eleman gerektirir	Kalifiye eleman gerekmez
6	Stok	Hazır stok bulunmalıdır	İhtiyaç ve kullanım hızı sabittir

İki grup oluşturan sürekli ve kesikli üretim tipleri arasında proje, parti ve kitle üretimi olmak üzere üç ana üretim tipi vardır.⁶

Proje tabanlı süreç tipik olarak, yeni bir bina inşa etmek veya yeni bir yazılım uygulaması geliştirmek gibi bir tür üretim çıktısı alır. Projeler genellikle kapsam bakımından oldukça geniştir ve bu gerekliliklere göre bir araya getirilen kişilerce oluşturulan özel ekipler tarafından yönetilecektir.

⁶ Chapman, s.5.

Parti tabanlı süreç ekipmanları, diğer süreç tiplerine nazaran daha özel olma eğilimindedir, ancak yine de tasarımda çeşitli çeşitler üretebilecek kadar esnektir. Ürünü üretmeye yönelik yetenekler iş gücünden çok özel ekipmanlara dayanmaktadır. Ürünler genellikle ayrı gruplar halinde yapıldığı için kategori genellikle parti olarak adlandırılır. Partiler arası geçişlerde tip dönme- ayar zamanı oldukça fazladır. Parti bazlı üretimlerin bazıları stoka üretim veya siparişe üretim şeklinde kurgulansa bile siparişe göre montaj ortamına daha uygundur.

Kitle tabanlı süreçlerde standart veya çeşitliliği az ürünlerin miktar olarak çok üretilmesi durumu mevcuttur.

1.1.2. Modern Üretim Sistemleri

Modern üretim sistemleri, geleneksel üretim sistemlerinden ayrı olmamakla birlikte eksikliklerini tamamlamak ve geliştirmek için ortaya konmuştur.

1.1.2.1. Esnek Üretim Sistemi

Esnek bir üretim sistemi (EÜS), otomatik bir malzeme taşıma sistemi tarafından birbirine bağlanan ve ortak bir bilgisayar ağı tarafından kontrol edilen çok sayıda programlanabilir tezgahtan oluşur.

Belirli bir görev için sabitlenmiş veya “sabit kablolu” olan geleneksel otomasyondan farklıdır. Sabit otomasyon çok verimlidir ve çok yüksek hacimlerde üretebilir, ancak esnek değildir. Çoğu otomatik üretim hattında yalnızca bir tür ürün modeli üretilebilir ve ürün tasarımıdaki bir değişiklik, hatta ve donanımında kapsamlı değişiklikler gerektirecektir. Bir EÜS'nin verimliliği ise kurulum ve kuyruk zamanlarındaki düşüşlerden kaynaklanır, yani çeşitli programlanabilir takım tezgâhları ile bir EÜS teorik olarak aynı maddeden daha verimli bir şekilde binlerce farklı ürün üretmesini sağlayabilir.⁷

⁷ Russel, s.282.

EÜS'nin başlıca özellikleri; ⁸

- Ürün çeşitliliğinin çok olduğu işletmelerde uygulanabilir.⁹
- Aynı ürün ailesinden gelen ve belli özellikleri ile birbirinden ayrılmış olan mamüllerin üretmek amacıyla kullanılabilir.
- İşletme içi taşıma faaliyetleri otomatik taşıyıcılarla ve konveyör sistemleri ile hareket ettirilmektedir.
- Hammaddenin nihai ürün haline gelene kadar ki tüm sürecinin izlenmesi ve kayıt altına alınması otomasyon yardımıyla gerçekleştirilmektedir.
- EÜS'de üretim süreçlerinin otomatize edilmesi ile dışarıdan gerekli insan müdahalesi minimum seviyeye indirilmiştir.

EÜS'nin avantajları; ¹⁰

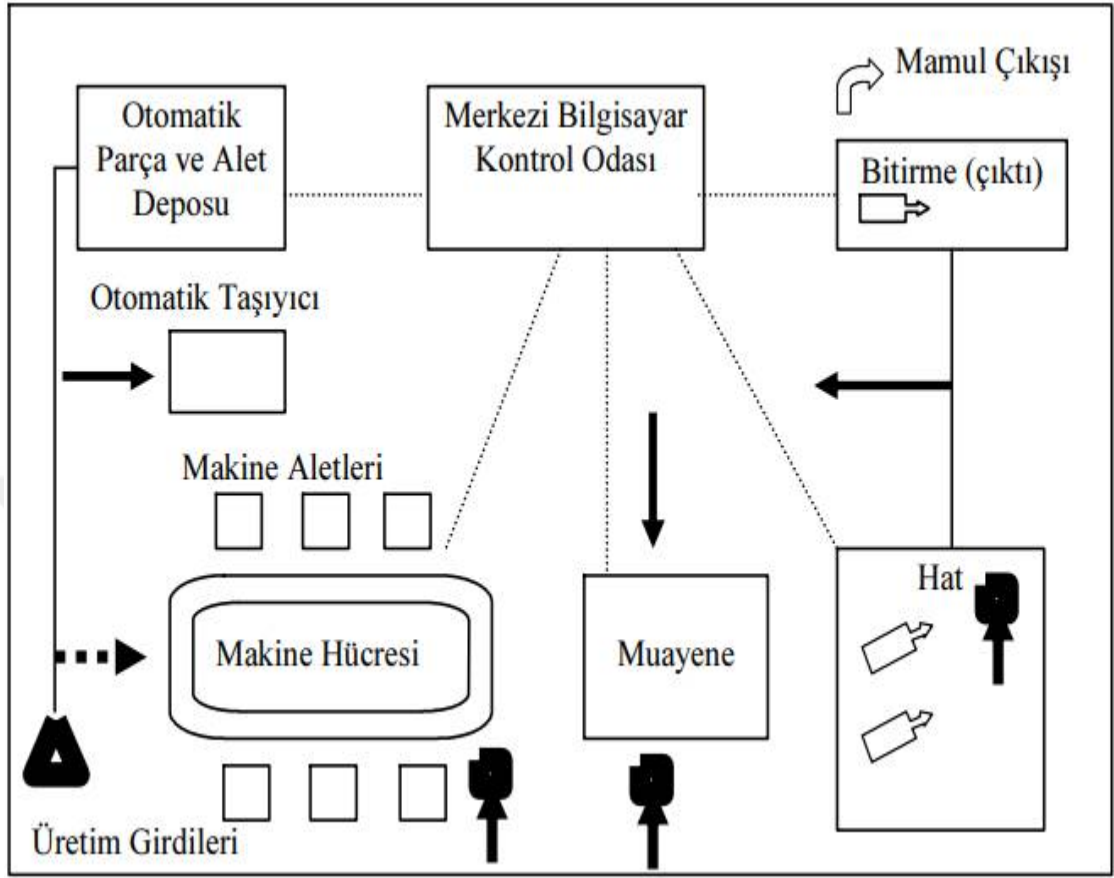
- Çeşitliliği çok olan ürünleri kısa sürede kaliteli üretilmesi
- Otomasyon sistemleri ile yapılan hassas kontrollerle kalite oranlarının yükselmesi, fire oranlarının azaltılması
- Ortaya çıkabilecek herhangi bir makine ekipman arızası, darboğaz oluşumu vb. sorunların otomasyon üzerinden belirlenerek gerekli bakım tedbirlerinin zamanında alınabilmesi

⁸ Turan Pekmezci ve Cemalettin Demireli, "Esnek Üretim Sistemleri: Esnek Üretim Sistemlerinin Tekstil İşletmelerinde Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma", **Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdare Bilimler Dergisi**, Cilt 6, Sayı 1, Sivas, 2005, s.133.

⁹ M. Nedim Bayuk ve Ayşe Karaçizmeli Güzeler, "Esnek Üretim Sistemleri ve Pazarlama Faaliyetlerine Etkileri", **Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt:7, Sayı:25 Yaz 2008, s.16.

¹⁰ Seçkin Gönen ve Muhsin Çelik, "Esnek Üretim Sistemleri Uygulayan İşletmelerde Üretim Maliyetlerinin Değerlendirilmesi", **Ege Akademik Bakış Ekonomi İşletme Uluslararası İlişkiler ve Siyaset Bilim Dergisi**, Cilt:4, Sayı:1, İzmir, 2004, s.137.

Şekil 2 : Bir Esnek Üretim Sisteminin Yapısı



Kaynak: Acar, Tekin, Alkan, Esnek İmalat Sistemlerinin İşletme Faaliyetlerine Olan Etkisi ve Maliyet Unsurlarında Meydana Getirdiği Değişiklikler”, **Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi**, C.12, S.2, s1-20, 2007.

EÜS’ nin dezavantajları; ¹¹

- Yatırım maliyetlerinin yüksek olması
- Sistemin kurulup devreye alınması uzun bir süreç olduğundan beklenen sonucun hemen alınamaması
- Esnek üretim sistemlerinin bir gerekliliği olan ileri teknolojik alt yapıya sahip makine ve ekipman seçimi, kurulum aşamasında destek verecek işletme ve gerekli bakım onarım faaliyetlerini gerçekleştirecek teknik donanıma sahip teknisyen yada uzman elemana gereksinim vardır.

¹¹ Gönen, Çelik, s.137.

1.1.2.2. Yalın Üretim Sistemi

Yalın üretim yapısal olarak hata, ekstra işçilik, maliyet vb. gereksiz unsurları barındırmamayı hedefleyen bir üretim sistemi olarak tanımlanmaktadır.

Yalın üretimin amacı, yalnızca müşteri talebi olan mamülün veya hizmetin, talep edildiği zamanda, daha az kaynak harcanarak, üretebilmesi ve müşteri için bir değer teşkil eden faaliyetlere odaklanabilmesidir.¹²

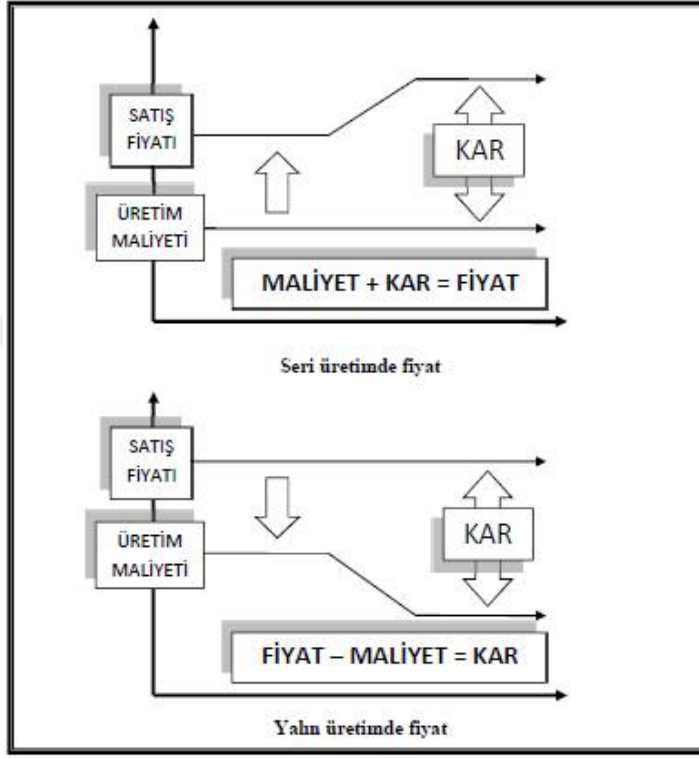
Yalınlığın temel ilkeleri;

- Değer: Değer nihai müşteri tarafından tanımlanan bir kavramdır. İşletmelerin değer yarabilmesi için müşterilerinin ihtiyaçlarını doğru zamanda ve fiyatta karşılayan ürün ortaya koyması gerekmektedir.
- Değer Akışı: Üretimin devam ettiği süre boyunca uğradığı tüm istasyonlarda maruz kaldığı katma değer yaratan ve yaratmayan tüm işlemlerin bütünüdür. Bu işlemlerin bütün olarak görülmesi ve incelenmesi için işletmeler değer akış haritalarından yararlanmaktadırlar.
 - Değer yaratan işlemler: Müşterinin istediği yönde dönüşümü sağlayan işlemlerdir.
 - Değer yaratmayan fakat zorunlu işlemler: Müşteri tarafından talep edilmeyen yani nihai ürüne direk olarak katkı sağlamayan ancak işin yapılabilmesi için gerekli olan işlemlerdir.
 - Değer yaratmayan işlemler: Ekleme, sayım yapma, sıraya koyma, hata tesbiti ve tamir edilmesi gibi işlemlerdir.
- Sürekli Akış: Değer yaratan işlemlerin devamlılığının sağlanması yani akış halinde olmasının sağlanmasıdır.
- Çekme: Müşteri istemeden mamül üretiminin gerçekleştirilmemesidir. Bunun nedeni gereksiz üretim yapmalarına engel olmaktır. Bu nedenle çekme sisteminin başlangıç noktası montaj hattı olacaktır. Her istasyonun ürün çekişi bir önceki istasyon için üretim sinyali anlamına gelmektedir.

¹² Ülkü Kulaç, “Yalın Üretim Felsefesi”, **Yalın Enstitü Makaleleri**, İstanbul, Nisan, 2003, <https://lean.org.tr/yalin-uretim-felsefesi/>, (28.06.2019).

- İşletmeler için kara geçme noktası israfların azaltılması ile üretim maliyetlerinin azaltılması ile mümkün olacaktır.

Şekil 4: Seri üretim ve Yalın Üretimde Üretim Karı



Kaynak: İsmail Berber, **Yalın Üretim Teknikleri, Kaizen ve Sektöre Uygulamaları**, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Hatay, 2013, s.21

Yalın üretimin avantajları; ¹⁴

- Yalın üretim israfı yok edip ve kaynaklara değer yaratmaya yönlendirdiğinden maliyetleri düşürür.
- İşletmelerin kârlılığını ve dolayısıyla rekabet gücünü artırır.
- Nakit akışının dengelenmesine destek sağlar.
- İşçilik ve üretim verimliliği sağlar.

¹⁴ Seyida Erkek, **Yalın Üretim Anlayışı Araştırma Raporu**, Konya Ticaret Odası Etüt Araştırma Servisi, Sayı; 2008/36/465, Konya, 2008, s.6.

Şekil 5: Yalın üretim ve seri Üretim Arasındaki Farklılıklar

	SERİ ÜRETİM SİSTEMİ	YALIN ÜRETİM SİSTEMİ
ÜRETİM	-Standart Kitle Üretimi -Emniyet amaçlı büyük stoklama, -Üretim sonrası kalite kontrol, -Üretim bandının düzenlenmesi, bozuk parçaların ayıklanması ve yedek temini nedeniyle uzun üretim süresi,	-Esnek, küçük ölçeklerde ve değişik ürün türlerinde üretim, -Sıfır stokla üretim, -Üretim esnasında kalite kontrol, -Üretim süresinin kısaltılması, günlük iş kayıplarının önlenmesi,
TEKNOLOJİ	-Otomasyona dayalı, -Özel, tek amaçlı makineler	-Mikro-elektronığa dayalı -Genel amaçlı, uyumlu, programlanabilir, esnek makineler
YÖNETİM	-Denetim ve karar verme süreci merkezleşmiştir, -Bireysel olarak tamamlanmış işler -Yukarıdan aşağıya emir komuta, dikey haberleşme -Tekil, yukarıdan aşağıya bilgi akışı, -İşin yapılmasında en iyi yol belirlenebilir.	-Denetim ve karar verme süreci ademi-merkezidir, -Ekip çalışmasına yönelik grup işlerinin tanımlanması ve iş bölümü, -Çok yönlü haberleşme ağı, -Çoğul, dikey ve yatay bilgi akışı, -İşin yapılmasında birçok yol bulunur.
REKABET	-Fiyata dayalı	-Kaliteye dayalı
İŞLETME BÜYÜKLÜĞÜ	-Büyük	-Büyük veya küçük olabilir
İŞGÜCÜ	-İşçiye işin nasıl yapılacağı anlatılır, -Bölünmüş ve rutin işler, detaylı iş bölümü, işin niteliksizleşmesi, -Her işçinin bir işten sorumlu olması, -Belirli kriterlere göre eşit ücret, -Sınırlı işletme içi eğitim, -Dikey işgücü örgütlenmesi, -Örgütlenme ile iş güvencesi kazanımı	-İşçi, işin nasıl yapılacağına karar verir, -Değişken nitelikli, farklı görevleri yapan, esnek işgücü -Çok işte sorumluluk -Kişisel beceri ve başarıya dayalı ücret düzeyi, -Uzun ve sık işletme içi eğitim, -Yatay işgücü örgütlenmesi, -Sendikaların önemini kaybetmesi -Niteliklerinden dolayı iş kazanımı güvencesi,

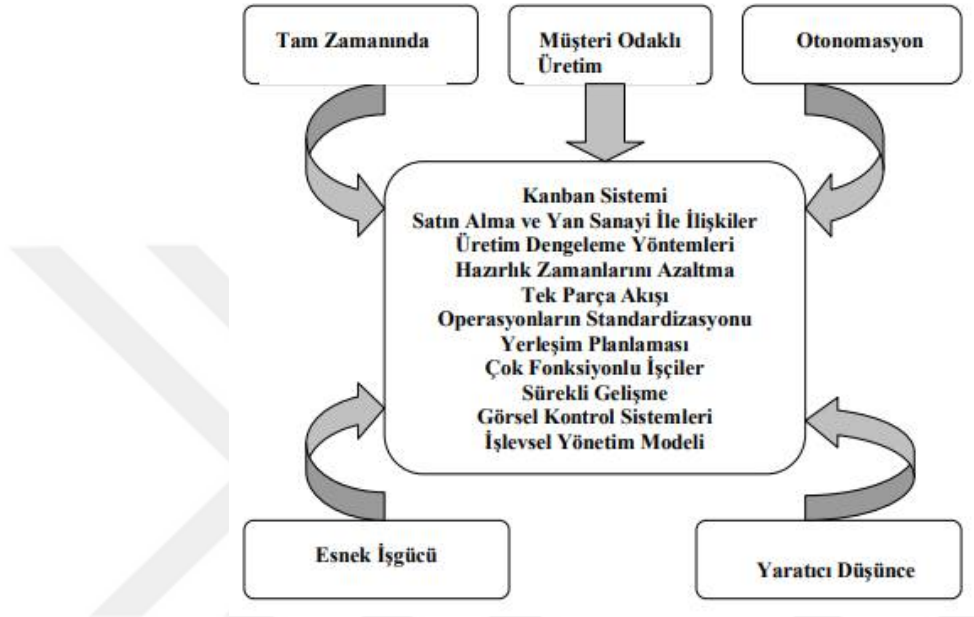
Kaynak: **Kaynak:** İsmail Berber, **Yalın Üretim Teknikleri, Kaizen ve Sektöre Uygulamaları**, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Hatay, 2013, s.19.

1.1.2.3. Tam Zamanında Üretim

Tam Zamanında Üretim (TZÜ-Just in Time JIT) hareketi 1970'lerin ortalarında Japonya'da dünya çapındaki petrol krizine bir cevap olarak başlamıştır. Japon halkı hiçbir doğal kaynağa sahip olmadığı için, hemen hemen her şeyi ithal etmek zorunda kaldılar.

Enerji krizi de her şeyi daha az ve daha maliyetli hale getirdiğinden, dünya pazarında rekabet edebilmek için israfların ortadan kaldırılması ve daha yalın bir hayatın gerekliliği herkes tarafından benimsenmiştir.

Şekil 6 : TZÜ Sistemindeki Temel Kavramlar ve Sistemler



Kaynak: Seher Kanat ve Mücella Güner, “Tam Zamanında Üretim Sisteminin Tekstil ve Konfeksiyon Sanayine Uygulanabilirliği”, **Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi**, Cilt.16, Sayı:4, İzmir, 2006, s.275.

TZÜ’nün atık azaltma odağı, ortaya konulma sebebi olan enerji kıtlığının ötesine geçti. Hareket israfına, zaman kaybına, aşırı envanterden kaynaklanan atıklara ve kalitesizlikten kaynaklanan atıklara odaklandı.

İşletmelerin tüm bu atık biçimlerine etkin bir şekilde odaklanabilmesinin tek yolu tüm üretim süreçlerini ve ürün tasarımını yeniden elden geçirmektir.

1.2. ÜRETİM STRATEJİLERİ

İşletmelerin amaçlarına ulaşabilmek için kapasitesinin ve ekipmanlarının etkili biçimde kullanılmasına imkân sağlarken, amaç ve stratejileri yansıtarak işletmenin uzun dönemli rekabet yol haritasını belirler. İşletmelerin rekabet avantajına sahip olabilmek adına ürettikleri ürün ve ya hizmete bağlı olarak izledikleri stratejiler 4 şekilde tanımlanmaktadır.

1.2.1. Stoka Üretim

Stoklara üretim; üretim yaklaşımı genellikle talebin makul bir doğrulukla tahmin edilebileceği standart ürünler için gerçekleştirilir, müşterinin son tasarım üzerinde etkisi yoktur.

Teslim süresi genellikle işletmenin uygunluk durumuna göre belirlenir. İşletmeler bir stoka üretim pazarlama ortamında rekabet edebilmek için müşteri talebine anında yanıt vermelidir. Bu nedenle mamul mal stokları belirsiz talebe karşı müşteri siparişi olmaksızın yapılır. Müşteriler genellikle taleplerine hızlı bir şekilde karşılık alma beklentisinde olduklarından, mamul stokları siparişleri doldurmak için kullanılır. Böylece müşterinin sipariş karşılama anında beklediği süre daha azdır.¹⁵

1.2.2. Siparişe Göre Üretim

Siparişe göre üretim; müşteri son ürün veya hizmetin tasarımını üzerinde çok büyük bir etkiye sahiptir.

Üretim planına alınacak ürünün sahip olacağı özellikler ve parti büyüklüğü tamamen müşteri tarafından bildirilir.

Sipariş alınana kadar üretim başlatılmaz, ancak sipariş alındığı sırada hammadde veya satın alınan parçaların bulunması için kritik yola uzanan bir satış tahmini gerekebilir, fakat belirli bir ürüne veya bir ürünle ilgili özelliklere yönelik talebi tahmin etmek son derece zordur.

Siparişe göre üretim yapan işletmelerde genellikle kullanılan hammadde sayısı az iken ortaya çıkabilecek olan nihai ürün sayısı çeşitlilik gösterebilmektedir.¹⁶

1.2.3. Siparişe Göre Montaj

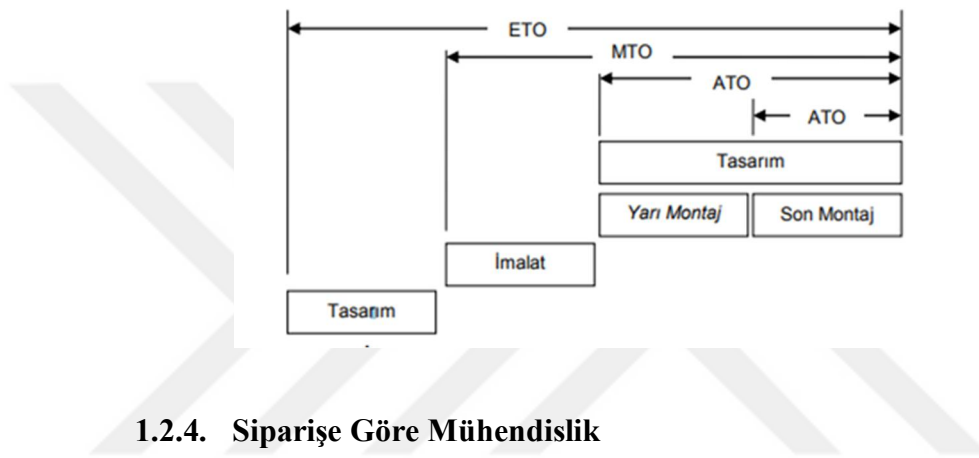
Siparişe göre montaj; müşterinin talebi alt montajların veya çeşitli özellik kombinasyonlarının üzerinde etkilidir. Üretimin son montaj sırasında bu özelliklerin yapılandırılması için modüler ürün mimarisi vurgulanır. Siparişe göre montaj

¹⁵ Chapman, s.5.

¹⁶ W. C. Benton, Jr, **Supply Chain Focused Manufacturing Planning and Control**, Cengage Learning, Stamford, 2014, s.10.

organizasyonları, müşteri seçenekleriyle bitmiş bir ürün üretmek için hızlı bir şekilde bir araya getirilebilecek çeşitli yarı modüller üretir. Ürünler, az sayıda bileşen ile çok sayıda bitmiş ürünün monte edilebileceği şekilde tasarlanmıştır. Bileşenlerin talebi stoka üretim gibi tahminlendirken, Son montaj, gerçek müşteri siparişleri ile gerçekleştirilir.¹⁷ Burada rekabet avantajı için bileşenlerin talebini doğru tahmin edebilmek ve son montajın hızı önem arz etmektedir.

Şekil 7: Üretim stratejileri



1.2.4. Siparişe Göre Mühendislik

Siparişe göre mühendislik; yapısal gereklilikleri önceden belirlenmiş olan mamül veya hizmet üretiminin tekrarı az olacak şekilde üretiminin gerçekleştirilmesi ve talep edilen tüm özelliklerin proje başlangıcından önce kesin olarak biliniyor olmasıdır. Her ürün, benzersiz bir ürün grubu seti, malzeme listesi ve yönlendirme dosyası gerektirir. Tasarlanan her ürün, belirli müşterinin gereksinimlerine göre uyarlanmıştır. Ürünler uzun teslim süreleri gerektirir. Müşteri tüm tasarım ve üretim süreci ile yoğun bir şekilde ilgilenmektedir.¹⁸

Sipariş giriş noktasının konumunu etkileyen faktörler:¹⁹

¹⁷ Benton, s.11

¹⁸ Benton, s.11

¹⁹ Mihiotis Athanassios., Management of Supply Chain: X-to-order Concepts vs Make-to-stock Model, **International Journal of Business Administration**, Vol.5, No:3, Canada, Online Published: April 30, 2014, <http://www.sciedupress.com/journal/index.php/ijba/article/view/4729/2743>, (10.03.2019). s. 31.

- Teslimat süreleri için gereken şartlar, hacim ve aralık gibi ürün özellikleri ve sipariş gibi müşteri tercihleri dahil olmak üzere piyasa ile ilgili faktörler boyut ve sipariş sıklığı,
- Modülerlik özellikleri, özelleştirme fırsatları ve ürün yapısı dahil olmak üzere ürünle ilgili faktörler
- Üretim sağlama süresi ve süreç esnekliği dahil olmak üzere üretimle ilgili faktörler.

1.3. ÜRETİM PLANLAMA

Üretim planlaması, iş gücü, makine ve ekipmanların verimli bir şekilde kullanılması, hangi ürünün ne miktarda ve hangi yöntemlerle, ne zaman üretileceğini gösteren tasarı veya model olarak tanımlanabilir.²⁰

Üretim planlama için APICS tarafından yapılan tanım “Üretim planlama, gelecekteki üretim faaliyetlerinin düzeylerini ve sınırlarını belirleyen işlemdir.” şeklindedir.

Üretim planlama ve kontrolünün temel amacı işletmenin belirlenen amaçlarına ulaşma yolundaki sürekliliği sağlamaktır. Planlama dönemleri, alınan kararlar ve gereken ön çalışmalar Bu şekil aynı zamanda genel olarak üretim planlamasının aşamalarını da göstermektedir.

➤ Uzun dönemli Planlama (5- 10 Yıl)

Uzun dönemli planlamalar genellikle ARGE çalışmalarının ağırlıklı olduğu çalışmalardır. Yeni ürün odaklı çalışmalar ve bu ürünlerin talep tahmini çalışmaları ön plandadır.

➤ Orta Dönem Planlama (1- 2 Yıl)

Yeni ürünler için üretim hatlarının kurulduğu ve firma ihtiyaçları için finansal kaynakların sağlandığı çalışmaları içerir.

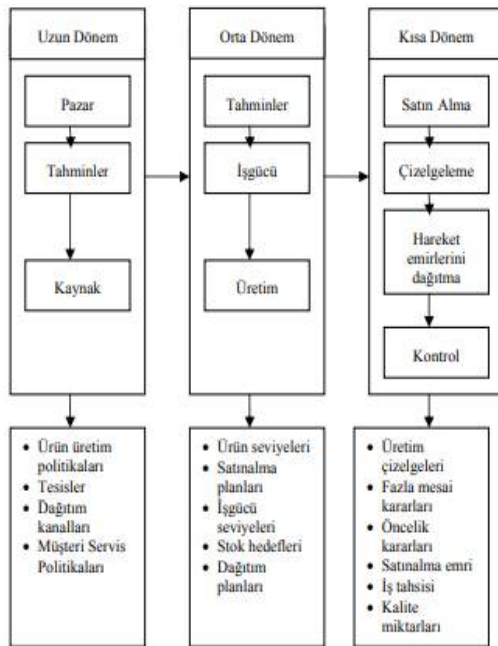
Üretimde kullanılmak üzere planlanmış olan işgücü miktarının belirlenmesi, gerekli stok kararlarının alınması ile ilgili çalışmaların yapıldığı planlama dönemidir.

²⁰ Tevfik Tatar, **İşletmelerde Üretim Yönetimi ve Teknikleri**, Ankara Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi Yayınları, Yayın No:4, Ankara, 1985, s.22.

➤ Kısa Dönem Planlama (3-18 Ay)

Kısa dönem planlama genel olarak mevcut üretim gerekliliklerinin ve kaynaklarının belirlenmesini sağlayan üretim programlarından oluşur. Ana üretim çizelgesi oluşturularak ürünlerin ne şekilde üretileceği planlanır. Ana üretim çizelgesi oluşturulurken vardiya sayısı, işgücü miktarı, hammadde ve yardımcı malzeme ihtiyaçları belirlenir. Kısa dönemde hangi makinede, ne zaman, hangi ürünlerin işleneceğini de belirlenir.

Şekil 8 : Planlama Dönemleri



Kaynak: Acar, 1989

1.3.1. Bütünleşik Üretim Planlama

Bütünleşik üretim planlama (BÜP) işletmelerde bir grup ürün için toplam üretim faaliyetlerinin planlanması ile ilgilidir.

BÜP, işletmenin üretim ve stok planlama döneminde dalgalanan talebin uygun düzeylerde karşılanabilmesi için iş gücü ve diğer sabit kaynakların planlanması ile ilgilidir. Planlama aralığı, belirli periyotlar halinde tanımlanmıştır. Normal şartlarda işletmelerin tüm fiziksel kaynaklarının planlama dönemi boyunca sabit olduğu varsayılır. Başka bir deyişle BÜP orta dönemli planlama aralığı için kapasite

gereksinimlerini ve üretim miktarlarını dengelemek içindir. Toplu planlar daha ileri planlama adımları için temel girdi sağlar.²¹

BÜP'ün başlıca özellikleri;

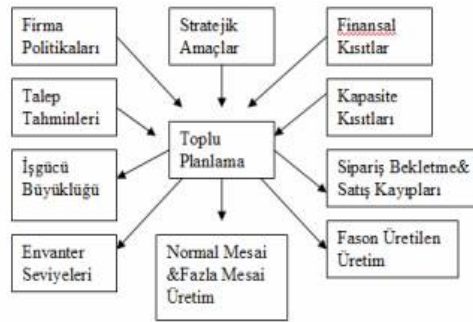
- Planlar genellikle aylık şekilde yapılmaktadır.
- Üretim çıktısı ortak bir çevrim kaysayısı üzerinden hesaplanır.
- Plan döneminde işletmenin tüm kaynaklarının sabit olduğu varsayılır.

Üst yönetim, planlama dönemi için nispeten sabit olan kalem grubu için bir işgücünü takip eder. Gereksinimler zaman dilimlerinde değiştiğinden fazla mesai, dış kaynak kullanımı ve geri ödemeler gibi ek üretim maliyetleri gerekebilir.²²

BÜP'ün amaçları;

- Üretim için gerekli olan tüm kalemlerde mümkün olduğu kadar ilişkili maliyetleri en aza indirmektir.
- Olası talep dalgalanmalarını karşılayabilecek şekilde üretimi planlayabilmektir.
- Belirli çalışma koşulları altında beklenen talebi karşılamak için kaynakları hizalamak ve en iyi alternatifi bulmaktır.

Şekil 9 : Bütünleşik Üretim Planlamasının Yapısı



Kaynak: Nermin Yılman, **Bir Toplu Üretim Planlama Modeli ve Uygulaması**, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek lisans Tezi, İstanbul, Ekim 2007

²¹ Margaretha Gansterer, "Aggregate Planning and Forecasting in Make-to-Order Production Systems", **International Journal of Production Economics**, Vol. 170, Part B, December 2015.

²² Nick T. Thomopoulos, **Elements of Manufacturing, Distribution and Logistics Quantitative Methods for Planning and Control**, Springer International Publishing, Chicago, 2016, s.159.

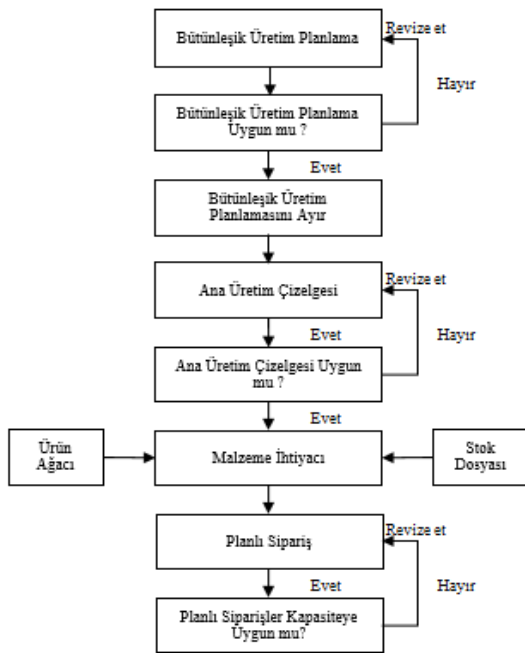
BÜP'ün gereklilikleri;

- Tüm satış ve üretim faaliyetlerinin bütünüyle değerlendirilebilmesi için ortak bir çevrim katsayısı belirlenmelidir.
- Gelecek dönemlere ait talep tahminlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir.
- Gerçek maliyetlerini belirleme yönetime karar verilmesi gerekmektedir.²³

BÜP'ün oluşturulması;

- İşletmenin hedefleri ve kısıtları belirlenmelidir.
- Planlama periyotlarına ait talep tahminlemelerin yapılması gerekmektedir.
- Planlama periyotlarına ait stok hedeflerinin, iş gücü politikalarının kararlaştırılması gerekmektedir.
- İşletmenin pazardaki payına uygun olacak şekilde üretim stratejisinin kararlaştırılması gerekmektedir.
- Belirlenen stratejinin getireceği maliyetlerin hesaplanması gerekmektedir.²⁴

Şekil 10 : Bütünleşik Üretim Planlama Süreci



Kaynak: W. C. Benton, Jr, Supply Chain Focused Manufacturing Planning and Control, Stamford, Cengage Learning, 2014, s.58.

²³Seçil Güleç Gürel, Bütünleşik Üretim Planlaması ile Hedef Programlama Uygulaması, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Denizli, Kasım 2011.

²⁴Nermin Yılman, Bir Toplu Üretim Planlama Modeli ve Uygulaması, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek lisans Tezi, İstanbul, Ekim, 2007.

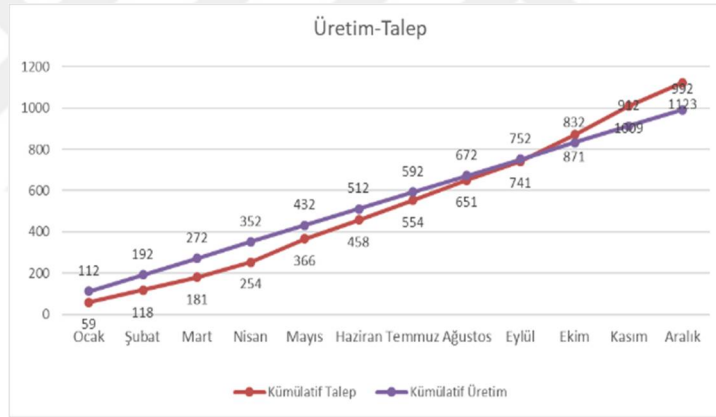
1.3.1.1. Bütünleşik Üretim Planlama Yöntemleri

1.3.1.1.1. Grafik Yöntemi

Bilgi ve tecrübeye dayanarak oluşturulan bütünleşik planlar ve alternatiflerini göstermek için kullanılan basit bir yöntemdir.

- Talep ve üretim kapasitesi ortak bir çevrim katsayısı üzerinden karşılaştırılır.
- Planlama dönemleri arasında kapasite normal, fazla mesai ile hesaplanır.
- Gerekli çalışma saatine uygun olarak iş gücü ve stoklama maliyetleri belirlenir.
- Birbirine alternatif üretim çizelgeleri hazırlanarak toplam maliyetleri karşılaştırılır.
- Alternatif planlar maliyetleri ve uygulanabilirliğine göre karşılaştırılır.

Şekil 11 : Üretim – Talep Grafiği



1.3.1.1.2. Doğrusal Programlama

Doğrusal programlama, doğrusal eşitlik ve eşitsizlik kısıtlamalarına tabi olan birçok değişkenin doğrusal bir amaç fonksiyonu ile maksimize edilmesi veya minimize edilmesidir.

DP, uzun vadeli finansal planların, bütünleşik planların, üretim planlarının, stok tutmanın, dağıtım sorunlarının, promosyon kararlarının, geri siparişlerin, fazla mesai kullanımının ve taşeronluk kullanımının etkilerini analiz etmek için kullanılabilecek bir yöntemdir.

İşletmeler tarafından doğrusal programlama kullanma nedenleri;

- Bir ürün talebini karşılayacak şekilde üretimi ve depolama maliyetlerini en aza indirecek üretim planlamasını yapmak.
- Minimum üretim maliyetleri ile üretim yapmak için hammadde kombinasyonunu belirlemek
- Üretim ve dağıtımda maliyetleri asgariye indirecek şekilde işletmenin kuruluş yerini planlamak.
- Makinelere işgücünü atamak.

1.3.2. Ana Üretim Çizelgelemesi

Ana üretim çizelgelemesi (AÜÇ) , işletmelerin bütünsel üretim planları dahilinde çalışarak özellikli bir program üretmektedir. Başka bir deyişle işletmelerin nihai ürün için önceden belirlenmiş olan miktar ve teslim tarihi hedeflerine uygun şekilde oluşturulan üretim planıdır.²⁵ Bütünsel üretim planında farklı olarak ana plan çok daha ayrıntılıdır.²⁶

Ana üretim çizelgelemesi, bir işletmenin planlama dönemi boyunca gerçekleştireceği tüm faaliyetlerin ve gerekliliklerinin belirlenerek en düşük maliyetle amaçlanan ürün veya hizmetin ortaya çıkarılması süreci olarak da tanımlanmaktadır.²⁷

Ana üretim çizelgelemesi kesin olarak belirtilmiş olan müşteri siparişleri ve talep tahminlerinin, işletme bünyesinde ne şekilde ve şartlarda karşılanacağını bilgisini veren yöntemdir.

Malzeme ihtiyaç planlama (MİP) sistemi direk olarak ana üretim programı çıktılarını kullandığından olası talep dalgalanmalarının sürekli olarak birbirine bağlı bu sistemler içinde güncellenmesi gerekmektedir.²⁸

²⁵ Gideon Halevi, **Industrial Management Control and Profit A Technical Approach**, Springer International Publishing, Switzerland, 2014, s.215.

²⁶ Yuri Mauergauz, **Advanced Planning and Scheduling in Manufacturing and Supply Chains**, Springer International Publishing, Switzerland, 2016, s.373.

²⁷ Salim Şen, **Temel Üretim Yönetimi İlkeler ve Uygulamalar**, Ankara İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Neşriyat ve Yardım Bürosu, Ankara, 1974, s.47.

²⁸ Özlem Engin, **Ana ve Yan Sanayi Boyutunda Malzeme İhtiyaç Planlama Sistemleri**, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, 2006, s.42.

Ana üretim çizelgesinin talep tahminleme ile karışmaması gerekir. Talep tahminleme piyasa talebinin bir öngörüsü iken ana üretim programı üretime ait oluşturulmuş bir çizelgedir.

Ana üretim çizelgesi tahminden daha çok stok, kapasite kısıtları, üretim süresi vb. durumları hesaba katar.²⁹

AÜÇ'nin başlıca özellikleri;³⁰

- BÜP baz alınarak işletmenin ilgili operasyonlara göre oluşturduğu, belirli bir zamanı kapsayan üretim planıdır Planlar haftalık ve daha kısa süreli şekilde kırılarak detay çalışma yapılır.
- BÜP'e göre daha fazla ürün detayı içerir.
- AÜÇ miktarları talebi değil üretimi temsil eder. Üretimin her zaman talebe uygun olması gerekmez. Bütünleşik planlama aşamasında alınan strateji kararları ana üretim programına yansıtılır. Bu stratejiler bir sonraki başlıkta detaylı incelenmiştir.
- Planlanmış olan üretim miktarı, neyin üretilbileceğini değil neyin üretilmesi gerektiğini temsil eder. AÜÇ, bütünleşik üretim planından türetildiği için, gereklilikleri muhtemelen “yapılabilir” dir, ancak MİP sistemi, belirli kaynak ihtiyaçlarını ve bu ihtiyaçların zamanlamasını düşünene kadar, AÜÇ'nin uygulanabilirliği garanti edilemez. Bu yüzden, MİP sistemi, AÜÇ'nin uygulanabilir olduğunu doğrulamak veya belirli bir siparişin müşteriye teklif vermeden önce belirli bir tarihte tamamlanabileceğini doğrulamak için üretimi simüle etmek için kullanılır.
- Ana üretim çizelgesi direk olarak satış tahmini değil, üretim talebindeki düzenlenmiş öngörüdür. Üretim talebi, satış tahminini, kesinleşmiş müşteri siparişlerini, mevcut stokları ve önceden belirlenmiş güvenlik stok hedeflerini dikkate alır.³¹

²⁹ Ebru Ural, **Malzeme İhtiyaç Planlama Sistemi ve Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama**, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Maliye Anabilim Dalı İşletme Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2005, s. 95.

³⁰ Benton, s.78.

³¹ John W. Toomy, **MRP II- Planning for Manufacturing Excellence**, Springer International Publishing, New York, 1996, s.40.

- Planlanmış olan üretim miktarı, kesinleşmiş müşteri siparişleri ve talep tahminlerinin bütününden oluşabilir. AÜÇ'deki miktarların bir kısmı onaylı siparişken kalan kısmı tahmindir.
- Kapasite doluluğu, hat yapısı değerlendirilerek oluşturulur.

AÜÇ'nin amacı;

- İşletmenin belirlediği üretim stratejisi ve stok hedeflerine uygun şekilde talebe sadık kalarak müşteri memnuniyetin sağlamak, kapasite kullanım oranını optimize etmektir.

AÜÇ'nin gereklilikleri;³²

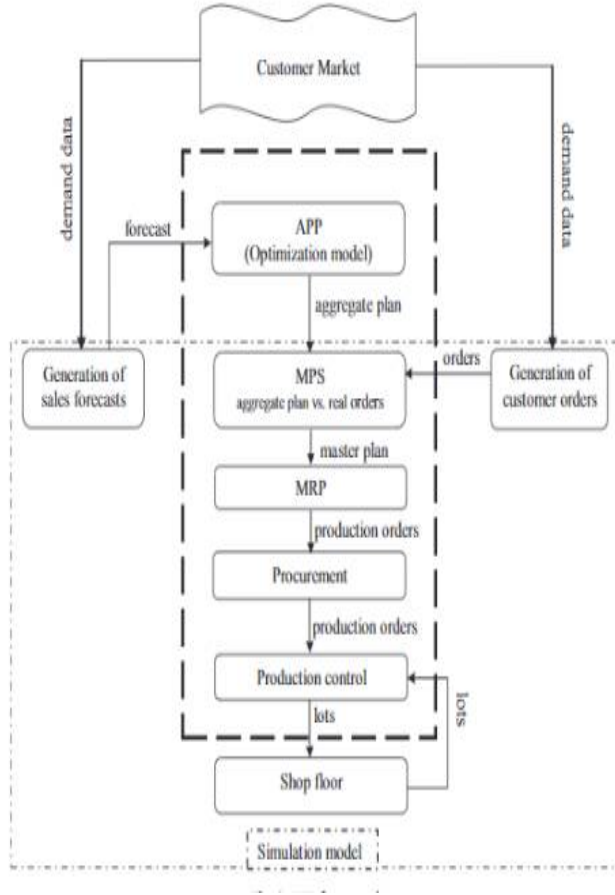
- Sisteme kesin müşteri siparişlerin dahil edilmesi ve gelecek dönemlere ait talep tahminlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir.
- Bütünleşik üretim planının oluşturulması gerekmektedir.
- Ürün ağaçlarının belirlenmesi ve tedarik sürelerinin kesinleştirilmesi gerekmektedir.
- Stok politikasını belirlenmiş olması gerekmektedir.

AÜÇ'nin oluşturulması;

- Kesinleşmiş müşteri siparişleri ve ilgili dönemlere ait talep tahminleri ortak bir havuzda toplanır.
- İşletmenin işgücü, makine ve ekipman kapasitesi ortaya çıkartılır.
- İşletmenin stok gün hedefleri belirlenir. Talep ve kapasitenin ortak bir çevrim katsayısı üzerinden karşılaştırması yapılır.
- Stok hedeflerine sadık kalmak koşuluyla kısa dönemli üretim planı üzerinde kapasite uyarınca düzenlemeler yapılarak en uygun plan oluşturulur.

³² Benton, s.79.

Şekil 12 : Ana Üretim Çizelgesinin Hiyerarşik Planlamadaki Yeri



Kaynak: Margaretha Gansterer, Aggregate planning and forecasting in make to order production systems, **International Journal of Production Economics**, Haziran, 2015

1.3.3. Kaba Kapasite Planlama

Kaba kapasite planlama için APICS (American Production and Inventory Control Society) tarafından yapılmış olan tanımlama “Kaba kapasite planlama, ana üretim çizelgesini işgücü, makine, depolama kapasitesi, tedarikçilerin yetenekleri ve diğer pek çok dönüşüm de dahil olmak üzere kritik kaynaklara olan gereksinimlere dönüştürme süreci” şeklindedir. Kaba kapasite planlama teknikleri, detaylı üretim planlarının ayrıntılı iş merkezi planları üzerindeki etkisine odaklanmaktadır.³³

Kaba kapasite planlama (RCCP) yapılmadan önce, işletmelerin geçerli bir bütünsel üretim planına ve ana üretim programına sahip olması gerekir. RCCP, AÜÇ’nin kapasite kullanımına ilişkin uygulanabilirliğini global olarak veya “kabaca”

³³ Benton, s.221.

kontrol etmektir. Bu adım, MİP sistemleri kullanıldığında kritiktir, çünkü tüm MİP sistemleri kapasitelere duyarsızdır.³⁴

RCCP'deki genel amaç, mevcut toplam kapasiteyi yani bir üretim tesisinin üretim kapasitesini AÜÇ tarafından talep edilen toplam kapasite ile dengelemektir.

Bir üretim tesisinin mevcut kapasitesinin yetersiz olması, açıkça AÜÇ'nin yerine getirilememesiyle sonuçlanacaktır.³⁵

İş merkezi k için kaba kapasite planlaması:

C_k = İş merkezi k için kapasite

T_k = İş merkezi k için toplam makine süresi

U_k = İş merkezi k için makine kullanım oranı

E_k = İş merkezi k için verimlilik

$$C_k = T_k \cdot U_k \cdot E_k$$

1.3.4. Malzeme İhtiyaç Planlama

Malzeme ihtiyaç planlaması (MİP- Material Requirement Planning-MRP), nihai ürünlere ait alt ürün gruplarının imalatında ayrıntılı şekilde malzeme ihtiyaç planlama faaliyetlerini yerine getirmek ve son montajın yapılabilmesi için kullanılan için temel bir araçtır. Son montaj programı belirlendikten sonra zamana yayılmış malzeme ihtiyaçlarını kesin olarak hesaplamak mümkündür. Belirli bir bitmiş ürün için ürün ağacı kırılabilir veya “patlatılabilir” ve tüm alt ürün gruplarına ait malzeme ihtiyaçları ortaya koyulur.

³⁴ V. Daniel R. Guide Jr ve Michael S. Spencer, “Rough-cut capacity planning for remanufacturing firms”, **Production Planning & Control**, Vol: 8, Issue:3, 1997, <https://doi.org/10.1080/095372897235299>, (10.03.2019).

³⁵ Tay Jin Chua, Feng Yu Wang, Wen Jing Yan ve Tian Xiang Cai, Rough-cut capacity planning with production constraints and dynamic bottleneck considerations, **Agency for Science, Technology and Research**, Singapore, 10/977,393, 2004, <https://patentimages.storage.googleapis.com/ee/c0/99/8ac28dfac68d99/US7925365.pdf>, (11.05.2019) s1.

Bu modelin amacı, her bir ürün için müşterilerden gelen dış talebi (bağımsız talep) ve üretimden gelen iç talebi (bağımlı talep) karşılamak için, hammaddeden bitmiş ürüne kadar tüm kalemlerin üretimini ve alımını aynı anda optimize etmektir.³⁶

Malzeme ihtiyaç planlama sistemleri, işletmelerin envantere yaptığı yatırımların fırsat maliyetinin değerlendirilmesine, üretim verimliliğinin ve müşteri memnuniyetini artırılmasına katkı sağlar.³⁷

MİP sisteminin uygulanması için kısa özet aşağıdaki şekildedir:³⁸

➤ MİP Süreci: Adım 1. Brüt gereksinimlerin hesaplanması.

Bunlar, bağımlı ve bağımsız talebin toplamına eşit zaman aşamalı gereksinimlerdir. Yedek parça gibi bazı öğeler için, bağımlı ve bağımsız bir talebin bir karışımı olabilir. Bu durumda, talebin bağımsız kısmı için tahminler hesaplanmalıdır.

➤ MİP Süreci: Adım 2. Net gereksinimlerin netleştirilmesi veya hesaplanması.

Net gereksinimler zaman aşamalı gerekliliklerdir. Brüt gereklilikleri karşılamak için gereken ekler yani, mevcut stok ve açık siparişlere ek olarak üretim miktarlarına karşılık gelirler.

➤ MİP Süreci: Adım 3. Planlama.

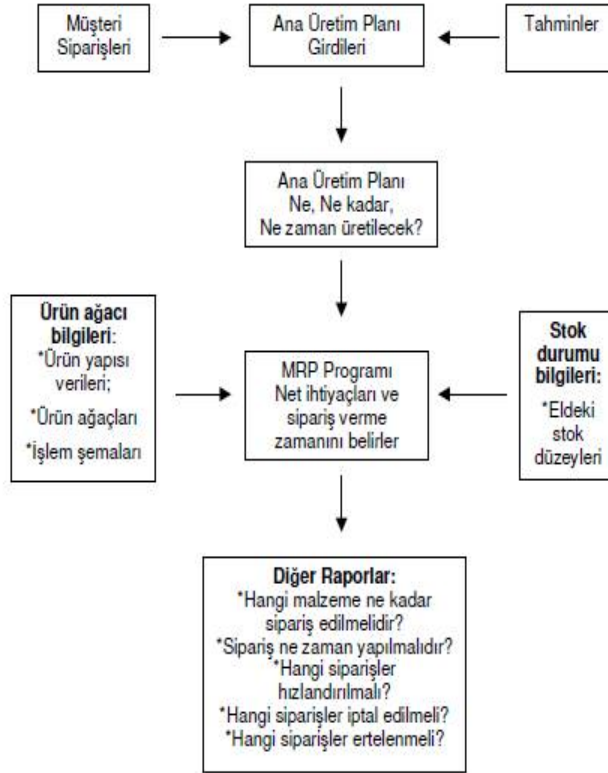
Bu son adım, net gereklilikleri karşılayan üretim planını belirlemek için tek maddeli planlama probleminin çözülmesinden ve bazı kriterlerin sağlanmasından oluşmaktadır.

³⁶ Carol Ptak ve Chad Smith, **Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP)**, Industrial Press INC, Connecticut, 2016, s.43.

³⁷ Ptak, Smith, age. s.59

³⁸ Yves Pochet ve Laurence A. Wolsey, **Production Planning by Mixed Integer Programming**, Springer International Publishing, New York, 2006, s.61.

Şekil 13 : Malzeme İhtiyaç Planlama Sistemi



Kaynak: Nesime Acar, Malzeme İhtiyaç Planlaması, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 323, 4.baskı, Ankara, 1997, s.24.

1.3.5. İmalat Kaynak Planlama

MİP sistemi genel anlamda malzeme uygunluk durumu ve şartları ile ilgilenir. MİP sistemlerinin temelini oluşturan birtakım sorunlar vardır. Potansiyel olarak en şiddetli olanı, sistemin kapasiteyi görmezden gelmesidir, yani MİP tarafından üretilen planı uygulamak için yeterli kapasitenin olacağının garantisi olmamasıdır.³⁹

Kapasite uygunluk durumu ve ihtiyaçlarına yönelik bir hesaplama yapılmadığından her zaman tam anlamıyla doğru sonuç veremeyeceğinden mutlaka farklı yönlerden desteklenmesi gerekmektedir.

Bu nedenle imalat kaynakları planlaması (MRP II), bütünleşik ve ana üretim planlaması, kaba kapasite planlaması (RCCP), kapasite ihtiyaç planlaması (CRP)

³⁹ Stefan Voß, David L.Woodruff, **Introduction to Computational Optimization Models for Production Planning in a Supply Model Second Edition**, Springer Publishing, Berlin, 2006, s.31.

işlemlerini destekleyen, MRP'nin genişletilmiş halidir, yani gelişim sürecinde MRP'deki eksikliklerden ilham alınmıştır.⁴⁰

MRP II sisteminde öncelikli olarak ana üretim programlanır ve üretim hattı bütününde malzeme ihtiyacı belirlenir. Bu çalışmaların akabinde her bir ürüne ait gerekli olana işlem sıralaması belirlenir ve makine ekipman sıralaması yapılır.

MRP II avantajları; ⁴¹

- Organizasyonu yürütmenin doğru, tutarlı ve etkili bir yolu
- İşlemlerin kontrol edilebilip ve izlenebilmesi
- Piyasa koşullarındaki değişime bağlı olarak iç iş süreçlerini değiştirebilme
- Müşteri geri bildirimlerine dayanarak herhangi bir değişikliği dahil etme yeteneği
- Daha hızlı kararlar almak için bilgilerin daha hızlı bir şekilde (MRP'ye kıyasla) kullanılabilirliği

İmalat kaynak planlamasında kapasite iki aşamada değerlendirilmektedir: ⁴²

- Darboğaz analizi: Ana üretim çizelgesi kaba kapasite planlamayla değerlendirilir.Öncelikli amaç darboğaz olan üretim hattının tesbit edilmesidir.
- Detaylı kapasite analizi: Malzeme ihtiyaç planına uygun şekilde detaylı kapasite değerlendirmesi yapılır.Uygunsuzluk durumunda planlar gözden geçirilerek değiştirilir. Öncelikli amaç yeterli iş gücü ve makine kapasitesinin tesbit edilmesidir.

1.3.6. Kapasite İhtiyaç Planlama (CRP)

İşletmelerin üretim kapasiteleri, belirli bir zaman dilimi içerisinde işletmelerin güncel üretim şekillerini ve etkenlerinin gerçekçi şekilde kullanarak oluşturabileceği çıktı/ üretim miktarı olarak adlandırılır. Kapasite, üretim bağlamında, maksimum üretim oranı ve üretim sağlama yeteneğidir.

⁴⁰ John W. Toomy, s.148.

⁴¹ K. Ganesh , Sanjay Mohapatra, S. P. Anbuudayasankar ve P. Sivakumar, **Enterprise Resource Planning- Fundamentals of Design and Implementation**, Springer International Publishing, Switzerland, 2014, s.4.

⁴² Voß ve Woodruff, age s.36.

Kapasite ihtiyaç planlama (CRP-Capacity Requirement Planning) işletmelerin ekipman, işçilik, alan ve zaman dahil olmak üzere üretme kabiliyetini etkileyen tüm kaynakları ve faktörleri tanımlamakla ilgilidir.⁴³

Çağımızda teknolojik gelişmelerin hızla meydana gelmesi ve değişmesi sonucu gerçek bir kapasite planlama çalışması yapmak ölçmek zor olmaktadır.

➤ Uzun Dönemli Kapasite Planlama

Uzun dönemli kapasite planlaması, üst yönetim onayını gerektiren ve sermaye giderlerini büyük ölçüde etkileyen planlamalardır. İşletmelerin ürün teslim sürelerini, müşteri memnuniyetini, sabit maliyetleri ve işletmelerin rekabet etme yeteneğini etkileyen stratejik kararların bütünüdür.

Uzun dönemli kapasite planlarını değiştirmek için kullanılan yöntemler aşağıdaki gibidir.

- İşletmelerin mevcut tesislerinde yapılması planlanan yenikler
- Yeni tesis açılış kararlarının alınması
- Yeni makine ve tezhizat kurulumlarının yapılması
- İşe alma – işten çıkarma ile iş gücünün değiştirilmesi

Şekil 14 : Kapasite plan evreleri



Kaynak: O.VEHBİ UÇAL

⁴³ Luc Laperrière ve Gunther Reinhart, **CIRP Encyclopedia of Production Engineering**, Springer Publishing, The International Academy for Production Engineering (ed), Berlin, 2014, s.124.

Uzun dönemli kapasite planlaması normalde AÜÇ ile ilişkilendirilir. Kaynak planlaması ve kaba kapasite planlama, bu zaman diliminde kapasite gerekliliklerini ortaya koymak için kullanılan kapasite planlama teknikleridir.⁴⁴

Talebin kapasiteden fazla olması durumunda işletmelerin büyüme stratejileri sınırlanabilir ya da müşteri kayıpları yaşanır. Kapasitenin talepten fazla olması durumunda atıl kapasite nedeniyle işletmelerin kaynakları tükenir ve kazançlı girişimlere dair fırsat maliyeti kayıpları yaşanır. Kapasitenin ne zaman ve ne kadar arttırılacağı kritik kararlardır.⁴⁵

➤ Orta Dönemli Kapasite Planlama

Orta dönemli kapasite planlama kararları, 1 ay ile 12 ay arasında yapılan kapasitenin arttırılması veya azaltılması ile ilgilidir.

Orta dönemli kapasite planlarını değiştirmek için kullanılan yöntemler aşağıdaki gibidir.⁴⁶

- Satın al ya da üret analizi yapılması
- Alternatif ürün rotalarının oluşturulması
- Fason üretim planlaması
- Çalışma durumlarının değiştirilmesi (vardiya artırıp azaltma vb.)
- İşe alma – işten çıkarma ile iş gücünün değiştirilmesi
- Yeni makine ve tehzizat kurulumlarının yapılması

➤ Kısa Dönemli Kapasite Planlama

Kısa dönemli kapasite planlama kararları, 1 hafta ile 1 ay arasında yapılan planlama faaliyetinden çok kapasite kontrollerinin yapılmasıdır. İş merkezi ve üretim faaliyeti çıktıları için detaylı çizelgelemeler ile ilgilenir. Teorik kapasite çıktısı ile fiili üretim yeri çıktısının karşılaştırılıp aksayan noktalar için düzeltici önleyici faaliyetlerin uygulandığı planlama dönemidir.

Kısa dönemli kapasite planları sonucu ksayan noktalar için düzeltici önleyici faaliyetler aşağıdaki gibidir.⁴⁷

⁴⁴ Benton, s.217.

⁴⁵ Roberta S. Russell, Bernard W. Taylor III, **Operations Management, Creating Value Along the Supply Chain**, John Wiley & Sons, Inc. 7th Edition, USA, 2011, s.258

⁴⁶ Russel ve Taylor, s.258.

⁴⁷ Benton, s.218.

- Fazla mesaili planlama yapılması
- Fason üretim planlaması
- Alternatif ürün rotalarının oluşturulması

1.3.6.1. Kapasite Planlama Teknikleri

İşletmeler için kapasite planlama sürecinde miktar ve zaman faktörlerini belirlemek en zor ve önemli kısımdır.⁴⁸ Tek tip ürün üreten işletmelerde böyle zorluklar yoktur. Kullanılan hammadde ve işçilik süresi bakımından farklılık gösteren ürünler üreten işletmelerde ortak bir çevrim katsayısı bulmak zordur. Zaman faktörü işletmeler için hesaplama zorlukları yaratmaktadır.

İşletmeler belirli planlama periyotlarında değişik çalışma süreleri ile üretim faaliyetlerine devam edebilmektedirler. Örneğin üç vardiya düzeninde çalışan bir işletmenin 24 saat/gün, iki vardiya düzeninde çalışan bir işletmenin 16 saat/ gün, normal mesai olarak 9 saat/gün, fazla mesai, vb. gibi değişik çalışma süresi alternatifleri vardır. Tüm bu opsiyonlar için kapasite hesabı farklı sonuçlar verir.⁴⁹

1.3.6.1.1. Başabaş Noktası Analizi

Başabaş noktası satışlardan elde edilen toplam gelirin toplam giderlere (hem sabit hem de değişken) eşit olduğu nokta olarak belirlenir.⁵⁰

İşletmeler için başabaş noktasının altında üretim yapmak zarar etmek anlamındadır. Başabaş noktasında gerçekleştirilen üretim işletme için ne zarar ne kar sağlamaktadır. Asıl kar bu noktadan fazla üretim yapılması ile gerçekleşmektedir.

- Sabit Maliyetler: İşletmelerin üretim miktarıyla ilişkisi olmayan yani başka bir deyişle üretim miktarına bağlı olarak artıp azalmayan maliyetlerdir. İşletmenin

⁴⁸ Dmitry Ivanov, Alexander Tsipoulaidis, Jörn Schönberger, **Global Supply Chain and Operations Management, A Decision-Oriented Introduction to the Creation of Value**, Springer International Publishing, Switzerland, 2017, s.240.

⁴⁹ Aysel Çetindere, **Kapasite Planlama Problemlerinde Doğrusal Programlama Tekniğinin Kullanımı: Bir Konfeksiyon İşletmesinde Uygulama**, Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Kütahya, 2009, s.24.

⁵⁰ Christopher Zerres ve Michael P. Zerres, **Handbuch Marketing-Controlling**, Springer Publishing, Berlin, 2006, s.109.

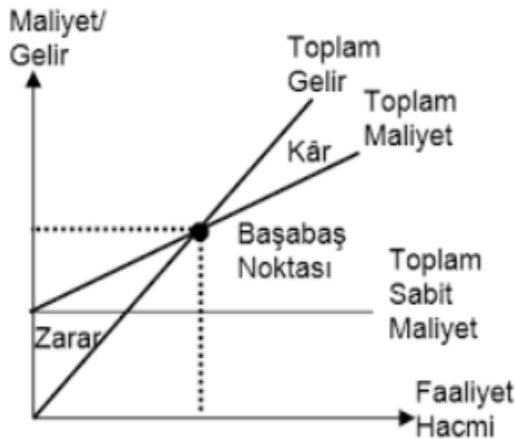
kurulu olduğu arazi ve bina kirası, ödenen çeşitli vergiler vb maliyetler sabit maliyetlerdir.

- Değişken Maliyetler: İşletmelerin üretimini devam ettirebilmesi için kullandığı tüm girdilerin oluşturduğu maliyetlerdir. İşçilik, hammadde vb maliyetler değişken maliyetlerdir.
- Toplam Maliyet: İşletmelerin sabit maliyet ve değişken maliyetlerinin toplamıdır.

Başabaş noktasının matematiksel modelinde kullanılan notasyonlar şu şekildedir.

- SM = Sabit maliyet
- DM = Değişken maliyet
- d = Birim değişken maliyeti
- b = Birim satış fiyatı
- Qb = Üretim miktarı
- G = Toplam satış gelirleri
- TM = Toplam maliyet
- K = Kâr

Şekil 15 : Başabaş Noktasının Grafik Gösterimi



Kaynak: https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/57513/mod_resource/content/0/ACIK_DERS_U RETIM_YONETIMI_3_HAFTA.pdf

- Toplam satış geliri birim satış fiyatı ile üretim miktarının çarpımı ile hesaplanmaktadır.

$$G = Qb. B$$

- Toplam maliyet sabit maliyetin ve üretim miktarı ile birim değişken maliyetin çarpımlarının toplamı ile hesaplanmaktadır.

$$TM = SM + Qb.d$$

- Kar ise toplam satış gelirlerinden toplam maliyetin çıkartılması ile hesaplanmaktadır.

$$K = G - TM$$

Bu analizin asıl amacı, kar elde edilmeden önce ne kadar satılacağı hakkında bir fikir sahibi olmaktır. Yeni bir işletmeye başlamadan veya yeni bir ürün piyasaya sürmeden önce bu analizi yapmak son derece önemlidir çünkü “işletmenin satışlarında düşüşe ya da maliyetlerde artışa ne kadar hassas olduğu” gibi önemli sorulara cevap verir. Aynı zamanda işletmeler üretim hacmindeki bir artışın sonuçlarını tahmin etmek veya yeni, yüksek teknoloji makinelere yatırım yapma seçeneğini değerlendirmek için bu analizi kullanabilirler.⁵¹

1.3.6.1.2. Karar Ağacı

Karar ağaçları belirsizlik ortamında birbirini izleyen bir şekilde verilmesi gereken birbirine bağlı kararların değerlendirilmesinde kullanılan bir modelleme aracıdır.⁵²

- Karar Noktaları: Kararın verildiği andır. Düğüm olarak adlandırılır ve kare ile gösterilir.
- Karar Alternatifleri: Dallarla gösterilmekte ve karar noktalarından çıkmaktadır.
- Olaylar: Dallarla gösterilmekte ve yuvarlak düğümlerden çıkmaktadır.
- Çıktı: Her bir olası alternatif için bir çıktı belirtmektedir.⁵³

⁵¹ Zerres, s.122.

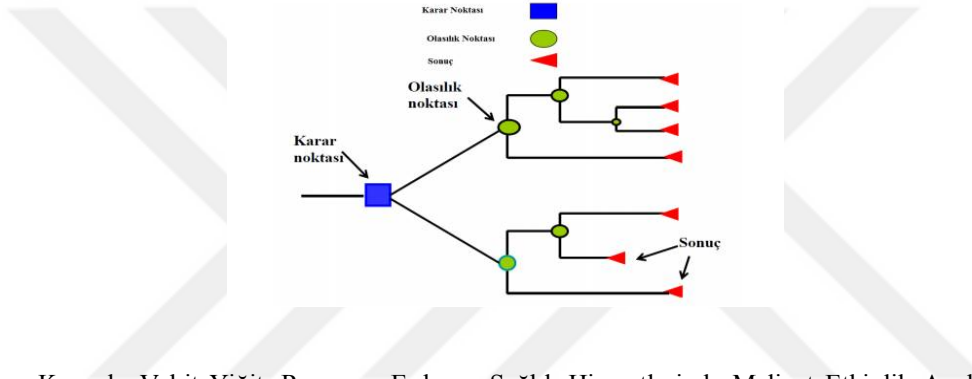
⁵² Saime Oral ve Hilmi Yüksel, **Hizmet İşlemleri Yönetimi**, 2.basım, İzmir, 2007, s.272.

⁵³ Yüksel, s.273.

Karar ağacının oluşumu;

- Sorun tanımlanır
- Karar ağacı çizilir
- Olayların oluşma olasılıkları atanır
- Beklenen getiri ilgili şans noktası için hesaplanır
- En yüksek beklenen getiri ilgili karar noktasına atanır
- Önerinin sunulur.

Şekil 16 : Karar Ağacı



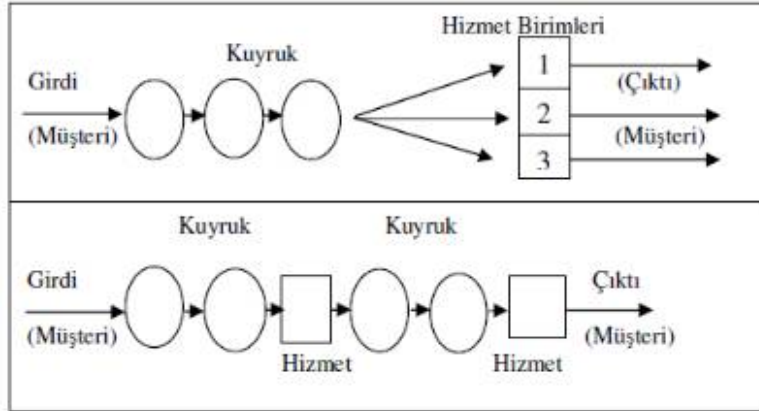
Kaynak: Vahit Yiğit, Ramazan Erdem , Sağlık Hizmetlerinde Maliyet Etkinlik Analizi , Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi Y.2014, C.19, S.2, s.211-236.

1.3.6.1.3. Kuyruk Teorisi

Kuyruk teorisi, sıradan bekleyen mamüllerin veya hizmet alıcıların bekleme durumlarının matematiksel olarak incelenmesi durumudur. Teori sıraya girilmesi, kuyrukta beklenmesi ve bekleme sürecini içeren birçok ilişkili işlemin matematiksel analizini içermektedir.

İşletmeler için bekleme hatlarında temel aktörler iş yeri (makine, ekipman) ve üründür. Ürün iş yerine vardığında dolu ise kuyrukta bekler, değilse proses başlar. İş yeri ürüne ait işi bitirdiğinde bekleyen varsa kuyruktan ürün çeker, yoksa önüne yeni ürün gelinceye kadar boş bekler.

Şekil 17 : Bekleme Hattı Sistemi



Kaynak: Erhan Ada, Bekleme Hattı Problemlerinin Analizinde Matematiksel Modeller, G.Ü. İ.İ.B.F. Dergisi, Cilt: 6, 1990, ss.1-54

1.3.7. Kurumsal Kaynak Planlama

1990'ların başında, imalat sektöründe de dahil olmak üzere her kuruluşun verimli olmak ve destek departmanlarının kaynaklarını da etkin bir şekilde kullanarak rekabet avantajı geliştirmek istediği bir eğilim görüldü. Kurumlar, kurumsal hedeflerine ulaşmak için kaynakların yalnızca üretim bölümünde değil, destek bölümlerinde de etkili bir şekilde kullanılması gerektiğini gözlemledi.

İş süreçlerinin sadece dış müşterilere değil aynı zamanda iç müşterilere sunulan ürün ve hizmetlerle de ilgilenmek zorunda olduğu kanısına varan işletmeler, ilk kez bölümler arasındaki kesintisiz bilgi akışını ele almak için bir iç müşteri kavramı üzerinde durmaya başladı.

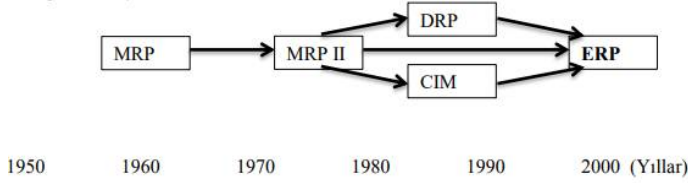
MRP-II'nin yeteneklerini yerine getirmenin yanı sıra kurum genelinde kesintisiz bir bilgi akışı ve bunların hepsini yerine getirebilecek uygulamalara ihtiyaç duyulmalıdır. Bir işletme düzeyinde, bu uygulama yönetimin hızlı ve etkili kararlar almasına yardımcı olur. Bu tür ihtiyaçlar sonucu için kurumsal kaynak planlaması ortaya çıkmıştır.⁵⁴

Kurumsal kaynak planlaması (ERP), daha önce malzeme ihtiyaç planlaması (MİP) ve imalat kaynağı planlaması (MİP II) terimlerinin devamında oluşturulan bir terimdir. Üretim kaynak planlaması üretim için gerekli kaynaklara odaklanırken,

⁵⁴ K. Ganesh ve diğerleri, s.7.

kurumsal kaynak planlamasının arkasındaki fikir, işletmenin başarısı için gerekli tüm kaynakları göz önünde bulundurmaktır.⁵⁵

Şekil 18 : ERP'nin tarihsel gelişimi



Kaynak: Furkan Çelebi, Yetkin Bulut, Akademik Bakış Dergisi, Sayı: 57, Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) ve ERP Yazılımı Kullanan Bir İşletmenin İncelenmesi, ISSN:1694-528X İktisat ve Girişimcilik Üniversitesi, Türk Dünyası Kırgız – Türk Sosyal Bilimler Enstitüsü, KIRGIZİSTAN, 2016, s.169.

ERP sisteminin amacı;

- Destek departmanlar da dahil olmak üzere işletmenin tüm kaynaklarının bir sistem altında bütün olarak incelenmesi ve verilerin doğru ve uygun şekilde saklanmasıdır.

SAP ERP Yazılım programının modülleri ve kullanım amaçları aşağıdaki gibidir.⁵⁶

- SAP FI: Genel Muhasebe Modülü
- SAP CO: Kontrol Modülü
- SAP CRM: Müşteri İlişkileri Yönetim Modülü
- SAP CS: Müşteri Servisi
- SAP EC: Kurumsal Kontrol Modülü
- SAP EHS: Çevre, Sağlık ve Güvenlik Modülü
- SAP FM: Filo Yönetim Modülü
- SAP FSCM: Finansal Tedarik Zinciri Yönetim Modülü
- SAP HR: İnsan Kaynakları Modülü
- SAP IM: Yatırım Yönetimleri Modülü
- SAP MM: Malzeme Yönetim Modülü
- SAP PLM: Ürün Yaşam Döngüsü Yönetim Modülü
- SAP PM: Bakım Onarım Modülü

⁵⁵ Karl E. Kurbel, **Enterprise Resource Planning and Supply Chain Management**, Springer Publishing, Berlin, 2013, s.95.

⁵⁶ Çağrı Gürsoy, **SAP S/4 Hana**, Kodlab Yayınları, İstanbul, 2018, s.23.

- SAP PP: Üretim Planlama Modülü
- SAP Ürün Maliyetlendirme: Tamamlanmış Ürünlerin Fiili Maliyetlendirme ve Maliyet Planı Modülü
- SAP PS: Proje Sistemleri Modülü
- SAP QM: Kalite Yönetimi Modülü
- SAP RE: Emlak Modülü
- SAP SD: Satış ve Dağıtım Modülü
- SAP SM: Servis Yönetimi Modülü
- SAP TR: Maliye Modülü
- SAP WM: Depo Yönetim Modülü
- SAP LO: Genel Lojistik Modülü

Bu kadar fazla modül olması işletmeler için tamamını edinme noktasında finansal zorluklar yaşatsa da modüller birbirlerinden bağımsız kurularak ayrı ayrı çalıştırılabilir.

ERP sisteminin avantajları;⁵⁷

- İş akışlarını kolaylaştırır.
- Kişisel hatalardan arınan iş akışları ile ürün ve hizmet sunumu kalitesi artar.
- Standart operasyonlar sayesinde uygun metodun belirlenmesi ile imalat süreci hızlanır.
- Stok kayıtlarının düzenli kontrolü yapılır.
- Canlı bilgi sayesinde doğru ve etkin raporlama sağlar.

⁵⁷ Selma Karabaş, Duygu Uysal ve Osman Karkacıer, “**Kurumsal Kaynak Planlamasının İşletme Performansı Üzerine Etkisi: Bir Alan Araştırması**”, Yalova Üniversitesi, Yalova Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt:7, Sayı:13, Yalova, Nisan-Eylül 2017, s.132.

Şekil 19 : ERP bileşenleri



Kaynak: <https://www.e-yaz.com.tr/erp-bilesenleri/> (Erişim tarihi: 26.05.19)

ERP sisteminin dezavantajları;⁵⁸

- ERP sistem kurulum maliyetlerinin fazlasıyla yüksek olması.
- ERP sistemleri için danışmanlık firmalarından alınan hizmetlerde maliyeti yükseltmektedir.
- Sistem tasarımının ve kurulumunun uzun süreli çalışmaları beraberinde getirir.
- İşletme çalışanlarına için kapsamlı bir eğitim verilmesi gerekir.
- Kurulu ERP sistemleri genelde işletmelerin ihtiyacını tam olarak karşılamadığından paket üzerine geliştirmeler yapılması gerekmektedir.
- ERP sistemleri ile birlikte işletmelerin bünyesinde bulunan bilgi teknolojileri personel sayısı ve bölüm maliyetleri artar.

⁵⁸ Vural Çağlıyan, “Kurumsal Kaynak Planlama Yazılımı Kullanmanın İşletme Performansı Üzerine Etkisi: Örnek Olay Çalışması”, Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi, Cilt: 5, Sayı: 1, Niğde, 2012, s. 163.

1.4. ÜRETİM PLANLAMA STRATEJİLERİ

İşletmelerin izledikleri değer yaklaşımları ve stratejiler genellikle işletme karlılığını maksimize etmek için ise bile stratejik planları doğrultusunda en iyiyi tanımlamak için başka koşullar da belirlenebilir.

1.4.1. Dengeleme Stratejisi

Dengeleme (level) stratejisi, üretimi sabit tutup talepteki dalgalanmayı stoklar ile yönetmek üzeredir. Kaynak kümesi oluşturur ve tüm strateji talebin bu standart kaynaklar etrafında dalgalanması üzerine kurulmuştur. Bu yaklaşım, kaynakların değiştirilmesinin zor veya pahalı olduğu ortamlarda daha yaygındır. Normal piyasa talebi, sabit olma eğiliminde değilse, tek alternatif düşük talep zamanlarında bir stok oluşturmak ve talep yüksek olduğunda kullanmaktır.

Dengeleme stratejileri, son derece istikrarlı üretim ortamları sağlama eğiliminde olmalarına rağmen, talep modellerini ihtiyaca göre değiştirmek için satış ve pazarlama faaliyetleri üzerinde daha fazla baskı yapma eğilimindedir.

Yüksek sezonlarda talebin geç karşılanması, reklam ve promosyonlar ile talebin etki altına alınması ile olası talebi yönlendirilebilmektedirler.⁵⁹

Dengeleme stratejisi izlemenin işletmelere yükleyeceği maliyetlerin en büyüğü stok bulundurma maliyeti olacaktır. Bu maliyet, ürünlerin fiziksel olarak saklanması ve yönetilmesinin yanında ayrıca stok bulundurma işleminin fırsat maliyetleri ile de ilişkilidir.

1.4.2. İzleme Stratejisi

İzleme (Chase) yaklaşımı, kaynak kümesi oluşturur ve tüm strateji kaynakların normal piyasa koşullarında talebin etrafında dalgalanması üzerine kurulmuştur. Bu yaklaşım talebin değiştirilmesinin zor veya imkansız olduğu ve kaynak tabanını değiştirmek için cazip bir şekilde basit ve / veya ucuz yöntemlerin bulunduğu ortamlar olma eğilimindedir. Genelde kaynak tabanının değiştirilmesinde en çok işe alım ve

⁵⁹ Chapman, s.53.

işten çıkartma ile üretim çıktısının değiştirilmes ön plandadır. Bu stratejinin işletmelere getireceği ekstra maliyetler işa alım ve işte çıkartma, fazla mesai ücreti vb. maliyetleri olacaktır.

İşletmeler işe alım ve işten çıkarmalarla üretim çıktısının değiştirilmesi, fazla mesai opsiyonlu üretim planlanması, fason üretim opsiyonlarını hayata geçirilmesi ile mevcut kapasitelerini değiştirebilirler.⁶⁰

1.4.3. Karma Strateji

Chase ve Level stratejilerinin risklerini ortadan kaldırmak adına üretim ritminin belirli aralıklarla değiştirildiği strateji karma (mixed hybrid) strateji olarak adlandırılır. Bu yaklaşım şu ana kadar en yaygın yaklaşımdır. Adından da anlaşılacağı gibi, bu yaklaşımı kullanan şirketler talep ve kaynakları, işletme karlılığı, envanter yatırımı ve insanlar üzerindeki etki dahil olmak üzere belirlenmiş kriterlerindeki performansı en üst düzeye çıkaracak şekilde değiştirerek karıştırma ve eşleştirme eğilimindedir.

⁶⁰ Gallego, 2011:1

İKİNCİ BÖLÜM

MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMASI

Bugün dünyadaki çoğu orta ve büyük ölçekli üretim işletmeleri, Malzeme İhtiyaç Planlaması (MİP) adlı bir planlama yöntemi ve aracı kullanmaktadır. Bu yöntem 1950'lerde, bilgisayarların kullanılabilirliğinin artmasıyla ortaya çıkmıştır. 1965'e gelindiğinde modern kısaltma MİP devamlılığını koruyorken, 1972'de MİP'e kapasite uyumu dahil edilerek kapalı döngü MİP adı verilmiştir. 1980 yılı, maliyet muhasebesin MİP'e dahil edilerek Üretim Kaynakları Planlaması (MRP II) olarak bilinen bir sisteme dönüştürdüğü görülmüştür. Son olarak, 1990'da MRP II Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) olarak geliştirilmiştir.

Malzeme ihtiyaç planlama için APICS (American Production and Inventory Control Society) tarafından yapılmış olan tanımlama “Malzeme İhtiyaç Planlaması (MİP), malzeme gereksinimlerini hesaplamak için malzeme listesi, envanter verileri ve ana üretim programını kullanan teknikler kümesidir.” şeklindedir.

İşletmelerin amaçlarına ulaşabilmek için gerçekleştirmiş olduğu üretim planlama ve kontrol (ÜPK) faaliyetlerinin olumlu sonuçlanması için ana koşul ihtiyaç duyulan tüm girdilerin zamanında sağlanmasıdır. Bu nedenle malzeme yönetimi ÜPK faaliyetleri için önemli girdilerdendir. İşletmeler düzenli malzeme akışı ile müşteri taleplerine hızlı adapte olabilir ve rekabet avantajı sağlayabilir.⁶¹

Malzeme ihtiyaç planı asıl olarak bir hesaplama merkezidir. Ana üretim programı, talebi malzeme ihtiyaç planına iletir. Mevcut stok kayıtlarına ve ürün ağacına dayalı senkronize tedarik listesi oluşturulur.

MİP'nin başlıca özellikleri;

- Ana üretim programını baz alır.
- Ürün ağacından yola çıkarak ihtiyaç planını belirler.
- Ürünün son termin tarihinden geriye doğru ilgili prosesleri göz önünde bulundurarak plan yapar.

⁶¹ Aydın Koçak, “**Malzeme Yönetiminde Malzeme İhtiyaç Planlaması ve Kanban Sistemlerinin Bütünleştirilmesinde Farklı Yaklaşımlar: Literatür Araştırması**”, Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt: 10, Sayı:2, Ankara, 2008, s.227.

MİP'nin amacı;

- Malzemenin gereken zamanda işletme bünyesinde kullanıma hazır olmasının sağlanması ve sistemde mümkün olan en az envanterin bulundurulmasıdır.
- Son termin tarihinde ürünlerin depodan çıkışını garantileyerek müşteri memnuniyetini yaratmak.

MİP'nin gereklilikleri;

- Ana üretim programının oluşturulması gerekmektedir.
- Detaylı ürün ağaçlarının oluşturulması gerekmektedir.
- İşletmenin stok hedeflerinin belirlenmesi gerekmektedir.
- Hammadde ve yarı mamulleri için satınalma tedarik sürelerini belirlenmesi gerekmektedir.

MİP'nin avantajları;

- Üretim için gereken doğru malzemelerin zamanında temin edilmesini sağlar.
- Stok fazlalığının azaltılmasına destek olur.
- Ürünlerin müşterilere zamanında tesliminin sağlar.
- Üretim kaynaklarının optimum kullanımını sağlar.
- Stok seviyelerinin azalması ve üretim kaynaklarının optimal kullanımı nedeniyle sermaye maliyetinin azalmasını sağlar.

MİP'nin dezavantajları;⁶²

- MİP sistemi büyük ölçüde diğer sistemlerden veya bölümlerden aldığı girdilere bağlıdır.
- Ürün ağacı yada stok verilerindeki herhangi bir yanlış girdi hatalı üretim planlamasına yol açacaktır.
- Proses zamanlarının eksik yada hatalı bildirilmesi yanlış bir program ortaya çıkarır.
- Verimli üretim için, maliyet faktörüne bağlı olarak malzemenin bir konumdan diğerine aktarılması gerekir. MRP, malların bir yerden diğerine transferinde maliyet etkin değildir.
- Malzeme planlaması, stok kontrol kayıtları, üretim programı vb. ile alakalı olan tüm bilgilerin yer aldığı veri tabanının bakımını gerektirir.
- Kapasite kullanım faktörü değerlendirmeye alınmaz.

⁶² K. Ganesh ve diğerleri, s.4.

- MİP sistemi, maksimum düzeyde fayda sağlayabilmek için son kullanıcılara uygun sistem eğitimlerinin verilmesini gerektirir.
- MİP sistemi önemli miktarda zaman ve sermaye yatırımı gerektirir.

MİP sistemi, nihai ürün gerekliliklerini ana üretim çizelgelemesi, ürün ağaçları ve stok durum dokümanlarını kullanarak, duyulan ihtiyaçlara dönüştürmektedir. MİP ilk olarak ana üretim programı çıktısını ihtiyaç tablosuna dönüştürür, brüt ihtiyaçları ortaya koyar, sonrasında brüt ihtiyaçları envanter durumunu değerlendirerek net ihtiyaçlara dönüştürür. Net ihtiyaçları, tedarik sürelerini göz önünde bulundurarak yeniden değerlendirir.

Önceki bölümlere bahsedildiği gibi stoksuz kalma olasılığının en aza indirilmesi, müşteri talebine makul zamanda olumlu yanıt verilmesi adına önemlidir. Tüm bu adımlar bütün olarak ele alınırken, tedarikçi ürün temin sürelerinin de göz önünde bulundurularak satınalma siparişlerinin verilmesi gerekmektedir. Satınalma siparişleri; malzemelerin temini için işletmelerin tedarikçilerine verdiği sipariş bilgisidir. Tedarik süresi 10 hafta olan bir ürün için ihtiyaca 8 hafta kala sipariş açılması stoksuz kalınacağına bariz bir göstergesidir.

MİP süreci, ürün yapısındaki tüm bileşenler için önerilen siparişleri otomatik olarak hesaplar, başka bir deyişle MİP sistemi, hesaplanmış olan net ihtiyaçların karşılanması amacıyla ilerleyen dönemlerde temin süreleri göz önünde bulundurularak sipariş açılma tarihlerini ve açılacak siparişin optimum miktarını belirler.⁶³

MİP kayıtları, yeni müşteri siparişleri, yeni sipariş sürümleri, tedarikçilerden sipariş alımı, vb. Gibi gerçekleşen ve üretim sisteminin durumunu değiştiren tüm işlemleri göz önünde bulundurularak düzenli olarak güncellenmektedir. Sipariş iptal bilgilerine istinaden önceden açılmış siparişin iptaline veya teslim tarihinin değiştirilmesi için ikazda bulunur.

⁶³ Yves Pochet ve Laurence A. Wolsey, s.61.

2.1. TEMEL KAVRAMLAR

2.1.1. Talep

Bağımsız talep, talebin başka bir ürün talebinden bağımsız olarak tamamen dinamik koşullarda gerçekleştiği taleptir. Başka bir deyişle bağımsız talepler, üretim gerekliliklerine bağlı olmaksızın nihai ürün talebini ifade eder.

Bağımlı talep, nihai ürünün üretiminde kullanılan yarı-mamül ve hammadde ihtiyacıdır. Başka bir deyişle bağımlı talep, başka bir ürünün talebine bağlı olarak hesaplanması gereken alt seviye malzemelerin talebini ifade eder.

2.1.2. İhtiyaç

Brüt ihtiyaç, envanter miktarını dikkate almadan direk ana üretim programının yarattığı ihtiyaç miktarıdır.

Net ihtiyaç, ana üretim programının yaratmış olduğu ihtiyaç miktarlarının envanter durumuna göre değerlendirilerek düzenlenmesi sonucu ortaya çıkan ihtiyaç miktarıdır.

$$\text{➤ Net ihtiyaçlar} = \text{Brüt ihtiyaçlar} - \text{Açık Siparişler} - \text{Stok Miktarı}$$

2.1.3. Tedarik Süresi

Tedarik süresi, tedarikçi firmaya siparişin geçildiği ve işletmeye teslim edildiği zaman aralığındaki süredir. Malzemenin gereken zamanda işletme içerisinde olmasını için her ürüne ait tedarik sürelerinin belirlenmesi ve teslim şekillerinin ana veri dosyasına kaydedilmesi gerekmektedir.

Üretilen her parça için termin süresi beş elemandan oluşur. Bunlar;

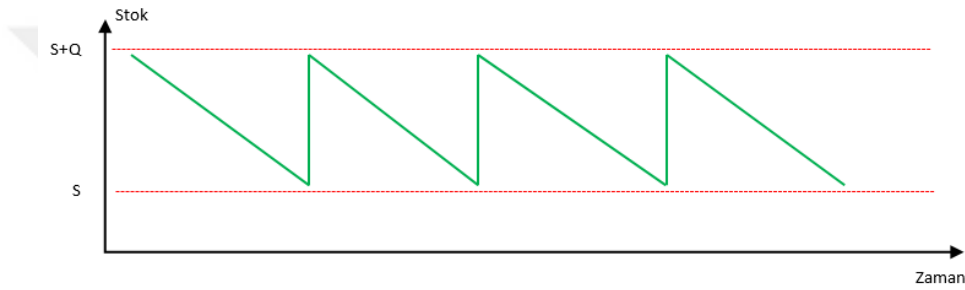
- Kuyruk süresi (işlenmek için beklediği süre),
- Hazırlık süresi (tezgah hazırlama zamanı),
- İşlem süresi (imalat, montaj vb.),
- Taşınma süresi (bir sonraki işleme geçmek için beklediği süre dahil),
- Üretim süresi.

2.1.4. Güvenlik Stoğu

Güvenlik stoğu taleplerin önceden tahmin edilen miktarların üzerine çıkması durumunda oluşması muhtemel olan açığı karşılayabilmek için işletme bünyesinde bulundurulanan stoktur.⁶⁴

Temel olarak, stok durumu minimum S güvenlik seviyesinde ise, Q sipariş miktarı kadar malzeme girişi olmalıdır. Dolayısıyla stok miktarı zamanla S ve $S+Q$ arasında değişkenlik gösterecektir.⁶⁵

Şekil 20 : Güvenlik Stoğu



Kaynak: Utkan Ekinci, Unified Supply Model, https://www.researchgate.net/publication/323830522_Unified_Supply_Model_-_General_Model_Basic_Version, (10.03.2019), s.5.

Üretim ve tedarik zinciri faaliyetlerinin yürütülmesi sürecinde stokların minimum seviyelere çekilmesi TZÜ yaklaşımının özelliklerindendir. Satınması yapılan ve işletmede üretilen ürün hacimleri düşünülürken üretim sıklıkları artar. Taşıma işlemlerinin kolaylaştırılması, üretim alanında dönen stokların azaltılması, tedarik sürelerinin azaltılması vb. çalışmalar avantajları içerisinde sayılabilir.

Bir işletmede, işçiler işe gelemeyebilir, tedarikçiler gönderilere geç kalabilir veya yanlış ürünü gönderebilir, kalite sorunları ortaya çıkabilir, makineler bozulabilir, vb. gibi normal çalışma akışını bozabilecek birçok durum vardır.⁶⁶ İşletmeye belirli bir zaman aralığında duruş yaşatmayacak şekilde az stok bulundurarak herhangi bir nedenle oluşabilecek olumsuzluk durumlarında stok boşalmasına ve sipariş karşılayamamaya neden olacak birçok durum yaşanabilmektedir. Bu tür belirsizlikler her

⁶⁴ John W. Toomy, s.81.

⁶⁵ Utkan Ekinci, Unified Supply Model, https://www.researchgate.net/publication/323830522_Unified_Supply_Model_-_General_Model_Basic_Version, (10.03.2019), s.5.

⁶⁶ Chapman, s.103.

zaman için olasılık dahilinde olduğu için güvenlik stoğu bulundurulması stoksuzluk durumlarında öüşteri talebini karşılayamama gibi etkilerden kurtulabilmek için hayata geçirilen yöntemlerden bir tanesidir.⁶⁷

Güvenlik stoğu, birimler halinde veya güvenlik sağlama süresi şeklinde planlanabilir. Hangi yöntemi kullanacağınız, dalgalanmanın nedenini ve tedarik sürecinin niteliğini anlamaya bağlıdır. Talepteki dalgalanmalar tahminleme hataları sonucu olabilirken, arz dalgalanması ise tedarikçiden veya üreticiden planlanan teslimat sürelerinden ya da beklenen miktarlardan sapma nedeniyle olabilir.

Güvenlik stoğunu kullanan işletmeler bu sapmaların takibini iki yoldan biriyle gerçekleştirebilir.⁶⁸

- Güvenlik stoğu miktarının rezerve edilerek ele alınması
- Öngörülen mevcut stok miktarının güvenlik stoğu miktarının altına düşmesine izin verilmemesi

Talep değişkenliklerine karşı etkilenmemek amacıyla işletmeler ana üretim programı seviyesindeyken güvenlik stok miktarlarını belirlerler. Teslim süresi boyunca, stokta kalan envanter sabit bir talep oranında tükenecek ve yeni sipariş miktarı stok seviyesi sıfıra ulaştığında aynı anda ulaşacaktır.⁶⁹ Planlanan güvenlik stoğu standart sapmanın ve istenen servis seviyesinin bir fonksiyonu olacaktır.⁷⁰

Servis seviyesi, teslim süresi boyunca eldeki stok miktarının beklenen talebi karşılamak için yeterli olması olasılığını ifade eder. Burada kullanılan servis seviyesi tanımı, işletmeler için stok bulundurma olasılığı yükseldikçe müşteri talebine hızlı yanıt verilmesi ve talebin karşılanma oranının yüksek olması anlamındadır.

Başka bir deyişle servis seviyesinin %95 olması, talebin 0,95 olasılıkla karşılanabileceği anlamına gelmektedir. Talebi karşılayamama, stoksuz kalma oranı %5'dir. Normal dağılım tablosu yardımıyla servis seviyesine karşılık gelen standart sapma değeri bulunmaktadır.

Yönetim notasyonu:⁷¹

⁶⁷ Faik Başaran, “**Tam Anındalık ve Olasılıklara Bağlı Emniyet Stoku ile Yeniden Sipariş Noktası**”, İÜ İşletme Fakültesi Dergisi, C: 28, S: 1, İstanbul, Nisan 1999, s63.

⁶⁸ John W. Toomy, s.84.

⁶⁹ Russel and Taylor, age s.574.

⁷⁰ Chapman, age s.40.

⁷¹ Fazıl Gökgöz, Stok Kontrol Yöntemi, https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/304/mod_resource/content/1/Stok_Kontrol_Y%C3%B6netimi.pdf, (26.05.2019).

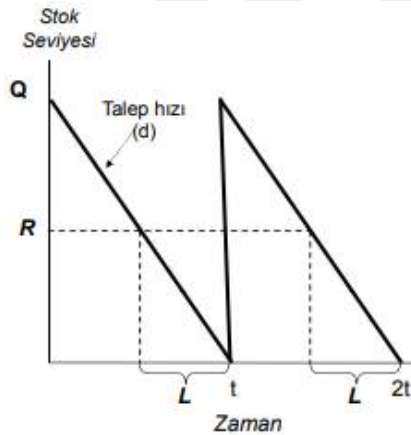
2.1.5. Yeniden Sipariş Noktası

Brüt ihtiyaçların ne kadarının işletme envanterinden karşılanacağı, ne kadarı için yeniden sipariş verilmesi gerekliliğinin belirlenmesi stoksuzluk riskinin azaltılması konusunda önemli bir çalışmadır.

Parti büyüklüğü belirleme yöntemlerinden de hatırlanacağı gibi hangi üründen ne miktarda sipariş verilmesi gerektiği maliyet optimizasyonu için çok önemliyken aynı zamanda siparişin ne zaman verileceği de kritik bir süreçtir.

Siparişin tedarik süresinden önce verilememesi halinde stoksuz kalma ve müşteri talebini karşılayamama durumları yaşanabilir. Müşteri talebi karşılanamaz ve işletmenin diğer kaynakları atıl duruma düşer.

Şekil 22 : Yeniden Sipariş Noktasının Belirlenmesi



Kaynak: Fazıl GÖKGÖZ, Stok Kontrol Yöntemi, https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/304/mod_resource/content/1/Stok_Kontrol_Y%C3%B6netimi.pdf, (26.05.2019).

Ürünlere ait temin süreleri kullanılarak yeniden sipariş vermek noktaları belirlenir. Stoklar belirli miktarların altına düştüğünde belirlenmiş olan parti büyüklüğünde ürün siparişi verilir.

Yönetim notasyonu: ⁷²

$\bar{d}$ = Ortalama talep

L = Ortalama Tedarik süresi

⁷²Fazıl GÖKGÖZ, s. 18.

Q_d = Talebe ait standart sapma değeri

Z = Talebin Z-Score değeri

R = Yeniden sipariş noktası

Q_L = Tedarik süresinin standart sapma değeri

d_{QL} = Tedarik süresinde talebe ait standart sapma değeri

- Talep değişken iken tedarik süresi sabit ise;

$$R = d \cdot L + Z \cdot Q_d \cdot \sqrt{L}$$

- Talep sabit iken tedarik süresi değişken ise;

$$R = d \cdot \bar{L} + Z \cdot d_{QL}$$

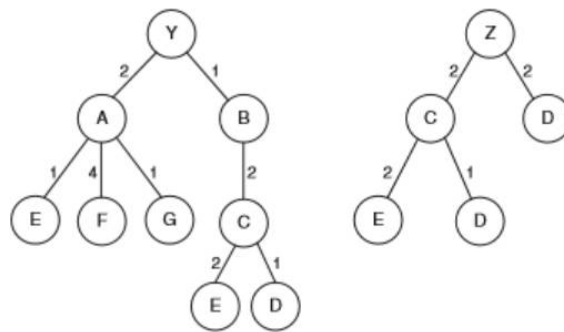
- Talep ve tedarik süresi değişken ise;

$$R = \bar{d} \cdot \bar{L} + Z \cdot \sqrt{Q_d^2 \cdot \bar{L} + Q_L^2 \cdot \bar{d}^2}$$

2.1.6. Ürün Ağaçları

Bill of material (BOM) olarak geçen ürün ağacı birim ürün üretmek için gereken tüm hammaddelerin, parçaların, alt montajların ve montajların listesidir.

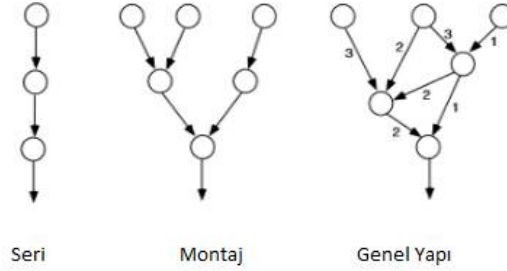
Şekil 23 : Ürün ağacı yapısı



Kaynak: Karl E. Kurbel, **Enterprise Resource Planning and Supply Chain Management**, Springer Publishing, Berlin, 2013, s.23.

Maddeler arasındaki bağımlılık, ürün ağacı olarak da adlandırılan ürün yapısı ile modellenmiştir. Ürün yapıları Şekil 23’deki gibi genellikle “Seri, Montaj ve Genel yapılar” olarak sınıflandırılır.

Şekil 24 : Çok seviyeli modellerde ürün yapı tipleri.



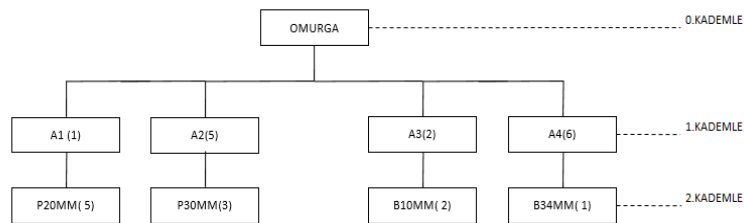
Kaynak: Yves Pochet ve Laurence A. Wolsey, **Production Planning by Mixed Integer Programming**, Springer International Publishing, New York, 2006, s.61.

Ana Üretim planı yapıldıktan sonar MİP sistemi hangi bileşen öğelerinin programlanması gerektiğini belirlemek için ürün yapı dosyasını kullanır. Ürün yapı dosyası, üretilen her ürün için malzeme listesini içeren dosyadır. Malzeme listesinden kasıt ana bileşen ilişkileri ve montaj sırası dahil olmak üzere bir ürünü oluşturan tüm malzemelerin, parçaların ve montajların listesidir.

2.1.1.1 Kademe Kodlaması

Kademe kodlaması, birbirine bağlı ürün ve montaj parçalarının ilişkilendirilmesi amacıyla belirlenmiş seviyelerdir.

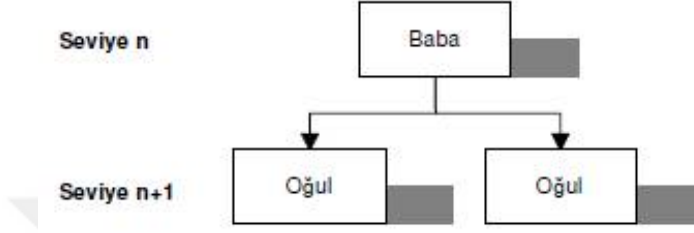
Şekil 25 : Kademe Kodlama Şeması



2.1.1.2 Baba-Oğul İlişkisi

Baba parçalar oğul parçaların bir araya getirilmiş halidir. Her bir oğul parça baba parçanın bir elemanıdır. Baba-oğul ilişkisini kolay anlamlandırabilmenin yolu doğru kodlamaktan geçer.

Şekil 26 : Baba-Oğul İlişkisi



Kaynak: Ebru Ural, **Malzeme İhtiyaç Planlama Sistemi ve Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama**, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Maliye Anabilim Dalı İşletme Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2005, s,99.

Bir ürün yapısı dosyasının oluşturulması önemli miktarda zaman alabilir. Doğru ürün ağacı verisini oluşturmak, etkili bir MİP sistemi için şarttır.

Malzeme listesi, bir ürünün üretilmek üzere tasarlanmasından ziyade gerçekte nasıl üretildiğini belirtmelidir. Gereksiz veya eski parça numaraları sistemden boşaltılmalıdır.

Alt montajlara ve doğrudan bitmiş ürünün montajına giren parçalar 1. seviye bileşenler, montaj parçalarına giren parçalar ve bileşenler seviye 2 olarak adlandırılır.⁷³

Malzeme ihtiyaç planını oluşturma aşamasında ürünün bu seviyelerde karşılanması için gereken her bir madde miktarının ve teslimat süresinin belirlenmesi gerekir.

Hayalet ürün ağacı, ürün ağaçlarında yer almasına rağmen üretim emirleri açılmayan ya da satın alma siparişi verilmeyen malzemelerin listesidir. MİP sisteminde hayalet ürünler için ihtiyaç planı yapılmaz.⁷⁴

⁷³ Benton, s.153.

⁷⁴ Russel ve Taylor, s.574.

2.2. MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMA SİSTEMİ

MIP sistemleri, hangi malzemenin ne zaman sipariş edileceğini belirlemek için dört bilgi parçası kullanır, bunlar:

- Her bir ürünün ne zaman üretilmesi gerektiğini açıklayan ana üretim programı.
- Her bir ürünü yapmak için gereken parçaları veya malzemeleri tam olarak listeleyen malzeme listesi.
- Üretim döngüsü süresinin her aşamasında üretim döngüsü süreleri ve malzeme ihtiyaçları.
- Tedarikçi teslimat süreleri.

MRP hesaplaması aşağıdaki algoritmaya dayanır:

- Ürün ağaçlarının patlatılmasıyla brüt ihtiyaçlar üzerinden tüm parçalar seviyelerine kadar tanımlanır.
- Stokların uygunluğu ve satınalma siparişlerinin ödenmemiş (planlanmış makbuzlar) dikkate alınarak net ihtiyaçları belirlenebilir.
- Parti büyüklükleri belirlenir.
- Güvenlik stoğu hesaplanır.
- Teslimat süresine bağlı olarak gerçek sipariş verme süresini belirlemek için net ihtiyaçlar kullanılır. Bu adıma genellikle "başlangıç zamanı ofseti" veya "zaman aşaması" adı verilir.

Bu adımlar tüm öğeler programlanana kadar ürün yapısının aşağı doğru hareket ettirilmesiyle tekrar tekrar gerçekleştirilir.

2.2.1. Ürün Ağaçlarının Patlatılması

Belirli bir zaman aralığı için ana üretim programı ile belirlenen üretim miktarlarının malzeme listeleri kullanılarak brüt ihtiyaçlarının ortaya konması işlemidir. Bir ürün ağacının en üst seviyesinden başlayarak tüm bileşenlere ait ihtiyaçlar hesaplanır.

Şekil 27 : Ana Üretim Planı

Üretim Planı													
2019	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
PROJE 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PROJE 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PROJE 3	15	25	15	15	10	15	25	15	10	10	15	10	180
PROJE 4	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	480
PROJE 5	20	45	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	265
PROJE 6	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	384

Şekil 28 : Brüt ihtiyaç

5002.0706.004 sqm tüketim														
2019	BOM	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
PROJE 1	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PROJE 2	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PROJE 3	6	90	150	90	90	60	90	150	90	60	60	90	60	1080
PROJE 4	90	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	43200
PROJE 5	2	40	90	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	530
PROJE 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam		3730	3840	3730	3730	3700	3730	3790	3730	3700	3700	3730	3700	44810

2.2.2. Stok Uygunluk Kontrolü

Ürün ağaçları patlatıldıktan sonra brüt ihtiyaçların ne kadarının işletme envanterinden karşılanacağı, ne kadarı için yeniden sipariş verilmesi gerekliliğinin belirlenme sürecidir.

Bu işlem yapılırken işletmede mevcut bulunan stoklar ve yolda olan tüm açık siparişler gözden geçirilir.

Brüt ihtiyaçlardan işletme envanterinin farkı kadar yeni sipariş açılması gerekmektedir. Sipariş açma sürecinde parti büyüklüklerinin ve yeniden sipariş noktasının belirlenmesi ve işletme için en az maliyetli yöntemin seçilmesi nakit akışının dengelemek adına önemli bir süreçtir.

Şekil 29 : Net ihtiyaç ve sipariş noktalarının belirlenmesi

5002.0706.004 sqm	Başlangıç Stoğu	Tüketim	Sipariş	Stok
2019	Ocak	3000	3730	5120
	Şubat	4390	3840	5120
	Mart	5670	3730	0
	Nisan	1940	3730	5120
	Mayıs	3330	3700	5120
	Haziran	4750	3730	0
	Temmuz	1020	3790	5120
	Ağustos	2350	3730	5120
	Eylül	3740	3700	0
	Ekim	40	3700	5100
	Kasım	1440	3730	5120
	Aralık	2830	3700	5100

2.2.3. Parti Büyüklüklerini Belirleme Yöntemleri

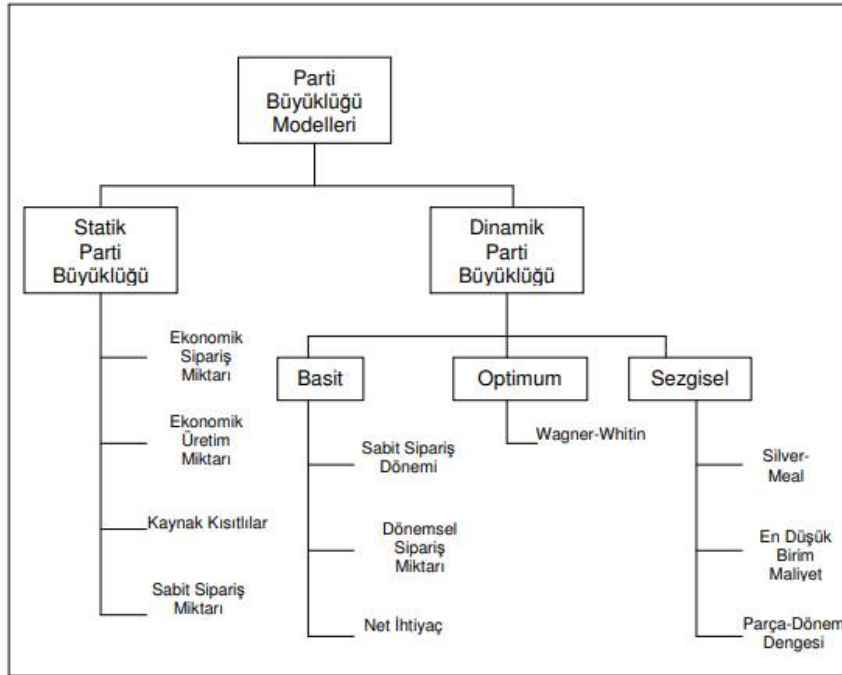
Sipariş miktarı seçimine yönelik modeller, genellikle parti büyüklüğü modelleri olarak adlandırılmaktadır. Bu modeller iki başlık altında toplanabilir:

- Statik Parti Büyüklüğü Modelleri
- Dinamik Parti Büyüklüğü Modelleri

Statik parti büyüklüğü modelleri; talebin planlama dönemi boyunca sabit olduğu durumlarda kullanılmaktadır. Bu modellerde siparişe ait miktar bir planlama dönemi için hesaplanır ve kullanılır.

Dinamik parti büyüklüğü modelleri; talebin deterministik olup, planlama dönemi boyunca değişiklik gösterdiği durumlarda kullanılmaktadır. Sipariş miktarı esnek bir yapıya sahiptir ve net ihtiyaç verilerindeki değişimlere paralel olarak değişebilmektedir.⁷⁵

Şekil 30 : Parti Büyüklüğü Modelleri



Kaynak: Oğuzhan Bulut, **Tam Zamanında Üretim Sistemlerinde Bileşke Parti Büyüklüğü Modeli**, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2006, s.22.

⁷⁵ Daniel Sipper ve Robert L Bulfin, **Production Planning, Control and Integration**, McGraw Hill Companies Inc., New York, 1997, ss. 205-261.

2.2.1.1.Kesikli Sipariş Miktarı Yöntemi

Lot for Lot (LFL) olarak adlandırılan yaklaşım uygulaması ve hayat geçirilmesi en en basit yaklaşımdır. Herhangi bir “t” anı için net ihtiyaçların belirlenmiş olması gereklidir. İhtiyacın olduğu dönem için yalnızca ihtiyaç miktarı kadar sipariş verilir. Yani başka bir deyişle her dönemin talebi ilgili dönem içinde karşılanır. Bir sonraki döneme bekleyen sipariş yoktur.

LFL yaklaşımı tam zamanlı üretim gerçekleştirerek elde tutma maliyetini minimize etmeyi amaçlar. Tam zamanlı üretimin gerçekleşmesi, akış sırasında ihtiyaç duyulan mamül ve malzemenin, üretim yerinde uygun miktarda olmasını sağlamaktadır.

Net ihtiyacın ortaya çıktığı her dönemde sipariş verilmesi gerektiği için, her bir siparişin yeni bir hazırlık maliyeti olacaktır. Hazırlık maliyetlerinin yüksek olduğu durumlarda toplam maliyeti oldukça yükseltecektir.

Bu yöntem stok bulundurma maliyetlerinin fazla, sipariş verme maliyetlerinin az olduğu durumlarda talebin sürekli olmadığı birimler için uygundur.

Şekil 31 : Kesikli Sipariş Miktarı

Dönem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Toplam
Net İhtiyaçlar	35	10		40		20	5	10	30	150
Verilen Siparişler	35	10		40		20	5	10	30	150

Kaynak: Nesime Acar, **Malzeme İhtiyaç Planlaması**, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 4.Baskı, No: 323, Ankara, 1997, s.67.

2.2.1.2.Sabit sipariş dönemi yöntemi

Sabit dönem siparişi miktarı, değiştirilmiş bir kesikli sipariş miktarı yöntemidir. Sezgisel olarak ilerleyen birkaç döneme ait net ihtiyaçların birlikte sipariş verilmesidir.

Şekil 32 : Sabit Sipariş Dönemi Yöntemi

Dönem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Toplam
Net İhtiyaçlar	35	10		40		20	5	10	30	150
Verilen Siparişler	45			40		25			40	150

Kaynak: Nesime Acar, **Malzeme İhtiyaç Planlaması**, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 4.Baskı, No: 323, Ankara, 1997, s.65.

2.2.1.3. Sabit sipariş miktarı yöntemi

Fixed Order Quantity (FOQ) olarak adlandırılan yöntem, MİP sisteminde üretimin veya satın alma maliyetlerinin en düşük olduğu veya standart bir ambalajlama nedeniyle miktar değişikliğinin yapılamadığı durumlarda kullanılan yöntemdir. Bu yöntem sipariş verme maliyetlerinin fazla olduğu birimlerin satın alınmasında kullanılabilir. Ortaya konulan sabitlenmiş sipariş miktarının, net ihtiyaçların tümünün karşılayacak şekilde dönemlere dağıtılmış halidir.

Net ihtiyaçları standart bir seviyede olmayan işletmeler için bu sistem yüksek stok taşıma maliyetleri gerektireceği bir gerçektir. Bu nedenle sabit sipariş miktarının dönemlere ait net ihtiyacı karşılamadığı durumlarda, parti büyüklüğünün sabit katları olacak şekilde satın alma siparişlerinin oluşturulması gerekmektedir.

Şekil 33 : Sabit Sipariş Miktarı Yöntemi

Dönem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Toplam
Net İhtiyaçlar	35	10		40		20	5	10	30	150
Verilen Siparişler	60			60					60	180

Kaynak: Nesime Acar, **Malzeme İhtiyaç Planlaması**, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 4.Baskı, No: 323, Ankara, 1997, s.65.

2.2.1.4. Ekonomik sipariş miktar yöntemi

Part hacimlendirme ve stok kontrol faaliyetleri bünyesinde kullanılan en köklü ve en yaygınlaşmış model Ekonomik Sipariş Miktarı (EOQ) modelidir. Öncelikle 1915’ te W. Harris tarafından ortaya konmuş olan bu model çağımızda referans

gösterilen birçok modelin temelini oluşturmaktadır. Uygulaması basit ve kolay olan bu teknik pek çok varsayımı da içinde barındırmaktadır.⁷⁶

Ekonomik sipariş miktarı, sipariş hazırlama maliyetleri, sipariş verme maliyetleri ve stok bulundurma maliyetlerinin dengelenmiş olduğu bir formülasyona dayanmaktadır.

Bu yöntem toplam maliyetin azaltılması açısından olumlu sonuçlar vermektedir. Öncelikli olarak ekonomik sipariş miktarı hesaplanır ve sipariş miktarı buna eşitlenir. Eğer ekonomik sipariş miktarı dönem talebini karşılamaya yetmiyorsa, talebin tamamı karşılanana kadar sipariş miktarı katlanarak artırılır.

Yönteme ait notasyonlar:

D = Yıllık ortalama talep

Q = Sipariş miktarı

C_x = Satınalma maliyeti

C_y = Sipariş verme maliyeti

C_z = Stok bulundurma maliyeti

R = Yeniden sipariş verme noktası

L = Tedarik süresi

- Toplam stok maliyeti = Birim stok maliyeti x Ortalama stok miktarı

$$\text{Toplam Stok Maliyeti} = C_z \cdot \frac{Q}{2}$$

- Toplam sipariş maliyeti = Yıllık sipariş sayısı x Birim sipariş maliyeti

$$\text{Toplam Sipariş Maliyeti} = C_y \cdot \frac{D}{Q}$$

- Toplam maliyet = Satınalma maliyeti + Toplam sipariş maliyeti + Toplam stok maliyeti

$$\text{Toplam Maliyet} = C_x \cdot D + C_y \cdot \frac{D}{Q} + C_z \cdot \frac{Q}{2}$$

- Ekonomik sipariş miktarı

⁷⁶ Ufuk Kantarcı, **Kaotik Talep Verisi ve Konsinye Stok Durumunda Parti Büyüklüğü Belirleme**, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, 2018, s.26.

$$\text{Ekonomik sipariş miktarı} = \sqrt{\frac{2 \cdot C_x \cdot D}{C_z}}$$

- ESM cinsinden Toplam Maliyet

$$\text{Toplam Maliyet} = D \cdot C_x + C_z \cdot \text{EOQ}$$

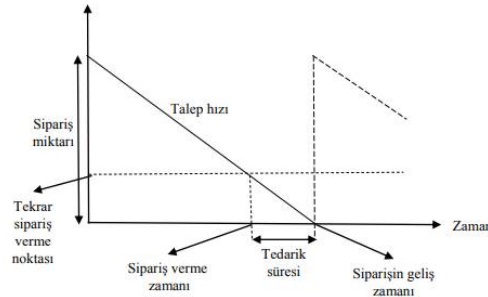
- Tedarik süresi ay olarak bildirilmişse yeniden sipariş vermen noktası ;

$$R = \frac{D \cdot L}{12}$$

- Tedarik süresi hafta olarak bildirilmişse yeniden sipariş vermen noktası;

$$R = \frac{D \cdot L}{52}$$

Şekil 34 : Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli (Stevenson, 1993)



Kaynak: Ufuk Kantarcı, **Kaotik Talep Verisi ve Konsinye Stok Durumunda Parti Büyüklüğü Belirleme**, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, 2018, s.26.

Şekilde görülmekte olduğu şekilde Ekonomik sipariş miktarı yönteminde siparişler partiler halinde ve bir kerede teslim alınmaktadır. İlerleyen dönemlerde bu stoklar sabit bir talep hızı ile azalarak devam etmektedir. İşletmeler stoklar tükenmeden yeniden sipariş verme noktasında tekrar sipariş vererek ve bu miktarlar işletmeye ulaşana kadar kendi stoklarından tüketim yapmaktadır. Yeniden sipariş noktası, işletme bünyesinde bulunan stokların biteceği zamandan itibaren tedarik süresini kapsayacak yeterlilikte olmalıdır.⁷⁷

⁷⁷ Ufuk Kantarcı, s.27.

2.2.1.5. Dönem sipariş miktarı yöntemi

Dönem siparişi miktarı, değiştirilmiş bir ESM'ye göre sabit bir periyodun gereksinimine dönüşen bir hesaplama değildir. Net gereksinimlerin tek tip ve sürekli olmayacağı gerçeğine göre ayarlanmaktadır.

Yıllık toplam talep miktarı ekonomik sipariş verme miktarına bölünerek yılda kaç adet sipariş verilmesi gerektiği hesaplanır.

Yöntemin notasyonu:

$$DSM = \frac{T}{ESM}$$

DSM = Dönem Sipariş Miktarı

T = Yıllık Toplam Talep

ESM = Ekonomik Sipariş Miktarı

2.2.1.6. Wagner Whitin algoritması (WW)

Planlama dönemine ait her bir dönemin net ihtiyaçlarını karşılayabilmek adına tüm alternatiflerin değerlendirildiği temel dinamik programlama modeline dayanan bir optimizasyon yöntemidir.

Bu yöntem sipariş verme ve stok tutma maliyetlerinin minimizasyonu üzerine çalışır. Bu algoritmanın varsayımları ise aşağıdaki gibidir:

- Talep miktarları ve sipariş maliyetleri planlama dönemlerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.
- Bekleyen siparişlere imkan sağlanmamaktadır
- Dönem başlangıç ve bitiş stokları miktarsal olarak sıfır varsayılmaktadır.

Bir planlama dönemine ait üretim yapma kararı yalnızca başlangıç stoğu sıfırken geçerlidir. Başlangıç stoğunun sıfır olduğu “t” anında üretim planı talebe eşittir. Dönem başlangıç stoğu sıfırdan büyükse, mevcut stok miktarı başlangıç dönemine ait olan talepten çıkartılarak üretim miktarı belirlenir. Stok talepten büyükse

üretim hiç planlanmaz. Burada amaç planlama dönemi boyunca sipariş verme ve stok tutma maliyetlerini minimize etmektir.

Yönetimin Notasyonu:⁷⁸

t = Dönem

x = Dönem başı stoğu

y = Dönem stoğu

h = Dönem sonu stoğu

d = Talep

C = Satınalma maliyeti

C₀ = Birim satınalma maliyeti

δ = Sipariş miktarı

KC = Sipariş verme maliyeti

HC = Stok tutma maliyet

TC =Toplam maliyet

- Eğer dönem sonu stoğu dönem başı stoğundan büyükse sipariş verme maliyeti K'dır.

$$\delta_t = \begin{cases} 1, & y_t > x_t, \\ 0 & \end{cases}$$

- Satınalma maliyeti birim satınalma maliyetinin sipariş miktarına çarpımı ile bulunur.Sipariş miktarı dönem başı stoğu ile dönem sonu stoğunun farkıdır.

$$\delta_t = y_t - x_t$$

$$C = C_0 \cdot \delta_t = C_0 \cdot (y_t - x_t)$$

- t süresi sonunda kalan stok dönem stoğu ve dönem sonu stoğunun farkıdır.

$$h = y_t - d_t \text{ dir.}$$

⁷⁸ John A. Muckstadt ve Amar Sapra, **Principles of Inventory Management**, Springer Publishing, New York, 2010, s.86.

- t döneminde toplam maliyet, sipariş verme maliyeti , toplam satınalma maliyeti ve stok tutma maliyetinin toplamıdır.

$$TC = KC \cdot \delta t + C \cdot (y_t - x_t) + HC \cdot (y_t - dt).$$

- Kümülatif maliyet;

$$\sum_{t=1}^T KC \cdot \delta t + C \cdot (y_t - x_t) + HC \cdot (y_t - dt)$$

- Sipariş miktarı negatif olamayacağından, herhangi bir süre içinde bakiye kalmadığından emin olmak için, y_t , x_t değerinden büyük veya ona eşit olmalıdır.

$$y_t \geq dt$$

- Dönemin başlangıcındaki envanterin x_1 olduğu göz önüne alındığında dönem için en uygun maliyet $Z_1(x_1)$ olsun. $x_{t+1} = y_t - dt$ iken dinamik lot büyüklüğü probleminin tam formülasyonu aşağıdaki gibidir:

$$Z_1(x_1) = \min \sum_{t=1}^T KC \cdot \delta t + C \cdot (y_t - x_t) + HC \cdot (y_t - dt)$$

x_{t+1} dışındaki sağ taraftaki tüm terimlerin sabit ve dolayısıyla karar değişkenlerinden bağımsız olduğunu durumlarda x_{t+1} dönemin sonunda kalan envanterdir. Bu envanter unutulmuş ve boşa harcanmıştır. Bu nedenle, herhangi bir optimal politikada x_{t+1} sıfıra eşit olmalıdır. Bu, dönemin kümülatif sipariş miktarının karar değişkenlerinden bağımsız olduğu anlamına gelir. Dönemin toplam satın alma maliyeti, bu kümülatif sipariş miktarının ürününe ve sabit bir C değerine eşit olduğu için, sipariş verme değişkeninin maliyeti de karar değişkenlerinden bağımsızdır.⁷⁹

$$Z_1(x_1) = \min \sum_{t=1}^T KC \cdot \delta t + HC \cdot (y_t - dt)$$

⁷⁹ Muckstadt ve Sapra, s.88.

Wagner-Whitin yöntemi tek seviye için en uygun sonucu vermesine rağmen hesaplaması oldukça zor ve gerçek hayattaki değişken sayısı ile kısıt sayısı dikkate alındığında neredeyse imkansızdır.

2.2.1.7. Silver-Meal Yöntemi

Silver - Meal yöntemi, dönemin ortalama maliyetini mevcut siparişin yayıldığı sonraki dönemlerin bir fonksiyonu olarak hesaplamaya dayalı bir yöntemdir. Yönetim kullanmasındaki amaç zaman değişkenliklerini sonucunda ortaya çıkan karmaşıklığı çözecek biçimde basit yaklaşımlarla sonuca ulaşılmasıdır. Bu algoritmaya ait varsayımları aşağıdaki şekildedir.

- Talep miktarları ve sipariş maliyetleri maliyetleri planlama dönemlerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.
- Tedarik süresi sabittir.
- Bekleyen siparişlere izin verilmez.

Sezgisel bir yöntem olan Silver-Meal yönetiminde çözüm farklı şekillerde gerçekleştirilebilmektedir. Yöntemlerden birincisi siparişlerin dönem başında, ikincisi siparişlerin dönem aralarında verilmesidir.

Yöntemin Notasyonu :

KC = Sipariş verme maliyeti

HC = Stok tutma maliyet

TC = Toplam maliyet

R = Dönemlik ihtiyaç miktarı

$$TC_1 = KC$$

$$TC_2 = \frac{KC + HC.R_2}{2}$$

$$TC_3 = \frac{KC + HC.R_2 + 2HC.R_3}{3}$$

$$TC_k = \frac{KC + HC.R_2 + 2HC.R_3 + (k-1).HC.R_k}{k}$$

2.2.1.8.En Az Birim Maliyet Yöntemi

Least Unit Cost (LUC) olarak adlandırılan en düşük birim maliyetleri yöntemi, birim başına sipariş verme ve elde bulundurma maliyetlerinin toplamından oluşan birim maliyeti minimum etmeye çalışır. ⁸⁰

LUC’de, Silver – Meal yönteminden farklı olarak maliyetler ilgili dönemler yerine o dönemler boyunca gerekli olan tüm talebin toplam miktarına bölünür.

➤ Yöntemin Notasyonu :

KC = Sipariş verme maliyeti

HC = Stok tutma maliyet

TC = Toplam maliyet

R = Dönemlik ihtiyaç miktarı

$$TC_1 = KC$$

$$TC_2 = \frac{KC + HC.R_2}{R_1 + R_2}$$

$$TC_3 = \frac{KC + HC.R_2 + 2HC.R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$TC_k = \frac{KC + HC.R_2 + 2HC.R_3 + (k-1).HC.R_k}{R_1 + R_2 + R_3 + \dots R_k}$$

⁸⁰ Kantarcı, s.29.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA

3.1. İŞLETMENİN TANITIMI

Bu bölümde, bundan önceki bölümlerde bahsedilen teorik özet üzerinden Türkiye’de teknik tekstil üretimi ile kompozit sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede hayata geçirilen MİP uygulaması yer almaktadır.

İşletme 1978 yılında kurulmuş, 1979 -1989 yılları arasında kaplama alanına yatırımlar yapılmıştır. 1989-1993 yılları arasında ülkedeki ilk delikli kemer telası, ilk pasta nokta kaplamalı tela üretilmiş, ülkedeki ilk atkı takviyeli örgü telasının imalatı gerçekleştirilmiştir. 1993-2002 yılları arasında ipli dokuma tela üretimine başlanmış, çözü ve atkı yönünde takviye içeren ilk iplik kağıt telası üretilmiştir.

2003 yılında kompozit sektöründe hizmet vermekte olan yeni işletme biriminin ilk multiaxial makinesi için yatırım yapılmış ve marka yaratılmıştır. Markanın başlıca ürünleri; cam dokuma, karbon dokuma, çok eksenli örgü kumaş ve vakum sarf malzemeleri şeklindedir.

İşletmeye ait tüm üretim hatlarında sadece müşteriler tarafından proje bazlı onaylanmış olan hammaddeler kullanılmakta ve bütün üretim süreçleri ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi Standartlarının getirmiş olduğu yükümlülükler doğrultusunda gerçekleştirilmektedir.

Firmanın İstanbul ve Manisa’da bulunan toplam 41,000 Macaristan’da bulunan 17.000 metrekairelik (buna ilave 225.000 metrekairelik açık alana sahip) ve son olarak ABD’de North Caroline’daki 12.727 metrekairelik (buna ilave 112.000 metrekairelik açık alana sahip) gelişmiş ve modern tesislerinde ürün portfolyosunun tamamlanması için, aynı zamanda kapsamlı distribütörlük, danışmanlık hizmetleri ve teknik eğitimler sunulmaktadır.

3.2. ÇALIŞMANIN KONUSU VE KAPSAMI

Bu çalışmada teknik tekstil üretimi yapan bir kompozit firmasında MİP sisteminin kurulması ve uygulanması örneği incelenmiştir.

İşletme bünyesinde hizmet verilen her müşteriye ait projenin onaylı tedarikçileri bulunmakta ve üretim sadece bu tedarikçilerden yapılmak zorundadır. Bu nedenle dünyanın çoğu yerinde ana hammaddelerin bulunabilir olması önemini yitirmektedir.

Onaylı tedarikçilerin işletmeye olan fiziki uzaklığı, nakliye şekillerinden kaynaklanan gecikmeler, teslim şekillerinin sağlamış olduğu avantajlar/dezavantajlar, hatalı ürün gönderimleri vb. durumlar incelenmiş, tüm bu verilerden elde edilen sonuçlar neticesinde işletmede pilot bir bölüm seçilmiş ve ilgili bölüm ürünlerine ait malzeme ihtiyaç planlama çalışmalarına başlanmıştır.

Brüt ihtiyaçlar oluşturulmuş olan ana üretim programından tetiklenmiş ve işletme envanteri dikkate alınarak net ihtiyaçlar belirlenmiştir. Onaylı tedarikçilerden gelmiş olan temin süresi bilgisine istinaden MİP sistemi tasarlanmış ve Ekonomik Sipariş yöntemi kullanılarak parti büyüklükleri belirlenmiştir.

2019 yılı için kesinleşmiş müşteri siparişleri ve talep tahminlerine bağlı olarak belirlenmiş olan üretim planı neticesinde satınalma bütçesi oluşturulmuş, ilk 6 aylık gerçekleştirmeler ile bütçe çalışması karşılaştırılmıştır.

3.3. İŞLETMENİN PLANLAMA SİSTEMİ

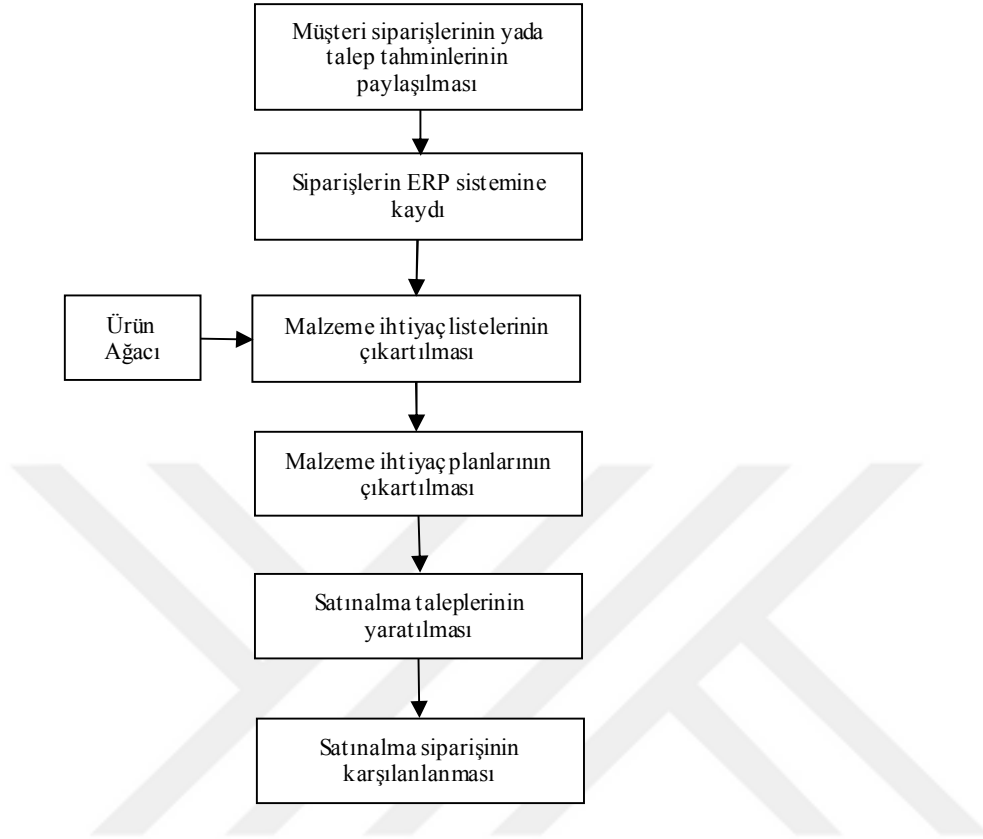
Bu çalışmanın başlamasından önce işletmede tecrübeye dayalı belirlenmiş kuralların olduğu bir planlama sistemi kullanılmaktaydı.

Genel anlamıyla işletmede planlama yapan tüm fabrikalar Telateks Tedarik Zinciri departmanı tarafından yönetilmektedir. İşletme mevcut satış siparişi, geçmiş satış verileri, tüm malzemelerin gerçek stok miktarı, açık üretim siparişleri gereklilikleri doğrultusunda üretim planlamasını yapar.

Planlama sadece mamullerin ve hammaddelerin üretimi için yapılır. Mamulleri planlarken, yarı mamulün üretim süresi, mamullerin üretim süresine eklenir.

Farklı zamanlarda oluşan hammadde ihtiyaçları için en yaygın zaman dilimi birleştirilerek belirlenir ve sağlanır. Planlama, üretim için excel kullanılarak yönetilir.

Şekil 35 : Mevcut durum malzeme ihtiyaç planlama süreci



Departmanlar ve planlama yöntemleri aşağıda açıklanmıştır.

➤ Bölüm 1 Üretim Planlama

Müşteri sipariş ve satış tahmini verilerinin üretimden ve mühendislikten gelen teknik yeterliliğe uygun şekilde kapasite planlanması yapılmaktadır. 1 aylık bitmiş ürün stoklanması kabul edilmiş, tüm çalışmalar bu yönde ilerletilmiştir.

Planlar Haftalık olarak makine bazlı yapılır, malzeme talepleri günlük olarak planlama tarafından yapılmaktadır.

➤ Bölüm 1 Hammadde Planlama

3 ana hammadde bulunmaktadır. Bu hammaddeler kendi içlerinde yoğunluk, kalınlık, ebat değişiklikleri ile şekillenmektedir.

Balsa için 9-12 Hafta, PET ve PVC için 6-8 hafta temin süreleri uyarınca malzeme talepleri oluşturulur. 1 aylık hammadde stoklanması kabul edilmiş, tüm çalışmalar bu yönde ilerletilmiştir.

➤ Bölüm 2 Üretim Planlama

Üretim planlama tarafından ilgili projenin günlük/haftalık ihtiyaca göre yapılmaktadır.

➤ Bölüm 2 Hammadde Planlama

1 ana hammadde bulunmaktadır. Bu hammadde kendi içinde iplik çeşidine ve belli kriterlere göre şekillenmektedir.

Cam ipi için 6-8 temin süreleri uyarınca malzeme talepleri oluşturulur. 1 aylık hammadde stoklanması kabul edilmiş, tüm çalışmalar bu yönde ilerletilmiştir.

➤ Bölüm 3 Üretim Planlama

Talepler farklı zamanlarda periyodik olmayan şekilde satış tarafından paylaşılır ve siparişler Üretim Programı (ÜP) üzerinden uygun makinelerde üretim planına dahil edilir.

➤ Bölüm 3 Hammadde Planlama

Cam iplik için onaylı tedarikçi, onaylı fabrika, onaylı makine bilgilerine göre temin süresi değişse de Türkiye’den alınan ipliklerde temin süresi 1-2 hafta iken, Amerika –Çin vb ülkeler için 9-12 hafta temin süreleri uyarınca malzeme talepleri oluşturulur. 1 aylık hammadde stoklanması kabul edilmiş, tüm çalışmalar bu yönde ilerletilmiştir.

Cam iplik için hammadde planlama aylık periyotlarda ÜP verilerine uygun olarak yapılır, haftalık olarak ÜP üzerinden kontrol edilir ilave ihtiyaçlar belirlenir.

Ana üretim programı ve MİP aynı excel dosyası üzerinden yürütülmekte ve talepteki ani değişimler nedeniyle yönetimi giderek zorlaşmaktadır.

- EK1 ve EK3’te çalışma durumları, makine sayıları ve opsiyonlu vardiya sistemleri bulunmaktadır.
- EK 2 ve EK 4’te üretim kapasitesi ve talebin grafik yöntemi ile karşılaştırılması bulunmaktadır, yeni makine yatırımlarının ve olası çalışma düzeni değişikliklerinin kademeli olarak plana etkisi görülmektedir.

Şekil 36: 2019 Yılı Üretim Planı

Üretim Planı													
Kanat	Birim	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1	Adet	7	12	5	10	25	10	20	10	20	10	10	10
2	Adet	12	7	10	5	20	15	15	15	15	10	15	10
3	Adet	9	9	9	10	15	10	10	10	10	15	10	5
4	Adet	8	8	2	5	10	10	20	20	0	20	10	5
5	Adet	12	12	10	10	16	16	16	16	16	16	16	16
6	Adet	12	12	15	15	17	22	10	2	15	27	25	31
7	Adet	4	4	4	4	7	7	7	9	9	9	9	9
8	Adet	4	4	4	4	7	7	7	9	9	9	9	9
9	Adet	4	4	5	5	5	5	6	6	6	9	9	9

Şekil 37 : 2019 Yılı Müşteri Talebi

Talep													
Kanat	Birim	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1	Adet	5	10	5	10	20	5	10	5	15	20	40	20
2	Adet	10	5	10	5	15	10	10	10	10	5	10	5
3	Adet	7	7	7	7	15	10	10	10	10	15	10	5
4	Adet	5	5	5	5	10	10	20	20	0	20	10	10
5	Adet	10	10	10	10	16	16	16	16	16	16	16	16
6	Adet	12	12	12	12	17	22	10	12	15	27	25	31
7	Adet	3	3	3	3	7	7	7	9	9	9	9	9
8	Adet	3	3	3	3	7	7	7	9	9	9	9	9
9	Adet	3	3	3	3	5	5	6	6	6	9	9	9

Şekil 38: Üretim Planı Üretim Süresi

Üretim Planı Süreler (sa)														
Kanat	Üretim Süresi (sa)	Verim	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1	5,6	68%	65,9	112,9	47,0	94,1	235,2	94,1	188,2	94,1	188,2	94,1	94,1	94,1
2	10,8	75%	226,8	132,3	189,0	94,5	378,0	283,5	283,5	283,5	283,5	189,0	283,5	189,0
3	17,4	75%	274,1	274,1	274,1	304,5	456,8	304,5	304,5	304,5	304,5	456,8	304,5	152,3
4	14	75%	196,0	196,0	49,0	122,5	245,0	245,0	490,0	490,0	0,0	490,0	245,0	122,5
5	12,5	80%	270,0	270,0	225,0	225,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0
6	26,5	80%	572,4	572,4	715,5	715,5	810,9	1049,4	477,0	95,4	715,5	1287,9	1192,5	1478,7
7	60,5	80%	435,6	435,6	435,6	435,6	762,3	762,3	762,3	980,1	980,1	980,1	980,1	980,1
8	5	75%	35,0	35,0	35,0	35,0	61,3	61,3	61,3	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8
9	50	75%	350,0	350,0	437,5	437,5	437,5	437,5	525,0	525,0	525,0	787,5	787,5	787,5

Şekil 39: Müşteri Talebi Üretim Süresi

Müşteri Talebi Süreler (sa)														
Kanat	Üretim Süresi (sa)	Verim	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1	5,6	68%	47,0	94,1	47,0	94,1	188,2	47,0	94,1	47,0	141,1	188,2	376,3	188,2
2	10,8	75%	189,0	94,5	189,0	94,5	283,5	189,0	189,0	189,0	189,0	94,5	189,0	94,5
3	17,4	75%	213,2	213,2	213,2	213,2	456,8	304,5	304,5	304,5	304,5	456,8	304,5	152,3
4	14	75%	122,5	122,5	122,5	122,5	245,0	245,0	490,0	490,0	0,0	490,0	245,0	245,0
5	12,5	80%	225,0	225,0	225,0	225,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0
6	26,5	80%	572,4	572,4	572,4	572,4	810,9	1049,4	477,0	572,4	715,5	1287,9	1192,5	1478,7
7	60,5	80%	326,7	326,7	326,7	326,7	762,3	762,3	762,3	980,1	980,1	980,1	980,1	980,1
8	5	75%	26,3	26,3	26,3	26,3	61,3	61,3	61,3	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8
9	50	75%	262,5	262,5	262,5	262,5	437,5	437,5	525,0	525,0	525,0	787,5	787,5	787,5

Yıllık bazda fiyat anlaşmaları nihai kanat üreticileri ile hammadde tedarikçileri arasında yapıldığından tüm proje boyunca nihai üretici tarafından belirlenmiş, fiyat avantajına sahip tedarikçi ile çalışılmaktadır. Ortak kullanılan hammadde türleri

olmadığından her müşteri için ayrı bir MİP excel dosyası tutulmakta ve 1 aylık bitmiş ürün ve 1 aylık hammadde stoklanacak şekilde plan yapılmaktadır.

Son dönemlerde enerji piyasasındaki ani dalgalanmalar ve sürekli proje değişimleri nedeniyle 1 aylık bitmiş ürün ve 1 aylık hammadde stoklama politikası şirketi finansal açıdan zora sokmaya başlamıştır. Daha önce de bahsedildiği üzere ortak kullanılan hammadde türleri olmadığından ani proje sonlanmaları nedeniyle elde kalan atıl stoklar işletmenin nakit akışında ciddi problemler yaratmakta, hammaddeler elden çıkartılana kadar uzun süren stok bulundurma maliyetlerine katlanılmak durumunda kalınmaktadır.

3.4. MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMA SİSTEMİNİN KURULMASI

Bir önceki bölümde söz edilen nedenler sonucunda işletmede yeni bir malzeme planlama politikası geliştirilmeye karar verilmiş, güvenlik stoğu hesaplamaları, parti büyüklüğü belirleme ve lojistik optimizasyonları gibi bir takım çalışmalar başlatılmıştır.

Aynı zamanda gelişmiş bir üretim planlama programı üzerinde de çalışmalara başlanmıştır. Şuan Excel formatı hazırlanmış olup ilerleyen dönemlerde tüm işlemlerin C# programlama dili ile arka plana alınması planlanmaktadır.

Üretim Planı (PP- Production Plan), İhtiyaç Planı (RP-Requirement Plan) ve Malzeme Planı (MP-Material Plan) olmak üzere 3 farklı Excel dosyasından oluşan bu tasarım ile tüm üretim ve tedarik zinciri faaliyetleri takip edilmektedir.

Program ana verileri ERP'den alacak ve planlanan işlenmiş verileri entegrasyonla ERP'ye iletecektir. Bu nedenle, ilgili program ve ERP arasında tam entegrasyon olması için web servis tasarlanması planlanmaktadır.

ERP mevcut ve geçmiş satış siparişlerini, mamul ve hammadde stoklarını, açık üretim siparişlerini, malzeme ana verisini, yönlendirme detaylarını, iş merkez detaylarını, üretim versiyonlarını, ön talepleri, açık satınalma siparişlerini, tedarikçi detaylarını vb. tüm detayları üretim planlama programına aktaracaktır. Aynı şekilde programın ise 6 Aylık ihtiyaç planlamasını ve yeni satınalma taleplerini ERP'ye aktarması planlanmaktadır.

Malzeme ihtiyaç planlama sistemi girdileri;

- Satış ve pazarlama departmanından planlama departmanına ana üretim programına dahil edilemsi için iletilen satış siparişler ya da talep tahminleri

Malzeme ihtiyaç planlama sistemi çıktıları;

- İhtiyaçların miktarının ve talep zamanlarının belirlenmesi
- Satınalma taleplerinin ve siparişlerinin oluşturulması

Tedarik zinciri grup yönetimi bünyesinde planlama departmanın malzeme ihtiyaç planlaması için görev ve sorumluluklar aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

- Kesin siparişler, talep tahminleri göz önünde bulundurularak işletmenin üretim planlarını oluşturarak ve hammadde ihtiyaçlarını belirlemek,
- Belirlenmiş optimum envanter seviyelerinin takibini yapmak ve yönetmek,
- Fabrika ve makina bazlı haftalık, günlük üretim planlarını hazırlamak ve üretim bölümüne iletilmesini sağlamak,
- Üretim planına, stok seviyesine ve değişen durumlara göre malzeme ihtiyaçlarının tespitini yapmak,

Bu bağlamda yapılan sistem kurulum çalışmaları aşağıda açıklandığı gibidir.

3.4.1. Ana Veri Oluşturulması

3.4.1.1. Ürün Kodlarının Standartlaştırılması

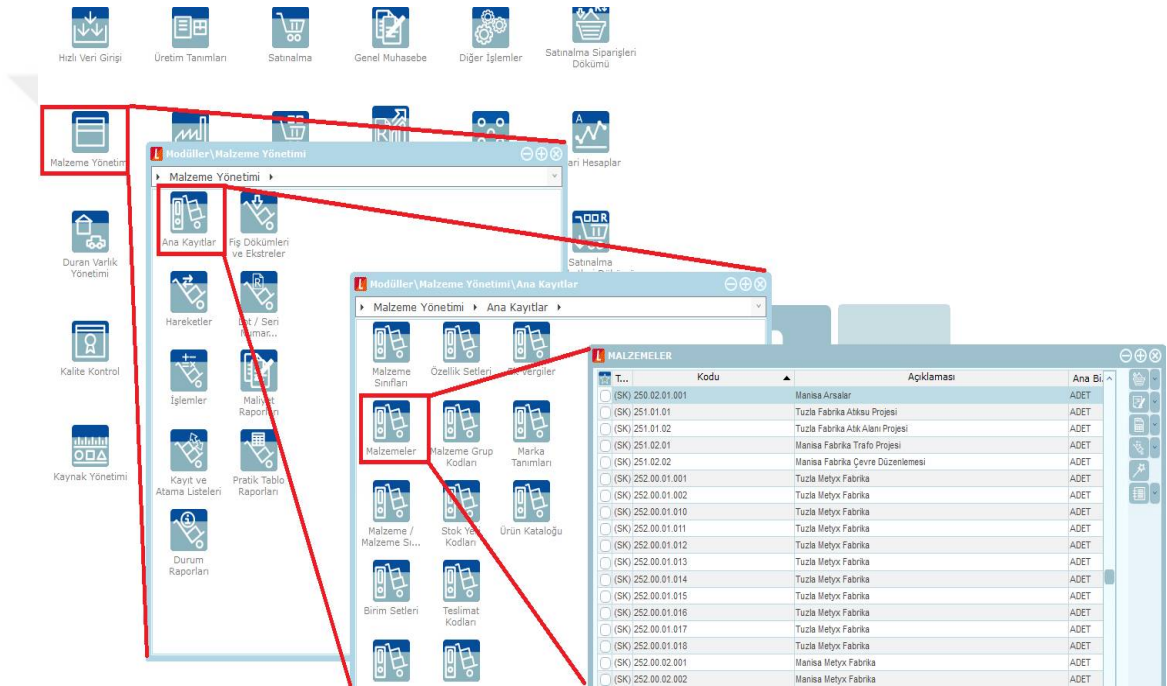
İlk olarak sağlıklı maliyetlendirme çalışmaları ve ürün takibi amacıyla mamül ve yarı mamül ürün kodlarında standartlaştırma çalışmaları başlatılmıştır. ERP’de malzeme listesi erişimi Şekil 42’deki gibi gerçekleştirilmektedir. Ana veri düzenlenmiş ve kayıt altına alınmıştır.

- Bölüm 1 ve Bölüm 2 ürün grubu (mamül) kodu 55xy.abcd. efg şeklinde tanımlanmıştır. Ürün grubu kodlarında müşteri, proje, hammadde tedarikçisi, hammadde tipi bazında tanımlamalar yapılmıştır.

55xy.abcd. efg

- x: Müşteri
- y: Proje
- a: Tedarikçi
- b: Hammadde Türü
- cd: Boş
- efg: Nümerik sıralama

Şekil 40 : Malzeme Listesi Erişim Kaynağı



- Bölüm 1 ve Bölüm 2 için ürün (yarım mamül) kodu 56xy.abcd. efg şeklinde tanımlanmıştır. Ürün kodlarında müşteri, proje, hammadde tedarikçisi, hammadde tipi, kalınlık bazında tanımlamalar yapılmıştır.

56xy.abcd. efg

- x: Müşteri
- y: Proje
- a: Tedarikçi
- b: Hammadde Türü

- cd: Hammadde kalınlığı
 - efg: Nümerik sıralama
- Bölüm 3 ürün grubu kodu (mamül) 5200.xxx. yyy şeklinde tanımlanmıştır.

5200.xxx. yyy

- xxx – Kumaş tipi
- yyy: Nümerik sıralama

- Bölüm 3 ürün kodu (yarım mamül) 5100.xxx. yyy şeklinde tanımlanmıştır.

5100.xxx. yyy

- xxx – Kumaş tipi
- yyy: Nümerik sıralama

Şekil 41 : Malzeme Kartı ERP görüntüsü

The screenshot shows the 'Malzeme (Mamul) - 5525.1100.001 (Değer döneminde hareket görünür)' form. The form is divided into several sections:

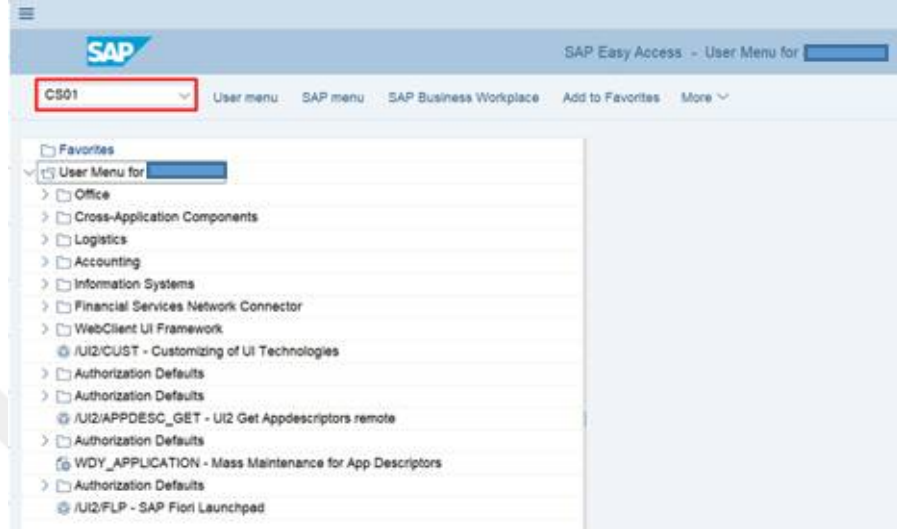
- Genel Bilgiler:** Includes fields for 'Kodu' (5525.1100.001), 'Açıklaması', 'Açıklama 2', 'Açıklama 3', 'Safınama Açıklaması', 'Stok İngilizce Açıklaması', 'TÜP', 'Yetki Kodu', 'Grup Kodu', 'Üretici Kodu', 'KDV Oranı (%)', 'Satınalma', 'Satış', 'İade', 'GTİP Kodu', 'İhracat Kategorisi No.', 'Marka Kodu', 'Tevkifat Uygulanıyor', 'Tevkifat Kodu', 'GİOC', 'Üretim Yeri', and 'Üretim Giriş Seviyesi'.
- E-Mağaza:** Includes fields for 'Kategori-1 FG', 'Kategori-2 KTF FG', 'Özel Kod', 'Kategori-3 CORE KTF', 'Ödeme Şekli', 'Raf Ömrü', 'Statüsü', and 'Ek Vergi Kodu'.
- Safınama/Satış Özellikleri:** Includes fields for 'Erişim Bilgileri', 'E-İş Ortamında Erişilebilir', 'E-Mağazada Erişilebilir', 'Satış Noktalarında Erişilebilir', 'Kullanım Yeri', 'Malzeme Yönetimi', 'Satınalma', 'Satış ve Dağıtım', 'Stok Yeri Takibi Yapılacak', 'Paket', 'Varyantlı', 'Araç', 'Özel Matrah Uygulanıyor', 'Satış Tevkifat Oranı', 'Satınalma Tevkifat Oranı', 'Çoklu Ek Vergi', 'Dağıtım Puanı', 'Ort. Stokta Kalma Süresi', and 'Proje Kodu'.

3.4.1.2. Ürün Ağaçlarının Oluşturulması

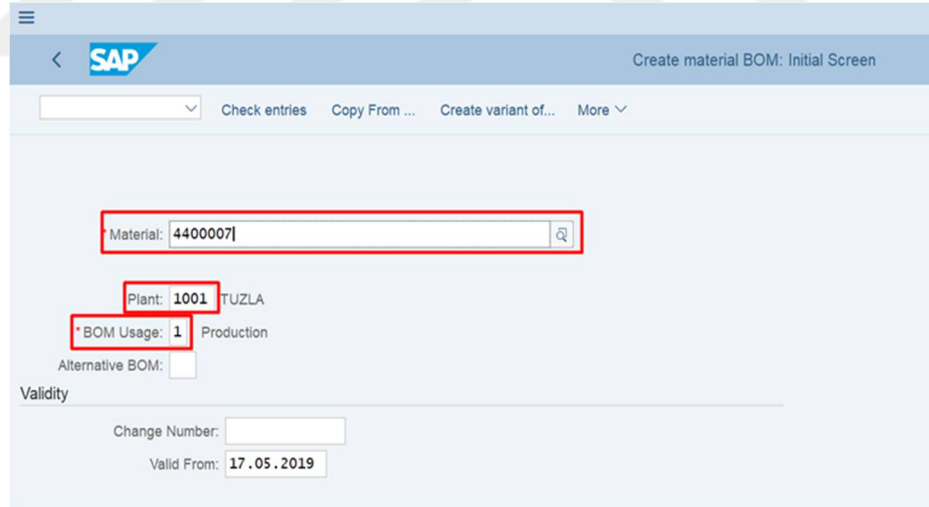
Ürün ağacı, bir ürünü veya montajı oluşturan bileşenlerin resmi olarak yapılandırılmış bir listesidir. Liste, her bir bileşenin nesne numarasını, miktar ve ölçü birimini içerir. Bir bileşen bir hammadde veya bir düzeneği temsil eden yarı mamül olabilir.

Ana veri dosyasında tüm ürünlere ait hammadde, sarf malzemeleri ve ambalaj malzemelerinin bağlanmış olduğu ürün ağaçları oluşturulmuş, aşağıdaki talimatlara uygun olarak ERP üzerinde güncellenmiştir.

Şekil 42 : Adım 2: Ürün ağacı yaratma seçimi CS0



Şekil 43 : Adım 3 – Ürün ağacı yaratma



Tablo 2 : Ürün ağacı yaratma talimatı

Adım #	Adım İsmi	Talimat
1	Giriş	Üretim Mühendisi olarak - Kesikli Üretim modülüne giriş yap
2	Erişim sağlama	Ürün ağacı yarat ögesini seç (T kodu: CS01)
3	Ürün ağacı yaratma	Aşağıdaki verileri gir ve Enter tuşuna bas. Malzeme: 4400007 Fabrika: 1001 Malzeme listesi kullanımı: 1 (yalnızca üretim için) / 2 (mühendislik için)
4	Bileşen ekleme	Aşağıdaki verileri gir Ürün Kategorisi: Stok kalemi için "L" Bileşen: 3000013 Miktar: 1
5	Başlık kontrolü	Başlık bölümünde verileri kontrol edebilir ve gerekirse değiştirebilirsin
6	Kaydet	Girişleri kaydet.

Şekil 44 : Adım 4: Bileşen ekleme

The screenshot shows the 'Create material BOM: General Item Overview' window in SAP. The 'Header' tab is selected. The material is 4400007, plant is 1001 TUZLA, and alternative BOM is 2. The 'Material' tab is active, showing a table with columns: Item, Component, Component description, Quantity, U., A., Sls, Valid From, Valid to, Change No., P., SortStng, Item#. The first row is highlighted with a red box, showing Item 0030, Component 3000013, and Quantity 1. The 'Entry: 1 / 1' is displayed at the bottom.

Item	Component	Component description	Quantity	U.	A.	Sls	Valid From	Valid to	Change No.	P.	SortStng	Item#
0030	3000013		1	PC			17.05.2019	31.12.9999				

Şekil 45 : Adım 5: Kontrol

This screenshot is identical to the previous one, showing the 'Create material BOM: General Item Overview' window. The 'Header' tab is selected, and the 'Material' tab is active. The table shows the component 3000013 with a quantity of 1. The 'Entry: 1 / 1' is displayed at the bottom.

Item	Component	Component description	Quantity	U.	A.	Sls	Valid From	Valid to	Change No.	P.	SortStng	Item#
0030	3000013		1	PC			17.05.2019	31.12.9999				

Şekil 46 : Adım 6: Kaydet

The screenshot shows the 'Create material BOM: Header Overview' window in SAP. The 'Header' tab is selected. The material is 4400007, plant is 1001 TUZLA, and alternative BOM is 2. The 'BOM: INTERNAL' is selected. The 'BOM Usage: 1 Production' is selected. The 'Technical type: M Multiple BOM' is selected. The 'BOM group: 1' is entered. The 'Quantities/Long Text' tab is active, showing the 'BOM and Alternative Text' section with fields for 'BOM Description' and 'Alternative Text'. The 'Quantity Data' section shows the 'Base quantity: 1' and 'From Lot Size' and 'To' fields. The 'Save' button is highlighted with a red box.

Material: 4400007
Plant: 1001 TUZLA
BOM: INTERNAL
Alternative BOM: 2
BOM Usage: 1 Production
Technical type: M Multiple BOM
BOM group: 1

Quantities/Long Text Additional Data Administration Data Document Assignment

BOM and Alternative Text
BOM Description:
Alternative Text:

Quantity Data
* Base quantity: 1 PC
From Lot Size: To: PC

Ürün oluşma süreci boyunca stoklanabilen tüm ara bileşenler ürün ağacının altında gösterilmektedir. EK 5’te mamül -yarı mamül-hammadde seviyesinde ürün ağacı listesi gösterilmektedir.

İşletme bünyesinde mamülleri oluşturan yarı mamüller de tekil olarak satılabildiğinden sistemde ayrı kodları bulunmaktadır, fakat seri üretimde stok hareketi görmemektedir.

3.4.1.3. Parti Büyüklüklerinin Belirlenmesi

- Sipariş parti büyüklükleri “Ekonomik Sipariş Miktarı” yöntemi ile belirlenmiştir.
- Ortalama talep ve parti büyüklüğü birimi m²’dir.
- Ekvator’dan satın alınan Balsa tipi hammadde için ortalama sipariş maliyeti 2500€ ve ortalama stok maliyeti ise 200€ dur.
- Ekonomik sipari miktarına göre hesaplanmış olan sipariş parti büyüklükleri Tablo 3’deki gibidir.

Tablo 3 : Parti büyüklüğü hesabı

Malzeme Listesi	Ort. Talep (m2)	Ort.Sipariş Maliyeti (€)	Ort.Stok Maliyeti (€)	Parti Büyüklüğü (m2)
Malzeme 1	583,94	2500	200	120,82
Malzeme 2	427,38	2500	200	103,37
Malzeme 3	262,66	2500	200	81,03
Malzeme 4	103,41	2500	200	50,85
Malzeme 5	9,19	2500	200	15,15
Malzeme 6	506,25	2500	200	112,5
Malzeme 7	23,19	2500	200	24,08
Malzeme 8	5,8	2500	200	12,04
Malzeme 9	5,8	2500	200	12,04
Malzeme 10	1202,36	2500	200	173,38

3.4.1.4. Güvenlik Stoğunun Belirlenmesi

- Balsa tip hammaddenin bir türü için yapılmış olan çalışmada, talep miktarları belirlenmiş, talebin ortalaması ve standart sapması Excel yardımıyla hesaplanmıştır.
- Yapılan güvenlik stoğu hesaplaması %95 güven düzeyi ile çalışılmıştır. EK 6'da görüleceği üzere Z skor tablosunda %95'e karşılık gelen değer yaklaşık olarak 1,65'dir.
- Talebin değişken, tedarik süresinin sabit olduğu ortamda Güvenlik stoğu ve R yeniden sipariş noktası Tablo 4'deki gibidir.

Tablo 4 : Güvenlik Stoğu Hesabı

Malzeme Listesi	İhtiyaç (m2) (d)	St. Sapma (d)	Temin Süresi (L/gün)	Z-Skor değeri	Güvenlik stoğu (m2)
Malzeme 1	1,48	0,25	84	1,65	3,75
Malzeme 2	0,37	0,06	84	1,65	0,94
Malzeme 3	77,18	12,86	84	1,65	194,35
Malzeme 4	20,59	3,43	84	1,65	51,89
Malzeme 5	39,17	6,53	84	1,65	98,73
Malzeme 6	55,07	9,18	84	1,65	138,8
Malzeme 7	0,37	0,06	84	1,65	0,94
Malzeme 8	5,95	0,99	84	1,65	15,01
Malzeme 9	2,6	0,43	84	1,65	6,56
Malzeme 10	7,07	1,18	84	1,65	17,82

3.4.1.5.Yeniden Sipariş Noktasının Belirlenmesi

- Balsa tip hammaddenin bir türü için yapılmış olan çalışmada, talep miktarları belirlenmiş, talebin ortalaması ve standart sapması Excel yardımıyla hesaplanmıştır.
- Yapılan R yeniden sipariş noktası hesaplaması %95 güven düzeyi ile çalışılmıştır.
 - Z skor tablosunda %95 e karşılık gelen değer yaklaşık olarak 1,65’dir.
- Talebin değişken, tedarik süresinin sabit olduğu ortamda Güvenlik stoğu ve R yeniden sipariş noktası Tablo 5’deki gibidir.

Tablo 5 : Yeniden sipariş Noktası Hesabı

Malzeme Listesi	İhtiyaç (m2) (d)	St. Sapma (d)	Temin Süresi (L/gün)	Z-Skor değeri	Yeniden Sipariş Noktası
Malzeme 1	1,49	0,25	84	1,65	128,78
Malzeme 2	0,37	0,06	84	1,65	32,19
Malzeme 3	77,18	12,86	84	1,65	6677,62
Malzeme 4	20,59	3,43	84	1,65	1781,42
Malzeme 5	39,17	6,53	84	1,65	3389,2
Malzeme 6	55,07	9,18	84	1,65	4764,75
Malzeme 7	0,37	0,06	84	1,65	32,19
Malzeme 8	5,95	0,99	84	1,65	515,11
Malzeme 9	2,6	0,43	84	1,65	225,36
Malzeme 10	7,07	1,18	84	1,65	611,69

3.4.2. Malzeme Planlama Süreç Akışı

Müşteri siparişleri ya da talep tahminleri öncelikli olarak satış bölümü tarafından ilgili kapasite ve hammadde uygunluk kontrollerinin yapılması için planlama bölümüne iletilir.

Planlama bölümü tarafından, iletilmiş olan talebin değerlendirmesi yapıldıktan sonra siparişin kabulü ya da reddi ile ilgili ön bilgi ilgili satış temsilcisi ile paylaşılır.

Müşteri ile son teyitleşmesi yapılan talep üretim planına alınmak üzere ERP sistemine kayıt edilir, aynı zamanda sipariş formları planlama bölümü ile e-mail olarak da paylaşılır.

ERP üzerinden belirli periyotlarla alınan açık satış siparişleri listesi, ana üretim programı olarak kullanılan üretim planlama excel dosyasına kaydedilir. Stok hedeflerine uygun olacak şekilde üretim planı el ile düzenlenir.

Üretim planlama dosyasının bir parçası olan bitmiş ürün planı, ihtiyaç planı dosyasına kaydedilir. Bu dosyada bitmiş ürün planı ve ürün ağaçları değerlendirilerek ilgili periyotlar için brüt ihtiyaçlar belirlenir.

İhtiyaç planlama dosyasının bir parçası olan brüt ihtiyaç dosyası, malzeme planlama dosyasına kaydedilir. Bu dosyada brüt ihtiyaçlar ve güncel stok durumu değerlendirilerek ilgili periyotlar için net ihtiyaçlar belirlenir.

Net ihtiyaçlar için yükleme araçlarının doluluk çalışması yapılır. Araç doluluklarına ve stok durumlarına göre sipariş miktarları revize edilebilir.

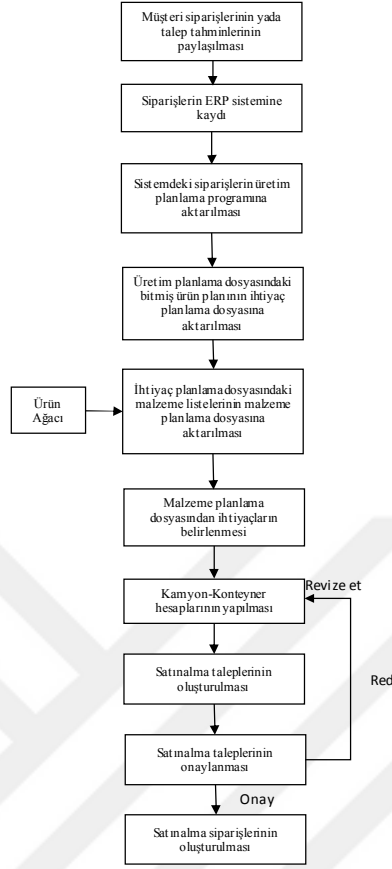
Ortaya çıkan aday satınalma talebi planlama sorumlusu/yöneticisinin onayına sunulur.

Onaylanan satınalma siparişi için planlama bölümü tarafından satınalma talebi oluşturulur.

Satınalma talebi, satınalma bölümü tarafından siparişe dönüştürülüp ilgili tedarikçiye iletilir.

Gelen sipariş konfirmasyonu planlama bölümü tarafından değerlendirilir. Yükleme tarihinin uygun olmaması durumunda tedarikçiden iyileştirme talep edilir ya da gerekli ise üretim planı değiştirilir.

Şekil 47 : Malzeme İhtiyaç Planlama Süreci



3.4.2.1. Ana Üretim Programı Oluşturulması

Satış siparişlerinin bildirilmesi ile bitmiş ürün planlamalarının yapılması için üretim planlama dosyaları kullanılmaktadır.

Üretim planlama dosyasında yer alan bilgiler aşağıdaki şekilde sınıflandırılmış ve kaydedilmiştir.

Şekil 48 : Üretim Planı Excel sekmeleri

Plan	Orders	Order & Forecast	Master Data	Capacity	MRP	Stock
------	--------	------------------	-------------	----------	-----	-------

- Orders: Haftalık üretim planı kaydıdır.
- Orders&Forecast: Açık müşteri siparişi ve talep tahmin kaydıdır. Master Data: Stok seviyelerinden ürün maliyetlerine kadar bilgileri ana veri sayfasıdır.

- Capacity: Tüm makine ve iş gücü kapasite hesaplarının kaydırır. Ana üretim planının doğruyu yansıtması için üretim kapasitesinin doğru tanımlanmış olması gerekmektedir.
- MRP: RP dosyasına girdi verisidir.
- Stock: Tüm bitmiş ürün ve yarı mamül stokların kaydırır.

Talep tahminleri excel formülasyonu ile yapılmaktadır. Belirli periyot aralığındaki satış miktarları üzerinden “FORECAST.ETS” formülü çalıştırılarak tahminlenmek istenen periyodun miktarları bulunmaktadır. Açık satış siparişlerinin olmadığı dönemler için bu yöntem uygulanarak üretim planı tahminlenmektedir.

Şekil 49: Talep tahminleme

Product Code	Actual Sales (m ²)									Forecast (m ²)						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
5404.1000.107	0,00	0,00	0,00	102,29	0,00	0,00	6,67	26,68	0,00	=MAX(0;FORECAST.ETS(\$K\$2:B3:J3;\$B\$2:\$J\$2;1;0;1))						8,84
5404.1000.108	0,00	0,00	0,00	111,18	0,00	0,00	20,01	11,12	0,00	MAX(number1; [number2]; [number3]; ...) 10,01			10,01	9,49	8,97	
5404.1000.109	240,15	0,00	0,00	4,45	0,00	0,00	0,00	0,00	153,43	131,49	125,58	119,66	184,74	178,82	172,90	166,99
5404.1000.110	15,57	0,00	128,98	44,47	0,00	115,63	251,27	124,52	51,14	140,95	154,90	168,85	15,39	29,34	43,29	57,24
5404.1000.111	0,00	300,19	57,81	0,00	0,00	300,19	393,58	6,67	604,82	427,33	447,70	510,48	31,94	94,72	115,09	177,87
5404.1000.112	0,00	0,00	24,46	0,00	22,24	0,00	6,67	22,24	0,00	18,12	4,04	19,22	0,00	13,68	0,00	14,79
5404.1000.113	57,81	0,00	6,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,38	28,28	24,17	20,07
5404.1000.114	0,00	0,00	93,39	120,07	13,34	0,00	337,99	24,46	211,24	193,31	214,80	236,28	0,00	21,43	42,92	64,40

3.4.2.2. Ürün Ağaçlarının Patlatılması

İhtiyaç planlama dosyasında yer alan bilgiler aşağıdaki şekilde sınıflandırılmış ve kaydedilmiştir.

Şekil 50 : RP Excel sekmeleri

Material Requirement | BOM | FG Plan

- FG plan: Bitmiş ürün planıdır.

Tablo 6 : Bitmiş ürün planı

Product	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
683342	0	6	6	6	6	3	9	6	6	6	0

- BOM: Ürün ağacıdır. “Valid to Valid From” kuralı ile alternatif hammadde kullanımı için ilgili hafta aralıklarında tüketim ihtiyaçları belirlenmektedir.

Tablo 7 : Örnek ürün ağacı tablosu

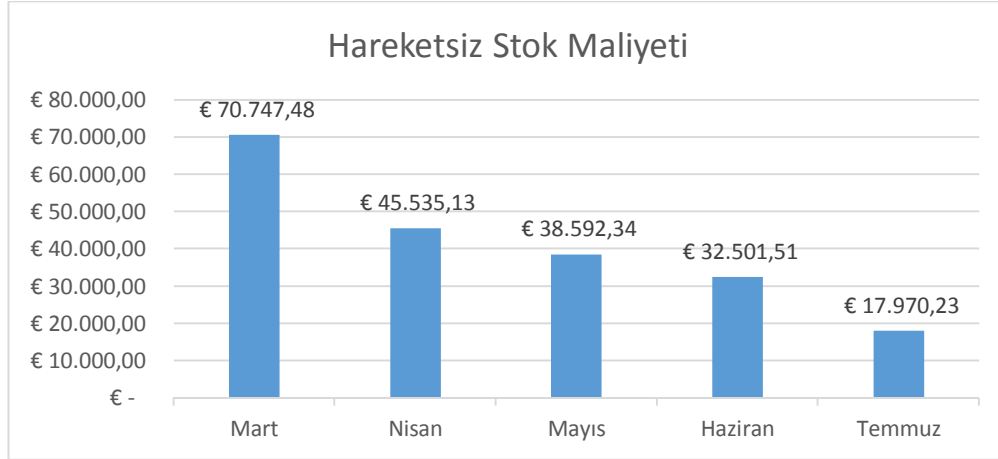
Product	RM Code	Demand	Unit	Valid from	Valid to
683342	5002.0503.135	2,4522	m ²	14	24
683342	5002.0503.151	2,4522	m ²	25	28
683342	5002.0503.135	2,4522	m ²	29	100
683342	5002.0503.137	2,4522	m ²	14	24
683342	5002.0503.153	2,4522	m ²	25	28
683342	5002.0503.137	2,4522	m ²	29	100
683342	5002.0503.138	0,4087	m ²	14	24
683342	5002.0503.154	0,4087	m ²	25	28
683342	5002.0503.138	0,4087	m ²	29	100
683342	5002.0503.074	2,9768	m ²	14	100
683342	5002.0503.075	2,9768	m ²	14	100
683342	5002.0203.009	19,0468	m ²	14	100
683342	5002.0203.026	26,2136	m ²	14	100
683342	5002.0203.040	16,6204	m ²	14	100

Son 1,5 yıldır rafta bekleyen ve tüketimi olmayan hammaddelerin muadil ürünleri belirlenmiş ve ilgili BOM değişikliği yapılarak 5 ayda hareketsiz malzeme stokları 5346,5 m²'den 2961,38 m²'ye indirilmiş ve 52777,26 € luk stok tüketilmiştir.

Tablo 8 : Hareketsiz Stok Maliyeti

Ay	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Fark
Miktar (m ²)	5346,50	3761,07	3151,00	2848,00	2385,13	2961,38
Miktar (€)	€ 70.747,48	€ 45.535,13	€ 38.592,34	€ 32.501,51	€ 17.970,23	€ 52.777,26

Şekil 51: Hareketsiz Stok Maliyeti Grafiği



- Material Requirement: Bitmiş ürün adeti ve BOM miktarlarının çarpılarak planlana dönemine ait malzeme ihtiyacının ortaya konduğu alandır.

3.4.2.3. Malzeme İhtiyaç Planlarının Oluşturulması

Malzeme planlama dosyasında yer alan bilgiler aşağıdaki şekilde sınıflandırılmış ve kaydedilmiştir.

Şekil 52 : MP Excel sekmeleri

Plan	Orders	Requirement Plan	Master Data	PO Release	Stock
------	--------	------------------	-------------	------------	-------

- Orders: Açık satınalma siparişlerinin kaydıdır.
- Requirement Plan: İhtiyaç planlama dosyasının çıktısıdır.
- Master Data: Stok seviyelerinden hammadde maliyetlerine kadar bilgileri ana veri sayfasıdır.
- PO Release: Sipariş açılması gereken hafta ve sipariş miktarının hesaplandığı alandır.
- Stock: Hammadde stokların kaydıdır.

3.4.2.4. Malzeme Yükleme Planlarının Oluşturulması

Kullanılan hammaddelerin ebatlarına göre çeşitli opsiyonlarda yükleme planları çıkarılmaktadır. Deniz yolu ve kara yolu ile gelen hammaddelerin yükleme düzenleri de farklı şekildedir.

Kara yolu yüklemeleri genellikle Belçika ve İsviçre yüklemeleri için tercih edilmekle birlikte yüklerin aciliyet durumuna göre İtalya'dan Ro-Ro organizasyonu yapılabilmektedir.

Tablo 9 : Kara yolu yük tipleri tablosu

Yükleme Aracı	Ebat (En xBoy xYükseklik)	m ²	Max. Palet Sayısı (adet)	m ³
Yük Tip 1	2470mmx1250mmx235mm	3,0875	10	30,8750
Yük Tip 2	2440mmx1220mmx235mm	2,9768	10	29,7680
Yük Tip 3	2440mmx1005mmx235mm	2,4676	13	32,0788

Tablo 10 : İhtiyaç tablosu

Kod	Plaka m ²	Kalınlık (mm)	İhtiyaç m ²	Plaka sayısı (adet)	Yükseklik (mm)	PO sqm
5002.0503.016	2,9768	10	110	37	370	110,141
5002.0503.018	2,9768	15	110	37	555	110,141
5002.0503.019	2,9768	20	110	37	740	110,141
5002.0503.021	2,9768	25	110	37	925	110,141
5002.0503.025	2,9768	35	110	37	1295	110,141
5002.0503.074	2,9768	32	110	37	1184	110,141
5002.0503.075	2,9768	38	110	37	1406	110,141
5002.0503.136	2,4522	20	110	45	900	110,349
5002.0503.137	2,4522	25	110	45	1125	110,349
5002.0503.138	2,4522	30	110	45	1350	110,349
5002.0503.139	2,4522	35	110	45	1575	110,349
5002.0503.140	2,4522	40	110	45	1800	110,349
5002.0503.148	2,4522	44	110	45	1980	110,349
5002.0503.141	2,4522	45	110	45	2025	110,349

5002.0503.142	2,4522	50	110	45	2250	110,349
5002.0503.143	2,4522	55	110	45	2475	110,349
5002.0503.149	2,4522	60	110	45	2700	110,349
5002.0503.144	2,4522	64	110	45	2880	110,349
5002.0503.150	2,4522	10	110	45	450	110,349
5002.0503.151	2,4522	15	110	45	675	110,349
5002.0503.152	2,4522	20	110	45	900	110,349
5002.0503.153	2,4522	25	110	45	1125	110,349
5002.0503.154	2,4522	30	110	45	1350	110,349
5002.0503.155	2,4522	35	110	45	1575	110,349
5002.0503.156	2,4522	40	110	45	1800	110,349
5002.0503.157	2,4522	45	110	45	2025	110,349
5002.0503.158	2,4522	50	110	45	2250	110,349
5002.0503.160	2,4522	60	110	45	2700	110,349

Tablo 11 : Yükleme aracı doluluk tablosu

Yükleme Aracı	Ebat (En x Boy x Yükseklik)	m ²	Palet Sayısı (adet)	m ³	Araç Sayısı (adet)
Yük Tip 2	2440mmx1220mmx235mm	2,9768	16,5	49,1362	1,53
Yük Tip 3	2440mmx1005mmx235mm	2,4676	2,8	6,7990	0,21

İhtiyaç tablosuna göre 1 araç tamamen dolarken, 2.aracında da %75'i doluyor. Bu durumda stok durumları uygun ise araçlar tamamen dolacak şekilde sipariş miktarına eklemeler yapılabilmektedir.

Deniz yolu yüklemeleri genellikle Ekvator ve Çin yüklemeleri için tercih edilmektedir.

Tablo 12 : İhtiyaç Tablosu 2

Kod	İhtiyaç m ²	İhtiyaç Plaka (adet)	Plaka Sayısı/Kutu (adet)	Kutu m ²	Kutu sayısı (adet)	Sipariş Miktarı(m ²)
5002.0203.020	100	134,37	20	14,88	7	104,16
5002.0203.041	100	134,37	10	7,44	14	104,16
5002.0203.021	100	134,37	10	7,44	14	104,16
5002.0203.022	100	134,37	9	6,7	15	100,5
5002.0203.030	100	134,37	8	5,95	17	101,15

5002.0203.012	100	134,37	33	24,56	5	122,8
5002.0203.013	100	134,37	25	18,61	6	111,66
5002.0203.014	100	134,37	20	14,88	7	104,16
5002.0203.015	100	134,37	17	12,65	8	101,2
5002.0203.016	100	134,37	13	9,67	11	106,37
5002.0203.017	100	134,37	10	7,44	14	104,16
5002.0203.019	100	134,37	8	5,95	17	101,15

40'lık HC konteyner, ilgili yüklerden 240 kutu alıyorken 20'lık konteyner 98 kutu almaktadır. Bu örnek yükleme planına göre toplam 135 kutuluk ihtiyaç belirlenmiştir. Deniz yolu yüklemeleri her zaman daha pahalı olduğundan mümkün olduğu kadar konteyner dolu getirilmektedir. Projelerin devam durumuna göre bazı kalemlerde stok hedeflerinin üzerinde belirli periyotlar arasında çıkılabilmektedir.

3.4.2.5. Satınalma Talep ve Siparişlerinin Oluşturulması

Planlama sorumlusu/yöneticisi tarafından onaylanmış olan miktarlar için (yükleme planlarına göre revize edilen ya da direk olarak net sipariş miktarlarına sadık kalınan malzeme miktarları) satınalma talep formu doldurulur.

Satınalma talep ekranında ürün kodu, tanımı, sipariş miktarları ana veriler olmakla birlikte; işletmenin hangi üretim yerine ait hangi depoya giriş yapılacağı bilgisi de yer alır.

Şekil 53 : Satınalma talebi

Tedarikçiler ile yapılan sözleşme dönemine ait kurallar gereğince teslim şekillerine bağlı olarak birim fiyatlandırma malzeme kartın direk olarak gelirken, temin süresine istinaden siparişin talep edildiği tarih bilgisi talep ekranına kaydedilir.

Yıllık satınalma ve lojistik bütçelerinin hesaplanması konusunda direk olan bu sistem kullanılmaktadır. Ana veri dosyasında hammadde ve kullanılan tüm yardımcı malzemelere ait birim maliyetler, minimum sipariş miktarları, parti büyüklükleri kayıtlıdır. Tüm malzemelere ait belirlenmiş periyotlardaki finansal yük hesaplanmaktadır.

Şekil 54 : Finansal yük hesabı

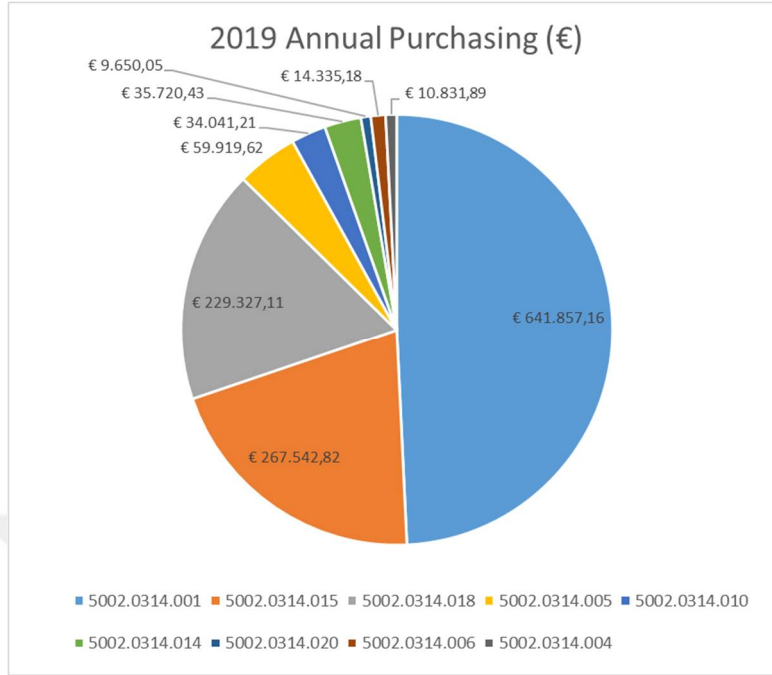
Product Code	Product	Supplier	Alarm	Total	1	2	3	4	5	6
3 5002.0314.001			559,0278	Demand	€ 43.852,38	€ 28.518,80	€ 23.265,06	€ 25.491,67	€ 17.592,60	€ 14.053,96
			1	PO - OK						
			0,5	PO - NOT						
			0	Proposal	€ 37.454,86	€ 28.510,42	€ 23.479,17	€ 25.156,25	€ 17.888,89	€ 13.975,69
				Stock	€ 6.533,49	136	128	342	6	303
				Stock Cover	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	224
4 5002.0314.002			790	Demand	€ 774,20	€ 1.196,85	€ 1.398,30	€ 1.204,75	€ -	€ -
			1	PO - OK						
			0,5	PO - NOT						
			0	Proposal	€ 790,00	€ 1.580,00	€ 1.580,00	€ 790,00		
				Stock	€ 209,24	€ 225,04	€ 608,19	€ 789,89	€ 375,14	€ 375,14
				Stock Cover	0,3	0,2	0,4	0,7	999,0	999,0

MİP Sistem tasarımı yapıldıktan sonra; 2019 Yılı başında Bölüm 2 için belirlenmiş olan yıllık satınalma bütçesi € 1.304.388,29 ‘dur. Kodlara göre dağılımı aşağıdaki şekildedir.

Tablo 13 : Yıllık Satınalma Bütçesi (2019)

MALZEME KODU	2019 YILLIK SATINALMA BÜTÇESİ (€)
5002.0314.001	€ 641.857,16
5002.0314.015	€ 267.542,82
5002.0314.018	€ 229.327,11
5002.0314.005	€ 59.919,62
5002.0314.010	€ 34.041,21
5002.0314.014	€ 35.720,43
5002.0314.020	€ 9.650,05
5002.0314.006	€ 14.335,18
5002.0314.004	€ 10.831,89
TOPLAM	€ 1.304.388,29

Şekil 55 : Yıllık Satınalma Bütçe Grafiği (€)

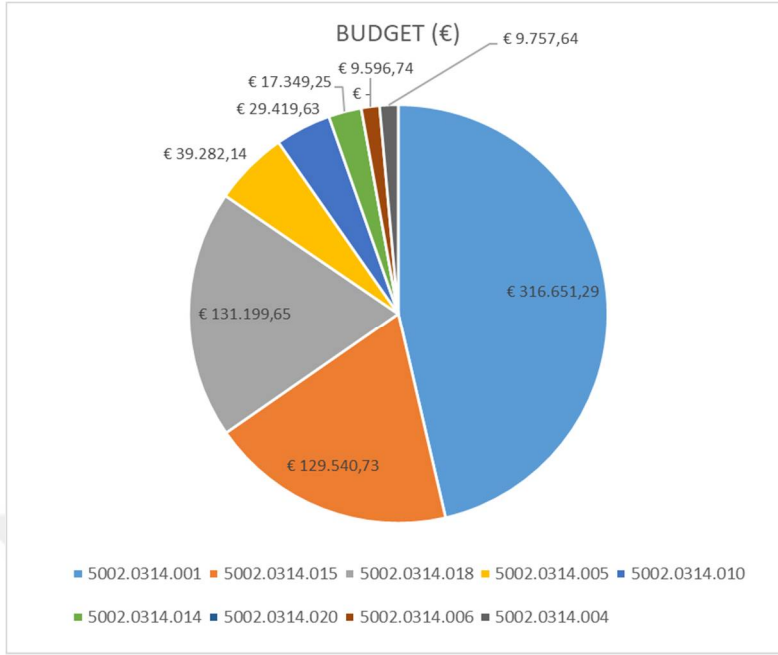


Bölüm 2 için ilk 6 aylık satınalma bütçesi ve gerçekleşme durumları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 14 : İlk 6 aylık satınalma bütçesi (2019)

MALZEME KODU	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	BÜTÇE (€)
5002.0314.001	€ 57.091,72	€ 50.772,02	€ 54.911,81	€ 48.819,45	€ 52.051,08	€ 53.005,22	€ 316.651,29
5002.0314.015	€ 24.610,73	€ 18.474,84	€ 18.330,92	€ 24.188,56	€ 24.333,44	€ 19.602,23	€ 129.540,73
5002.0314.018	€ 22.472,21	€ 32.048,49	€ 27.162,24	€ 28.787,72	€ 8.385,79	€ 12.343,20	€ 131.199,65
5002.0314.005	€ 9.955,74	€ 2.855,53	€ 4.473,04	€ 2.528,32	€ 14.260,25	€ 5.209,27	€ 39.282,14
5002.0314.010	€ 16.867,93	€ 1.757,33	€ 2.830,66	€ 3.722,30	€ 3.394,04	€ 847,37	€ 29.419,63
5002.0314.014	€ 2.487,00	€ 3.473,16	€ 2.705,09	€ 3.200,00	€ 2.984,00	€ 2.500,00	€ 17.349,25
5002.0314.020	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
5002.0314.006	€ 1.358,41	€ 295,65	€ 47,94	€ 3.979,33	€ 2.764,76	€ 1.150,65	€ 9.596,74
5002.0314.004	€ 1.759,00	€ -	€ 3.921,94	€ 3.128,08	€ 761,08	€ 187,54	€ 9.757,64

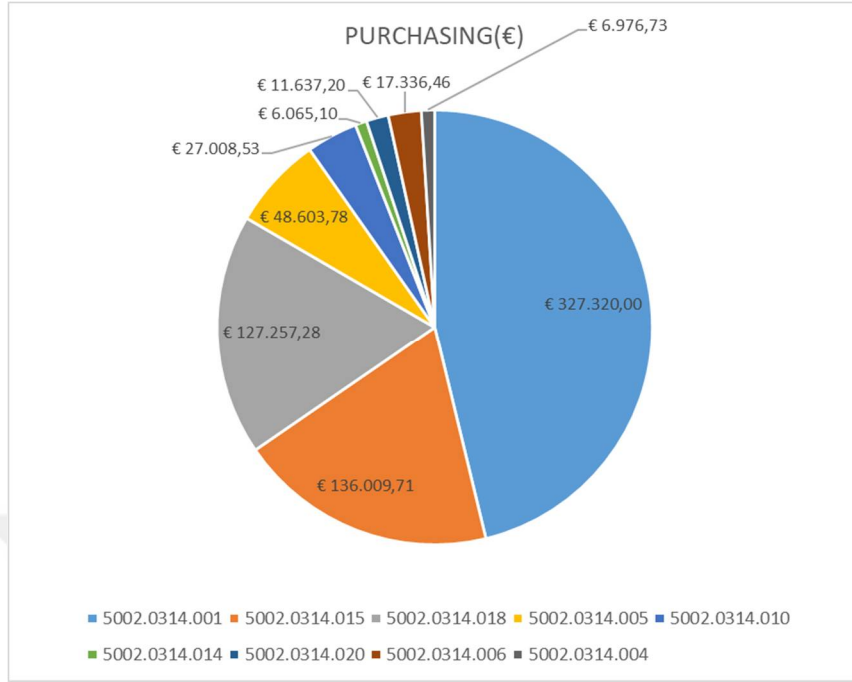
Şekil 56 : İlk 6 Aylık Bütçe Grafiği (€)



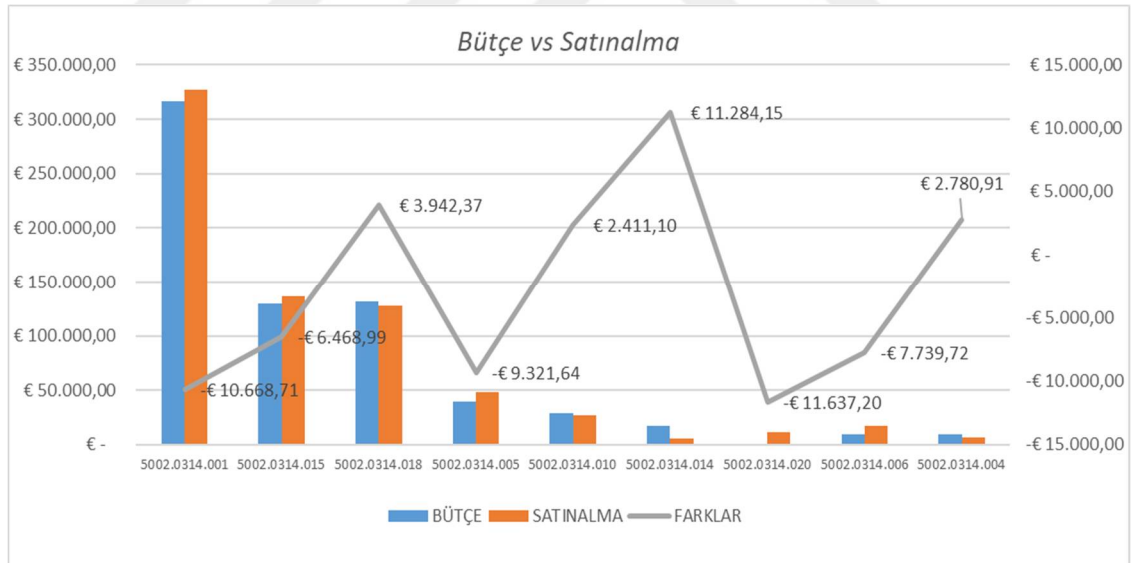
Tablo 15 : İlk 6 aylık satınalma gerçekleşmesi (2019)

MALZEME KODU	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	SATINALMA (€)
5002.0314.001	€ 66.101,00	€ 48.363,00	€ 48.853,00	€ 55.615,00	€ 59.535,00	€ 48.853,00	€ 327.320,00
5002.0314.015	€ 40.982,89	€ 18.197,55	€ 26.266,80	€ 18.197,55	€ 6.487,68	€ 25.877,25	€ 136.009,71
5002.0314.018	€ 17.302,72	€ 22.062,08	€ 21.928,64	€ 22.195,52	€ 21.572,80	€ 22.195,52	€ 127.257,28
5002.0314.005	€ 4.660,82	€ 4.660,82	€ 16.393,52	€ 18.227,80	€ -	€ 4.660,82	€ 48.603,78
5002.0314.010	€ 9.960,28	€ -	€ 3.693,60	€ 3.693,60	€ -	€ 9.661,05	€ 27.008,53
5002.0314.014	€ -	€ 2.394,12	€ -	€ -	€ 1.276,86	€ 2.394,12	€ 6.065,10
5002.0314.020	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ 11.637,20	€ 11.637,20
5002.0314.006	€ -	€ -	€ 6.443,64	€ 10.892,82	€ -	€ -	€ 17.336,46
5002.0314.004	€ -	€ -	€ 3.520,91	€ 3.455,82	€ -	€ -	€ 6.976,73

Şekil 57 : İlk 6 Aylık Satınalma Grafiği (€)



Şekil 58 : Bütçe ve Satınalma Miktarları Grafiği (€)



Bütçe ve satınalma miktarlarında aylık bazda ve toplamda görülen tutarsızlık analiz edilmiştir. Miktarların farklı olma sebepleri yılbaşıda tahminlenen talebin müşteri siparişlerinden farklı olması ve 6 ay içerisinde yaşanan kalite problemleridir.

Tablo 16 ‘da ilk 6 ayda gerçekleşen satış miktarları m² bazında verilmiştir.

Tablo 16 : Bütçe ve gerçekleşen satış miktarları

MALZEME KODU	BÜTÇE (M ²)	SATIŞ (M ²)
5002.0314.001	6462,27	6734,00
5002.0314.015	2327,78	2444,02
5002.0314.018	2949,63	2861,00
5002.0314.005	1329,79	1459,39
5002.0314.010	1146,96	1052,96
5002.0314.014	308,71	107,92
5002.0314.020	0,00	376,00
5002.0314.006	125,10	226,00
5002.0314.004	412,24	294,75
TOPLAM	15062,48	15556,05

Tablo 17 : Kalitesizlik maliyeti

MALZEME KODU	KALİTESİZLİK MALİYETİ (€)
5002.0314.001	€ 2.646,00
5002.0314.015	-
5002.0314.018	-
5002.0314.005	€ 5.493,26
5002.0314.010	-
5002.0314.014	-
5002.0314.020	-
5002.0314.006	-
5002.0314.004	-
TOPLAM	€ 8.139,26

SONUÇ

Gelişmekte olan işletmeler için maliyet konusunda yapılan her türlü iyileştirme, şeffaflaştırma faaliyetleri büyük önemde organizasyonun gelişmesine katkı sağlamaktadır. Tedarik zinciri faaliyetlerinde yaşanan, hatalı sipariş verme, eksik ya da fazla sipariş oluşturma, nakliye gecikmeleri, tedarikçi kalite problemleri vb nedenlerle yaşanan aksaklıklar tüm üretim sisteminin durmasına sebep olabilir.

Çalışmanın ilerleyen dönemlerinde parti büyüklüklerini minimum sipariş miktarları ile karşılaştırılması ve nakit akışında tutarlılık sağlamak adına parti büyüklüklerinin belirlenmesi için optimum sonuca daha yakın cevap verebilecek yöntemler araştırılarak yeniden tasarlanması gerekmektedir.

Talep tahminleri excel yardımı ile yapılmakta fakat müşteri talebini tam olarak karşılayamamaktadır. Çalışmanın ilerleyen dönemlerinde talep tahminlerinin daha etkili yapılması için piyasanın değişikliklerine ve müşterilerin yeni pazar arayışlarına paralel olacak şekilde farklı yöntemler uygulanması gerekmektedir.

Kalitesizlik maliyetlerini azaltılması için final kontrolünün yetersiz kalmakta olduğu, proses kontrol metotlarının geliştirilerek süreçte dahil edilmesi gerektiği gözlemlenmiştir.

Piyasadaki tedarik dalgalanması nedeniyle belirli zaman aralıklarında muadil malzemeye geçişlerin çoğaldığı ve ekibin buna karşılık harekete geçme sürecinde yavaş kaldığı gözlemlenmiştir.

Çalışma esnasında mühendislik değişikliklerinin ilgili bölüme aktarılması sürecinde aksaklıklar gözlemlenmiştir. ERP üzerinde güncellemelerin anlık olarak gerçekleştirilmesi ileriye dönük malzeme planlaması açısından kritik bir faktördür. Öncelikle e-mail ile bildirilen mühendislik değişiklikleri nedeniyle revizyon takibinin yapılması yoğunluktan ve e-mail kalabalığından dolayı neredeyse imkansız halde olduğu göze çarpmıştır.

Tüm bu muadil hammadde geçişlerinin değişiklik yönetimi altında ele alınması, ilgili zaman aralığından yeni hammaddenin çevrime dahil olacağı ve ilgili tüm form, teknik resim vb. dokümanların zamanında değiştirilmesi gerektiği ekibin detaylı şekilde bilgisine sunulmalıdır. ERP üzerinden yapılan değişiklik ile ileriye dönük malzeme ihtiyaç planlaması revize edilerek atıl stok oluşturma durumunu önüne geçilebileceği çok net şekilde gözlemlenmiştir.

KAYNAKÇA

Athanassios, Mihiotis. "Management of Supply Chain: X-to-order Concepts vs Make-to-stock Model", **International Journal of Business Administration**, Vol.5, No:3, Canada, Online Published: April 30, 2014, <http://www.sciedupress.com/journal/index.php/ijba/article/view/4729/2743>, (10.03.2019). s. 30-33.

Başaran, Faik. "Tam Anındalık ve Olasılıklara Bağlı Emniyet Stoku ile Yeniden Sipariş Noktası" , **İÜ İşletme Fakültesi Dergisi**, C: 28, S: 1, İstanbul, Nisan 1999, s.61-69.

Bayuk, M. Nedim ve Güzeler, Ayşe Karaçizmeli. "Esnek Üretim Sistemleri ve Pazarlama Faaliyetlerine Etkileri", **Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt:7, Sayı:25 Yaz 2008, s.12-24.

Benton, W. C. Jr.. **Supply Chain Focused Manufacturing Planning and Control**, Cengage Learning, Stamford, 2014.

Chapman, Stephen N.. **The Fundamentals of Production Planning and Control**, Pearson Education, New Jersey, 2006.

Chua, Tay Jin, Wang, Feng Yu, Yan, Wen Jing ve Cai, Tian Xiang. "Rough-cut capacity planning with production constraints and dynamic bottleneck considerations", **Agency for Science, Technology and Research**, Singapore, 10/977,393, 2004, <https://patentimages.storage.googleapis.com/ee/c0/99/8ac28dfac68d99/US7925365.pdf>, (11.05.2019) s. 1-26.

Çağlayan, Vural. "Kurumsal Kaynak Planlama Yazılımı Kullanmanın İşletme Performansı Üzerine Etkisi: Örnek Olay Çalışması", **Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi**, Cilt: 5, Sayı: 1, Niğde, 2012, s.159-178.

Çelikçapa, Feray Odman. **Üretim Planlaması**, Alfa Basım Yayım Dağıtım, Yayın No: 565, İstanbul, Ağustos, 1999.

Çetindere, Aysel. **Kapasite Planlama Problemlerinde Doğrusal Programlama Tekniğinin Kullanımı: Bir Konfeksiyon İşletmesinde Uygulama**, Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Kütahya, 2009.

Demir, Hulusi ve Gümüsoğlu, Şevkinaz. **Üretim Yönetimi (İşlemler Yönetimi)**, Beta Basım Yayım Dağıtım, No: 479, İstanbul, 1998.

Ekinci, Utkan. **Unified Supply Model**, https://www.researchgate.net/publication/323830522_Unified_Supply_Model_-_General_Model_Basic_Version, (10.03.2019), s.1-16.

Engin, Özlem. **Ana ve Yan Sanayi Boyutunda Malzeme İhtiyaç Planlama Sistemleri**, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, 2006.

Erkek, Seyida. **Yalın Üretim Anlayışı Araştırma Raporu**, Konya Ticaret Odası Etüt Araştırma Servisi, Sayı: 2008/36/465, Konya, 2008.

Ganesh, K. Mohapatra, Sanjay, Anbuudayasankar, S. P. ve Sivakumar, P.. **Enterprise Resource Planning- Fundamentals of Design and Implementation**, Springer International Publishing, Switzerland, 2014.

Gansterer, Margaretha. “Aggregate Planning and Forecasting in Make-to-Order Production Systems”, **International Journal of Production Economics**, Vol. 170, Part B, December 2015, s.521-528.

Gökgöz, Fazıl. **Stok Kontrol Yöntemi**, https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/304/mod_resource/content/1/Stok_Kontrol_Y%C3%B6netimi.pdf , (26.05.2019), s.1-15.

Gönen, Seçkin ve Çelik, Muhsin. “Esnek Üretim Sistemleri Uygulayan İşletmelerde Üretim Maliyetlerinin Değerlendirilmesi”, **Ege Akademik Bakış Ekonomi İşletme Uluslararası İlişkiler ve Siyaset Bilim Dergisi**, Cilt:4, Sayı:1, İzmir, 2004, s.133-143.

Guide Jr, V. Daniel R. ve Spencer, Michael S. “Rough-cut capacity planning for remanufacturing firms”, **Production Planning & Control**, Vol: 8, Issue:3, 1997, <https://doi.org/10.1080/095372897235299>, (10.03.2019), s.237-244.

Gürel, Seçil Güleç. **Bütünleşik Üretim Planlaması ile Hedef Programlama Uygulaması**, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Denizli, Kasım 2011.

Gürsoy, Çağrı. **SAP S/4 Hana**, Kodlab Yayınları, İstanbul, 2018.

Halevi, Gideon. **Industrial Management Control and Profit A Technical Approach**, Springer International Publishing, Switzerland, 2014.

Ivanov, Dmitry, Tsipoulanidis, Alexander, Schönberger, Jörn. **Global Supply Chain and Operations Management, A Decision-Oriented Introduction to the Creation of Value**, Springer International Publishing, Switzerland, 2017.

Kanat, Seher ve Güner, Mücella. “Tam Zamanında Üretim Sisteminin Tekstil ve Konfeksiyon Sanayine Uygulanabilirliği”, **Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi**, Cilt.16, Sayı:4, İzmir, 2006, s.274-278.

Kantarcı, Ufuk. **Kaotik Talep Verisi ve Konsinye Stok Durumunda Parti Büyüklüğü Belirleme**, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, 2018.

Karabaş, Selma, Uysal, Duygu ve Karkacı, Osman. “Kurumsal Kaynak Planlamasının İşletme Performansı Üzerine Etkisi: Bir Alan Araştırması”, **Yalova**

Üniversitesi, Yalova Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt:7, Sayı:13, Yalova, Nisan-Eylül 2017, s.129-145.

Koçak, Aydın. “Malzeme Yönetiminde Malzeme İhtiyaç Planlaması ve Kanban Sistemlerinin Bütünleştirilmesinde Farklı Yaklaşımlar: Literatür Araştırması”, **Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt: 10, Sayı:2, Ankara, 2008, s.225-246.

Kulaç, Ülkü. “Yalın Üretim Felsefesi”, **Yalın Enstitü Makaleleri**, İstanbul, Nisan, 2003, <https://lean.org.tr/yalin-uretim-felsefesi/>, (28.06.2019).

Kurbel, Karl E. **Enterprise Resource Planning and Supply Chain Management**, Springer Publishing, Berlin, 2013.

Laperrière, Luc ve Reinhart, Gunther. **CIRP Encyclopedia of Production Engineering**, Springer Publishing, The International Academy for Production Engineering (ed), Berlin, 2014.

Mauergauz, Yuri. **Advanced Planning and Scheduling in Manufacturing and Supply Chains**, Springer International Publishing, Switzerland, 2016.

Muckstadt, John A. ve Sapra, Amar. **Principles of Inventory Management**, Springer Publishing, New York, 2010.

Oral, Saime ve Yüksel, Hilmi. **Hizmet İşlemleri Yönetimi**, 2.basım, İzmir, 2007.

Pekmezci, Turan ve Demireli, Cemalettin., “Esnek Üretim Sistemleri: Esnek Üretim Sistemlerinin Tekstil İşletmelerinde Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma”, **Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdare Bilimler Dergisi**, Cilt 6, Sayı 1, Sivas, 2005, s.131-146.

Pochet, Yves ve Wolsey, Laurence A.. **Production Planning by Mixed Integer Programming**, Springer International Publishing, New York, 2006.

Ptak, Carol ve Smith, Chad. **Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP)**, Industrial Press INC, Connecticut, 2016.

Russel, Roberta S., Taylor III, Bernard W.. **Operations Management, Creating Value Along the Supply Chain**, John Wiley & Sons, Inc. 7th Edition, USA, 2011.

Savsar, Mehmet. “Üretim Sistemleri Analizi”, **Anadolu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Yayınları**, No:59, Eskişehir, 1984.

Sipper, Daniel ve Bulfin, Robert L.. **Production Planning, Control and Integration**, McGraw Hill Companies Inc., New York, 1997.

Şen, Salim. **Temel Üretim Yönetimi İlkeler ve Uygulamalar**, Ankara İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Neşriyat ve Yardım Bürosu, Ankara, 1974.

Tanrıtanır, Ercan. “Üretim Sistemleri ve İmalat Sistemleri”, **İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi**, Seri B, Cilt 40, Sayı: 1, İstanbul, 1990, s. 127-137.

Tatar, Tevfik. **İşletmelerde Üretim Yönetimi ve Teknikleri**, Ankara Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi Yayınları, Yayın No:4, Ankara.

Thomopoulos, Nick T.. **Elements of Manufacturing, Distribution and Logistics Quantitative Methods for Planning and Control**, Springer International Publishing, Chicago,2016.

Toomy, John W.. **MRP II- Planning for Manufacturing Excellence**, Springer International Publishing, New York,1996.

Ural, Ebru. **Malzeme İhtiyaç Planlama Sistemi ve Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama**, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Maliye Anabilim Dalı İşletme Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2005.

Voß, Stefan ve Woodruff, David L.. **Introduction to Computational Optimization Models for Production Planning in a Supply Model Second Edition**, Springer Publishing, Berlin, 2006.

Yılman, Nermin. **Bir Toplu Üretim Planlama Modeli ve Uygulaması**, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek lisans Tezi, İstanbul, Ekim2007.

Zerres, Christopher ve Zerres, Michael P.. **Handbuch Marketing-Controlling**, Springer Publishing, Berlin, 2006.





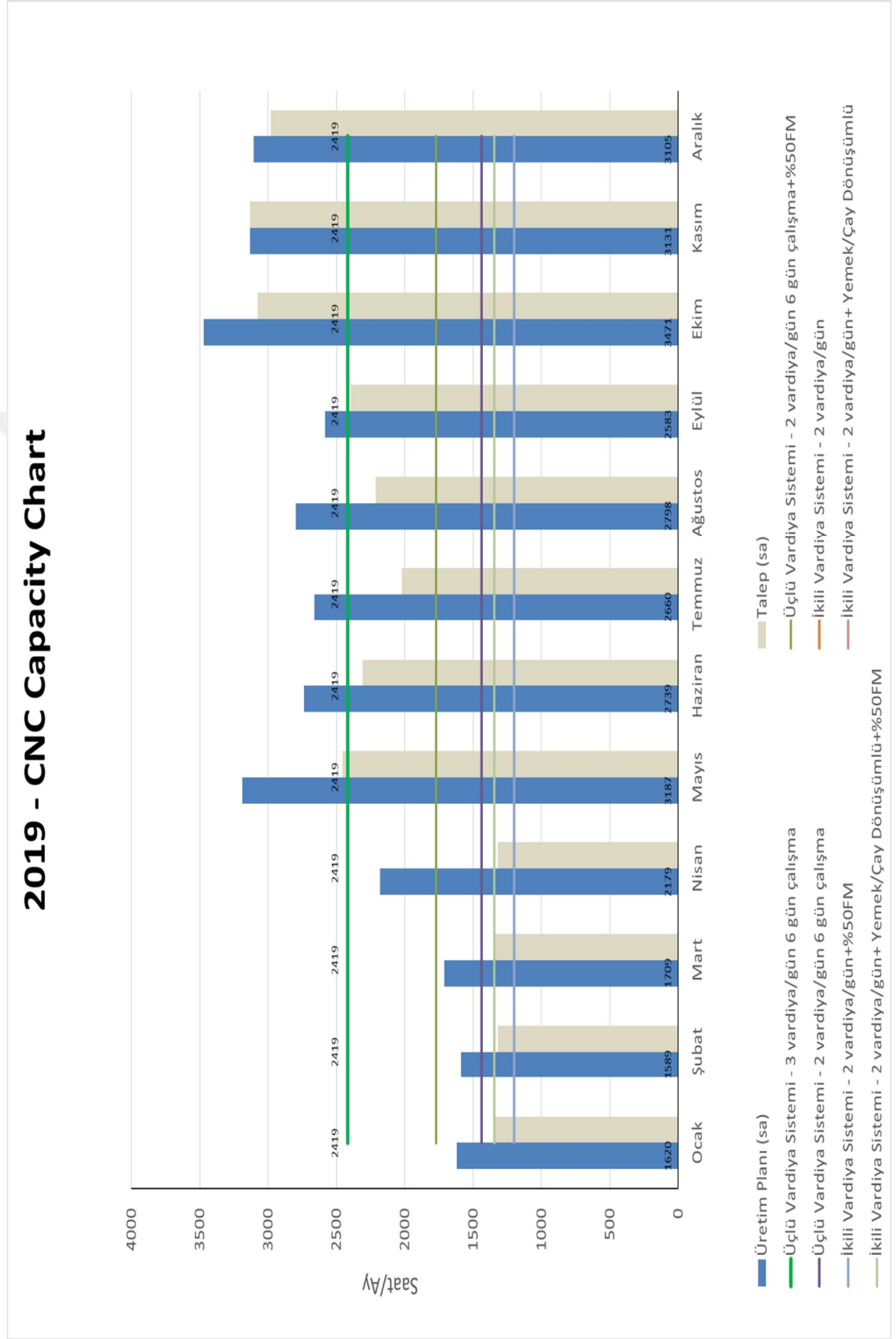
EKLER

Ek 1: Mevcut Koşullarda Üretim Kapasitesi

Vardiya Sayısı	Çalışma Saati	Makine Sayısı	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2	8,0	Çalışma Saati Durum 1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
2	2,5	Çalışma Saati Durum 1 FM	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0
2	7,1	Çalışma Saati Durum 2	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
2	3,3	Çalışma Saati Durum 2 FM	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7
3	8,0	Çalışma Saati Durum 3	39,6	39,6	39,6	39,6	39,6	39,6	39,6	39,6	39,6	39,6	39,6	39,6
3	7,1	Çalışma Saati Durum 3	144,0	144,0	144,0	144,0	144,0	144,0	144,0	144,0	144,0	144,0	144,0	144,0
			127,8	127,8	127,8	127,8	127,8	127,8	127,8	127,8	127,8	127,8	127,8	127,8
		70% OEE %	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%
		08-17/23/08 Çalışma Günü	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		00-08/08-16/16-00 Çalışma Günü	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24

Vardiya Sistemi	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	FM
İkili Vardiya Sistemi - 2 vardiya/gün+Yemek/Çay Dönüşümü+50FM	1344	1344	1344	1344	1344	1344	1344	1344	1344	1344	1344	1344	50%
İkili Vardiya Sistemi - 2 vardiya/gün+Yemek/Çay Dönüşümü	1344	1344	1344	1344	1344	1344	1344	1344	1344	1344	1344	1344	
İkili Vardiya Sistemi - 2 vardiya/gün+50FM	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	50%
İkili Vardiya Sistemi - 2 vardiya/gün	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	
Üçlü Vardiya Sistemi - 2 vardiya/gün 6 gün çalışma	1439	1439	1439	1439	1439	1439	1439	1439	1439	1439	1439	1439	
Üçlü Vardiya Sistemi - 2 vardiya/gün 6 gün çalışma+50FM	1772	1772	1772	1772	1772	1772	1772	1772	1772	1772	1772	1772	50%
Üçlü Vardiya Sistemi - 3 vardiya/gün 6 gün çalışma	2419	2419	2419	2419	2419	2419	2419	2419	2419	2419	2419	2419	

Ek 2: Mevcut Üretim Kapasitesi ve Talep Karşılaştırması



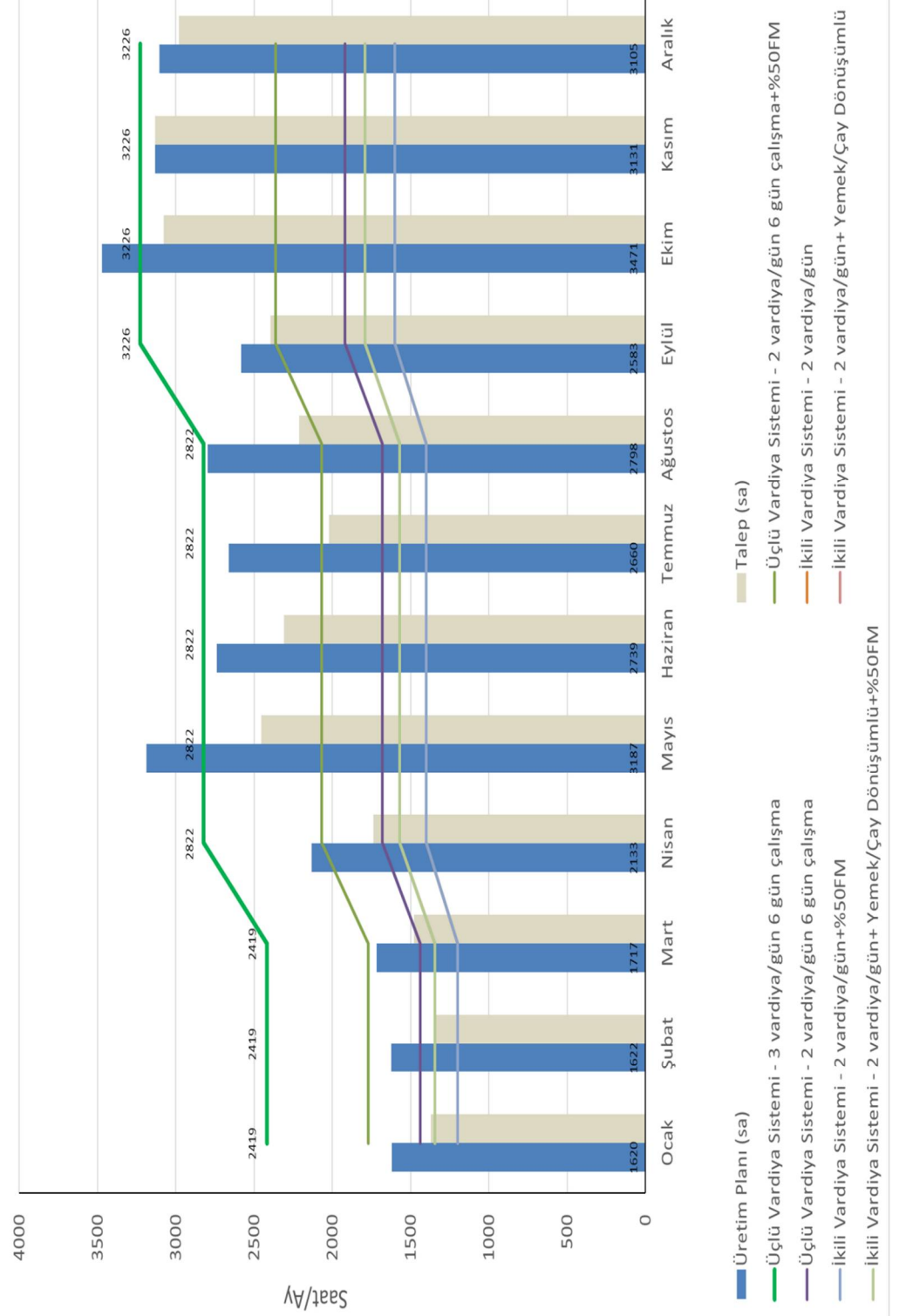
Ek 3: Planlanan Üretim Kapasitesi

Vardiya Sayısı	Çalışma Saati	Makine Sayısı	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2	8,0	Çalışma Saati Durum 1	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8
2	2,5	Çalışma Saati Durum 1 FM	96,0	96,0	96,0	112,0	112,0	112,0	112,0	112,0	128,0	128,0	128,0	128,0
2	7,1	Çalışma Saati Durum 2	30,0	30,0	30,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	40,0	40,0	40,0	40,0
2	3,3	Çalışma Saati Durum 2 FM	85,7	85,7	85,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	114,2	114,2	114,2	114,2
3	8,0	Çalışma Saati Durum 3	39,6	39,6	39,6	46,2	46,2	46,2	46,2	46,2	52,8	52,8	52,8	52,8
3	7,1	Çalışma Saati Durum 3	144,0	144,0	144,0	168,0	168,0	168,0	168,0	168,0	192,0	192,0	192,0	192,0
70% OEE %			127,8	127,8	127,8	149,1	149,1	149,1	149,1	149,1	170,4	170,4	170,4	170,4
08-17/23/08	Çalışma Günü		70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%
00-08/08-16/16-00	Çalışma Günü		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
			24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24

Vardiya Sistemi	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	FM
İkili Vardiya Sistemi - 2 vardiya/gün+Yemek/Çay Dönüşümü+%50FM	1344	1344	1344	1568	1568	1568	1568	1568	1792	1792	1792	1792	50%
İkili Vardiya Sistemi - 2 vardiya/gün+Yemek/Çay Dönüşümü	1344	1344	1344	1568	1568	1568	1568	1568	1792	1792	1792	1792	
İkili Vardiya Sistemi - 2 vardiya/gün+%50FM	1200	1200	1200	1399	1399	1399	1399	1399	1599	1599	1599	1599	50%
İkili Vardiya Sistemi - 2 vardiya/gün	1200	1200	1200	1399	1399	1399	1399	1399	1599	1599	1599	1599	
Üçlü Vardiya Sistemi - 2 vardiya/gün 6 gün çalışma	1439	1439	1439	1679	1679	1679	1679	1679	1919	1919	1919	1919	
Üçlü Vardiya Sistemi - 2 vardiya/gün 6 gün çalışma+%50FM	1772	1772	1772	2067	2067	2067	2067	2067	2363	2363	2363	2363	50%
Üçlü Vardiya Sistemi - 3 vardiya/gün 6 gün çalışma	2419	2419	2419	2822	2822	2822	2822	2822	3226	3226	3226	3226	

Ek 4: Planlanan Üretim Kapasitesi ve Talep Karşılaştırması

2019 - CNC Capacity Chart



Ek 5: Örnek Ürün Ağacı

SEVİYE	KOD	TANIM	BİRİM	MİKTAR
0----	5540.3100.001	LE	ADET	1
-1---	5640.3120.001	LE-1	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,26
-1---	5640.3120.002	LE-2	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,20
-1---	5640.3120.003	LE-3	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,17
-1---	5640.3120.004	LE-4	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,15
-1---	5640.3120.005	LE-5	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,14
-1---	5640.3120.006	LE-6	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,12
-1---	5640.3120.007	LE-7	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,51
-1---	5640.3120.008	LE-8	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	1,19
-1---	5640.3120.009	LE-9	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,38
-1---	5640.3120.010	LE-10	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,38
-1---	5640.3120.011	LE-11	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	1,20
-1---	5640.3120.012	LE-12	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,69
-1---	5640.3120.013	LE-13	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,30
-1---	5640.3120.014	LE-14	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	1,16
-1---	5640.3120.015	LE-15	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,72
-1---	5640.3120.016	LE-16	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,86
-1---	5640.3120.017	LE-17	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,79

-1---	5640.3120.018	LE-18	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,36
-1---	5640.3120.019	LE-19	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,38
-1---	5640.3120.020	LE-20	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,69
-1---	5640.3120.021	LE-21	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,66
-1---	5640.3120.022	LE-22	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,64
-1---	5640.3120.023	LE-23	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,61
-1---	5640.3120.024	LE-24	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,59
-1---	5640.3120.025	LE-25	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,60
-1---	5640.3120.026	LE-26	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,28
-1---	5640.3120.027	LE-27	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,27
-1---	5640.3120.028	LE-28	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,98
-1---	5640.3120.029	LE-29	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	1,07
-1---	5640.3120.030	LE-30	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	2,97
-1---	5640.3120.031	LE-31	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,96
-1---	5640.3120.032	LE-32	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	1,35
-1---	5640.3120.033	LE-33	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	1,63
-1---	5640.3120.034	LE-34	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,56
-1---	5640.3120.035	LE-35	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	1,32
-1---	5640.3120.036	LE-36	ADET	1

--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	1,74
-1---	5640.3120.037	LE-37	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,36
-1---	5640.3120.038	LE-38	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,12
-1---	5640.3120.039	LE-39	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	1,78
-1---	5640.3120.040	LE-40	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,32
-1---	5640.3120.041	LE-41	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,24
-1---	5640.3120.042	LE-42	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	1,14
-1---	5640.3120.043	LE-43	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	1,25
-1---	5640.3120.044	LE-44	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	1,65
-1---	5640.3120.045	LE-45	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,34
-1---	5640.3120.046	LE-46	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	1,97
-1---	5640.3120.047	LE-47	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,65
-1---	5640.3120.048	LE-48	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,98
-1---	5640.3120.049	LE-49	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,74
-1---	5640.3120.050	LE-50	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,32
-1---	5640.3120.051	LE-51	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,54
-1---	5640.3120.052	LE-52	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	1,29
-1---	5640.3120.053	LE-53	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,14
-1---	5640.3120.054	LE-54	ADET	1
--2--	5002.0508.052	LE-20MM	M2	0,19

-1---	5640.3130.001	LE-55	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	0,26
-1---	5640.3130.002	LE-56	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	0,20
-1---	5640.3130.003	LE-57	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	0,17
-1---	5640.3130.004	LE-58	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	0,15
-1---	5640.3130.005	LE-59	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	0,14
-1---	5640.3130.006	LE-60	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	0,12
-1---	5640.3130.007	LE-61	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	0,36
-1---	5640.3130.008	LE-62	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	0,12
-1---	5640.3130.009	LE-63	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	1,78
-1---	5640.3130.010	LE-64	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	0,32
-1---	5640.3130.011	LE-65	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	0,24
-1---	5640.3130.012	LE-66	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	1,14
-1---	5640.3130.013	LE-67	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	0,35
-1---	5640.3130.014	LE-68	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	1,23
-1---	5640.3130.015	LE-69	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	0,88
-1---	5640.3130.016	LE-70	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	0,69
-1---	5640.3130.017	LE-71	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	0,21
-1---	5640.3130.018	LE-72	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	0,35
-1---	5640.3130.019	LE-73	ADET	1

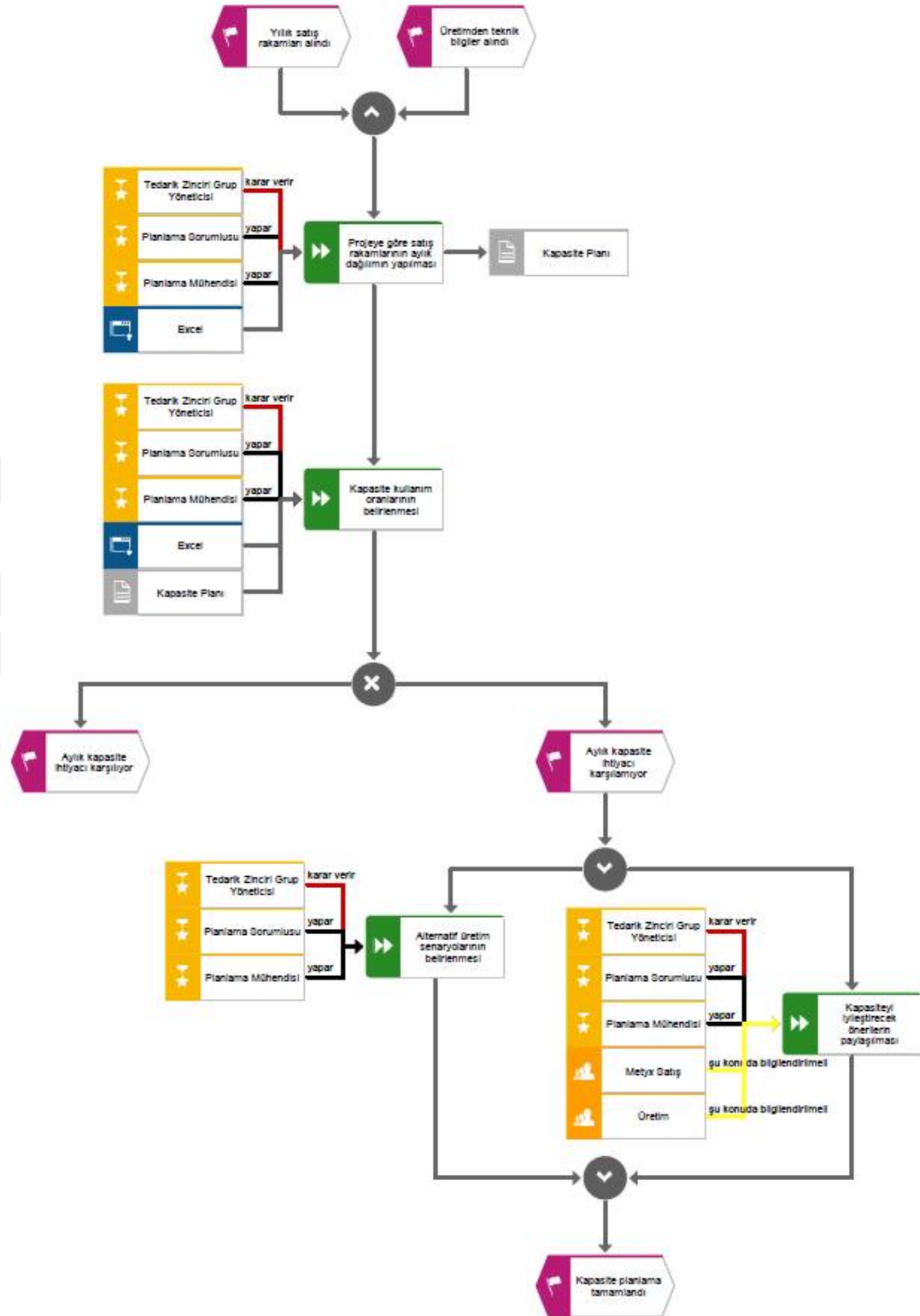
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	1,44
-1---	5640.3130.020	LE-74	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	0,74
-1---	5640.3130.021	LE-75	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	1,09
-1---	5640.3130.022	LE-76	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	0,63
-1---	5640.3130.023	LE-77	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	0,48
-1---	5640.3130.024	LE-78	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	0,36
-1---	5640.3130.025	LE-79	ADET	1
--2--	5002.0508.03	LE-30MM	M2	0,12
-1---	5640.3130.26	LE-80	ADET	1
--2--	5002.0508053	LE-30MM	M2	1,78
-1---	5640.3130.027	LE-81	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	0,32
-1---	5640.3130.028	LE-82	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	0,24
-1---	5640.3130.029	LE-83	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	1,14
-1---	5640.3130.030	LE-84	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	0,98
-1---	5640.3130.031	LE-85	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	1,07
-1---	5640.3130.032	LE-86	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	2,97
-1---	5640.3130.033	LE-87	ADET	1
--2--	5002.0508.053	LE-30MM	M2	0,54

Ek 6: Z Tablosu

STANDARD NORMAL DISTRIBUTION: Table Values Represent AREA to the LEFT of the Z score.										
Z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.50000	.50399	.50798	.51197	.51595	.51994	.52392	.52790	.53188	.53586
0.1	.53983	.54380	.54776	.55172	.55567	.55962	.56356	.56749	.57142	.57535
0.2	.57926	.58317	.58706	.59095	.59483	.59871	.60257	.60642	.61026	.61409
0.3	.61791	.62172	.62552	.62930	.63307	.63683	.64058	.64431	.64803	.65173
0.4	.65542	.65910	.66276	.66640	.67003	.67364	.67724	.68082	.68439	.68793
0.5	.69146	.69497	.69847	.70194	.70540	.70884	.71226	.71566	.71904	.72240
0.6	.72575	.72907	.73237	.73565	.73891	.74215	.74537	.74857	.75175	.75490
0.7	.75804	.76115	.76424	.76730	.77035	.77337	.77637	.77935	.78230	.78524
0.8	.78814	.79103	.79389	.79673	.79955	.80234	.80511	.80785	.81057	.81327
0.9	.81594	.81859	.82121	.82381	.82639	.82894	.83147	.83398	.83646	.83891
1.0	.84134	.84375	.84614	.84849	.85083	.85314	.85543	.85769	.85993	.86214
1.1	.86433	.86650	.86864	.87076	.87286	.87493	.87698	.87900	.88100	.88298
1.2	.88493	.88686	.88877	.89065	.89251	.89435	.89617	.89796	.89973	.90147
1.3	.90320	.90490	.90658	.90824	.90988	.91149	.91309	.91466	.91621	.91774
1.4	.91924	.92073	.92220	.92364	.92507	.92647	.92785	.92922	.93056	.93189
1.5	.93319	.93448	.93574	.93699	.93822	.93943	.94062	.94179	.94295	.94408
1.6	.94520	.94630	.94738	.94845	.94950	.95053	.95154	.95254	.95352	.95449
1.7	.95543	.95637	.95728	.95818	.95907	.95994	.96080	.96164	.96246	.96327
1.8	.96407	.96485	.96562	.96638	.96712	.96784	.96856	.96926	.96995	.97062
1.9	.97128	.97193	.97257	.97320	.97381	.97441	.97500	.97558	.97615	.97670
2.0	.97725	.97778	.97831	.97882	.97932	.97982	.98030	.98077	.98124	.98169
2.1	.98214	.98257	.98300	.98341	.98382	.98422	.98461	.98500	.98537	.98574
2.2	.98610	.98645	.98679	.98713	.98745	.98778	.98809	.98840	.98870	.98899
2.3	.98928	.98956	.98983	.99010	.99036	.99061	.99086	.99111	.99134	.99158
2.4	.99180	.99202	.99224	.99245	.99266	.99286	.99305	.99324	.99343	.99361
2.5	.99379	.99396	.99413	.99430	.99446	.99461	.99477	.99492	.99506	.99520
2.6	.99534	.99547	.99560	.99573	.99585	.99598	.99609	.99621	.99632	.99643
2.7	.99653	.99664	.99674	.99683	.99693	.99702	.99711	.99720	.99728	.99736
2.8	.99744	.99752	.99760	.99767	.99774	.99781	.99788	.99795	.99801	.99807
2.9	.99813	.99819	.99825	.99831	.99836	.99841	.99846	.99851	.99856	.99861
3.0	.99865	.99869	.99874	.99878	.99882	.99886	.99889	.99893	.99896	.99900
3.1	.99903	.99906	.99910	.99913	.99916	.99918	.99921	.99924	.99926	.99929
3.2	.99931	.99934	.99936	.99938	.99940	.99942	.99944	.99946	.99948	.99950
3.3	.99952	.99953	.99955	.99957	.99958	.99960	.99961	.99962	.99964	.99965
3.4	.99966	.99968	.99969	.99970	.99971	.99972	.99973	.99974	.99975	.99976
3.5	.99977	.99978	.99978	.99979	.99980	.99981	.99981	.99982	.99983	.99983
3.6	.99984	.99985	.99985	.99986	.99986	.99987	.99987	.99988	.99988	.99989
3.7	.99989	.99990	.99990	.99990	.99991	.99991	.99992	.99992	.99992	.99992
3.8	.99993	.99993	.99993	.99994	.99994	.99994	.99994	.99995	.99995	.99995
3.9	.99995	.99995	.99996	.99996	.99996	.99996	.99996	.99996	.99997	.99997

Kaynak: <https://www.math.arizona.edu/~rsims/ma464/standardnormaltable.pdf> (Erişim tarihine: 01.06.19)

Ek 7: Kapasite Planlama Süreç Akışı



Ek 8: Malzeme İhtiyaç Planlama Süreç Akışı

