

**T.C**  
**ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**ÜRETİM PROGRAMINDAN KAYNAKLANAN ÜRETİM**  
**KAYIPLARININ AZALTILMASI**

**AHMET KALAYCIOĞLU**

**TEMMUZ - 2006**

**T.C**  
**ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**İŞLETME ANA BİLİM DALI**

**ÜRETİM PROGRAMINDAN KAYNAKLANAN ÜRETİM**  
**KAYIPLARININ AZALTILMASI**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Hazırlayan**

**Ahmet KALAYCIOĞLU**

**Danışman**

**Prof. Dr. Ergün İLTER**

**BOLU – 2006**

**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE,**

Ahmet KALAYCIOĞLU'na ait “**Üretim Programından Kaynaklanan Üretim Kayıplarının Azaltılması**” adlı çalışma jürimiz tarafından İşletme Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

31.07.2006

Üye (Tez Danışmanı) : Prof. Dr. Ergün İLTER

Üye : Yrd. Doç. Dr. Erdoğan KOTİL

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mehmet ERYİĞİT

**Prof. Dr. Uğur ESER**  
**Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü**

## **ÖZET**

### **ÜRETİM PROGRAMINDAN KAYNAKLANAN ÜRETİM KAYIPLARININ AZALTILMASI**

**Ahmet KALAYCIOĞLU**

**Yüksek Lisans Tezi**

**İşletme Ana Bilim Dalı**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ergün İLTER**

**Temmuz 2006, 92 Sayfa**

Üretim planlama, herhangi bir işletmede gelecekteki imalat faaliyetlerinin ve miktarlarının limitlerini belirleyen bir fonksiyondur. Üretim sistemlerinde gün geçtikçe artan karmaşıklık sonucu işletme içi faaliyetlerde koordinasyon ve iletişim zorluğu oluşmaktadır. Global pazarlardaki tüketici kitlesinin genişlemesi, tedarik ve dağıtım faaliyetlerinin geniş bir alana yayılması, hizmet, kalite ve fiyat rekabetinin yoğunlaşması gibi nedenlerden dolayı üretim planlama, her türlü işletmede kaçınılmaz olarak gerekli bir süreç konumundadır.

İşletme kaynaklarının verimli ve etkin şekilde yönetilmesi, müşteri ihtiyaçlarının dinamizmine uyum sağlayarak esnek ve hızlı planlama yapılması, müşteriler ile tedarikçiler arasında bir koordinasyon noktası olması nedeniyle, üretim planlama süreci, günümüzde şirketler için can alıcı bir süreçtir. Üretim programının bir seferde doğru bir şekilde yazılamaması, oluşan malzeme ve üretim kısıtları nedeniyle programda sık sık zorunlu değişiklikler yapılması, işletmelerde üretim verimliliğini düşürmekte ve ciddi üretim kayıplarına yol açmaktadır. Üretim

programından kaynaklanan üretim kayıplarının azaltılması amacıyla işletmeler, kapasite ve malzeme kısıtlarını gözönüne alarak çalışan ve bir seferde kesin ve doğru olarak üretim programı çıkartabilen yeni üretim yazılım programlarına yönelmektedirler.

Bu tez çalışmasının ana amacı, üretim programından kaynaklanan üretim kayıplarının azaltılmasına yönelik optimum bir üretim yazılım programının oluşturulması ve programa girdi sağlayacak kriterlerin analizler yardımıyla ortaya çıkartılmasıdır. Tez üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, üretim planlama süreci gözden geçirilmiştir. İkinci bölümde, üretim kaynak yönetimi ve üretim planlamasının önemi ile birlikte, üretim planının hazırlanma ve uygulama aşamaları incelenmiştir. Üçüncü bölümde ise, üretim yazılım programının gereksinimi üzerinde durulmuş, ve bu programa girdi oluşturacak kriterlerin analizi konusunda Bolu Arçelik Pişirici Cihazlar İşletmesi'nde örnek bir uygulama çalışmasına yer verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Üretim Planlama, Üretim Programı, Üretim Kaybı

**ABSTRACT****MINIMIZATION OF THE PRODUCTION LOSSES  
OCCURED BY THE PRODUCTION PROGRAM****Ahmet KALAYCIOĞLU****Master Thesis****Department of Business Administration****Supervisor : Prof. Dr. Ergün İLTER****July 2006, 92 Pages**

Production planning is a function, determining the limits of the future production activities and production quantity in the enterprises. As a result of the complexity increasing within the production systems day by day, coordination and communication difficulty is occurring during the activities inside the companies. Expanding of the customer range in the global market, spreading of the supply and distribution activities through a large area, and increasing of the service, quality and price competition caused production planning to be the most important and necessary process in any kind of production sector.

Production planning is a very critical process for all the companies since it helps the management of the factory resources in the most optimum way, provides a flexible and rapid planning suitable to the dynamic customer needs, and constitutes a coordination point among suppliers and customers. Due to the inability in the writing process of the production program at first instance and accordingly making often and compulsory changes because of constraints in the production and

components, lowers productivity in the enterprises and causes serious production losses thereof. In order to decrease production losses, enterprises started to seek for new advanced planning optimizer programs which can work under capacity and component constraints and can create production program in an instant and accurate way as well.

The main goal of this thesis is; with the help of multiple analyses, to find out the criteria in order to form an optimum advanced production planning optimizer program which will serve the ultimate aim of decreasing production losses which stem from production program. The thesis consists three parts: In the first part, production planning process is revised in a general frame. In the second part, along with the importance of production planning, preparation of production plan and application stages are analysed. In the third part, the necessity of an advanced production planning optimizer program is analysed along with the case study example of Bolu Arçelik Cooking Appliances Plant in the subject of the detailed analysis of the criteria which will serve as input to the program.

**Keywords:** Production Planning, Production Program, Production Loss

## TEŞEKKÜR

Anlayışı, iyi niyeti, her zamanki güler yüzü, ve rehberliği ile, tez çalışmasını yürüttüğüm her aşamada gerekli yardımını ve desteğini esirgemeyen, özellikle de konunun netleşmesinde ve ampirik çalışmalarda bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Ergün İLTER'e şükran borçluyum.

Araştırmanın gerçekleştirildiği ve halen çalışma hayatıma devam etmekte olduğum Bolu Arçelik Pişirici Cihazlar İşletmesinde, veri ve kaynaklara ulaşmama yardımcı olan ve çalışmam süresince bana teknik ve lojistik destek sağlayan çalışma arkadaşlarıma da sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu günlere gelmemde ölçülemeyecek kadar büyük katkıları olan ve bana çalışmalarım esnasında büyük bir sabır ve anlayış gösteren sevgili aileme de sonsuz teşekkür borçluyum.



## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>vii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>viii</b>
<b>ÇİZELGELER LİSTESİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>xiii</b>
<b>KISALTMALAR LİSTESİ</b> .....	<b>xv</b>
<b>GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>

### BÖLÜM I

#### ÜRETİM PLANLAMASINA GENEL BİR BAKIŞ

1.1. Genel Üretim Planlama Süreci .....	5
1.2. İş Planlarının Hazırlanması.....	6
1.3. Malzeme İhtiyaçlarının Hesaplanması .....	7
1.3.1. Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP)'nın Tarihçesi .....	8
1.3.2. MRP Sisteminin Tanımı .....	10
1.3.3. MRP Sistemi ve Kavramı .....	13
1.3.4. MRP Sisteminin Mantığı.....	14
1.3.5. MRP Sisteminin Amaçları.....	15
1.3.6. MRP Sisteminin Özellikleri, Faydaları ve Sakıncaları.....	17
1.4. Malzeme Planlama ve Kontrolünün Yapılması.....	20
1.5. Üretimin Programlanması.....	21

1.6. Üretimde İş Akışının İzlenmesi ve Denetim.....	21
1.7. Kalite Kontrol .....	23
1.8. Satınalma .....	23

## **BÖLÜM II**

### **ÜRETİM KAYNAKLARININ YÖNETİMİ**

2.1. Üretim Kaynak Yönetiminin Faydaları .....	25
2.2. Üretim Planlamanın Önemi .....	26
2.3. Uzun, Orta ve Kısa Dönemli Üretim Planlaması.....	26
2.4. Üretim Planının Hazırlanması .....	29
2.5. Üretim Planlama Stratejileri .....	32
2.6. Üretim Planının Uygulanması .....	32

## **BÖLÜM III**

### **İŞLETMELERDE ÜRETİM YAZILIM PROGRAMI İHTİYACI VE PROGRAMA GİRDİ OLUŞTURACAK KRİTERLERİN ANALİZİ KONUSUNDA ARÇELİK PİŞİRİCİ CİHAZLAR İŞLETMESİ'NDE BİR UYGULAMA ÇALIŞMASI**

3.1. Üretim Programı Hazırlama Süreci .....	35
3.2. Üretim Programı Hazırlama Sürecinin Detaylı Akışları.....	37
3.2.1. Aylık Üretim Programı Yazılım Akışı .....	37
3.2.2. Yıllık Üretim Programı Yazılım Akışı .....	38
3.3. Üretim Yazılım Programı Gereksinimi.....	38
3.4. Üretim Yazılım Programının Sağlayacağı Üstünlükler.....	40

3.4.1. Üretim Yazılım Programıyla Modelleneyecek Akışlar.....	41
3.4.2. Üretim Yazılım Programıyla Optimize Edilecek Parametreler.....	42
3.5. Mevcut Üretim Programı Problemlerinin Belirlenmesi .....	42
3.6. Üretim Yazılım Programında Uygulanacak Metodoloji.....	43
3.7. Projenin Teknolojik Değerlendirmesi.....	44
3.7.1. Projenin Pazar Açısından Sağlayacağı Olanaklar .....	46
3.7.2. Projenin Verimlilik ve Rekabet Gücüne Katkıları .....	46
3.7.3. Üretim Yazılım Programının Ekonomik Getirisi .....	48
3.8. Üretim Yazılım Programının Sonuçları ve Faydaları .....	48
3.9. Üretim Yazılım Programı Projesinin Girdilerinin Belirlenmesi.....	50
3.9.1 Arçelik PCI'deki Bölümlerin Beklentilerinin Toplanması.....	50
3.9.2. Bölüm Beklentilerinin İlgili Süreçler ile İlişkilendirilmesi.....	51
3.9.3. Verilerin Toplanması.....	53
3.9.4. Analiz Edilecek Konular .....	53
3.10. Uygulanacak Metodoloji .....	55
3.10.1. Kritik Malzeme Analizi.....	55
3.10.1.1. Zorunlu Üretim Programı Değişikliği Yaratın Malzemeler .....	55
3.10.1.2. Montaj Bantlarında Üretim Duruşu Yaratın Malzemeler.....	57
3.10.1.3. Montaj Bantlarında Yeniden İşleme Yaratın Malzemeler.....	58
3.10.2. Üretim Hatlarının Kapasite Analizi.....	59
3.10.2.1. Boyahane Atölyesinin Kapasite Analizi .....	59
3.10.2.2. Emaye Atölyesinin Kapasite Analizi .....	60
3.10.2.3. Mekanik Üretim Atölyesinin Kapasite Analizi.....	61
3.10.2.4. Montaj Bantlarının Kapasite Analizi .....	62
3.10.3. Üretim Kaybı Nedenlerinin Analizi .....	64

3.10.3.1. Montaj Bantlarındaki Üretim Kaybı Nedenleri.....	64
3.10.3.2. Montaj Kaybı Nedenli Duruşların İncelenmesi .....	66
3.10.3.3. Montaj Kayıplarının Üretim Birimleri Bazında İncelenmesi.....	66
3.10.3.4. Üretim Kayıplarının Montaj Bantları Bazında Dağılımı .....	69
3.10.3.5. Üretim Kayıplarının Saatler Bazında Dağılımı.....	72
3.10.3.6. Üretim Kayıplarının Günler Bazında Dağılımı.....	76
3.10.3.7. Model Çeşitliliğinin Üretim Kayıplarına Etkisi.....	76
3.10.3.8. Model Parti Büyüklüğünün Üretim Kayıplarına Etkisi .....	80
<b>SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>83</b>
Sonuçlar .....	83
Öneriler .....	86
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>89</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>92</b>

## ÇİZELGELER LİSTESİ

<b>Çizelge Numarası</b>	<b>Sayfa</b>
<b>Çizelge 1.</b> Üretim Programı Hazırlama Süreci .....	36
<b>Çizelge 2.</b> Yıllık Kar Analizi .....	47
<b>Çizelge 3.</b> Bölüm Beklentilerini Toplama Planı .....	51
<b>Çizelge 4.</b> Bölüm Beklentileri ve İlgili Süreçler.....	52
<b>Çizelge 5.</b> Montaj Bantlarının Kapasite Analizi.....	63
<b>Çizelge 6.</b> Model Dönüş Sayısı ve Duruş Yüzdesi İlişkisi .....	79

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil Numarası	Sayfa
Şekil 1. MRP Dengesi.....	9
Şekil 2. MRP’de Planlama ve Kontrol için Bilgi Akışı.....	16
Şekil 3. Sipariş Noktası ve MRP'de Hammadde Envanter Seviyeleri.....	17
Şekil 4. Bir Ürün için Müşteri Siparişleri ile Tahminlerin Kullanılması.....	34
Şekil 5. Aylık Üretim Programı Yazılımı Akış Şeması.....	37
Şekil 6. Yıllık Üretim Programı Yazılımı Akış Şeması.....	38
Şekil 7. Kapasite, Malzeme, Model Sayısı İlişkisi .....	44
Şekil 8. 2005 Yılında Malzeme Kaynaklı Zorunlu Program Değişiklikleri .....	56
Şekil 9. Ocak-Nisan 2006 Malzeme Kaynaklı Zorunlu Program Değişikliği .....	56
Şekil 10. 2005, En Uzun Süreli Bant Duruşu Yaratan Malzeme Dağılımı.....	57
Şekil 11. 2005, En Uzun Süreli Yeniden İşleme Yaratan Malzeme Dağılımı.....	58
Şekil 12. Boyahane Atölyesi Kapasite Analizi .....	60
Şekil 13. Emaye Atölyesi Kapasite Analizi.....	61
Şekil 14. Mekanik Üretim Atölyesi Kapasite Analizi .....	62
Şekil 15. Montaj Bantları Kapasite Analizi .....	63
Şekil 16. 2005 Yılında Hata Grubuna Göre Bant Duruş Adetleri .....	65
Şekil 17. 2005 Yılında Hata Grubuna Göre Bant Duruş Süreleri.....	65
Şekil 18. 2005 Yılında Bölümlere Göre Bant Duruş Adetleri .....	67
Şekil 19. 2005 Yılında Bölümlere Göre Bant Duruş Süreleri .....	68
Şekil 20. 2005’te Emaye, Boya, Mekanik Üretim Kaynaklı Bant Duruş Süreleri ....	69
Şekil 21. 2005 Yılı Montaj Bandı Duruş Sayıları.....	70

<b>Şekil 22.</b> 2005 Yılı Montaj Bandı Duruş Süreleri .....	70
<b>Şekil 23.</b> 2005 Yılı Montaj Kaybı Sebepi Bant Duruş Sayısı.....	71
<b>Şekil 24.</b> 2005 Yılı Montaj Kaybı Sebepi Bant Duruş Süresi .....	72
<b>Şekil 25.</b> Montaj Kaybı Nedeniyle Belli Zaman Dilimindeki Duruş Adetleri .....	72
<b>Şekil 26.</b> Zaman Dilimine ve Montaj Bandı Çeşidine Göre Bant Duruş Adetleri.....	73
<b>Şekil 27.</b> Montaj Bandına Göre Durma Süreleri.....	74
<b>Şekil 28.</b> E Bandında Gün İçindeki Duruş Zamanının ve Süresinin Dağılımı .....	74
<b>Şekil 29.</b> Montaj Bantlarında Alt ve Üst Kontrol Limitlerine Göre Duruş Analizi... 75	
<b>Şekil 30.</b> Montaj Bantlarında Üretim Duruş Sürelerinin Analizi .....	75
<b>Şekil 31.</b> Montaj Kayıplarının Günlere Göre Dağılımı .....	76
<b>Şekil 32.</b> Günlük Üretimdeki Model Çeşitliliği .....	77
<b>Şekil 33.</b> Model Çeşitliliği- Montaj Kaybı İlişkisi.....	78
<b>Şekil 34.</b> Model Dönüş Sayısı >4/ Gün Olan Ürünlerin Sevk Dağılımı.....	80
<b>Şekil 35.</b> Parti Büyüklüğü-Model Çeşidi İlişkisi (Parti Büyüklüğü <51).....	81
<b>Şekil 36.</b> Parti Büyüklüğü-Model Çeşidi İlişkisi (Parti Büyüklüğü <101).....	82

**KISALTMALAR LİSTESİ**

- PCİ** : Pişirici Cihazlar İşletmesi
- MRP** : Malzeme İhtiyaç Planlaması
- ÜYP** : Üretim Yazılım Programı
- A.Ş.** : Anonim Şirket



## GİRİŞ

Günümüz beyaz eşya sektörünün ve global dinamiklerin gerektirdiği şekilde kaynakların en verimli ve etkin şekilde yönetilmesi, müşteri ihtiyaçlarının dinamiklerine uyum sağlayarak esnek ve hızlı planlama, ürün, üretim proseslerinin gerektirdiği karmaşıklık ve veri yoğunluğunu yönetebilme, müşteri, iç süreçler ve tedarikçiler arası bir arayüz ve koordinasyon noktası olması sebebiyle, üretim planlama süreci günümüzde şirketler için can alıcı bir süreçtir.

Planlama süreçleri, yoğun mühendislik kaynaklarına odaklanmak, dünyadaki örneklerinin de önüne geçerek ve süreci devamlı iyileştirerek mümkün olan en olgun seviyeye ulaşmak hedefiyle tedarik zinciri gelişim programını öncelikleri arasına almıştır. Bu ufuk çerçevesinde üretim planlama ve çizelgeleme süreci üzerine odaklanılmıştır.

Öncelikle, kompleks üretim süreci ve ürün çeşitliliğinin fazlalılığıyla en kapsamlı vaka olacağı için Bolu Arçelik Pişirici Cihazlar İşletmesi'nde (Arçelik PCİ) bir pilot uygulama çalışması başlatılmıştır. Arçelik PCİ, 1500'den fazla model, ocak, fırın, gibi farklı platformlar ve çok sayıda tedarikçi ile, hem en çok planlama iyileştirmesine ihtiyacı olan, hem de oldukça dinamik ve kompleks bir sisteme sahiptir. Modeller arası konstrüksiyon farkından dolayı model dönüşlerinde büyük bir zaman kaybı oluşmaktadır. 1500'e yakın model olduğu düşünülürse, bunların optimizasyonunun bir bilişim desteği olmaksızın yapılmasının imkansız olduğu görülecektir.

Tedarik zinciri bilişimi altyapısıyla, endüstri mühendisliği perspektifinden bir projenin yürütülmesi planlanmış ve projenin en kritik kısmı olarak da sistemin modellenmesi ve uygun algoritmaların bulunması hedeflenmiştir. Bu aşamada, herhangi standart bir ticari yazılımın alınıp kullanılması sözkonusu olmamaktadır. Bu nedenle, yeni bir 'Üretim Yazılım Programı' (ÜYP) yaratılması hedeflenmiştir. Ancak, sistemin modellenmesi ve çözümü ile performans parametreleri ve kısıtların

belirlenmesi uygun bir analiz ile mümkün olacaktır. Projenin katkısıyla sonraki adımlarda; simulasyon ve tahmin yetkinliklerinin de artması hedeflenmektedir.

Bu projedeki hedeflerin gerçekleştirilmesi ile üretim kayıplarının en aza indirilmesi ve beyaz eşya sektöründeki rekabette, zamanında üretilen ürünlerin uygun maliyet ile müşteriye ulaştırılması konusunda önemli kazançlar sağlanacaktır.

Proje ile; stoklarda yeterli malzeme tutulması, malzeme tedarikinin planlanması, mekanik üretim sırasında transfer preslerin çizelgelenmesi, darboğazların yönetimi gibi konular üzerinde iyileştirmeler yapılacaktır.

Arçelik PCI'deki mevcut üretim planlama süreci kritik malzeme ihtiyaçları ve dahili imalat üretim kısıtlarını karşılayacak düzeyde değildir. Üretim programı yayımlandıktan sonra kısıtlar nedeniyle gelen talepler doğrultusunda ay içerisinde sıklıkla revizyona uğramaktadır. Üretim programının optimum düzeyde olmaması nedeniyle, üretim verimliliğinin düşmesine ve üretim maliyetlerinin artmasına sebep olan bant duruşları, yeniden işlemler ve üretim kayıpları oluşmaktadır. 2005 yılında üretim programında kritik malzeme ve üretim kısıtlarına dikkat edilmemesi sonucu 172.000 EURO'luk bant duruşlarından, 31.000 EURO'luk da yeniden işlemlerden kaynaklanan toplam 203.000 EURO'luk bir parasal kayıp söz konusudur.

Üretim programının hazırlanması amacıyla yapılacak olan yeni ÜYP Temmuz 2006'da devreye girecektir. Yazılım programı öncesinde süreç yapısı tanımlanacak ve kısıtlar için optimum çözüm belirlenecektir. 2005 yılı içerisinde üretim programının kritik malzeme temini ve üretim kısıtlarına göre hazırlanamamasından kaynaklanan olumsuzluklar vardır. Bunlar; zorunlu üretim programı değişiklikleri, üretim duruşları, malzeme ve ürün kayıpları ile yeniden işlemlerdir. Tüm bu olumsuzlukların ve bunların meydana getirdiği parasal kayıpların, üretim programının hazırlanması amacıyla devreye girecek, ileri derecede üretim yazılımı ve çizelgelemesi yapacak olan ÜYP ile yok edilmesi düşünülmektedir.

Bant duruşlarının içinde üretim programından kaynaklanan payı ve nedenlerini bulmak ve ÜYP projesine girdi sağlamak amaçlanmaktadır. Bunun için, bir üretim programı hazırlama sürecinde iyileştirmeler yaparak kayıpların azaltılması yönünde Arçelik PCİ bünyesinde aşağıdaki çalışmaların yapılması planlanmıştır:

- i) Montaj bantlarının durma ve yere inme sebeplerinin önceliklendirilmesi,
- ii) Bant duruşlarının üretim programlarındaki ilgili günlerle eşleştirilmesiyle optimum üretim programındaki kısıtların belirlenmesi,
- iii) ÜYP'ye girdi sağlayacak ve programın yazılımı esnasında dikkat edilmesi gerekli konuların ortaya çıkarılması,
- iv) Üretim kayıplarına ait verilerin istatistiksel analizleri ile verimlilik iyileştirme fırsatlarının tanımlanması ve uygulamaya geçirilmesi,
- v) Üretim programının kritik malzeme temini ve üretim kısıtlarına göre hazırlanamamasından kaynaklanan zamansız üretim programı değişikliği, bant duruşu, yere inme, malzeme ve ürün parasal kayıplarının azaltılması.

ÜYP projesinin firma için önemi ise; tek seferde doğru üretim programı hazırlanması ile gereksiz bant duruşlarının, yeniden işlemlerin ve üretim kayıplarının engellenmesidir. Bu yolla, işletmeye kazandırılacak parasal bir getiri mevcut olup, üretim programının değişikliğe uğramasının engellenmesiyle zaman kaybı da ortadan kaldırılacaktır.

Bu çalışmanın birinci bölümünde; üretim planlamasına genel bir bakış ile birlikte, üretim planlamasını oluşturan yapıtaşlarının genel bir açıklaması yapılmıştır. Bir üretim planlama sürecinin kısaca hangi aşamalardan oluştuğu irdelenmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde; üretim kaynaklarının yönetimi üzerine odaklanılmış, üretim kaynak yönetiminin faydaları ile beraber, üretim planlamasının önemi, hazırlanması ve uygulanması aşamaları tartışılmış, kısa ve uzun vadeli üretim planlama konusuna değinilerek üretim planlama stratejileri incelenmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde; Arçelik PCI'deki mevcut üretim programı yazılım sürecinin genel işleyişinin incelenerek, yeni bir ÜYP'ye neden gereksinim duyulduğu açıklanmıştır. Bu programda uygulanacak model ve akışlarla birlikte metodolojinin detayına inilerek ÜYP'nin işletmeye sağlayacağı üstünlükler ve faydalara değinilmiştir. Bu program yazılımının teknolojik ve ekonomik öndeğerlendirilmesi yapılarak projenin işletmeye sağlayacağı kar analiz edilmiştir. Bu bölümün ilerleyen aşamalarında, Arçelik PCI'de ÜYP projesine girdi sağlayacak, ve yazılım programına yön verecek unsurların ortaya çıkartılabilmesi için işletmedeki bölümlerin beklentileri toplanarak üretim kayıtları olarak tutulan veriler birtakım istatistiksel yöntemlerle analiz edilmiştir. Bu çalışma ile projelendirilecek olan üretim programı hazırlama sürecinin, kritik malzeme temini ve üretim programı kısıtlarını karşılayacak hale getirilmesi için bir altyapı oluşturma hazırlığı yapılmıştır.

Çalışmanın son bölümünde ise; yapılan analizler doğrultusunda varılan sonuçlar ortaya konulmuştur. Bu sonuçların ÜYP'ye olan etkileri tartışılmıştır. Ayrıca, analizler doğrultusunda ortaya çıkan sonuçlara yönelik iyileştirme önerileri belirlenmiştir.

## BÖLÜM I

### ÜRETİM PLANLAMASINA GENEL BİR BAKIŞ

#### 1.1. Genel Üretim Planlama Süreci

Sipariş veya genel ihtiyaç planlaması bazında üretim yapan işletmeler için kaynak yönetiminin temel ilkeleri önemlidir. Kaynak yönetimi, temel olarak üretimin yapılabilmesi için gerekli olan makina, finans, üretim tesisleri, insan kaynakları, mühendislik ve tasarım gibi unsurların verimli şekilde kullanılmasını içermektedir. Üretim iki aşamalı olarak gerçekleştirilmektedir. Birinci aşama; ana üretim planının çıkarılması, ikinci aşama ise bu üretim planının gerçekleştirilmesini kapsamaktadır. İki aşama arasında geriye dönüş ve düzeltme gibi işlevler gerekli durumlarda kullanılabilir (Heizer ve Render ,1999).

Kaynak yönetimi; iş planları, malzeme ihtiyaçlarının hesaplanması, malzeme planlama ve kontrol, satınalma, üretim planlama, üretim izleme, kalite kontrol, bakım planlama, raporlama ve analiz gibi aşamaların bütünüdür

Üretim planlama, gelecekteki imalat faaliyetlerinin veya miktarlarının düzeylerini ve limitlerini belirleyen fonksiyon olarak tanımlanabilir. Planlama, üretilecek ürün ve üretim kaynakları hakkındaki verilerin analizi ile başlar. Üretim sistemlerinin faaliyet yoğunluğu ve karmaşıklığı, işletme içi faaliyetlerin koordinasyon zorluğu, tüketici kütesinin genişlemesi ve isteklerinin değişik olması, tedarik ve dağıtım faaliyetlerinin geniş bir alana yayılması, hizmet, kalite ve fiyat rekabetinin yoğunlaşması, işletmenin ekonomik düzeyde çalışmasını sağlamak için malzeme, makine zamanı ve iş gücü kayıplarının minimum düzeye indirilme zorunluluğu gibi nedenlerden üretim planlama kaçınılmaz olarak gereklidir.

Üretim planlamanın amacı, belirlenen üretim hedeflerine ulaşabilmek ya da mevcut satış imkanlarından faydalanabilmek için kaynakların en iyi ve verimli kullanılmasını sağlamaktır.

## **1.2. İş Planlarının Hazırlanması**

Bir ürünün üretilmesi için gerekli olan teknik bilgiler, genelde İş Planı olarak adlandırılan bir şablonda tutulur. Bu şablon; plan başlığı, operasyon planı, malzeme kullanım planı, iş akış planı ve detay iş planından oluşur (Orlicky,1975).

İşletmelerdeki planlama bölümlerinin hazırladığı üretim planlarına ilişkin kayıtların bilgisayar ortamında tutulması için ise; Plan Başlığı adlı bir dosya oluşturulmalıdır. Dosyadaki konular; plan numarası, plan açıklaması, üretilcek parça numarası, planlayıcının numarası, birim malzeme maliyeti, toplam işgücü ve makine kullanımı, üretim sonunda ürünün konulacağı depo gibi başlıklar altında toplanır.

İşin hangi iş adımlarından oluşacağı ve her bir iş adımının da hangi iş gücü, makine kaynaklarından ne miktarlarda kullanılacağı ile nasıl kontrol edileceği ise Süreç Planı tablosunda toplanır. Süreçlerde kullanılacak malzemeler, Malzeme Kullanım Planı tablosunda tutulur. Malzeme kullanım planı tablosu ürün ağacından farklı olup her bir üretim sürecinde hangi malzemelerin kullanılacağını gösterir.

İş akış planı, işin gerçekleştirilmesi sırasında süreçlerin ilişkilerini belirlemek amacıyla oluşturulur. Detay iş planı ise işin nasıl yapılacağına ve teknik çizimlerin nasıl olacağına ilişkin bilgileri kapsamaktadır.

İşletmeler üretim faaliyetini gerçekleştirirken ham malzeme, ürün ve ana ürünlerin çeşitli şekillerde bir yerlerden başka yerlere taşınması gerekmektedir. Malzeme yönetimi yapılırken amaç, malzemeyi zamanında ve yeterli miktarda temin etmek, bunu yaparken de taşıma maliyetlerini en aza indirmektir.

### 1.3. Malzeme İhtiyaçlarının Hesaplanması

Talebi olan ve bitmiş bağımsız malzemeler için gerekli bağımlı malzemelerin ne zaman ve ne kadar temin edilmesi gerektiği sorusunu bulmaya çalışmak *Malzeme İhtiyaç Hesaplaması* olarak tanımlanır. Bağımlı malzeme, üretilmesi için başka malzeme tarafından ihtiyaç duyulan malzemedir. Örneğin, eğer bir fabrika hammadde ve ana ürün satmıyorsa, bunların üretimi ancak ana ürünün talep edilmesine bağlıdır. Oysa, ana ürün doğrudan talep edilen bir üründür, yani talebi herhangi bir ürüne bağlı olmayıp, bağımsızdır (Tersine,1987).

Bağımlı ve bağımsız malzeme arasındaki ilişki bir ağaç ile sembolize edilebilir. Bu ağaca da *Üretim Ağacı* denir. Bu ağaç bir ürünün üretilmesi için hangi malzemelerin de üretilmesi gerektiğini gösterir. Böylece, bir malzemenin ihtiyaç hesaplaması yapılırken, malzemenin bileşenlerinin neler olduğu, bir birimi için ne kadar gerektiği ve tedarik sürelerinin ne kadar zaman olduğu bilgilerine ulaşılarak ihtiyaç programı oluşturulur.

Bir üretimi gerçekleştirebilmek için her şeyden önce bu üretimde kullanılacak kaynakların belirlenmesi gerekmektedir. Doğru planlama yapabilmek ve üretimi tam zamanında gerçekleştirebilmek için üretimde kullanılacak insan gücü, makine gücü, malzeme, zaman ve bunlara bağlı ikinci derecedeki kaynakların doğru planlanması gerekir (Heizer ve Render ,1999).

Üretimin herhangi bir aşamasındaki ihtiyaç hesaplaması için, iş planına bağlı olarak hazırlanan ve iş planları değişmedikçe değişmeyen ana ürün, ürün ağacı ve ham malzeme kullanım planı tablolarından faydalanılır.

İhtiyaç hesaplamasında temel alınan kayıtlar uzun vadeli olan ana ürün programlarıdır. Ana ürün programı ve ürün ağacı kullanılarak üretim programı oluşturulur. Üretim ihtiyaç listesi, belirlenen süre için hangi ürün bileşenlerinden ne kadar üretim ihtiyacı olduğunu belirler. Bu liste, günlük uygulamalarda önceki

ayların üretim programları kullanılarak oluşturulur. Aynı zamanda belli aralıklarla ürün ağacından çıkarılan ihtiyaçlar, toplam envanterle karşılaştırılarak, üretim programındaki olası aksamalar düzeltilir (Goddard,1984).

### **1.3.1. Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP)'nın Tarihçesi**

Malzeme ihtiyaçlarının planlanması uzun yıllardan beri işletmelerde Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP) kapsamında bilgisayar ortamında yapılmaktadır. MRP teknikleri uzun yıllardır bilinse de, modern veri işleme gücü olmadan tam anlamıyla işletilememişlerdir. Eski zamanlarda, kayıt tutma zamanları ve bunların maliyetleri çok yüksek olup, önceden tahmin edilemeyen talep ve gecikmelerin meydana geldiği üretim programlarını elle değiştirmek için gerekli olan zaman çok uzundu. Sonuç olarak; uygun envanter ayarlamaları, üretimin ihtiyacını tatmin edecek düzeyde hızlı yapılamıyordu. Bilgisayarlar, zaman sınırlamalarını yok ettikten sonra; talep tahmini, sipariş noktası, parti büyüklüğü, uzman programlama, tedarik süreleri ve envanter kayıtları tutma gibi bilgileri bir çatı altında birleştirmişlerdir. Bu durum Şekil 1'de görülmektedir.

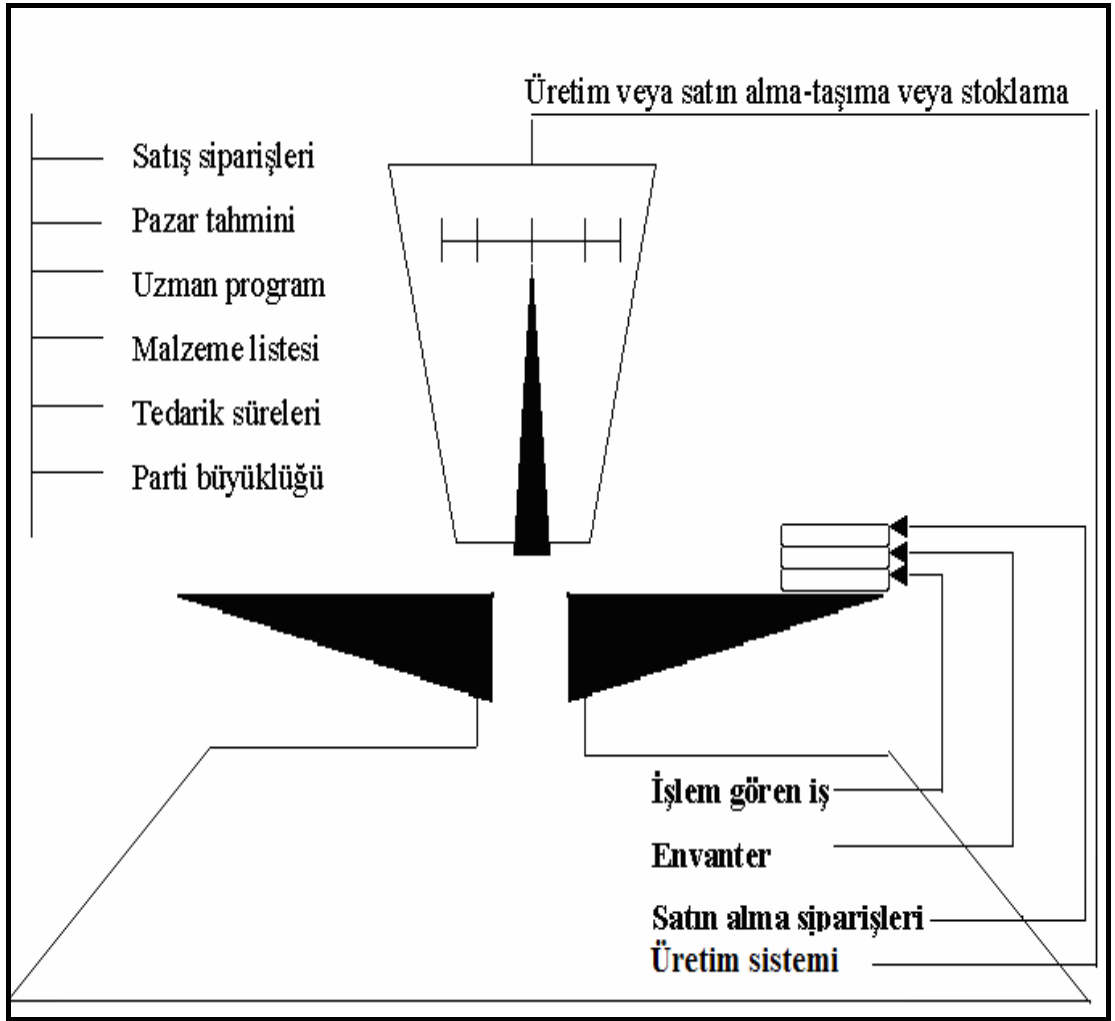
MRP'nin gelişimi, bilgisayar teknolojisindeki gelişimle paraleldir. İlk olarak, 1960'ların başında, kantitatif yönetim araçlarının kabul edilmesine yönelik hareketlerden doğmuştur. Bu araçlar, bilgisayarların veri özetleme gücünü de kapsamaktadır.

Mevcut envanter kontrol sisteminden MRP sistemine geçilmesi arzu edilen bir çalışmadır. Ancak, bu geçiş sırasında, insan ilişkilerinde çatışmalarla ve teknik zorluklarla karşılaşılabilir. MRP sistemine hazırlıksız olan veya bu sistemden çok fazla şey bekleyen aceleci müşteriler nedeniyle MRP sisteminin başarı oranı düşük olabilir. Burada yapılması gerekenler şunlardır:

i) Üretim faaliyetlerinin MRP' ye dönüştürülmesinin uygun olup olmayacağını araştırılması,



- ii) Mevcut sistemle yapılan karşılaştırma sonucu kazanılacak şeylerin belirlenmesi,
- iii) MRP ' nin üretim sisteminin geri kalanına nasıl uyduğuna bakılması,
- iv) Envanter yönetimi ve bilgisayar programlanmasındaki mevcut personelin yeteneklerinin yeterli olup olmadığına, eğitime gereksinim duyup duymadığına karar verilmesi (Riggs, 1994).



Şekil 1. MRP Dengesi

**Kaynak:** Riggs, J., Production Systems: Planning, Analysis and Control, 3<sup>rd</sup> edition, John Wiley & Sons, ABD, 1994.

### 1.3.2. MRP Sisteminin Tanımı

MRP, üretim endüstrilerindeki en iyi uygulanabilen sistemdir. Üretimde son ürün, pazarlamanın bağımsız talebiyle ilgilidir; ancak talep, hammadde ve bileşenlerdeki üretim listesine bağlıdır. Bu bağlı talep durumu MRP' yle yapılır (Riggs, 1994).

MRP, üretim planlama ve envanter kontrol faaliyetlerini gerçekleştiren bilgisayar destekli bir sistemdir. MRP sistemi, eksiksiz bir planlamayı, etkili bir malzeme kontrolünü ve meydana gelebilecek değişikliklerde planların yeniden düzenlenmesini sağlamaktadır. Envanter seviyesini asgari düzeyde tutarken, ihtiyaç duyulan malzemenin istenilen yerde ve zamanda hazır bulunmasını da temin etmektedir. MRP, envanter ve sipariş durumlarının ana üretim planına uygunluğunu sağlayarak, fabrika kapasitesi ve tedarik süresini hesaplayarak, planlanan amaçlar doğrultusunda malzeme ihtiyaçlarının programını yapmaktadır.

Detaylı plan hazırlanırken, ürünün oluşumunda kullanılan hammaddelerin ve diğer bileşenlerin miktarı belirlenebilir. Ayrıca, son ürüne ilişkin planın hazırlanması için, her bileşenin sipariş ve teslim zamanı gösterilmelidir. Ana plan, periyodik teslimatla ilgili olarak, ürünler için ayrıntılı üretim planını ortaya çıkarır. Malzeme listesinde, her ürünün oluşumu için hangi malzemedен ne kadar gerektiği belirlenir. Envanter kayıtları ise, her bileşenin şimdiki ve gelecekteki envanter durumu hakkında bilgi sağlar. MRP programında, bu veriler kullanılarak ve son ürüne olan talep göz önüne alınarak, hammadde, yarı mamul, alt montaj parçalarından ne zaman ve ne kadar sipariş verilmesi gerektiği başarılı bir şekilde hesaplanır.

MRP sistemi, envanter yatırımlarını minimize etmek, üretimi ve etkinliği artırmak ve üreticiye yapılan hizmeti geliştirmek amacıyla kullanılan bir yönetim çizelgeleme ve kontrol tekniğidir. MRP sisteminin performansı, ilgili işletmede gerçekleştirilen üretimin tipine ve piyasa tarafından ihtiyaç duyulan teslim

zamanına bağlıdır. Daha karmaşık üretim (elektrik sistemleri, yüksek performans valf üreticileri, vb.) ve daha kısa teslim zamanlarını gerçekleştiren üreticiler MRP yaklaşımdan daha başarılı sonuçlar elde ederler. MRP sistemi, planlı üretim listesini malzeme listesi ile bağlar ve hangi parçadan, hammaddeden sipariş verilmesi gerektiğini görmek için üretim envanterlerini kontrol eder (Riggs, 1994).

MRP sistemlerinin ortak amacı, tüm envanter birimleri bazında dönemler itibariyle brüt ve net ihtiyaçların tespit edilmesi ve bu yolla gerçekçi bir envanter yönetimi için bilgi üretilmesidir. Envanter yönetiminde; satın alma (satın alma emri) ve üretim (iş emri) gibi iki ana faaliyet söz konusudur.

Bu faaliyetler gerek yeni gerekse eski bir işlemin düzeltilmesi şeklinde olabilir. Yeni faaliyet, belirli bir tarihte ve belirli bir miktarda istenilen envanter biriminin temini için sipariş verilmesi veya üretim söz konusu ise iş emri verilmesi şeklinde olabilir.

MRP sistemi; envanter miktarlarının minimum düzeyde tutulması, değişikliklere duyarlı olması, envanter birimleri bazında geleceğe dönük bir bakış açısı oluşturması ve sipariş miktarını ihtiyaçlara göre tespit etmesi gibi nedenlerden etkin bir envanter yönetim tekniğidir (Orlicky,1975).

Bu sistem, ihtiyaçların zamanında ve tam olarak karşılanmasında aşağıdaki konulara özen gösterir (Tersine,1987):

- i) Hesaplamalarında gelecek zamanın dikkate alınması,
- ii) Verilen malzeme ve kapasite kısıtlarına göre ana üretim planının aksamaması için öncelik sıralamasının yapılması,
- iii) Üretim kontrolünün, satın alma siparişlerinin ve üretim iş emirlerinin sürekli kontrol edilmesi.

Planlama işleminde MRP sistemi, ilgili malzemelerin stokta bulunan miktarlarını brüt ihtiyaçlara tahsis eder ve serbest bırakılmış siparişlerin

geçerliliğini değerlendirerek net ihtiyaçları belirler. Net ihtiyaçları karşılayabilmek amacıyla, sistem her bir stok kalemi için sipariş programı oluşturur. Program oluşturulurken, eğer varsa daha önce oluşturulmuş, acilen veya sonraki tarihlerde serbest bırakılacak olan siparişler de dikkate alınır. Planlanan sipariş miktarı, sistem kullanıcısı tarafından uygun görülen parti büyüklüğü belirleme tekniklerine göre hesaplanır (Goddard,1984).

MRP, fabrikada imal edilen ve satın alınan yerlerden başlayarak, ürünün ambara veya müşteriye ulaşmasına kadar olan malzeme akışının ve üretim kapasitesinin kontrol edilmesini sağlayan ve programlama - planlama gibi işlerin tümünü yerine getiren bir sistemdir. İyi tasarlanmış ve iyi yönetilen bir MRP sistemi, bütün elemanların etkin planlamaya katılmasına ve kapasitelerin kontrolüne izin verir (Yiğit,1998).

Arzu edilmeyen ıskarta ürünler, makina arızaları, teslim problemleri, müşteri sipariş planındaki değişiklikler gibi aksamaların yeniden doğru olarak planlanması işlemini kolaylaştırır. Bunların dışında geleceğe yönelik planlama, kapasite ihtiyaç planlaması, parasal planlama ve işgücü ihtiyacının gözden geçirilmesine de yardımcı olarak bilgisayar destekli üretimde de kullanılabilir (Beyazıt,1998).

MRP'nin bir işletmede uygulanması adım adım gerçekleştirilir. Proje işletmenin tamamını kapsar. Bu nedenle tüm personelin MRP eğitimi alması ve projenin hedeflerini ve işletme için taşıdığı önemi anlaması gerekir. MRP sistemi özellikle montaj hatlarında üretim yapan işletmelerde iyi sonuçlar vermektedir. MRP uygulaması sonucunda, süreç içi envanter düzeyinde azalma, iş gücünün kullanımında ve müşteri servisinde gelişme, envanter devir hızında artış elde edilmektedir (Vollmann,1996).

### 1.3.3. MRP Sistemi ve Kavramı

MRP ile ilgili çeşitli görüş ve yaklaşımlar literatürde yaygın biçimde bulunabilmektedir. Bunları, birbirine karşıt iki görüş altında toplamak mümkündür. Birinci görüşe göre, MRP; dar bir kavram olup, bağımsız talep mallarının bileşenlerine ayrılması, yani bağımlı talebin belirlenmesidir. İkinci görüş ise, MRP kavramını daha geniş değerlendirerek, tüm imalat kontrol sistemiyle ilgili faaliyetler bütünü olarak düşünmektedir. MRP kavramı, bağımsız talep mallarının bileşenlerine ayrılması ile başlamakta, fakat bununla kalmayıp kapasite planlaması, satınalma, imalat atölyesinin kontrolü, maliyetlerin çıkarılması ve imalatın etkin biçimde yürütmesi için gerekli tüm faaliyetlerle etkileşen bir kavram olarak kabul edilmektedir (Sümen, 1997).

MRP, imalat ile dağıtım faaliyetleri arasında çarpıcı farkları kendi sistemi içinde tanıyan bir yöntem olup, üretim ortamının temel ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde geliştirilmiştir. Bu sistem, herhangi bir üretim ortamında envanter yönetiminin, üretim planlamasından ayrı olarak düşünülmemeyeceği gerçeğini gözönünde bulundurmaktadır (Vollmann,1996).

Ana üretim planlaması sonucunda, planlama döneminde üretilecek ürün türleri, üretim miktarları ve üretim zamanı belirlenir. Üretimin gerçekleştirilmesi ancak yeterli miktarda ve uygun zamanda üretim kaynaklarının bulunmasına bağlıdır. MRP sistemi, bu görevi yerine getiren bilgisayara dayalı üretim planlama ve kontrol sistemi elemanıdır (Durmuşoğlu,1993).

MRP, imalat ile dağıtım faaliyetleri arasında çarpıcı farkları kendi sistemi içinde tanıyan bir yöntem olup, üretim ortamının yeterli miktarda ve uygun zamanda üretim kaynaklarının bulunmasına bağlıdır (Acar, 1999).

### 1.3.4. MRP Sisteminin Mantığı

MRP'de zaman, tipik olarak, bir haftalık aralıklar serisi olarak tanımlanır. Ancak, günlük planlama süreleri temeline göre çalışan sistemler de mevcuttur. Bir bileşen için talep, bağımsız yedek parça siparişi olabileceği gibi içinde kullanıldığı herhangi bir ürüne bağlı olarak da belirlenebilir.

MRP sistemi, ana üretim programını gerçekleştirirken, gerekli her bileşen için, girdi olarak ana üretim programı ile başlar ve net ihtiyaçlarının listesini elde etmek üzere bir dizi prosedür uygular (Beyazıt,1998).

Sistem, malzeme listesi doğrultusunda çalışır. Kademe kademe, bileşen bileşen, tüm parçalar planlanana kadar devam eder. Her bileşen için aşağıdaki prosedür uygulanır:

i) Toplam ihtiyaçların, net ihtiyaçlara dönüştürülmesinde, envanter projeksiyonları ve her satın alma için açık sipariş listeleri mevcut stoklardan yapılan tahsilatlarla birlikte dikkate alınarak net ihtiyaçlar belirlenir.

ii) Parti büyüklüğü kullanılarak net ihtiyaç, planlanmış sipariş miktarına dönüştürülür.

iii) Bir bileşen için siparişi karşılamak üzere, hazırlık süresine göre ihtiyaç tarihinden geriye doğru zamanlanarak planlanan sipariş en uygun tarihe konulur.

iv) Kullanıcılara yol göstermek üzere gerekli işleme ve istisnalara ilişkin bildirimler hazırlanır.

v) Malzeme listesi ilişkileri kullanılarak tüm bileşenler için toplam ihtiyaçlar, planlanan üretim ile karşılaştırılır.

Yukarıdan anlaşılacağı üzere, bir MRP sisteminin çalıştırılmasında aşağıdaki ön koşullar vardır (Taşkın, 1998):

i) Bir ana üretim programı olmalıdır. Bu program üst sıralardaki malzeme ihtiyaç miktarlarını miktar ve zaman olarak belirleyen net rapordur.

ii) Her ana parçaya uygun malzeme listesi bulunmalıdır. Bu, o parçanın yapısını belirleyen geçerli ve tam bir rapordur.

iii) Planlanan her bir parçaya ilişkin stok durumu bilgileri mevcut olmalıdır. Envanter durumu, eldeki mevcut fiziki stokların, verilmiş siparişlere tahsis edilen fakat henüz fiziki stoklardan çekilmemiş malzemenin ve söz konusu ürün için gerekli satın alma programlarının durumunu gösteren rapordur.

iv) Planlanan her bir parça için, satın alınmış veya imal edilmiş olsun, hazırlama süresi planlaması mutlaka yapılmalıdır

MRP'de planlama ve kontrol için bilgi akışı Şekil 2'de görülmektedir (Dilworth, 1992).

### **1.3.5. MRP Sisteminin Amaçları**

MRP sisteminin amaçları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Taşkın, 1998):

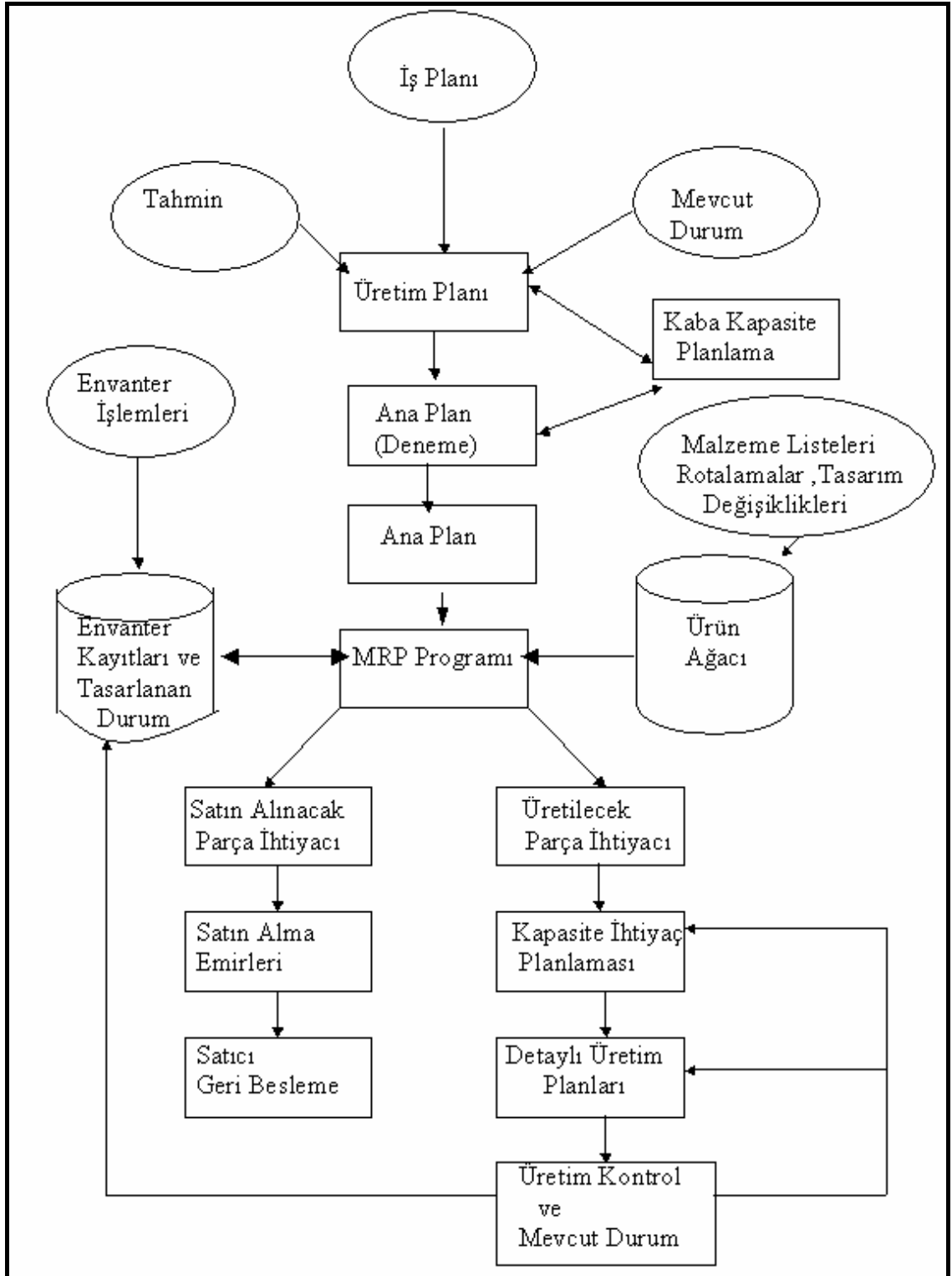
i) Planlanan üretimi ve sevkiyatı gerçekleştirebilmek için malzemelerin fabrikaya zamanında gelmesini sağlamak,

ii) Malzemelerin istenilen zamanda işletmede olmasını sağlayarak sistemde mümkün olan en az stoğu bulundurmamak,

iii) Üretim, sevk ve satın alma faaliyetlerini planlamak, gerek üretim gerekse satın alma açısından tedarik planlarını geliştirmek, bu planları sürekli gözden geçirmek, gerekli ise düzeltmeleri yapmak, diğer bir deyişle, hangi parçaların, ne zaman satın alınacağını veya üretileceğinin tek tek belirlenmesini sağlamak,

iv) Parçaların bulunabilirliği ve teslim tarihleri hakkındaki en güncel bilgilere dayanarak, çizelgeleme ve kontrol fonksiyonları için önceliklerini belirlemek,

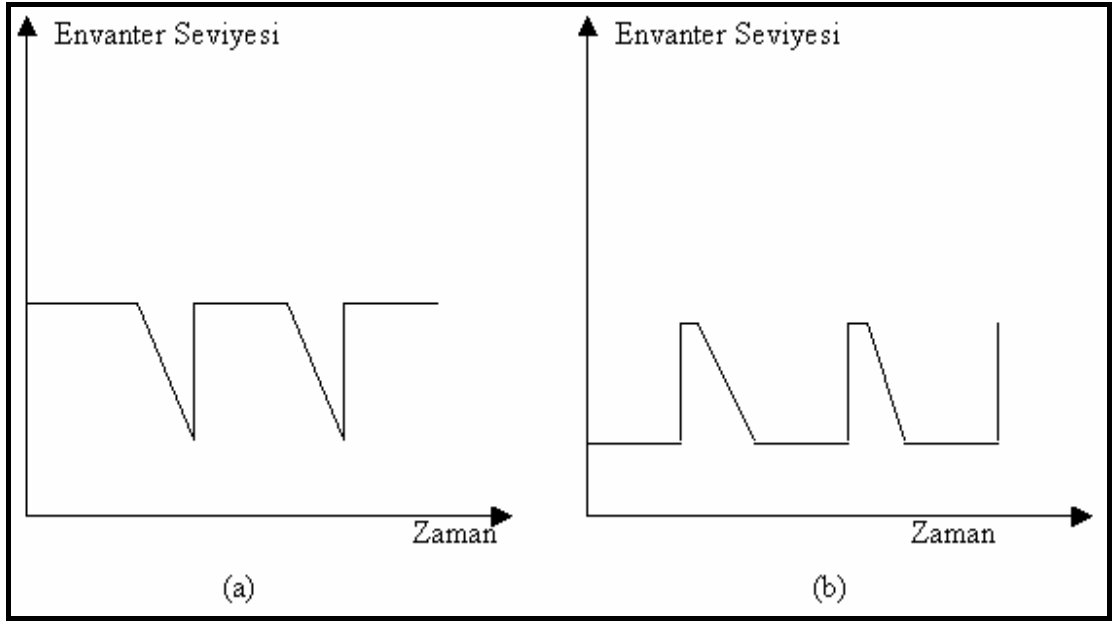
v) Planlanan siparişlerin projeksiyonu yoluyla kapasite planlamasını yapmak, üreticiye hammadde ve yarı mamul üreten diğer firmalara gelecek siparişlerin yoğunluğunu gösterme açısından yardımcı olmak.



Şekil 2. MRP’de Planlama ve Kontrol için Bilgi Akışı

**Kaynak:** Dilworth, James B., Operations Management, Design, Planning and Control for Manufacturing and Services, Mc Graw Hill, Inc.,1992.





**Şekil 3.** Sipariş Noktası ve MRP'de Hammadde Envanter Seviyeleri

**Kaynak:** Gaither, N., Production and Operation Management: A Problem Solving Approach, 4<sup>th</sup> edition, The Dryden Press, ABD, 1990.

Şekil 3.a'da Sipariş Noktası Sistemine göre zamanla oluşan envanter seviyesi ile 3.b'de MRP ile oluşan envanter seviyeleri karşılaştırılmaktadır. MRP'nin amaçlarından biri olan envanter seviyesini azaltmanın nasıl gerçekleştirilebileceği gösterilmektedir (Gaither ,1990).

### 1.3.6. MRP Sisteminin Özellikleri, Faydaları ve Sakıncaları

MRP sistemi aşağıda belirtilen nedenlerden dolayı etkin bir envanter yönetimi yöntemidir (Acar, 1999):

- i) Envanter yatırımlarının minimum düzeyde tutulması,
- ii) Değişimlere duyarlı olması,
- iii) Sipariş miktarlarının ihtiyaçlara göre tesbit edilmesi,
- iv) İhtiyaçların zamanlamasına ve tam olarak karşılanmasına özen gösterilmesi,

- v) Önceden belirlenemeyen değişikliklere karşı yeniden planlama ve çizelgelemeye imkan tanınması,
- vi) Malzeme yokluğunu veya fazlalığını önceden belirleyerek zamanında önlem alınmasını sağlaması,
- vii) Malzeme arz ve taleplerinin zaman bazında dengelenmesini sağlaması,
- ix) Ürün ve ürün bileşenleri için zaman ve miktar açısından denemelerin sürdürülmesi.

Yöneticilerin MRP sistemini tercih etmeleri; müşteri hizmetlerinin iyileştirilmesi, stok yatırımlarının azaltılması ve tesisin daha iyi kullanılması nedenlerine dayandırılabilir (Durmaz,1999).

Müşteri hizmetlerinin iyileştirilmesi, siparişlerin müşterilerden alındığı anda, elde hazır ürün bulunmasından daha farklı bir anlama gelmektedir. Bu konu, tüketici tatminini sağlayacak şekilde, teslim vaatlerinin yerine getirilmesi alışkanlığının kazanılması ile birlikte teslim sürelerinin kısaltılması çalışmalarını içermektedir. MRP sistemi teslim vaatlerinin yerine getirilebilmesi için gerekli bilgiyi üst yönetime sunmaktadır. Üretimle etkileşen MRP sistemi bir anlamda teslim tarihlerine kilitlenerek bunların gerçekleşmelerini zorlamaktadır. Böylece söz verilen teslim tarihleri işletme için amaç olmakta ve teslim tarihinde gerçekleşme olasılığı yükselmektedir (Braggs,1999).

Hammadde siparişleri sabit sipariş miktarlı envanter kontrol sistemiyle planlandığında, ana üretim programında hammaddenin son birimi belirinceye kadar emniyet stoğu ile sipariş miktarı depolarda yer almaktadır. MRP sisteminde ise, sonuncu hammadde birimi ana üretim programında ortaya çıktığında gelmiş olacak şekilde zamanlanmaktadır. Diğer bir ifadeyle, MRP sisteminde stok düzeyleri, geniş zaman aralıklarında düşük düzeyde kalmakta, ancak kısa zaman aralıkları için yüksek değer almaktadır. Bu durum ise stoklara yatırılacak daha az sermaye anlamına gelip şirketin rantabilitesini artırmaktadır (Durmuşoğlu,1993).

MRP yaklaşımıyla hammaddelerin ve parçaların teslim alınma miktar ve zamanlarının daha iyi kontrol edilmesi sonucunda gerekli hammaddeler üretime daha doğru zaman ve miktarlarda verilebilmektedir. Buna ek olarak, hammaddelerin imalata verilmesi üretim programındaki değişmelere paralel olarak hızlandırılabilir veya yavaşlatılabilir (Arslan,1995).

MRP sisteminin bu etkileri iş gücünde, kullanılan hammadde miktarında ve genel giderler tutarında düşmelere neden olmaktadır. Bu durum, aşağıdaki gibi açıklanabilir:

i) Stokta gereğinden fazla malzeme bulundurmamakla, düşük stok maliyeti ve işçilikle daha verimli bir üretim yapılmasının sağlanması,

ii) Doğru parça ve bileşenlerin doğru yerde kullanılması nedeniyle hasarlı veya hurda yarı mamül ve mamül sayısında azalmaların sağlanması,

iii) Boş zamanın azalması, hammaddelerin iletiminde etkinliğin artırılması ve planlama işlemlerinde gecikmelerin önlenmesi sonucunda üretim departmanlarının kapasitelerinde ürün artış oranlarına bağlı bir artışın sağlanması.

Tüm bu yararlar MRP felsefesinden kaynaklanmaktadır. MRP sistemi, üretim için gerekli her hammadde, parça ya da bileşenin üretime, ana üretim programında görülen son ürünün üretim zamanlarına uygun olarak verilmesi felsefesidir (Allegri,1991).

MRP sisteminin temel yararlarından biri de, parçalar üzerindeki üretim işlemlerinin, gerekli olduğu belirlenen zamanlarda yapılmasını sağlamaktır. Bu şekilde, üretim kapasitesi, ana üretim programını doğrudan destekleyecektir. Ancak MRP sisteminden beklenen yararın alınması için üzerinde durulması gereken noktalardan birisi de, planlama döneminin uzunluğunun optimum olmasıdır. Bu konudaki ilke, planlama dönemi uzunluğunun ürünün öncelik zamanına eşit olması gerektiğidir (Sümen, 1997).

Ancak, MRP sisteminin bazı zayıf yanları da vardır. MRP sistemini kısıtlayan bu etkenler, sistemin kullanılabilir hale gelmeden önce karşılaştığı durumlardan kaynaklanmaktadır. Sistem için bilgisayar hayati önem taşımaktadır.

Ürünün yapısı montaja uygun, malzeme listesi ve envanter bilgileri de bilgisayar destekli ve ayrıntılı olmalıdır. En önemli nokta; mutlaka doğru ve gerçekçi bir ana üretim programının hazırlanmasıdır. Vazgeçilemez kısıt ise, verilerin doğru olma zorunluluğudur. Gerçekçi olmayan envanter bilgileri, iyi planlanmış bir MRP'yi beklenen faydasından uzaklaştırabilir. Personelin eksiksiz ve doğru kayıtlar tutması kolay bir iş olmasa da başarılı bir MRP uygulaması için gereklidir. MRP sistemi, inanılır, doğru ve kullanışlı olmalıdır. Aksi halde gayriresmi, manasız metodlar içeren bir süsten öteye gidemez (Ptak, 1991).

#### **1.4. Malzeme Planlama ve Kontrolünün Yapılması**

Malzeme hareketleri genellikle üretim işlemi yapılmak istendiğinde oluşur. Buna göre, işletmenin üretim programı, malzeme kullanım planı, malzeme envanter bilgisi ve üretim sonuçları dikkate alınarak malzeme plancısı tarafından malzeme ihtiyacı belirlenerek satın alma bölümüne iletilir. Satınalma bölümü ise malzemeyi ya malzeme satıcısından ya da fason üreticiden temin eder. Depoda fason üreticiden ya da malzeme satıcısından gelen malzeme teslim alınarak niteliklerini kaybetmeyecek şekilde muhafaza edilir. Eğer ana ürün sevki söz konusuysa, bu işlem yine depo elemanları tarafından yapılır.

Bir üretim sisteminde üretilen mamüle dolaylı veya dolaysız olarak katılan bütün fiziksel varlıklar ve mamülün kendisi envanter, bir diğer deyişle stok kavramı içinde düşünülebilir. Stoklar, söz konusu varlıkların miktarları ve parasal değeri ile ölçülür. Sipariş üzerine çalışan atölye büyüklüğündeki bir sistemde stok bulundurmaya gerek yoktur. Üretim sistemi büyüdükçe, mamül çeşidi arttıkça, tedarik, talep ve imalata ilişkin faktörlerdeki belirsizlik stok bulundurmayı zorunlu kılar. İşletmelerde üretim ile satışların birbirine paralel gitmesi hemen hemen olanaksızdır. Bu, ancak, makina kapasitelerinin mümkün olan en yüksek düzeyde kullanılması, iş yüklemenin doğru yapılabilmesi, hazırlık maliyetlerinin düşürülmesi ve üretim hızının sabit tutulması ile gerçekleştirilebilir. Üretimin satışların üstünde gitmesi halinde artan miktarın stoklanması, aksi durumda ise stoktan satış yapılması

söz konusudur. İşletmede stok bulundurulması çeşitli maliyetlerin ortaya çıkmasına sebep olur. Buna karşılık, üretim hızının düzgün yürütülmesi ve müşteri isteklerinin zamanında karşılanması ile sağlanan bazı avantajları vardır. Stok kontrolünün amacı, bu konudaki olumsuz ve olumlu maliyet unsurları arasında, işletme açısından en uygun denge noktasının bulunmasıdır (Kobu, 1999).

### **1.5. Üretimin Programlanması**

Üretim programlamanın amacı talep edilen miktarı zamanında karşılayabilmektir. Plancının oluşturduğu iş planlarının gerçek yaşama geçirilmesi için hazırlanan kayıtlar iş emirlerini oluşturmaktadır. Başka bir deyişle, iş emirleri, iş planları temel alınarak, miktar ve zaman belirtilerek oluşturulan üretim emirleridir. Buna göre, hangi planın, hangi yıl, ay ve döneminde iş akışının ne durumda olduğu, ne kadar üretildiği izlenebilir. Bu bilgiler aynı zamanda maliyet muhasebesi, ücret tahakkuku, ve kalite kontrol işlemlerinde de kullanılır. Programlama, ayrıca, kaynakların boşa kalmalarını da engellemelidir. Böylece verimliliğe katkısı bulunur.

Ana ürün bazında üretim programları gözden geçirilerek ürün ağacı yardımıyla iş emrinin verilmesi, üretim için gerekli malzemenin temin edilmesiyle bağlantılıdır. Temel olarak üretim zamanı daha önceden planlandığı için, bu zamanda yeterli malzemenin temini planlamacının sorumluluğunda olmalıdır. Fakat genel olarak, malzemenin iş emri verildiği anda stokta bulunması şartı aranmaz. Bir ürünün iş planında verilen malzeme kullanım planı ve operasyon planı, iş emrinin verilebilmesi için önemlidir. İş emri yaratıldığı anda üretim için gerekli operasyonlar için de emir verilmiş olur (Irwin,1989).

### **1.6. Üretimde İş Akışının İzlenmesi ve Denetim**

Herhangi bir ay veya dönem sonunda iş emirlerinden faydalanarak planlanan üretim programının neresinde bulunduğu izlenmesi işlemidir. Amaç programa uygunluğu sağlamaktır. Eğer program dışına çıkılması gerekiyorsa

müdahele edilmeli ve program yeniden gözden geçirilerek dönem sonu hedefinin tutturulması sağlanmalıdır.

İş izleme, herhangi bir iş emrinin sıraya girmesi ile başlar ve tamamlanması ile son bulur. İş emirlerinin durumu iş takipçileri tarafından sürekli olarak planlamacılara iletilir. İş takipçileri ise tüm personelden alınan üretim verilerini değerlendirerek iş emrinin ne durumda olduğu bilgisini oluştururlar. Plancılar da üretimin sürebilmesi için malzeme plancılarıyla birlikte üretim hatlarına malzeme aktarımını sağlarlar. Bu şekilde üretimin takip edilebilmesi ve yürüyebilmesi için planlamacılara bilgi aktarılması kaçınılmazdır. Basit bir personelin vereceği raporların belirli bir hiyerarşiyle gruplanıp özet bilgilerin gerekli yerlere ulaştırılmaları gerekir. Bu durumda, en alt seviyede olan personelden alınabilecek en basit bilgi faaliyet bilgileridir. Tüm personel, entegre bir sistemde üretim makinalarının gerçekleştirdiği faaliyetleri ve bu faaliyetler sonucunda oluşan sağlam ve hatalı ürün miktarlarını sisteme iletmek zorundadır. Bu nedenle, sistemin gerçekleştirilen faaliyetleri, elde edilen uygun- hatalı ürün ve miktarlarını kaydetmesi gerekmektedir.

Üretim bilgileri planlamacılara iş izleme dökümanları halinde yazılı olarak iletilir. Bu dökümanlar iş hakkındaki tüm bilgileri içerir. Bu bilgilerin kapsamı; hangi personelin, hangi makinada kaç adet, hangi operasyonu gerçekleştirdiği, hangi personelin ne iş yaptığı, izin ve çalışma durumları, arızalı makinalardır. Bu veriler işin denetiminde kullanılabilmesi gibi, üretim ortamı ile ilgili istatistik bilgilerin de toplanmasını sağlar.

Elektronik ortamda iş izleme, üretim bilgilerinin bilgisayar sistemine elle veya otomatik olarak girilmesiyle başlar ve üretim planına ne oranda uyulduğu bilgisini verir. Atölyelerin, personel ve makinelerin ne kadar zamanda ne ürettikleri ve üretimi sonuçlandırmak için daha ne kadar çalışacakları bilgisi iş izleme bölümünden takip edilebilir (Dilworth,1992).

### **1.7. Kalite Kontrol**

Kalite kontrol, bir işletmenin tüketici ve pazar araştırmasından mamul tasarımına, imalat yöntemlerinden sevkiyata kadar tüm faaliyetlerinde yer alan geniş, kapsamlı bir sistemdir. Kalite, genel olarak amaca uygunluk derecesi olarak tanımlanır. Kaliteyi oluşturan temel unsurlar, tasarım kalitesi ve tasarıma uygunluk kalitesi olarak belirlenir. Buna göre, bir ürünün kaliteli olması demek, o ürünün amaca uygun olarak tasarlanması ve üretim aşamasında da tasarıma uygun olarak üretilmesi demektir (Heizer ve Render ,1999).

Bütün bu unsurlar dikkate alındığında bir ürünün kalitesi, malzemelerinin istenen kalite ile uyumluluğuna, üretim aşamasında tasarımına uygun üretimine, üretim sonucunda ürünün işlevlerini yerine getirip getirmediğine kadar tüm aşamaların dikkate alınması demektir. Tüm bu üretim sonucunda ürünün tüketiciye ulaşması ve tüketici şikayetlerinin değerlendirilip geri besleme yapılması da çok önemlidir.

Kalite kontrol faaliyetleri; ürün uyumsuzluğu, müşteri şikayetleri, malzeme giriş kontrol, proses kontrol, sistem denetlemesi, personel sertifikası, teçhizat sertifikası, kalibrasyon, prosedür yazma ve izleme olarak sınıflandırılabilir.

### **1.8. Satınalma**

Üretimde ortaya çıkan ürün veya malzeme ihtiyaçları, üretim yoluyla karşılanabileceği gibi, dışarıdan tedarik yoluyla da karşılanabilir. Gerçekte, üretimde kullanılan kaynakların büyük bir bölümü satınalma yoluyla dışarıdan karşılanmaktadır. Satınalma işlemi, malzeme ihtiyaçlarının belirlenmesi, satınalma kararının çıkarılması ve sözleşme takibinin yapılmasıyla kontrol edilir.

Satınalma işlemi, üretim etkinliğinin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Üretilmesi amaçlanan ana ürünleri oluşturan malzemeler, aynı sistem içinde üretilen ana ürünler ve fason olarak başka firmalara yaptırılan ürünlerin yanı sıra, dışarıdan

alınan ham malzeme statüsünde olan malzemelerdir.

Üretimde hammaddeler, üretim zincirinin başlangıç noktasını oluşturur. Üretim aşamasındaki her ürünün kökeninde, onu oluşturmak için kullanılmış bir hammadde yer alır. Bu hammaddelerin de çoğunlukla beklenen nitelikleri nedeniyle işletme dışından tedarik edilmeleri gereklidir (Schonberger, 1984).

Satınalma sistemi, üretim ihtiyaçlarının gerektirdiği zamanda ve gereken miktarda karşılanması, satın alınan maddenin kalite ve teslim güvenceleri, bu malzemelerin ihtiyaç duyulan birimlere ulaştırılabilmesi amaçlarını karşılamak için tasarlanmıştır. İlk aşamada birimlere ait planlamacılar, malzeme isteklerini Satınalma Bölümü'ne bildirmektedirler. Satınalma Bölümü, bu isteklerin önceliklerine birimlerle birlikte karar verir ve firmalardan teklifler alır. Bu tekliflerden bir tanesi uygun bulunur ve sözleşme aşamasına geçilir. Sözleşme sırasında finans bölümü ile bağlantı halinde teslimat ve ödeme şartları oluşturulur. Malzemeler, malzeme giriş kalite bölümünde denetlenir ve kabul edilen ve iade edilen miktarlar belirlenir. Satınalma Bölümü, gelen malzemelerin istekte bulunan birimlere dağıtımını yapar (Miller ve Gilmour, 1979).



## BÖLÜM II

### ÜRETİM KAYNAKLARININ YÖNETİMİ

#### 2.1. Üretim Kaynak Yönetiminin Faydaları

Üretim kaynak yönetimi aşağıdaki faydaları sağlamaktadır (Bedworth ve Bailey,1986):

- i) Planlı üretim sonucunda müşteri ihtiyaçlarına daha iyi cevap verilebilmesi,
- ii) Piyasadaki değişmelere daha çabuk uyarlanılabilmesi,
- iii) Kaynakların ve işgücünün daha verimli kullanılabilmesi,
- iv) Az yatırımla daha verimli üretilebilmesi,

Temel olarak, günümüzdeki işletmelerde kapasite artırımı makina ve personel alımı olarak anlaşılmaktadır. Ancak, üretimdeki tıkanıklıkların giderilmesi ve kapasitenin artırılması detaylı bir planlamayı gerektirmektedir. Buna göre, planlama sonucunda darboğazların giderilebilmesi için bunlara yatırım yapılması gerekmektedir. Yeterli kapasitenin en verimli şekilde değerlendirilebilmesi için ise kaynakların verimli bir şekilde kullanımı ve planlanması kaçınılmazdır. Kaynak planlaması ve yönetimi temel olarak kağıt ve kalem kullanılarak da yapılabilecek bir işlemdir. Ancak, kaynakların ve üretimin artması sonucunda tüm modelin aynı anda görülmesi giderek olanaksızlaşmaktadır. Bu durumda, kaynak planlaması ve kontrolünün bilgisayar ortamında yapılması, sistemin daha verimli ve hatasız olarak çalışmasına olanak sağlamaktadır (Koşma,1995).

Kaynak İhtiyaç Planlaması, ana üretim programındaki parçaların üretilmesi için gerekli olan tüm üretim kaynaklarının miktar ve zamanlamalarının belirlenmesini sağlar. Üretim kaynakları, hammaddeleri, satın alınan parçaları, üretilen parçaları, personeli, ve üretim kapasitesini içerir. Kaynak ihtiyaç planlaması endüstrideki gelişen kullanımıyla birlikte bir dil geliştirmiştir (Yetiş, 1993).

## 2.2. Üretim Planlamanın Önemi

Üretim planlaması, gelecekteki üretim faaliyetlerinin düzeylerini ve limitlerini belirleyen fonksiyon olarak tanımlanabilir. Buna göre, üretim planlamasında ayrıntılara inilmediği ve bu açıdan kesinlik bulunmadığı söylenebilir. Üretim planları üzerinde gerektiği zaman değişiklikler yapılabilir. Hangi mamulün, ne zaman ve hangi iş istasyonlarında işlem görerek imal edileceği üretim planlarında değil, üretim programlarında belirlenir. Üretim programları zorunlu olmadıkça değiştirilemez.

Üretim planı yapılırken işgücü seviyesi, üretim merkezlerinin kapasitesi, maliyet standartları ve yönetim politikaları dikkate alınır (Irwin,1989).

Üretim planlamasının önemi sistemlerin gelişmesine paralel olarak hızla artmıştır. Modern bir imalat işletmesinde Üretim planlamanın kaçınılmaz bir şekilde yer almasını gerektiren nedenler aşağıdaki gibi sıralanabilir (Kobu,1999):

- i) Üretim sistemlerinin faaliyet yoğunluğu ve karmaşıklığı ,
- ii) İşletme içi faaliyetlerin koordinasyonu zorunluluğu ,
- iii) İşletmeler arası bağımlılık ve ilişkilerin gelişmesi ,
- iv) Tüketici kütesinin genişlemesi ve isteklerinin değişik olması ,
- v) Tedarik ve dağıtım faaliyetlerinin geniş bir alana yayılması ,
- vi) Hizmet kalite ve fiyat rekabetinin yoğunlaşması ,
- vii) İşletmelerin ekonomik düzeyde çalışmasını sağlamak amacı ile malzeme, makina zamanı ve insan gücü kayıplarının minimum düzeye indirilme zorunluluğu.

## 2.3. Uzun, Orta ve Kısa Dönemli Üretim Planlaması

Üretim planlaması uzun dönem, orta dönem ve kısa dönem olmak üzere üç farklı düzeyde yapılabilir. Uzun dönem bir-beş yıllık, orta dönem (ana planlama) bir ay-bir yıllık ve kısa dönem (detaylı planlama) bir hafta – bir aylık planlamadır.

Uzun dönemli planlama sürecinde, işletmenin genel politikası ve kaynak kısıtları çerçevesinde planlama çalışmaları yapılır. İşletmelerde uzun dönemli üretim planı, gelecek zaman dönemindeki üretim, talep ve stok miktarlarını, zaman dilimleri itibarıyla toplu değerler şeklinde gösteren plandır. Bu tip planlama ürün aileleri bazında yapılır. Uzun dönemli üretim planlamada ayrıntıya inilmediği ve ayrıntı açısından kesinlik bulunmadığı söylenebilir. Uzun dönemli üretim planına dayalı olarak orta dönemli üretim programı hazırlanır (Irwin,1989).

Bu çalışmalar sonunda hazırlanan orta dönemli ana üretim planı, global verileri kullanarak üretim kaynaklarını ürünler ve dönemler bazında kabaca dağıtır. Orta dönemli üretim planı; uzun dönemli üretim planındaki değerler ve kesinleşen siparişlere göre tüm ürün tipleri için ayrı ayrı olmak üzere her ürünün üretiminin uzun dönemli üretim planına göre daha kısa dönemler dahilinde yapılacağı belirtildiği bir programdır. Orta dönemli planlama, üretim hızının ve işgücü düzeyinin tespiti ve böylece tamamlanmış mal, stok düzeyinin ve talebi karşılamak üzere fazla mesai veya dışarıya iş verme ihtiyacının belirlenmesi ile ilgilenen ana üretim planlamasıdır.

Uzun dönemli üretim planının, orta dönemli üretim programına göre gösterdiği ayırıcı özellikler şunlardır:

- i) Uzun dönemli üretim planı daha uzun vadeli (1 yıl ve üzeri) , orta dönemli üretim programı nispeten daha kısa vadelidir. (1 aydan 1 yıla kadar)
- ii) Üretim, siparişler ve stoklar uzun dönemli üretim planında ürün aileleri bazında , orta dönemli üretim programında ürün bazındadır.
- iii) Orta dönemli üretim programı, uzun dönemli üretim planına dayanır.
- iv) MRP, uzun dönemli üretim planına göre değil, orta dönemli üretim programına göre çalışır.

Orta dönemli plan sonucu ortaya çıkan bilgiler daha sonra kısa dönemli (detaylı) planlamada kullanılır. Kısa dönemli üretim planı, her parçanın üretimine hangi tarihte başlanacağını, işlemlerin hangi bölümlerde ve tezgahlarda yapılacağını,

her parçanın işlenme önceliğini ve işlerin bitiş zamanını ayrıntılı olarak belirten plandır. Böylece, tezgah, işçi ve saat veya gün düzeylerinde üretim kararları alınır. Belirlenen malzeme ihtiyaçlarına göre gerekli satınalma siparişleri verilir. Bir üretim planının hazırlanması için yapılacak işler şöyle sıralanabilir (Kobu, 1999):

- i) Üretim planının kapsayacağı zaman aralığı tespit edilir.
- ii) Stok politikaları belirlenir, ekonomik stok düzeyleri hesaplanır.
- iii) Talep tahminleri yapılır.
- iv) Plan dönemi başındaki ve sonundaki stok düzeyleri belirlenir.
- v) Planlama dönemi içinde üretilmesi gereken miktar bulunur.
- vi) Üretilmesi istenen miktar dönem dilimlerine dağıtılır.

Bu şekilde hazırlanan üretim planında aşağıdaki bilgilere ulaşılır:

- i) Üretilen her ürünün üretim miktarı,
- ii) Her ürün için alternatif üretim süreçleri ve her üretim süreciyle üretilen ürün miktarı,
- iii) Her bir departman, hat, makina vb. tarafından üretilen ürün miktarı,
- iv) Ürünlerin hedeflenen envanter seviyeleri,
- v) Fazla mesai, ilave vardiyalar, kullanılmayan kapasite, vb.,
- vi) İşgücü seviyeleri,
- vii) Üretim sistemi içindeki alt sistemler arasında hareket edecek olan malzeme ve yarı mamul miktarı,
- viii) Yan sanayilerden, ne tip girdinin ne miktarlarda temin edileceğini belirleyen planlar,
- ix) Satın alınacak malzeme ihtiyaçları.

Faaliyetlerin planlaması, üretim planlamasının temelini oluşturur. Faaliyet planlamasında; hangi faaliyetlerin gerekli olduğunun belirlenmesi, bu faaliyetlerin hangi iş merkezlerinde yapılacağı araştırılması ve bu faaliyetlerin öncelik sıralarının saptanması biçiminde üç tür karar alınır:

Kısa dönemli üretim planında verilen değerlere göre, haftalık imalat programları düzenlenir. Bunun için; mamulü oluşturacak parçalar ve işlenecek malzemeler tespit edildikten sonra iş istasyonlarında yapılması gereken işler ve süreleri belirlenir. İşçilerin günlük faaliyetlerini ayrıntılı olarak belirleyen iş emirleri bu programlardan yararlanarak hazırlanır. Bir üretim programının hazırlanması için izlenen yol haritası aşağıdaki gibidir:

- i) Bilgi toplama;
  - İşlem sıraları, tezgahlar ve diğer araç gereç hakkında bilgi toplama,
  - Tahmin edilen veya hesaplanan zaman standartlarının belirlenmesi,
- ii) Sistem kurulması;
  - Çalışma takviminin düzenlenmesi,
  - Programlama kurallarının belirlenmesi,
- iii) Programlama yönteminin seçimi;
  - İleri yönlü programlama,
  - Geri yönlü programlama,
- iv) Programın hazırlanması;
  - İşlem sürelerinin hesaplanması,
  - Üniteler arası geçiş sürelerinin eklenmesi,
  - Toleransların eklenmesi,

Üretim programının, üretim planına göre gösterdiği ayırıcı özellikler şunlardır (Kobu,1999):

- i) Üretim programının , üretim planına dayanması,
- ii) Miktar, zaman, kişi ve tezgah yönünden detaylandırılmış olması,
- iii) Üretim planına göre daha bağlayıcı olması.

#### **2.4. Üretim Planının Hazırlanması**

Üretim planlarında öncelikle ele alınan bilgi taleptir. Bunu doğal karşılamak gerekir. Çünkü; asıl amaç tüketicinin istediği mamulün, istenilen zamanda, istenilen

fiyatta ve istenilen miktarda ve yerde hazır bulundurulmasıdır. Üretim planlamasında talep tahminlerinin duyarlılığını etkileyen iki faktör vardır:

- i) Zaman : Tahminlerin kapsadığı zaman aralığı uzadıkça hassasiyet azalır.
- ii) Ayrıntıya inme derecesi : Talebi tahmin edilecek mamul sayısı arttıkça hassasiyet azalır.

Uygun biçimde oluşturulan mamul grupları için geliştirilen talep tahminleri daha duyarlıdır. Bu iki özellik göz önüne alınırsa, üretim planlarının uygun bir zaman aralığını kapsayacak biçimde ve ayrıntıya fazla inilmeden düzenlenmesinin yerinde olacağı söylenebilir. Mamullerin gruplandırılması, üretim araçları ve imalat yöntemleri hakkında köklü bilgiye sahip olmayı gerektirir. Teknolojik olanakların, makina ve insangücü kapasitesinin ve diğer faktörlerin kısıtlayıcı etkilerinin bilinmeden, bunları planlama uygulamasına katmak olanaksızdır (Kobu, 1999).

O halde; bir üretim planının hazırlanmasında uyulması gerekli ilkeler, uygun planlama periyodunun seçimi, uygun mamul gruplarının oluşturulması ve kısıtlayıcı faktörlerin bilinçli olarak hesaba katılmasıdır. Bu ilkelere göre hazırlanacak bir üretim planı; belirli zaman aralıklarındaki üretim miktarını, imalatın plana uygun yürümesini kontrol edecek araç ve yöntemleri ve tüm fabrikayı kapsayan iş yükü dağıtım düzenini belirleyen bir araç olacaktır. Üretim planları; bir yandan tezgah başındaki işçiye o gün ne yapacağını bildiren iş emirlerinin temel malzemesini oluştururken, diğer yandan da her düzeydeki yöneticiye yol gösteren bir kontrol aracı niteliğini taşıyacaktır.

Üretim planında yer alan mamul grupları, aynı imalat işlemlerini gören veya aynı makinalarda işlenen mamullerden oluşmalıdır. Bu konuda, satış birimleriyle ürün planlama komisyonları arasında sıkı bir işbirliği yapılmalıdır. Pazarlama açısından yapılan bir mamul gruplamasından üretim planlamasında yararlanmak güçtür. Talep tahmin çalışmalarında ürün planlama komisyonlarının görev almasının nedenlerinden biri budur (Kobu,1999).

Üretim planlarının, yönetici ve uygulayıcılara daha fazla yararlı olmasını sağlamak için basit ve kolay anlaşılır biçimde dizayn edilmesi şarttır. Planlama prosedürünün yanı sıra, diyagram ve ölçülerde basitliğe özen gösterilmelidir. Özellikle; ölçme birimlerinin, parça sayısı, işçilik saati gibi imalatta kullanılan birimler arasından seçilmesine dikkat edilmelidir.

Sürekli üretim yapan , mamul çeşidi fazlalığı ve talep dalgalanmaları nedeni ile stok bulundurma zorunluluğunda olan bir imalat işletmesinde üretim planlarının hazırlanması için yapılacak işler aşağıdaki akışa göre sıralanabilir (Kobu,1999):

i) *Üretim planının kapsayacağı zaman aralığının tespit edilmesi:* Genellikle birer aylık dilimler halinde bir yıllık dönem alınır. Stok düzeylerini, üretim hızını ve kapasite durumunu kontrole yarayan bu plan daha sonra üçer aylık dönemleri kapsayan haftalık üretim programlarına dönüştürülür. İşletmenin özellikleri gerektirdiği taktirde, daha kısa veya uzun zaman aralıkları seçilebilir.

ii) *Ekonomik stok düzeylerinin hesaplanması:* Stok politikalarına ve talep değişim özelliklerine göre maliyetleri minimum yapan miktarlara emniyet stokları eklenerek bulunur.

iii) *Talep tahminlerinin yapılması:* Plan dönemi içinde talebin aylara veya uygun bir zaman aralığına göre değişimi ve minimum-maksimum düzeyleri belirlenir.

iv) *Plan dönemi başındaki ve sonundaki stok düzeylerinin belirlenmesi:* Dönem başında ambarda bulunan ve henüz ambara sevkedilmemiş olan mamuller ve dönem sonunda emniyet stoklarına ek olarak bulundurulması istenen mamullerdir.

v) *Başlangıç ve bitiş stokları arasındaki farkın bulunması:* Dönem başı ve sonundaki stoklar arasındaki miktar farkıdır.

vi) *Planlama dönemi içinde üretilmesi gereken miktarın bulunması:* Dönem içindeki satış tahmini ile başlangıç ve bitiş stokları arasındaki fark miktarının toplamından ibarettir.

vii) *Üretilmesi istenen miktarın dönem dilimlerine dağıtılması:* Dağıtım, stok düzeyleri; üretim hızının değişkenliği, tatil kayıpları, tamir-bakım süreleri ve kapasite olanakları göz önüne alınarak yapılır (Fogarty,1991).

## 2.5. Üretim Planlama Stratejileri

Bir üretim planının hazırlanmasında üç temel stratejiden biri seçilir (Kobu, 1999):

**i) Talebi izleme stratejisi :** Üretim hızı talepteki değişimleri çok yakından izler ve bu nedenle stok düzeyi sifıra yakındır. Buna karşılık üretim hızı değişimlerinde yapılan işe alma ve işten çıkarma işlemlerinin maliyeti yüksektir.

**ii) Sabit üretim hızı stratejisi :** Planlama dönemi boyunca üretim hızı sabit tutulur. Talep ile üretim arasındaki farklar stok bulundurma veya bulundurmama maliyetlerinin artmasına yol açar. Bu stratejinin avantajı kolay planlama ve sıfır hazırlık masraflarıdır.

**iii) Karma strateji :** İlk iki stratejinin sakıncalarını dengelemek amacı ile orta yol izlenir. Örneğin, üretim hızı talebe göre her ay yerine 3 ayda bir değiştirilir.

## 2.6. Üretim Planının Uygulanması

İmalat işlemleri için hazırlanan üretim planları genellikle bir yıllık, üç aylık veya aylık dönemlerde haftalık üretim miktarlarını belirler. Üretim programları için esas alınan değerler haftalık üretim miktarlarıdır. Dolayısıyla, planda gözükten bütün sayısal değerlerin, çalışma süresi bakımından en uygun ölçü olan haftalık miktarlara dönüştürülmesi yerinde olur.

Üretim planlamasında çok sık karşılaşılan bir soru planların ne zaman veya ne kadar sık değiştirileceğidir. Planlar bağlayıcı değildir, değiştirilebilir. Önemli olan sorun bu değişikliklerin nasıl yapılacağıdır. Planlar, ancak gerekli görüldüğü zaman değiştirilir. Planlamacı açısından bu kuralların önceden açık seçik belirlenmesi önem taşır. Aksi halde, gelişigüzel yapılan değişikliklerle planların düzenden çok düzensizlik getiren araçlar haline dönüşmesi kaçınılmaz olur.

Sürekli üretim yapan bir imalat işletmesinde benzer mamul gruplarının her biri için üretim planlama yapılır. Bu süreçte, uygulanan işlemler ve kullanılan

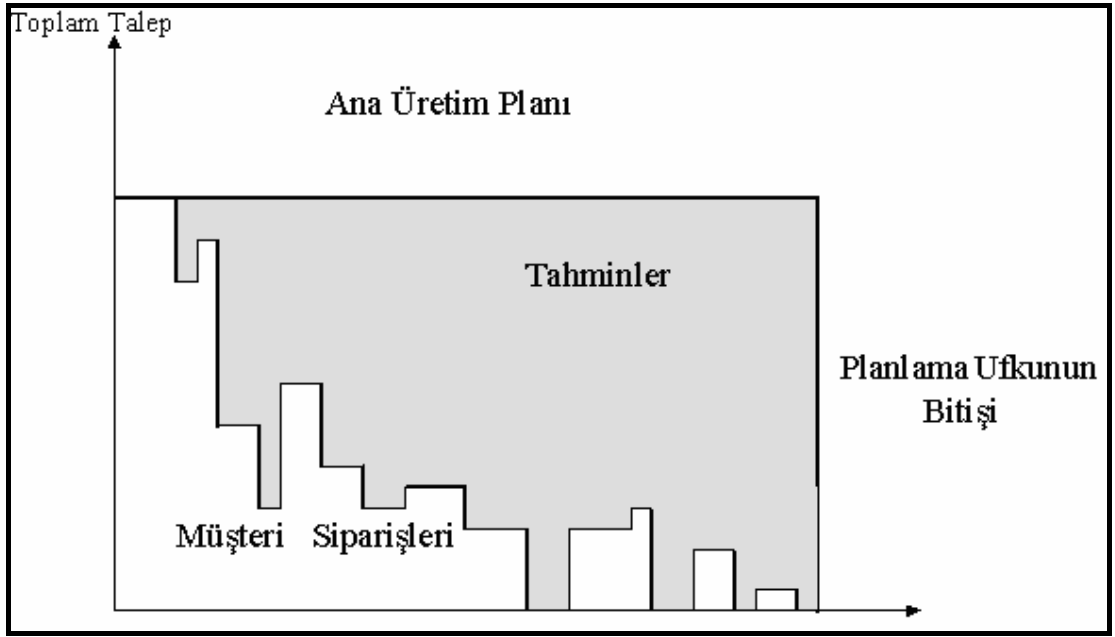


makinalar açısından mamullerin benzerliği ele alınır. Bu gruplar içinde değişik üretim hızlarında olan mamuller bir araya getirilerek alt gruplar oluşturulabilir. Birbirlerinden nispeten bağımsız imalat departmanları için ayrı planlar düzenlenebilir. Örneğin alt montaj ve montaj departmanları için ayrı üretim planları yapılması yararlı olabilir (Kobu, 1999).

Ana üretim planı, MRP sürecini çalıştıran bir mekanizma olarak tanımlanabilir. Ana üretim alanlarının kapsadığı zaman süreci planlama döneminin tümüdür. Bu plan, müşteri siparişleri ve talep tahminlerini dönemler itibariyle üretim değerleri cinsinden ifade ederek pazarlama ve imalat fonksiyonları arasındaki ilişkiyi belirler. Ana üretim planının geliştirilmesi MRP açısından çok önemlidir. Bu nedenle, gerçekçi bir ana üretim planı elde edilinceye kadar planda değişiklikler yapılır. Koşulların değişmesi, gerçekleşen üretim miktarının planlanan miktardan farklı olması halinde önlem alınması gerekir. Aradaki farkı kapatmak için, çalışanların fazla mesai yapmaları gerekebilir. Alınan önlemler, ana üretim planı ile gerçekleşen durum arasındaki farkı kapatamıyorsa, ana üretim planı değiştirilmelidir (Kaleli, 1995).

Ana üretim planı, planlama döneminin tamamını kapsar. Planlama dönemi, tüm malzemenin temini veya üretimi için gereken toplam zamandan daha uzun olmalıdır. Ana üretim planı, müşteri siparişleri ve talep tahminlerini üretim değerleri cinsinden ifade ederek, pazarlama ve imalat fonksiyonları arasındaki ilişkiyi belirler. Ana üretim planının girdileri arasında, müşteri siparişleri ve talep tahminlerinin yanı sıra, dönemler itibariyle işletmenin üretim kapasitesi ve envanter durumu bilgileri yer almaktadır. Ana üretim planı, girdi olarak son ürünlere olan talebi kullanır. Bu nedenle, çıktılar da son ürünler cinsindedir. Ana üretim planı, kapasiteyi de göz önünde bulundurarak, maliyetleri minimize etmeyi amaçlayan bir üretim planıdır. Uzun dönemlerde kaynakların miktarları sabit olmayabilir. Bu durumda ana üretim planı kaynak miktarlarındaki gerekli değişiklikleri planlar. Ana üretim planının başarılı olması için uygulanabilir ve gerçekçi bir plan olması ve sistemdeki değişikliklerin anında plana yansıtılması gerekir (Orlicky,1975).

Şekil 4'te bir ürün için müşteri siparişleri ile tahminlerin kullanılmasına yönelik bir ilişkilendirme görülmektedir.



**Şekil 4.** Bir Ürün için Müşteri Siparişleri ile Tahminlerin Kullanılması

**Kaynak:** Orlicky J., Material Requirements Planning, Mc Graw – Will Book Company, ABD, 1975.

## BÖLÜM III

### İŞLETMELERDE ÜRETİM YAZILIM PROGRAMI İHTİYACI VE PROGRAMA GİRDİ OLUŞTURACAK KRİTERLERİN ANALİZİ KONUSUNDA ARÇELİK PİŞİRİCİ CİHAZLAR İŞLETMESİ'NDE BİR UYGULAMA ÇALIŞMASI

#### 3.1. Üretim Programı Hazırlama Süreci

Arçelik PCI'deki mevcut üretim planlama süreci kritik malzeme ihtiyaçları ve dahili imalat üretim kısıtlarını karşılayacak düzeyde optimum değildir. Üretim programı yayımlandıktan sonra kısıtlar nedeniyle talepler doğrultusunda ay içerisinde sıklıkla revizyona uğramaktadır. Üretim programının optimum düzeyde olmaması nedeniyle üretim verimliliği düşmekte ve üretim maliyetlerinin artmasına neden olan bant duruşları, yeniden işlemler ve üretim kayıpları oluşmaktadır.

Mevcut üretim programının yazılımında kritik malzeme ve kapasite ihtiyaçları gözönüne alınmamakta, üretim programı yazıldıktan sonra bazı malzemelerin zamanında temin edilememesi ve üretim birimlerinin kapasitelerinden kaynaklanan sıkıntılar nedeniyle, program ay içerisinde sık sık zorunlu değişikliğe uğramaktadır. Yani, bir seferde doğru bir üretim programı yazılamamaktadır. Bu sıkıntının giderilebilmesi amacıyla kapasite ve malzeme kısıtlarını gözönüne alarak çalışacak, bir seferde kesin ve doğru olarak üretim programı çıkartabilecek yeni bir üretim yazılım programına ihtiyaç vardır.

Arçelik PCI'de halen uygulanmakta olan üretim programı hazırlama süreci Çizelge 1'de gösterilmiştir.

**Çizelge 1. Üretim Programı Hazırlama Süreci**

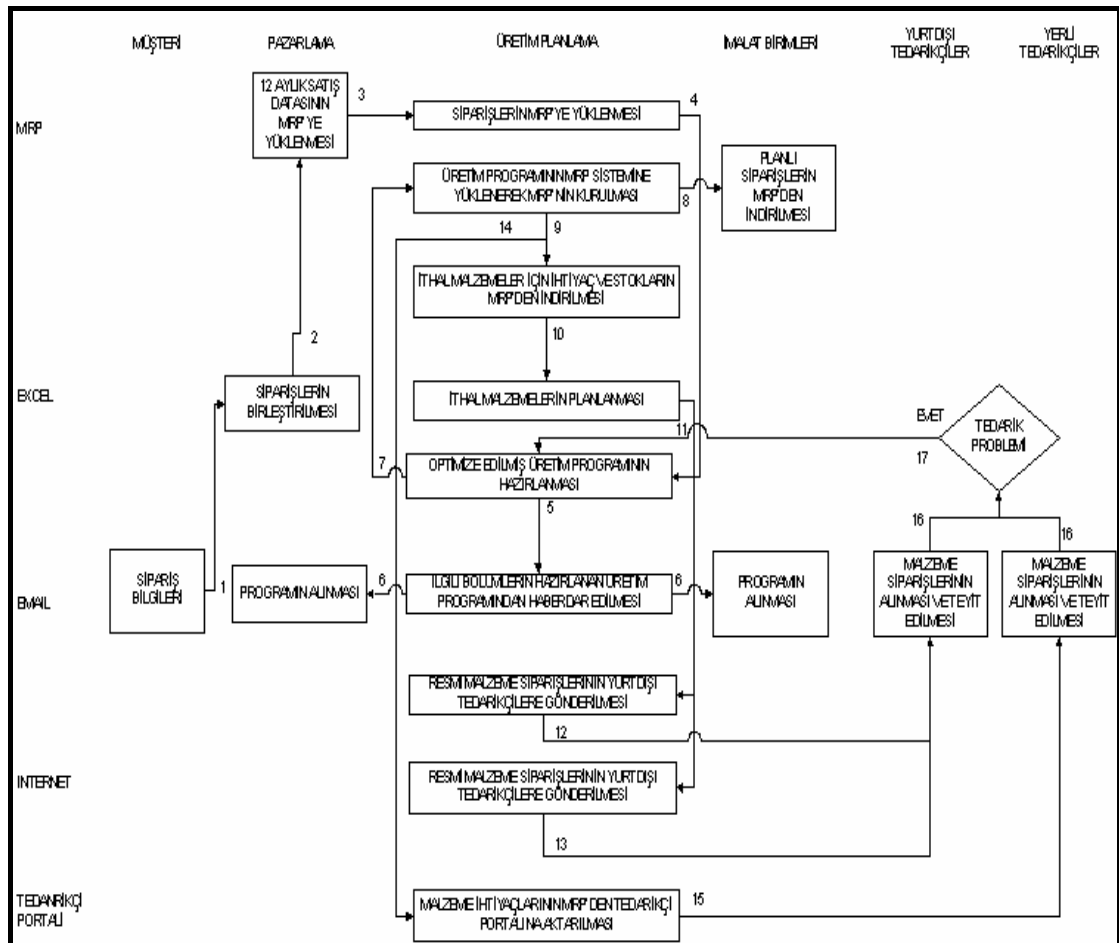
TEDARİKÇİLER	GİRDİLER	SÜREÇ	ÇIKTILAR	MÜŞTERİLER
Satış/Pazarlama	Sevkiyat tarihleri	<b>Üretim Programı Hazırlama</b>	Üretim Programı	Satış/Pazarlama
Lojistik	İthal malzeme temin planlaması		Üretim/Ürün	Ürün Lojistiği
Yan sanayiler	Yan sanayi kritik malzeme temin süreleri		Üretim programının değiştirilmemesi(1 seferde uygun üretim programı)	Malzeme lojistiği
Üretim Planlama Yöneticiliği				Yardımcı sanayiler
Montaj Takımı	Bant-model eşleşmesi Ardışık model yapısı(gazlı seran, ankastre)		Ürünlerin zamanında sevk edilmesi	İnsan Kaynakları Bilgi Sistem
Üretim Mühendisliği Yöneticiliği	Aparat ekipman ihtiyacı		Düşük FÇM'li ürün	Montaj Takımı
	İlk üretilen ürünler için tempo			Üretim Planlama Yöneticiliği
Ürün Geliştirme Yöneticiliği	Değişiklik yönetim süreci(Yeni/türev ürün)		Verimlilik artışı	Emaye Takımı
Ürün Yönetimi				Boya Takımı
	Minimum verimli üretim/baskı miktarı			Mekanik Takımı
	Vardiyadaki model/parça çeşitliliği		Seran gruplama ve yapıştırma atölyeleri	
	Set-up süreleri		Kalite Güvence Yöneticiliği	
	Hat/kabin/makine/tezgah kapasiteleri		Ürün Geliştirme Yöneticiliği	
<b>Tüm Üretim Takımları:</b>				
Montaj Takımı	Malzeme hazırlık süreleri			Üretim Mühendisliği Yöneticiliği
Emaye Takımı				
Boya Takımı	Adam sayısı			
Mekanik Takımı				
Seran gruplama ve yapıştırma Atölyesi	İlk üretim kayıpları (Platform projeleri)			
Üretim Mühendisliği	Tezgah ve tesis OEE			
	Ortak stok alanı kapasitesi			
	Bilgilerin zamanında SAP de güncellenmesi			
	Kısıtların etkileşimleri			

### 3.2. Üretim Programı Hazırlama Sürecinin Detaylı Akışları

ÜYP projesi başlatılmadan önce Arçelik PCI’de uygulanan üretim programı yazılımı süreci aylık ve yıllık olmak üzere iki sınıfta gösterilebilir.

#### 3.2.1. Aylık Üretim Programı Yazılım Akışı

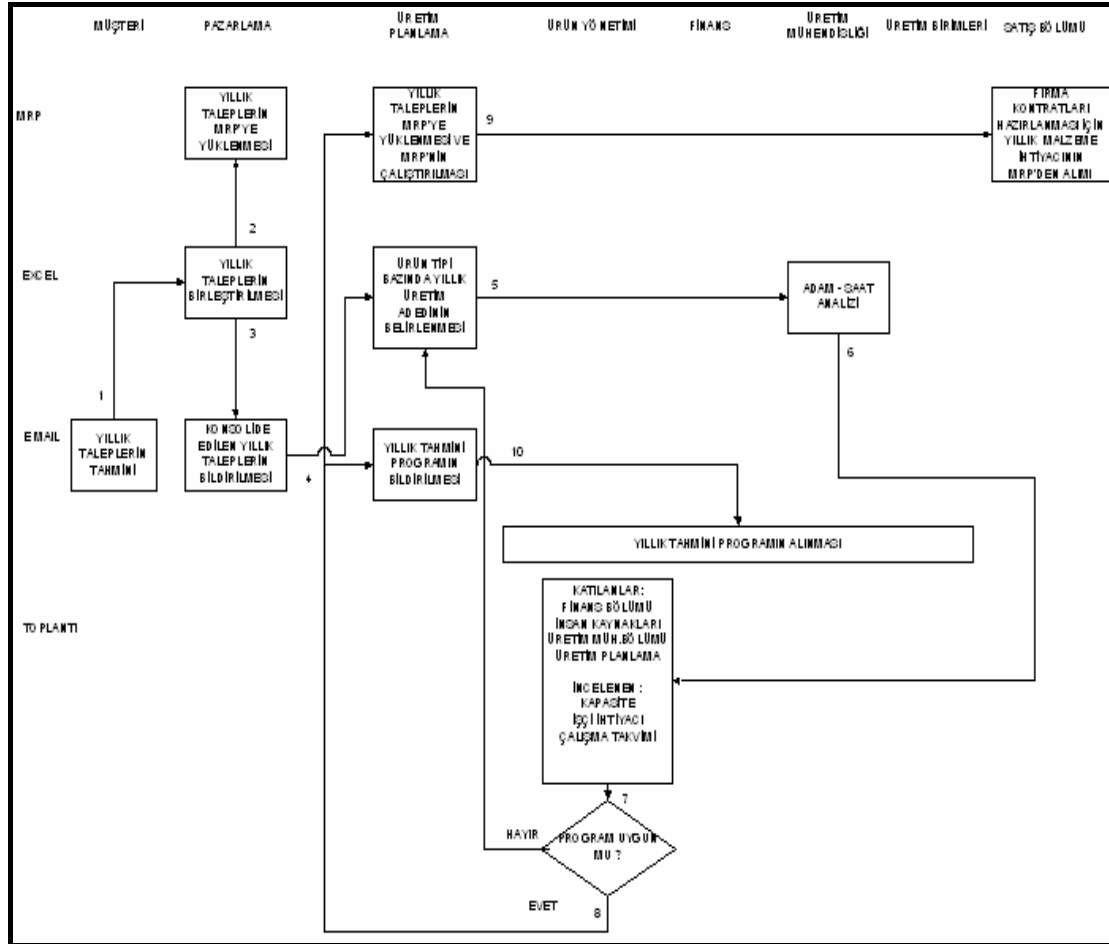
İşletmedeki mevcut aylık üretim programı yazılımı akışı Şekil 5’teki gibidir



Şekil 5. Aylık Üretim Programı Yazılımı Akış Şeması

### 3.2.2. Yıllık Üretim Programı Yazılım Akışı

İşletmedeki yıllık üretim programı yazılımı akışı Şekil 6'daki gibidir



Şekil 6. Yıllık Üretim Programı Yazılımı Akış Şeması

### 3.3. Üretim Yazılım Programı Gereksinimi

Günümüz beyaz eşya sektöründe artan rekabet, müşteri ihtiyaçlarına eksiksiz, tatmin edici, hızlı ve esnek şekilde cevap verebilmeyi gerektirmektedir. Ürünler giderek kompleksleşmekte, üretimin içerdiği süreç sayısı ve çeşidi, ürünlerin malzeme sayısı ve çeşidi, ürün model sayıları ve ürünlerin birbirinden farklılaşması artmaktadır. Dünyada örnekleri görülen ortak platformdan farklı ürün tiplerinin

üretimiyle birlikte, yoğun çeşitlilikte, dinamik ve ani olarak değişen müşteri ihtiyaçlarına en hızlı şekilde cevap vererek, müşteri memnuniyetini korumak ve kazanmak için kaynakların rasyonel yönetilmesi, işletmelerin önceliklerindedir.

Sınırlı kapasite, birbirine bağımlı akışlar, işletmelerin dikey ve yatay olarak büyümesi, yan sanayi ile ortak çalışma gibi unsurlar, karşılıklı verimlilik yaratıcı aktif yaklaşımlar geliştirme zorunluluklarını getirmektedir. Müşteri memnuniyetini korumak ve artırmak amacıyla, beyaz eşya sektöründe oldukça yoğun yaşanan talep dinamizmine esnek bir şekilde uyum sağlayarak, verimli cevap verebilmek için, üretim planlama, üretim sektörü için can alıcı fonksiyon konumundadır.

Tüketici ve/veya müşteri, üretim ve yan sanayiler arasında koordinasyonu sağlayan üretim planlama, işletmenin verimliliğini ve girdilerini rasyonel olarak kullanarak, tüketici/müşteri memnuniyetini sağlamak için planlamakta ve yönetmektedir. Üretim planlama bölümü, üretim kısıtlarına göre, hedeflere en iyi koşullarda ulaşmak sorumluluğunda olan karar birimidir. Ayrıca, müşteri ihtiyaçlarına da belli bir noktaya kadar şekil verebilme yetkisine sahiptir.

Üretim planlama faaliyeti, kısıtlarına göre, işletmenin diğer birimlerine yoğun bilgi akışını sağlamalı ve bu birimlerden gelen istekleri dikkate alarak işletme hedeflerine uygun optimum faydaya ulaşacak kararları vermelidir. Günümüz dinamizmi ve sistem kompleksliği nedeniyle işletmeler sürekli iş ve sistem model tasarımları üzerinde çalışmalı, akıllı bir bilişim altyapısının rekabet üstünlüğü sağlayacağı düşüncesinden vazgeçmemelidirler.

Arçelik A.Ş., bu gerçeklerin bilincinde üretim planlama sürecine yeniden mühendislik çalışması yaparak, etkinlik ve verimlilikte bir atılım sağlamayı öncelikleri arasına almıştır. Bu nedenle, ileri üretim planlama, çizelgeleme ve optimizasyon etkinliklerinin kazanılması için ÜYP projesi programa alınmıştır.

Model işletme olarak Bolu Arçelik PCİ seçilmiştir. Bunun nedeni, PCİ'nin 1500 den fazla model, ocak, fırın, mini-fırın gibi farklı ürün çeşitleri, ve çok sayıda tedarikçi ile, hem en çok planlama iyileştirmesine ihtiyacının olması, hem de dinamik ve kompleks bir sistem konumunda olmasıdır. Sistemi bu işletmede modellemek ve uygun algoritmalarını bulmak, işletme genelinde uygulanan üretim planlama süreci için iyi bir sınav olacaktır.

Problemin kompleks olmasının nedeni olan faktörler; ürün çeşidinin fazla olması, yeni türev ürünlerin çok hızlı bir şekilde devreye girmesi, ürüne özgü parça çeşitliliğinin yüksek olması, ürün taleplerinin çok sayıda ürüne yayılması, mekanik üretimde transfer preslerde darboğaz olması ve ürüne özel işçi sayısında yüksek dalgalanma olmasıdır.

Tedarik zinciri bilişimi altyapısıyla, endüstri mühendisliği perspektifinden yürümekte olan bu projenin en kritik kısmı ise sistemin modellenmesi ve uygun algoritmaların bulunmasıdır. Doğrudan hazır bir yazılımın alınıp kullanılması sözkonusu değildir. Bilinen MRP uygulamalarından farklı olarak, sistemin modelleneceği ve uygun algoritmaların bulunacağı bir çözüm aracı olan ÜYP kullanılacaktır. Üretim planlamanın ve sonrasında ona bağlı olacak diğer birimlerin istenen performans parametrelerince optimize edilmesi amaçlanmaktadır.

### **3.4. Üretim Yazılım Programının Sağlayacağı Üstünlükler**

ÜYP projesi ile ana çerçevede amaçlanan hedefler; tedarik zinciri maliyetini düşürmek, stok seviyesini düşürmek, tedarik süresini azaltmak, tedarik zinciri işleyişinde basitliği sağlamak, müşteri memnuniyetini arttırmak, tedarikçi ve müşterilerle işbirliğine olanak sağlayan, yeniliklere açık ve Arçelik stratejilerini destekleyen bir tedarik zinciri yapılanması oluşturmak, tedarik zinciri dahilindeki akışı kusursuz hale getirip hızlı cevap veren esnek bir yapıya kavuşturmak ve mevcut kapasitelerin kullanımını daha verimli hale getirmektir.



Proje çerçevesinde üretim planlama kaynaklı üretim kayıpları, geçmiş verilerin analiziyle incelenmiş olup, etkili kısıtların modele aktarılmasına yönelik bir altyapı oluşturulması için çalışmalar başlatılmıştır.

Arçelik PCI'nin üretim birimlerinde bulunan iş istasyonları ve malzeme tedarik kısıtları ÜYP'ye tanıtılacaktır. Program, gerek Arçelik PCI, gerekse yan sanayilerin kısıtlarını göz önüne alarak çizelgeleme yapacaktır. Bu durum, yan sanayi ve işletme bazlı birtakım üstünlükler sağlayacaktır. Yan sanayi bazlı üstünlükler; yan sanayi kısıtlarının yönetimi ve göz önüne alınması, malzemelerin sipariş, fason ve ulaşım durumlarının yönetilmesidir. İşletme bazlı üstünlükler ise; departman çizelgelerinin oluşturulması ve montaj bantlarında model dönüşleri için optimum üretim sırasının çizelgelenmesidir.

### 3.4.1. Üretim Yazılım Programıyla Modellenen Akışlar

ÜYP ile aşağıdaki kontroller yapılacaktır:

- i) *Aylık Üretim Planlama*: Aylık genel üretim programının kontrol edilmesi,
- ii) *Günlük Üretim Planlama*: Günlük programın çizelgelenmesi,
- iii) *Satın alma siparişi değişikliği*: Yan sanayiden tedariklenen malzemelerin kontrolü,
- iv) *Satış talebi değişikliği*: Mevcut ürün talep değişikliklerine ilişkin çizelgeleme programının yeniden planlanması,
- v) *Montaj hattı üretiminin çizelgelemeye göre geri kalması veya öne geçmesi*: Montaj bantlarının üretim programına uyumunun kontrolü,
- vi) *Mekanik işyerleri üretiminin çizelgelemeye göre geri kalması veya öne geçmesi*: Mekanik İmalat Bölümü'nün üretim programına uyumunun kontrolü,
- vii) *İthal Malzeme Planlama*: İthal malzemelerin hangi sürelerde tedarik edilebileceğinin kontrolü,
- viii) *Günlük Üretim Planlama Kontrolleri*: Günlük üretim programının günlük kontrolü.

### 3.4.2. Üretim Yazılım Programıyla Optimize Edilecek Parametreler

Planlama kapsamında, hangi adımlarda, hangi periyotlar için, hangi sıralarda optimizasyonun çalıştırılacağı belirlenmiştir. Modellenmesi planlanan akışların birtakım testler aracılığı ile birbirleriyle koordineli bir şekilde kontrolü gereklidir. Bu optimizasyon aktivitelerinin her biri için uygun düzenlemeler yapılmıştır.

Üretim programının yazılımı ve optimizasyon modelinin doğrulanması için üç kritik test tanımlanmıştır:

i) *Birim Testler*: Modellenen her akışın kendi kapalı çevriminde test edilip doğrulanmasıdır.

ii) *Entegrasyon Testleri*: Modellenen akışların kendi içlerinde test edilip doğrulanmasından sonra birbirleriyle olan uyumları ve sonuçlarının yeni entegrasyon testleri ile doğrulanmasıdır. Böylece, modellenmiş ve kapalı sistemde doğrulanmış olan sekiz akış modelinin hem açık sistemdeki davranışları incelenmekte hem de entegre sistemin bütünü gözlemlenip doğrulanmaktadır.

iii) *Stres testleri*: Yapılan birim ve entegrasyon testlerinin MRP ile uyumunun test edilmesidir.

Modellenecek olan akışlar ve optimizasyona yönelik olarak uygulanacak olan testler, yeni devreye girecek olan ÜYP'nin mevcut üretim programı hazırlama sürecine göre büyük bir üstünlük sağlayacağını göstermektedir.

### 3.5. Mevcut Üretim Programı Problemlerinin Belirlenmesi

Arçelik PCI'de üretim programının yazılımı sırasında bazı problemler vardır. Bu problemlerin giderilebilmesi amacıyla birtakım iyileştirmelerin yapılması amaçlanmaktadır. Dolayısıyla, ÜYP'nin projelendirme aşamasında işletmedeki birtakım veriler, detaylı bir istatistiksel çalışma ile analiz edilecek ve mevcut üretim programının bir seferde doğru yazılamamasına ve sık sık zorunlu değişikliğe

uğramasına sebep olan kritik malzeme ve kapasite kısıtları ortaya çıkartılacaktır. Böylelikle, işletmedeki kritik malzemeler, mekanik imalat kapasite kısıtları, yan sanayi kaynaklı kayıplar, üretim bandı üzerindeki model dönüşleri ve üretim parti büyüklüklerinin yarattığı olumsuzlukların detaylı bir şekilde analiz edilmesi planlanmaktadır.

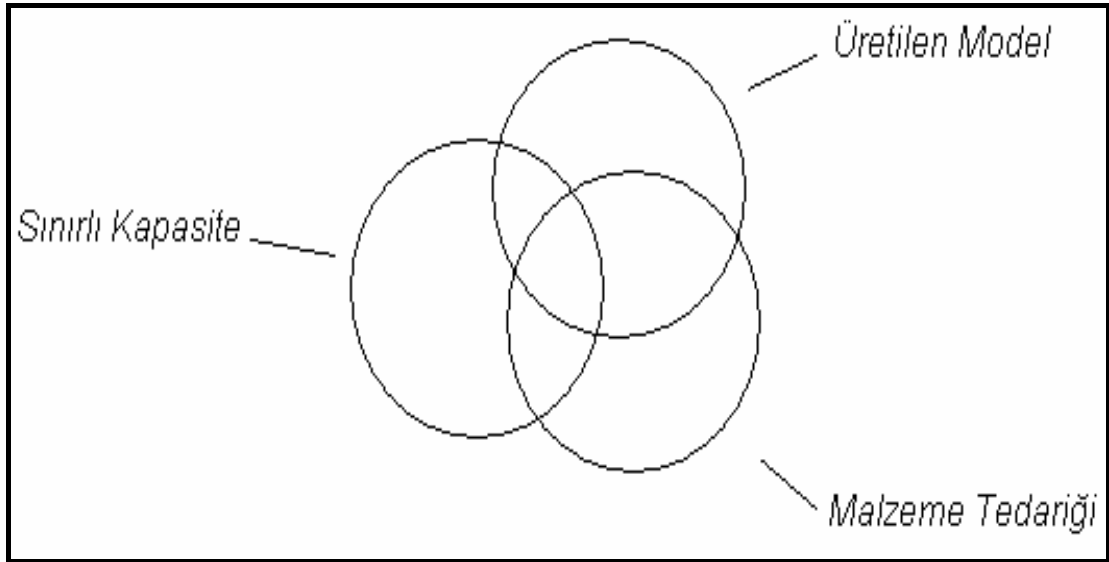
### **3.6. Üretim Yazılım Programında Uygulanacak Metodoloji**

Sorunlu noktaların belirlenmesi ve mevcut sistem dinamiğinin anlaşılabilmesi için, üretim duruşlarına yönelik işletmede kayıtlı bazı veriler; pareto analizleri, nokta-kutu gösterimleri, birey diyagramları, histogram grafikleri gibi birtakım istatistiksel yöntemlerle analiz edilecektir.

Gün içerisinde herhangi bir üretim bandında üretilmesi planlanan modellerin çeşitliliğinin ve dolayısıyla da model dönüşlerinin çok fazla olmasının yüksek oranda üretim kaybı yarattığı düşünülerek, bu etkinin minimuma indirilmesi hedeflenmiştir. Aynı şekilde, üretim parti büyüklüklerinin de belli bir limitin altında olmasının, günlük model çeşitliliği sayısını ve dolaylı yoldan da bant duruşlarını artırdığı düşünülmektedir. Üretim parti büyüklüğü düşük olan ürünler, üretim programında dengeli bir şekilde dağıtılamadığında, bir güne yığılmalar ve gün içerisinde çok fazla model dönüşleri olmaktadır. Bu durum da montaj kayıplarının artmasına sebebiyet vermektedir. Bu sebeple üretim parti büyüklüklerinin de belli limitler altına düşmemesi amaçlanmaktadır.

ÜYP’de kritik malzemeler için malzeme planlaması yapılacaktır. Üretim planlaması malzemenin varlığına göre optimize edilecektir. Aynı şekilde üretim birimlerinin kapasiteleri de programa tanımlanacak ve yazılım programı kapasiteler dahilinde planlama yapacaktır. Bu şekilde, işletmede bulunmayan herhangi bir malzemenin kullanıldığı hiçbir ürünün üretim programına konulmaması hedeflenmiştir. Bu durumun, plansız ve zorunlu program değişiklikleri, yeniden işleme ve bant duruşlarını azaltması beklenmektedir.

Üretim birimlerinin kapasitesi, tedarik edilen malzeme, ve gün içerisinde bant üzerinde üretilen model sayısı birbirlerini çok yakından etkileyen unsurlar olup aralarındaki ilişki Şekil 7’de gösterilmiştir.



**Şekil 7.** Kapasite, Malzeme, Model Sayısı İlişkisi

### 3.7. Projenin Teknolojik Değerlendirmesi

Üretim planlama süreci, girdileri ve kısıtları ile bir optimizasyon problemi olarak tanımlanabilir. Üretim tesislerinin çoğunda varolan kaynak kısıtları, zaman kısıtlarına yönelik yaklaşımlar ile çözülebilir. Ancak, bunların gündelik yaşama ve uygulamaya geçirilmesi için, yürüyen sistemlerin iyi analizi ve detaylı verilerin sisteme sağlanması gereklidir. Daha da önemlisi, geliştirilen yaklaşımların hızla devreye sokulacağı hızlı hesaplama yeteneklerine sahip bir bilişim altyapısına da ihtiyaç bulunmaktadır.

Öte yandan, her probleme uygun standart bir çözüm bulunmadığı için kısıtların tarifi ve optimizasyon için gerekli fonksiyon tanımlarının geliştirilmesi zorunludur.

Sistem performansının da üretimi aksatmayacak şekilde hızlı olması gerektiği ve bu nedenle dikkatle ele alınması gereken bir konu olduğu düşünülürse sözkonusu projedeki ölçütlerde bir altyapının tarif edilmesi ve devreye alınması teknik olarak zorluklar içermektedir.

Tedarik zinciri süreçlerinde dünyada bilişim gelişmelerine paralel olarak çeşitli alanlarda yeni uygulamalar hızla devreye alınmaktadır. Üretim planlama ve çizelgeleme alanında optimizasyon içeren bilişim altyapısı örnekleri son derece kısıtlıdır. Tedarik sürecinde akıllı sistemlerin kullanılması için çalışmalar yürütüldüğü belirlenen diğer alanlar ise, talep planlama, tedarik ağı planlama ve dağıtım planlamadır.

Üretim Çizelgeleme ve Optimizasyonu alanında sektörel uygulamalar hakkında bilgiye ulaşmak oldukça zor ve zaman zaman da imkansızdır. Özellikle bu tip uygulamalar, rekabetçi üstünlüğün anahtar unsurlarından olduğu için, işletmeler tarafından da gizli bilgi olarak saklanmaktadır. Arçelik PCI'de devreye girecek olan ÜYP, işletme içinde ekip çalışması halinde gerçekleştirilen ortak çalışmalarla, dünyadaki uygulamalar hakkında bilgi sahibi olma, iş ve sistem modellerinde dünya literatüründe sahip olunan bilgiyi planlama sürecine yansıtma amacı taşımaktadır.

Bu proje, uzun vadede Arçelik A.Ş. tedarik zinciri yönetiminin olgunlaşma programının önemli adımlarından biri olarak düşünülebilir. Bu projenin uygulamaya alınmasından sonra, sonuçlar değerlendirilip gözden geçirilecektir. Diğer süreçler için optimizasyon araçlarının kullanılmasının yanısıra, endüstri mühendisliği, bilişim ve bilgi araçlarının uygulamaya alınması da fizibilite çalışmalarıyla tetiklenecektir.

Tahminleme ve simulasyon ve etkinlikleri bugün ve gelecekte rekabetçi ve lider stratejileri belirleyip, benimseyerek gerekli atılımları yapabilmek için kullanılması gereken araçlardır. Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de bu araçların ve etkinliklerin önemi hızla daha iyi anlaşılmaya başlanmış ve öncü firmalar bu alanlara

yoğun mühendislik kaynağı aktarmaya başlamışlardır. Arçelik A.Ş. de, bu alandaki global arenada öncü olmak, sahip olduğu bu mühendislik bilgisi ve araçlarından ve metodolojilerinden faydalanma yetkinliğini uygulamaya geçirerek verimli ve etkin sonuçlar elde etme hedefini öncelikleri arasına almıştır.

### **3.7.1. Projenin Pazar Açısından Sağlayacağı Olanaklar**

Proje, kısa vadede maliyet düşüklüğü ve müşteri siparişlerini karşılama oranındaki artışı ile pazarda Arçelik A.Ş. için üstünlük sağlayacaktır.

Projenin işletme açısından önemi ise; bir seferde doğru üretim programı hazırlanması ile gereksiz bant duruşları, yeniden işlemler, üretim kayıplarının engellenmesi ve bu durumun işletmeye getireceği parasal getiridir. Ayrıca, üretim planının kısıtların ve optimizasyonların dikkate alınarak yapılmasıyla gereksiz zaman kaybı ortadan kaldırılacaktır.

Esnek planlama uygulaması, yardımcı sanayi ile işbirliği yapılması, darboğazların önceden farkedilip gerek planlama, gerekse üretim sürecinde revizyon ve iyileştirmelere gidilmesindeki artış ise, Arçelik A.Ş.'nin üretim sürecinin kalitesini belirgin bir şekilde artıracaktır. Diğer yandan, esnek planlama, dinamik taleplere hızlı ve esnek biçimde cevap verebilme, öngörü yeteneği ve uzun dönemli planlama yapma kapasitesi artmış olacaktır.

### **3.7.2. Projenin Verimlilik ve Rekabet Gücüne Katkıları**

ÜYP'nin verimlilik ve rekabet gücü açısından beklenen katkıları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

i) Montaj bantlarında model dönüşleri sırasındaki duruştan kaynaklanan zaman kaybının %1 oranında azaltılması,

ii) Mekanik üretimde kalıp değişimi sırasındaki duruştan kaynaklanan zaman kaybının %2 oranında azaltılması,

iii) Verimlilik artışıyla sağlanan mevcut kapasitenin %2 oranında fazla kullanılmasıyla talep karşılama oranının artması,

iv) Üretim bantlarındaki model dönüşlerinde, işçi sayısı değişimlerinin azaltılarak işgücü kayıplarının minimize edilmesi,

v) Üretim bandındaki model dönüşü ve bant duruşlarının minimize edilmesinin ürün kalitesini yükseltmesi,

vi) Üretim bandındaki üretimin tamamlanmadan yere indirilmesiyle oluşan yeniden işlemenin azaltılması,

vii) Yan sanayi planlaması ve tedarik zinciri performansının artırılması,

Çizelge 2’de ÜYP’nin işletmeye sağlayacağı yıllık karın analizi gösterilmiştir.

**Çizelge 2. Yıllık Kar Analizi**

<b>İyileştirme Alanı</b>	<b>İyileştirme</b>	<b>Kar</b>	<b>Birim</b>
Mekanik Üretim kalıp değişimindeki zaman kaybının azaltılması ile kazanılacak kapasite	2%	24,000	adt/yıl
Direk işçilik maliyeti	1%	98,805	euro/yıl
Montaj bandındaki malzeme eksikliği nedeniyle üretim kayıpları		290,000	euro/yıl
Montaj bandındaki model dönüşleri esnasında oluşan zaman kaybının azaltılması ile elde edilen kar		98,805	euro/yıl
Ek kapasite kar artışı		240,000	euro/yıl
<b>Toplam kazanç</b>		<b>628,805</b>	<b>euro/yıl</b>

### 3.7.3. Üretim Yazılım Programının Ekonomik Getirisi

ÜYP'nin verimlilik ve rekabet gücü açısından beklenen katkıları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

i) *Pazara çıkış süresi:* Arçelik PCI'de yapılan örnek uygulamanın performans katkılarının Temmuz 2006 itibarıyla alınması beklenmektedir.

ii) *Satış hasılatında beklenen artış:* Üretim kayıplarının önlenmesine yönelik optimizasyon uygulaması ile beklenen %2 lik kapasite artışı ile daha önce karşılanamayan siparişlerin %2 oranında artarak karşılanması ve sonuçta %2'lik satış hasılatı artışının elde edilmesi beklenmektedir.

iii) *Pazar payında beklenen artış:* Esnek üretim uygulanmasıyla ve sürecin ürün kalitesine olan dolaylı etkisiyle pazar payında artış beklenmektedir.

iv) *Kara geçiş noktası:* Çizelge 1'de de görüleceği üzere yaklaşık 1.100.000 Euro olan yatırım sermayesinin en fazla 2 yıl içerisinde geri ödeneceği görülmektedir.

### 3.8. Üretim Yazılım Programının Sonuçları ve Faydaları

ÜYP çalışmasının sonucundaki hedef, uygulanabilir optimum üretim çizelgelemesinin hazırlanmasıdır. Bu çizelgelemede, her ürünün sıra ve tarih gereksinimleri, sipariş öncelikleri, üretim kapasiteleri ve malzeme kısıtları hesaba katılacaktır. Her planlama zaman aralığı için bir sistem ve tedarik zinciri bilişim altyapısı kurulmalıdır. Sistem Arçelik PCI'de kurulu olan MRP ile koordineli olarak işleyecek ve program ile MRP arasında sürekli bir bilgi akışı olacaktır. Bu sistem ve bilişim altyapısı ile amaçlanan hedef; rekabetçi üstünlük ve müşteri memnuniyetini korumak ve artırmak için aşağıdaki göstergelerde iyileştirme sağlamaktır:

- i) Tedarik zinciri bilişim altyapısının oluşturulması,
- ii) Süreç akışlarının iyileştirilmesi,
- iii) Kayıpların önlenmesi ve kapasite artışıyla karın artırılması,
- iv) Kritik malzeme kısıtları ve günlük kapasitenin gözününe alınmasıyla birlikte üretim programı güvenilirliğinde artışın sağlanması,



- v) Siparişlerin karşılanma oranında iyileşmenin gerçekleştirilmesi,
- vi) Kapasite kullanımının artırılması,
- vii) Malzeme stok seviyesinin düşürülmesi,
- viii) Günlük kapasiteye göre çizelgelemenin yapılması,
- ix) Malzeme planlama sürecinin iyileştirilmesi,
- x) Değişiklik maliyetlerini en aza indirgeyecek sıra ve düzenlerin kullanılması,
- xi) Kalıp ve model değişim maliyetlerinin en aza indirgenmesi.

Bu beklenen sonuçların yanısıra ÜYP'de; sistem ve kısıt güvenilirliğine, süreç akışına, iş ve sistem paralellğine, planlamaya ve çizelgeleme kaynaklarının verimliliğine dikkat edilmelidir.

Çalışma sonuçları aşağıdaki gibi listelenmiştir:

i) Bu çalışmanın sonuçları, Arçelik A.Ş'nin Eskişehir'deki buzdolabı, İstanbul'daki çamaşır makinası ve Ankara'daki bulaşık makinası işletmelerinde de uygulanabilir.

ii) Arçelik PCİ'nin montaj bantları ve mekanik imalat atölyesinde uygulanan bu çalışma, ilerleyen zamanlarda işletmenin emaye ve boya atölyeleri gibi diğer iç üretim birimlerinde de uygulanabilir.

iii) ÜYP çalışmasının dışında tutulmuş olan yan sanayi kapasite planlaması da ilerleyen zamanlarda kapsama dahil edilebilir.

iv) ÜYP, diğer üretim birimlerindeki üretim kaybı analizleri için bir örnek oluşturabilir.

Optimizasyon sonucunda edinilen bu deneyim, uzun vadede, Arçelik A.Ş. dışındaki benzer firmalarda da kullanılabilir.

### **3.9. Üretim Yazılım Programı Projesinin Girdilerinin Belirlenmesi**

Arçelik PCI'deki ÜYP gereksinimi, üretim programının bir seferde doğru yazılamamasından kaynaklanan montaj bant duruşları ve yeniden işlemlerden doğmuştur. Üretim programı yayınlandıktan sonra, kısıtları nedeniyle, talepler doğrultusunda ay içerisinde sıklıkla revizyona uğramaktadır. Üretim planlama sürecinin kritik malzeme ihtiyaçları ve üretim kısıtlarını karşılayacak şekilde optimum olmaması, montaj bandı duruşlarına ve yeniden işlemlere neden olmaktadır.

Bu tez çalışmasının amacı, ÜYP projesine girdi sağlayacak kriterlerin belirlenmesine yönelik analizleri yapmak, analizler sonucunda kısıt yaratan ve mevcut üretim programını olumsuz etkileyen problemleri saptamak ve bu problemlerin çözümüne yönelik algoritmaları belirlemektir.

#### **3.9.1 Arçelik PCI'deki Bölümlerin Beklentilerinin Toplanması**

Bu projede öncelikle üretim süreciyle ilgili bölümlerin beklentileri toplanmıştır. Bu bölümler Emaye, Boya, Mekanik İmalat Bölümleri gibi üretim takımları ile birlikte , Ürün Geliştirme, Üretim Mühendisliği, Otomasyon ve Bilgi Sistem, Lojistik, Ürün Yönetimi ve Satış-Pazarlama bölümleridir. Üretim kısıtları, Çizelge 3'te görüldüğü gibi bölümlerden gelen bilgilerle oluşturulmuştur.

Hedef pazarların dinamikliği nedeniyle geliştirilecek olan ÜYP programının, bu beklentileri karşılayabilmesi için, bölümlerle sürekli işbirliğinde bulunulması ve zaman içinde olası değişikliklere gidilebilmesi söz konusudur.

**Çizelge 3. Bölüm Beklentilerini Toplama Planı**

Müşteri / Müşteri Grubu	Müşteri Adına (Adı Soyadı)	Konu	Nasıl?	Ne Zaman?	Sorumlu
Üretim Takımları & Üretim Mühendisliği Yöneticiliği & Ürün Geliştirme Yöneticiliği	Tüm ekip üyeleri	Üretim programı nedeniyle yaşanan sıkıntılar nelerdir? Yeni yapılandırılacak süreçte üretim programının sağlanması gereken koşullar, beklentiler nelerdir?	Toplantı	26.02.2005	Ahmet Kalaycıoğlu
Üretim Mühendisliği Yöneticiliği	Mustafa Çeliker	Üretim programının sorunsuz uygulanması için hangi kısıtların gözönünde bulundurulması beklenmektedir?	Ekibi bilgilendirme toplantısından sonra hazırlanan kısıt tabloları yazılı olarak doldurularak mail ile bildirilecek.	03.03.2005	Ahmet Kalaycıoğlu
Otomasyon ve Bilgi Sistem Yöneticiliği	Fikret Çevik	Üretim programının sorunsuz uygulanması için hangi kısıtların gözönünde bulundurulması beklenmektedir?	Ekibi bilgilendirme toplantısından sonra hazırlanan kısıt tabloları yazılı olarak doldurularak mail ile bildirilecek.	03.03.2005	Ahmet Kalaycıoğlu
Montaj Takımı	Adil Can Sönmez	Üretim programının sorunsuz uygulanması için hangi kısıtların gözönünde bulundurulması beklenmektedir?	Ekibi bilgilendirme toplantısından sonra hazırlanan kısıt tabloları yazılı olarak doldurularak mail ile bildirilecek.	03.03.2005	Ahmet Kalaycıoğlu
Boyahane Takımı	Muhittin Danışman	Üretim programının sorunsuz uygulanması için hangi kısıtların gözönünde bulundurulması beklenmektedir?	Ekibi bilgilendirme toplantısından sonra hazırlanan kısıt tabloları yazılı olarak doldurularak mail ile bildirilecek.	03.03.2005	Ahmet Kalaycıoğlu
Emaye Takımı	Semih Okyar	Üretim programının sorunsuz uygulanması için hangi kısıtların gözönünde bulundurulması beklenmektedir?	Ekibi bilgilendirme toplantısından sonra hazırlanan kısıt tabloları yazılı olarak doldurularak mail ile bildirilecek.	03.03.2005	Ahmet Kalaycıoğlu
Mekanik Üretim Takımı	İbrahim Üye	Üretim programının sorunsuz uygulanması için hangi kısıtların gözönünde bulundurulması beklenmektedir?	Ekibi bilgilendirme toplantısından sonra hazırlanan kısıt tabloları yazılı olarak doldurularak mail ile bildirilecek.	03.03.2005	Ahmet Kalaycıoğlu
Satış / Pazarlama Yöneticiliği	Biröl Pamukçu	Üretim programı hazırlanması sürecindeki beklentiler nelerdir?	Telefonla görüşme	12.03.2005	Sevim Gündüz
Ürün Yönetimi Bölümü	Sefa Öztoprak	Üretim programı hazırlanması sürecindeki beklentiler nelerdir?	Telefonla görüşme	12.03.2005	Sevim Gündüz
Lojistik Yöneticiliği	Mustafa Altun	Üretim programı hazırlanması sürecinde ithal komponent teminiyle ilgili beklentiler nelerdir?	Telefonla görüşme	12.03.2005	Sevim Gündüz
ÜYP Proje Ekibi	Tüm ekip üyeleri	Hazırlanacak yazılımın kısıtlarına yönelik beklentiler nelerdir?	Toplantı ile	12.03.2005	Ahmet Kalaycıoğlu

### 3.9.2. Bölüm Beklentilerinin İlgili Süreçler ile İlişkilendirilmesi

Bölüm beklentileri, bölümlerin ilişkili olduğu süreçlerle ilişkilendirilmiştir. Her bölümün içinde bulunduğu ve diğer bölümler ile ilişki içinde bulunduğu süreçler ortaya çıkartılmış ve Çizelge 4'te görüldüğü üzere ÜYP'nin projelendirmesi sırasında netleştirilmiştir.

Çizelge 4. Bölüm Beklentileri ve İlgili Süreçler

Müşterinin Sesi	Beklentiler	Süreç Hedefi	
İş Güvenliği	Stoklama sorunları olmasın	Ortak stok alanı kapasitesi	
		Malzemelerin türleri bazında stoklanması	
	Acil dönüşler engellensin ve iş güvenliği sağlansın	Yan sanayi kritik malzeme temin süreleri	
		Hat/kabin/makine/tezgah kapasiteleri	
		İthal malzeme temin süreleri	
Malzeme hazırlık süreleri			
Verimlilik ve çalışma koşullarının iyileştirilmesi	Stres yönetimi ve acil çalışma koşulları olmasın	Set-up'a ayrılan süre azalsın	
		Ardışık model yapısı(gazlı seran, ankastre)	
		Minimum verimli üretim/baskı miktarı	
	Mühendislik çalışmalarına daha fazla zaman ayırabilelim	Gereksiz model dönüşü yapmayalım	Set-up süreleri
			Minimum verimli üretim/baskı miktarı
			Vardiyadaki model/parça çeşitliliği
	Telefon görüşmeleri azalsın	Malzeme takip etmeyelim	Hat/kabin/makine/tezgah kapasiteleri
			Yan sanayi kritik malzeme temin süreleri
			İthal malzeme temin süreleri
	Fazla mesai yapmayalım	Yan sanayiden malzemeler zamanında ve kaliteli gelsin	Vardiyadaki model/parça çeşitliliği
			Yan sanayi kritik malzeme temin süreleri
			Yan sanayi malzemelerinin kalite kontrolü
	Az enerji tüketilsin	Üretimin doğru yerde planlanması	Yan sanayi kapasitesinin yeterliliği
			Bant-model eşleşmesi
			Ardışık model yapısı(gazlı seran, ankastre)
Hat/kabin/makine/tezgah kapasiteleri			
Adam sayısı			
Tezgah ve tesis erken ekipmanları			
Ulaşım/yemek maliyetleri azaltılsın	Servis ve yemek hizmetleri daha verimli bir şekilde yapılsın	Fazla mesai yapabilme altyapısı	
		Servis güzergahları	
		Yemek kalitesi	
Sevkiyat	Üretim ile sevkiyat arasında yeterli süre olsun	Sevkiyat tarihleri	
		Hat/kabin/makine/tezgah kapasiteleri	
		Uygun bantlarda üretim yapılması	
Sorunsuz ilk üretim	İlk üretilen ürünlerin sorunlarını montaj bantlarında çözmeyelim	İlk üretilen ürünler için tempo	
		Aparat ekipman ihtiyacı	
		Değişiklik yönetim süreci(Yeni/türev ürün)	

### 3.9.3. Verilerin Toplanması

Projede Arçelik PCİ kayıtlarındaki beş değişik kaynaklı veri incelenmiştir.:

- i) 2005 yılının A,B,C,D,E,SKD adlı 6 adet montaj bandı için duruş ve yeniden işleme faaliyetlerinin sebeplerini ile sürelerini gösteren üretim verileri,
- ii) 2005 yılının tamamı ve 2006 yılının Ocak-Nisan aylarına ait, malzeme eksikliğinden kaynaklanan zorunlu üretim programı değişiklik verileri,
- iii) 2005 yılının üretim yoğunluğunun az olduğu Mart, Nisan, Mayıs aylarına ve üretim yoğunluğunun fazla olduğu Eylül, Ekim, Kasım, Aralık aylarına ait üretim programı verileri,
- iv) İşletmenin pazarladığı ürünlerin Arçelik PCİ MRP'sindeki üretim ve sevk tarihleri verileri,
- v) Mekanik İmalat, Boya, Emaye ve Montaj bölümlerinin kapasite planlamasına yönelik program verileri.

Bu veriler, Montaj Takım Liderliği, Üretim Planlama Yöneticiliği, Üretim Mühendisliği Yöneticiliği, Üretim Bölümleri ve Arçelik PCİ MRP'sinden ulaşılan kayıtlı ham veriler olup proje, bu verilerin değişik formatlarda işlenerek istatistiksel analizler yapılması ile yönlendirilmiştir.

### 3.9.4. Analiz Edilecek Konular

Yukarıdaki verilerin yardımıyla aşağıdaki konular analiz edilecektir:

- i) Montaj bant duruşlarına ve yeniden işlemlere ilişkin verilerin kullanılmasıyla üretim kayıplarının saptanması,
- ii) Zorunlu üretim programı değişikliklerine ilişkin verilerin kullanılmasıyla; montaj bantlarındaki üretim duruşlarına, mamullerin yeniden işlenmesine ve

zamanında tedarik edilememesinden dolayı zorunlu üretim programı değişikliklerine neden olan kritik malzemelerin tespit edilmesi,

iii) Montaj bant duruşlarına ve yeniden işlemlere ilişkin veriler ile aynı döneme ait üretim programı verileri birlikte değerlendirilerek planlama hataları ve üretim kısıtlarının ortaya çıkartılması,

iv) Montaj bant duruşlarına ve yeniden işlemlere ilişkin veriler ile Mekanik İmalat, Boya, Emaye ve Montaj bölümlerinin kapasite planlamasına yönelik program verileri birlikte değerlendirilerek, işletmenin mekanik imalat, boya, emaye, montaj gibi üretim birimlerinde en çok hangi bölümlerde ve hangi malzemelerden kaynaklanan üretim kayıpları olduğunun belirlenmesi,

v) Mekanik İmalat, Boya, Emaye ve Montaj bölümlerinin kapasite planlamasına yönelik program verilerinin kullanılmasıyla hangi üretim birimlerinde kapasite kısıtları ve bu kısıtlardan kaynaklanan üretim kayıpları olduğunun belirlenmesi,

vi) Montaj bant duruşlarına ve yeniden işlemlere ilişkin veriler ile aynı döneme ait üretim programı verileri birlikte değerlendirilerek, ÜYP'nin planlama yapacağı montaj bantlarının hangilerinde en çok duruş ve üretim kaybı olacağının açığa kavuşturulması,

vii) Montaj bant duruşlarına ve yeniden işlemlere ilişkin veriler ile aynı döneme ait üretim programı verileri birlikte değerlendirilerek, en çok üretim kaybının haftanın hangi gün ve vardiya bazlı saat dilimlerinde olduğunun tespit edilmesi,

viii) Montaj bant duruşlarına ve yeniden işlemlere ilişkin veriler, aynı döneme ait üretim programı verileri ve zorunlu üretim programı değişikliklerine ilişkin verilerin birlikte değerlendirilerek, montaj bantlarında gün ve vardiya içerisindeki model dönüş sayısının üretim kayıplarına etkisinin analiz edilmesi,

ix) Montaj bant duruşlarına ve yeniden işlemlere ilişkin veriler, aynı döneme ait üretim programı verileri ve zorunlu üretim programı değişikliklerine

ilişkin verilerin birlikte değerlendirilerek, montaj bantları üzerinde üretilen ürünlerin üretim parti büyüklüklerinin üretim kayıplarına olan etkisinin araştırılması,

x) Üretim programı verileri ve MRP'deki üretim ve sevk tarihleri verileri birlikte değerlendirilerek üretim ve sevkiyat tarihleri arasında geçen sürenin dağılımının incelenmesi.

### **3.10. Uygulanacak Metodoloji**

Analiz edilmesi planlanan konular, sözkonusu verilerin eşliğinde, üretim programı kaynaklı üretim kayıplarına neden olabileceği düşünülen aşağıdaki üç ana faktör bazında analiz edilecektir:

- i) Kritik malzeme analizi,
- ii) Üretim hatlarının kapasite analizi,
- iii) Üretim kaybı nedenlerinin analizi.

#### **3.10.1. Kritik Malzeme Analizi**

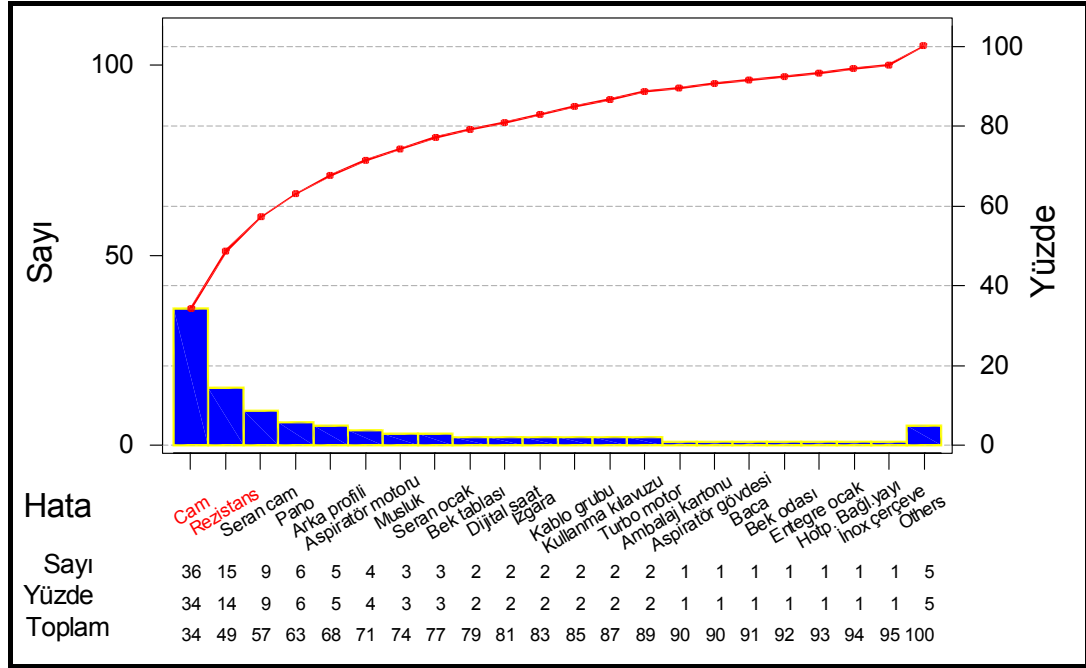
Bu bölümde, ÜYP projesine girdi sağlayarak altyapı oluşturacak ve üretim programını yönlendirecek olan kritik malzemeler, yukarıda belirtilen verilerin analizi ile tespit edilecektir.

##### **3.10.1.1. Zorunlu Üretim Programı Değişikliği Yaratan Malzemeler**

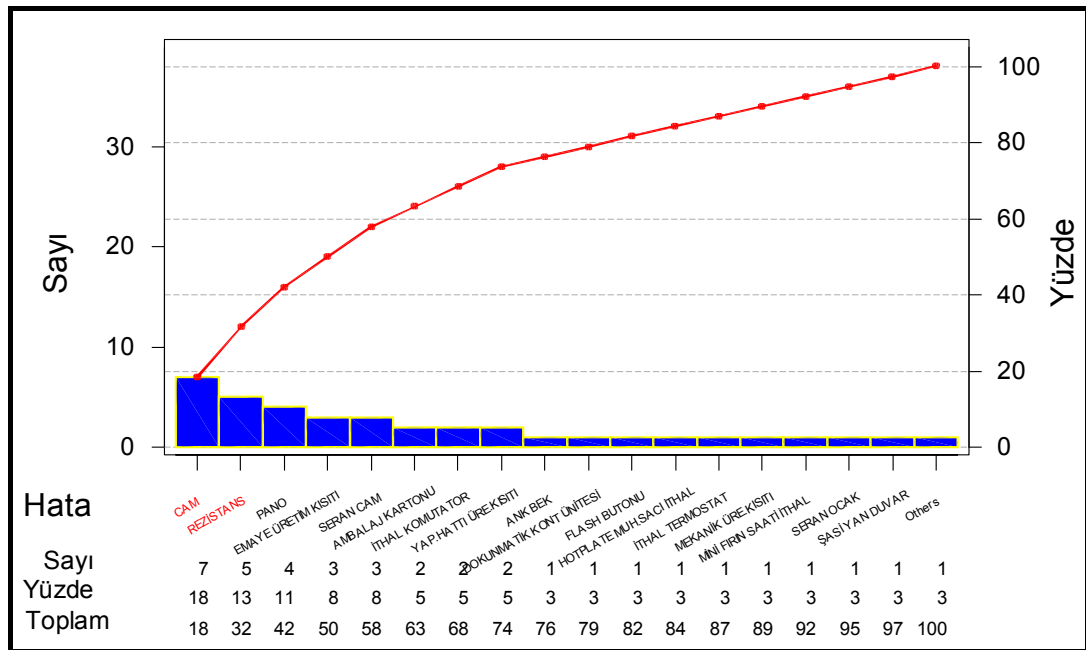
2005 yılında zorunlu üretim programı değişiklikleri yaratan veriler Şekil 8'deki Pareto Grafiği ile analiz edildiğinde cam ve rezistansın en çok üretim programı değişikliğine neden olan malzemeler olduğu görülmektedir. Bu iki malzeme toplam üretim programı değişikliklerinin %48'ini oluşturmaktadır (Cam % 34, Rezistans %14).

2006 yılının Ocak–Nisan arasındaki dönemini kapsayan ilk 4 ayındaki zorunlu üretim programı değişikliklerine sebebiyet veren malzemeler incelendiğinde

ise cam ve rezistansın yine toplam üretim programı değişikliklerinin %31'ini oluşturduğu gözlemlenmektedir (Cam %18 , Rezistans %13). Sonuçlar yine Pareto analizi ile Şekil 9'da irdelenmektedir.



Şekil 8. 2005 Yılında Malzeme Kaynaklı Zorunlu Program Değişiklikleri



Şekil 9. Ocak-Nisan 2006 Malzeme Kaynaklı Zorunlu Program Değişikliği

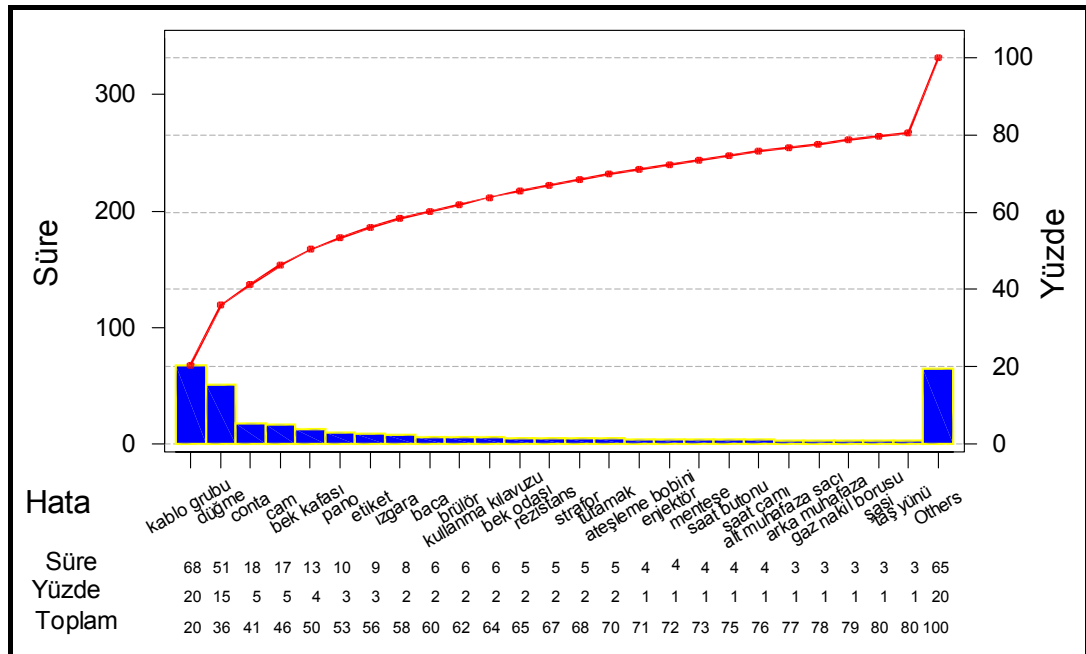


Analizlerden görüleceği üzere, planlanan zamanda işletmede olamayan ve zorunlu üretim programı değişikliklerine sebebiyet veren bu kritik malzemeler (cam ve rezistans), üretim planlama sırasında dikkate alınmalıdır.

### 3.10.1.2. Montaj Bantlarında Üretim Duruşu Yaratın Malzemeler

2005 yılında 6 adet montaj bandı için üretim kayıtları incelendiğinde zamanında temin edilemeyen malzemelerin neden olduğu üretim duruşları Şekil 10'daki Pareto analizinde gösterilmiştir.

En çok ve en uzun süreli bant duruşlarına sebebiyet veren malzemelerin çeşitlilik arz eden kablo grubu ve düğme olduğu görülmektedir. Bu iki malzeme, toplam montaj bandı duruşlarının %35'ini oluşturmaktadır. (Kablo grubu %20, Düğme %15). Kablo grubu ve düğmeler çok değişik fırın modellerinde kullanılan çeşitlerden oluşmaktadır.

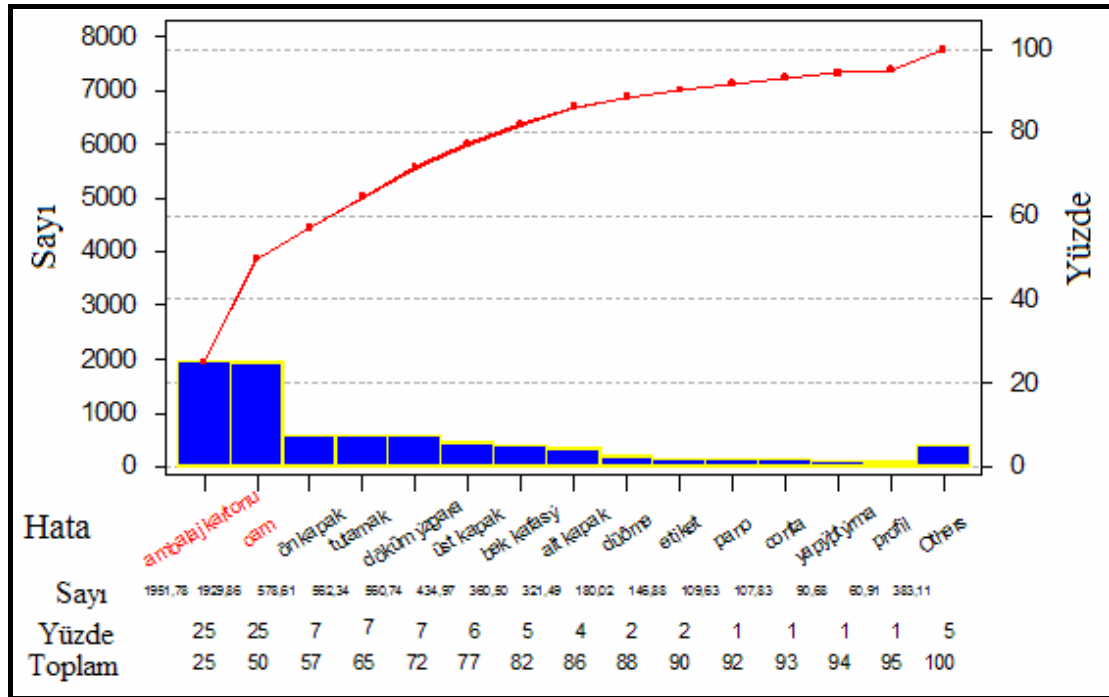


Şekil 10. 2005, En Uzun Süreli Bant Duruşu Yaratın Malzeme Dağılımı

Analizlerden görüleceği üzere, en uzun süreli üretim duruşlarına neden olan bu kritik malzemeler (kablo grubu ve düğme) üretim planlama sırasında dikkate alınmalıdır.

### 3.10.1.3. Montaj Bantlarında Yeniden İşleme Yaratan Malzemeler

2005 yılında ürün yeniden işleme yaratan veriler Şekil 11'deki Pareto analiziyle incelendiğinde cam ve ambalaj kartonunun en çok ürün yeniden işlemesine neden olduğu, ve bu malzemelerin eksikliğinden dolayı yere inen mamullerin yerden kaldırma sürelerinin hayli uzun olduğu gözlemlenmektedir. Bu iki malzeme, toplam yeniden işlemelerin %50'sini oluşturmaktadır. (Ambalaj kartonu %25, Cam %25)



Şekil 11. 2005, En Uzun Süreli Yeniden İşleme Yaratan Malzeme Dağılımı

Analizlerden görüleceği üzere, en uzun süreli yeniden işleme yaratan malzemeler (ambalaj kartonu ve cam) üretim planlama esnasında dikkate alınmalıdır.

### **3.10.2. Üretim Hatlarının Kapasite Analizi**

Bu analiz; Boyahane, Emaye, Mekanik Üretim ve Montaj bölümlerinin üretim kapasitelerine yönelik olup, üretim programına göre bu bölümlerin haftalık kapasite ve darboğazlarının analiz edilmesiyle yönlendirilmiştir.

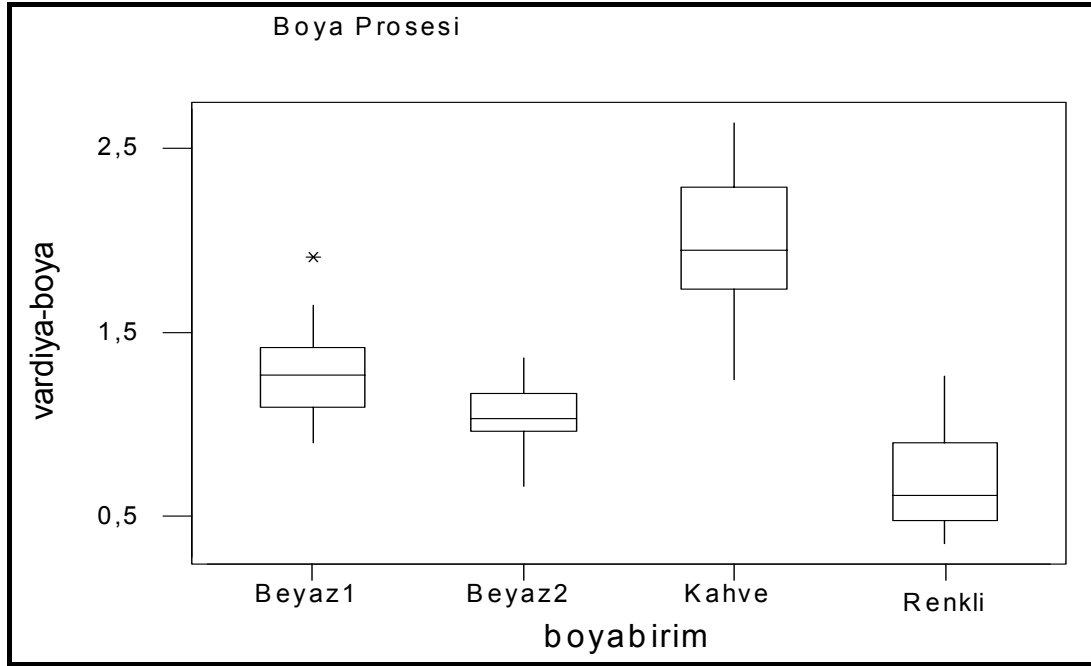
Bu analizde 2005 yılının 7 aylık üretim programları incelenmiştir. Kapasiteler aylık düzeylerde ele alınmaktadır. Fakat, herhangi bir kapasite probleminin olup olmadığının anlaşılmasında daha küçük zaman dilimlerinin incelenmesi üzerinde durulmaktadır. Gün, çok uygun bir zaman dilimi görülmemekte; hafta ise, Arçelik PCİ'de üretilen ürünler ve üretim birimlerinin yoğunluğu açısından daha uygun görülmektedir.

2005 yılının ilgili aylarındaki üretim programları, üretim birimleri için daha önceden haftalık bazda hazırlanmış olan ve incelenen veriler kapsamında bulunan kapasite programı ile örtüştürülerek, üretim programındaki toplam 28 hafta için Boyahane, Emaye, Mekanik Üretim ve Montaj bölümlerinin vardiya ihtiyaçları çıkartılmıştır.

#### **3.10.2.1. Boyahane Atölyesinin Kapasite Analizi**

2005 yılı boyunca günde 2 vardiya olarak çalışan Boyahane Atölyesinin, gerçekten de 2 vardiya çalışma ihtiyacı olduğu belirlenmiştir. Şekil 12'de boyahane atölyesinde bulunan Beyaz-1, Beyaz-2, Kahverengi ve Renkli boya kabinlerinin kapasite analizi görülmektedir.

Şekil 12'den de görüleceği üzere, 2 vardiyanın üzerinde çalışmayı gerektiren herhangi bir makina olmadığından, bu bölüm için 2 vardiya çalışmanın yeterli olduğu görülmektedir. Boyahane bölümünün bir kapasite darboğazı yoktur.



Şekil 12. Boyahane Atölyesi Kapasite Analizi

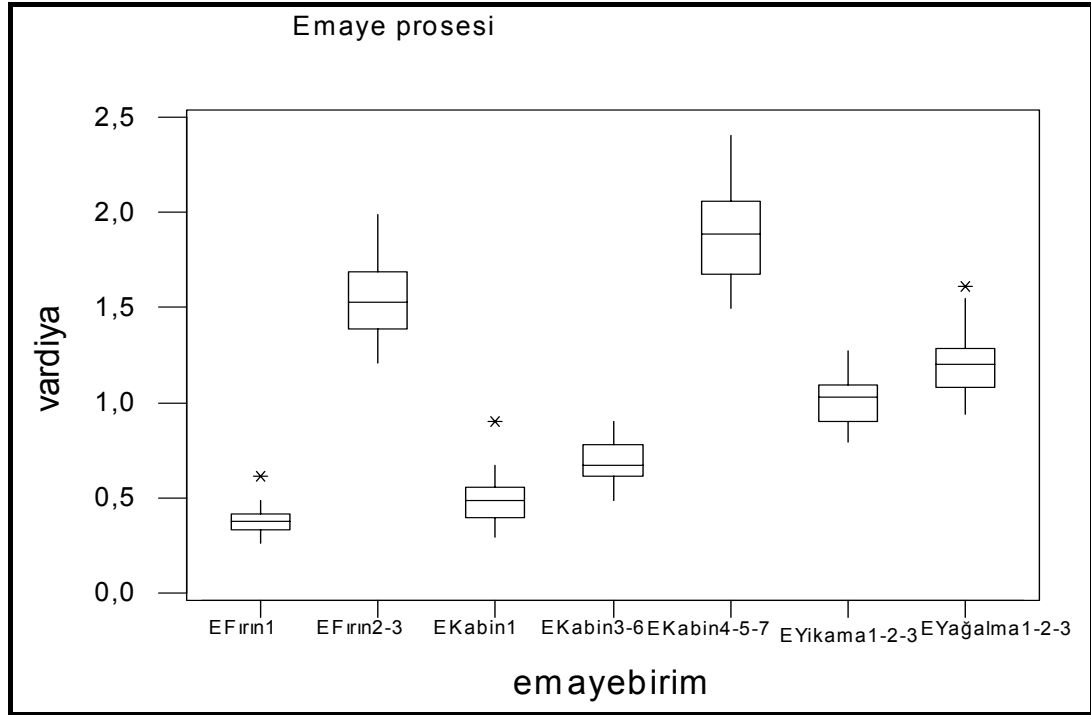
### 3.10.2.2. Emaye Atölyesinin Kapasite Analizi

2005 yılı boyunca günde 2 vardiya olarak çalışan Emaye Atölyesinin, gerçekten de 2 vardiya çalışma ihtiyacı olduğu belirlenmiştir. Şekil 13'te işletmenin emaye atölyesinde bulunan Emaye Fırını 1, Emaye Fırını 2-3, Emaye Kabini 3-6, Emaye Kabini 4-5-7, Emaye Yıkama Hattı 1-2-3 ve Emaye Yağ Alma Hattı 1-2-3 makinalarının kapasite analizi görülmektedir.

Şekil 13'ten de görüleceği üzere, 2 vardiyanın üzerinde çalışmayı gerektiren herhangi bir makina olmayıp, bu bölüm için 2 vardiya çalışmanın yeterli olduğu görülmektedir. Emaye bölümünün herhangi bir kapasite darboğazı yoktur.

Analizlerden de görüldüğü üzere, boyahane ve emaye atölyelerinde üretim duruşuna neden olabilecek bir kapasite darboğazı bulunmamaktadır. Üretim

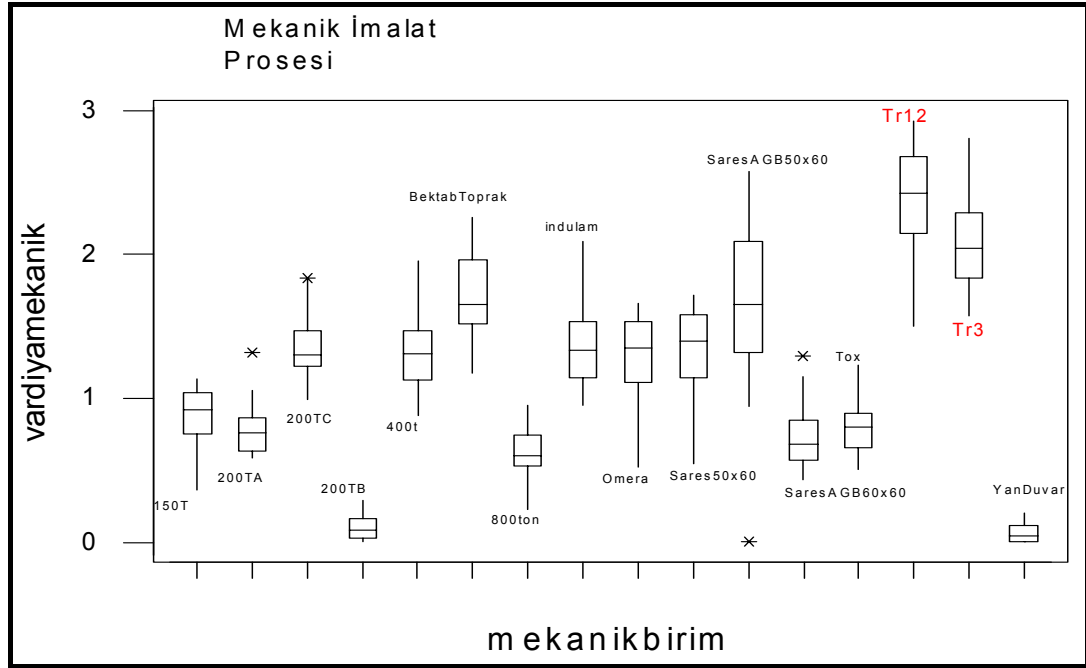
kayıplarının, bu bölümlerde kapasite yetersizliği gibi bir nedenle olması mümkün değildir.



Şekil 13. Emaye Atölyesi Kapasite Analizi

### 3.10.2.3. Mekanik Üretim Atölyesinin Kapasite Analizi

Mekanik Üretim Atölyesi 2005 yılında 2 vardiya olarak çalışmıştır. Şekil 14'te; işletmenin mekanik üretim atölyesinde bulunan 150 tonluk pres, 200 tonluk pres A, 200 tonluk pres B, 200 tonluk pres C, 400 tonluk pres, 800 tonluk pres, Bek Tablası Topraklama Hattı, Indulam Pres Hattı, Omera Gruplama makinası, Sares 50x60 Punta makinası, Sares 50x60 Ana Gaz Borusu Gruplama makinası, Sares 60x60 Punta makinası, Sares 56x60 Ana Gaz Borusu Gruplama makinası, Yan duvar gruplama makinası, Transfer Presler 1-2, ve Transfer Pres 3 makinalarının kapasite analizi görülmektedir.



**Şekil 14.** Mekanik Üretim Atölyesi Kapasite Analizi

Bu inceleme sonucunda; Mekanik Transfer preslerinde (Transfer 1, Transfer 2 ve Transfer 3), 2 vardiyanın yetersiz kaldığı ve kapasite darboğazları olduğu görülmüştür. Analizlerin sonucuna göre; devreye girecek olan ÜYP’de, Mekanik Üretim Planlaması atölyedeki kapasite darboğazı gözönüne alınarak yapılacaktır. Transfer 1-2 ve Transfer 3 presleri, Mekanik Üretim Atölyesi’ndeki kritik makinalardır. Bu durumun planlama sırasında gözönüne alınmasıyla, üretim kaynaklı bant duruşlarının ÜYP projesi sonucunda minimize olabileceği düşünülmektedir.

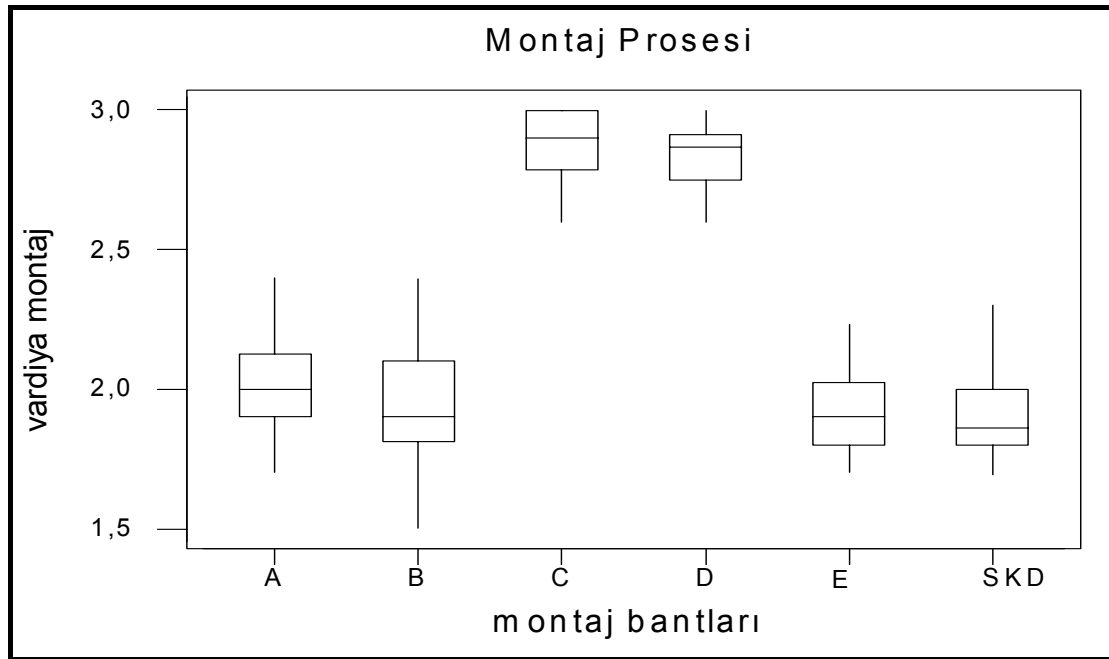
#### 3.10.2.4. Montaj Bantlarının Kapasite Analizi

İşletmede A, B, C, D, E ve SKD olmak üzere 6 adet montaj bandı mevcuttur. 2005 yılı boyunca A, B, E ve SKD bantları 2’şer vardiya, C ve D bantları 3’er vardiya olarak çalıştırılmışlardır. 2005 yılındaki çalışma günü sayısı, yıl bütününden resmi tatil günleri (Pazar günleri, milli ve dini bayramlar) ve genel fabrika bakımı için gerekli üretim duruş günleri düşüldüğünde toplam 275 gün olarak

hesaplanmıştır. Çizelge 5 ve Şekil 15'te A, B, C, D, E ve SKD bantlarının kapasite analizleri görülmektedir.

**Çizelge 5.** Montaj Bantlarının Kapasite Analizi

Montaj bandı	Vardiya Kapasitesi (adet/vardiya)	Günlük Kapasite (adet/gün)	Yıllık Kapasite (adet/yıl)	Üretim miktarı (adet/yıl)	Kapasite Kullanım Oranı (%)
A	575	1.150	316.250	299.153	95
B	575	1.150	316.250	299.447	95
C	300	900	247.500	234.652	95
D	300	900	247.500	226.982	92
E	450	900	247.500	231.000	93
SKD	225	450	123.750	115.324	93
<b>TOPLAM</b>	<b>2.425</b>	<b>5.450</b>	<b>1.498.750</b>	<b>1.406.558</b>	<b>94</b>



**Şekil 15.** Montaj Bantları Kapasite Analizi

Çizelge 5 ve Şekil 15'ten görüldüğü gibi, montaj bantlarındaki ürünler için talep ve arz ilişkisi A, B, E ve SKD bantları için 2 vardiyanın üzerinde çalışmayı gerektiren bir durum olmadığını, bir başka deyişle, bu montaj bantlarının gerektirdiği ürünler için 2 vardiya çalışmanın (kapasitenin) yeterli olduğunu göstermektedir.

Aynı şekilde, talep ve arz ilişkisi, C ve D bantları için de 3 vardiyanın üzerinde çalışmayı gerektiren bir durum olmadığını, bir başka deyişle, bu montaj bantlarının gerektirdiği ürünler için 3 vardiya çalışmanın (kapasitenin) yeterli olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, montaj bantlarında üretim duruşlarına neden olabilecek herhangi bir kapasite darboğazı yoktur. Rastlanılabilecek bir üretim kaybı nedeninin, montaj bantlarının kapasitesi dışında aranılması gerekecektir.

### **3.10.3. Üretim Kaybı Nedenlerinin Analizi**

Üretim kaybına neden olan faktörler, aşağıda görüleceği üzere, işletme içindeki departmanlar bazında analiz edilmiştir:

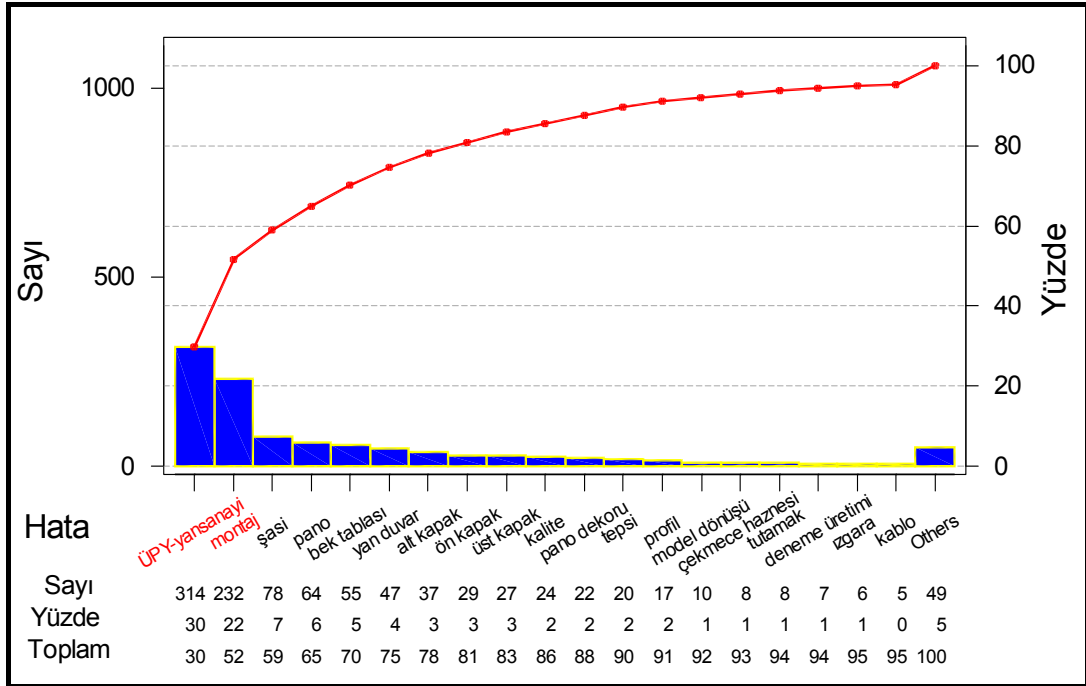
#### **3.10.3.1. Montaj Bantlarındaki Üretim Kaybı Nedenleri**

Montaj bantlarındaki üretim kaybı verileri hata gruplarına göre sınıflandırılmıştır. Bant duruş adetleri ve süreleri için Pareto analizleri yapılmıştır. Duruş nedenleri; hata grubu, sorumlu üretim birimi, duruş saatleri, duruş günü, ve duruş yeri bazında incelenmiştir.

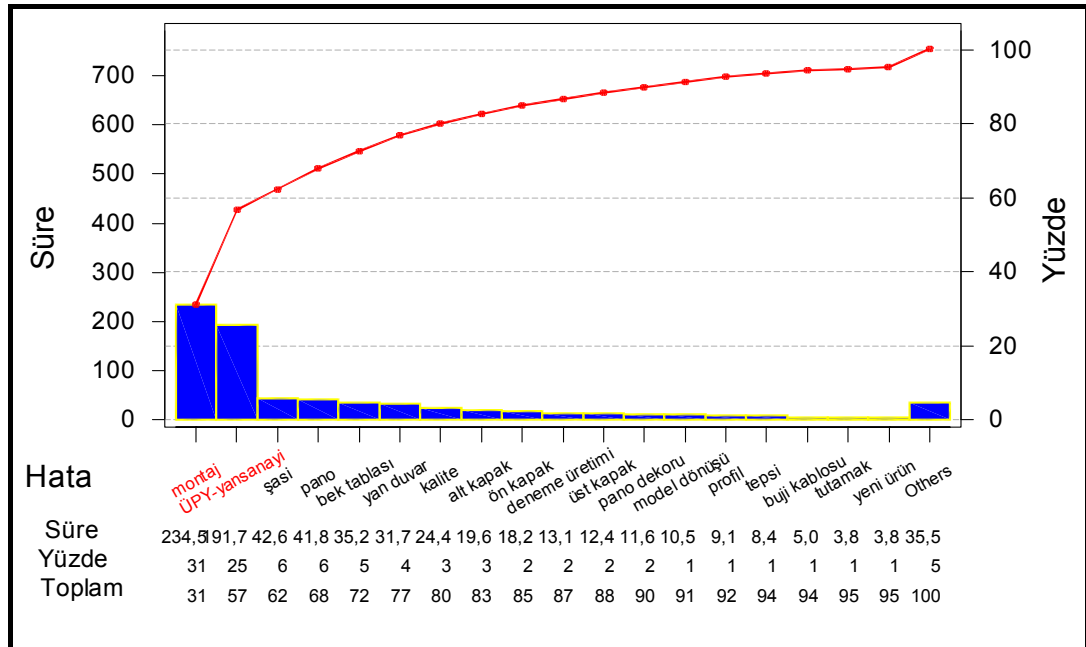
Üretim kaybı verilerinin incelenmesi sonucunda üretim kaybına sebep olan hata gruplarının da bir analizi yapılmıştır. Pareto grafikleri ile montaj bant duruşları hata grupları ile ilişkilendirilmiştir. Şekil 16'da 2005 yılında hata grubu bazında bant duruş adetleri görülmektedir.

Şekil 16'da; 2005 yılındaki toplam bant duruşu adedinin %52'sini Montaj Kaynaklı ve Üretim Planlama-Yan Sanayi kaynaklı bant duruşları (%30 Üretim Planlama-Yan Sanayi kaynaklı duruşlar, %22 Montaj Kaynaklı Duruşlar), Şekil 17'de; 2005 yılındaki toplam bant duruşu süresinin %57'sini Montaj Kaynaklı ve Üretim Planlama-Yan Sanayi kaynaklı bant duruşları (%31 Montaj Kaynaklı Duruşlar, %25 Üretim Planlama-Yan Sanayi kaynaklı duruşlar) oluşturmaktadır.





Şekil 16. 2005 Yılında Hata Grubuna Göre Bant Duruş Adetleri



Şekil 17. 2005 Yılında Hata Grubuna Göre Bant Duruş Süreleri

### 3.10.3.2. Montaj Kaybı Nedenli Duruşların İncelenmesi

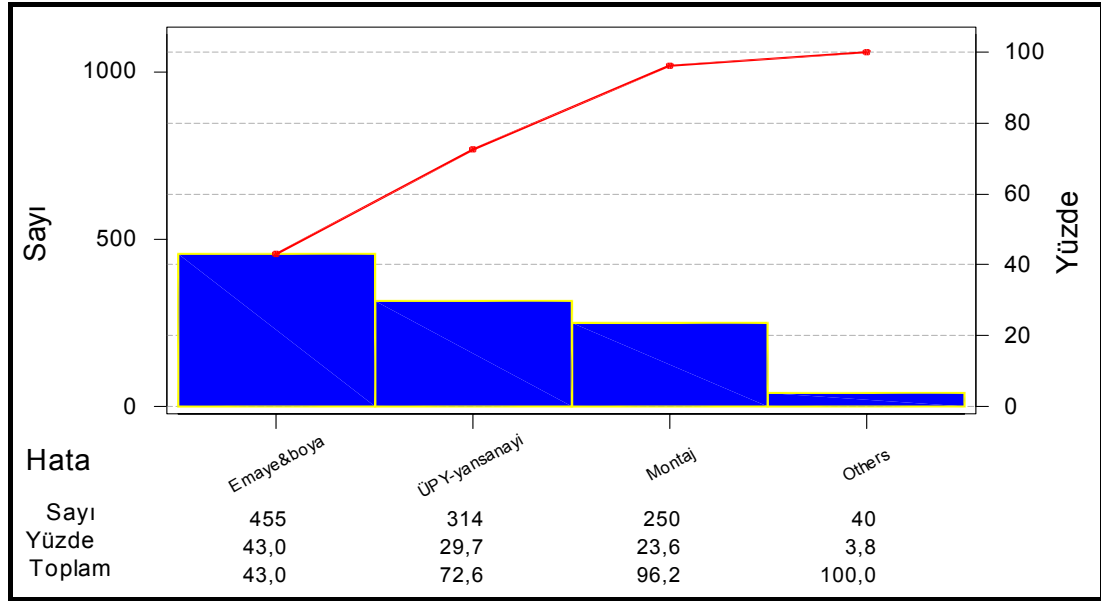
2005 yılına ait üretim kaybı verileri incelendiğinde 2005 yılındaki tüm bant duruşlarının %34'lük kısmının montaj kaybı sebepli duruşlar olduğu görülmüştür. Montaj kaybının nedenleri yeteri kadar açık olmayıp, aşağıdaki çeşitli olaylarla ilişkilendirilebilir:

- i) Bant üzerinde çözülemeyen kalite problemlerinin montaj kaybı yaratması,
- ii) Tasarım hatalarının bant üzerinde düzeltilmesi,
- iii) İşçilerin yavaş çalışmasından kaynaklanan bir zaman kaybı olması,
- iv) Model dönüşleri esnasında bulunamayan bazı malzemelerin olması,
- v) Vardiyada veya gün içerisinde üretilen modellerin çeşitliliği,
- vi) Vardiya veya gün içerisindeki model dönüş güçlükleri.

Bu potansiyel nedenlerin ışığında, montaj kaybı kaynaklı bant duruşlarının ikinci aşama analizleri; üretim birimleri ve montaj bantları bazında ürünlerin üretim zamanları incelenerek, bant üzerindeki model dönüş etkisi ve üretim parti büyüklüğü üzerinde yoğunlaşmıştır.

### 3.10.3.3. Montaj Kayıplarının Üretim Birimleri Bazında İncelenmesi

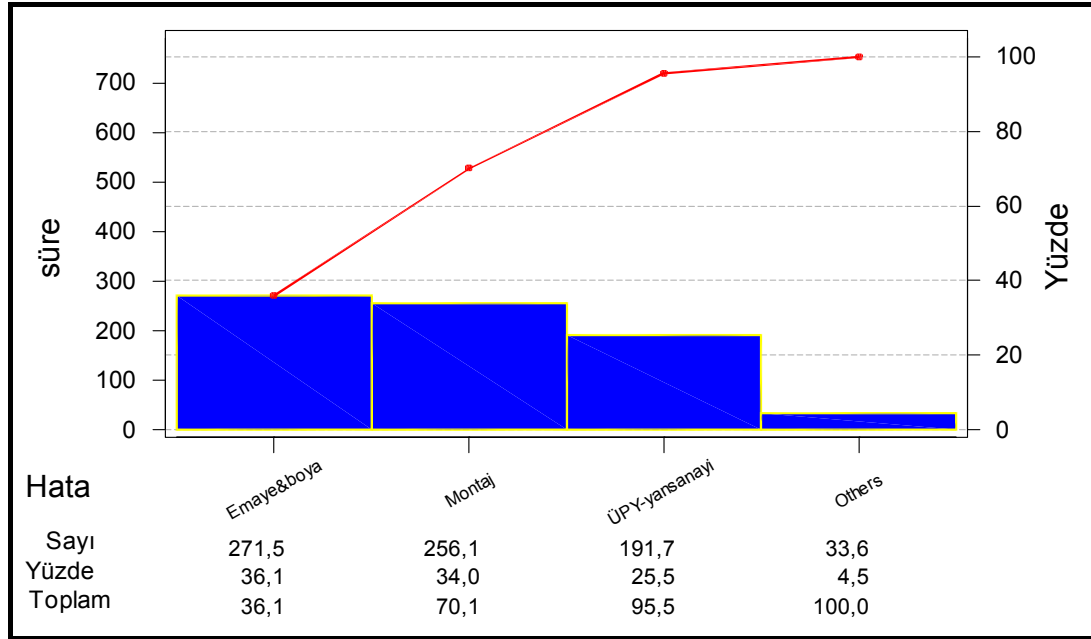
Montaj kayıplarının hangi üretim birimlerinden kaynaklandığı incelenmiştir. Şekil 18'deki Pareto grafiğinde işletmenin birimleri bazında bant duruş adetleri gösterilmiştir. Bu analiz, işletmedeki hangi üretim birimlerinin bant duruşlarına neden olduğunu göstermektedir. Bir başka deyişle, işletmede üretim kayıplarına sebebiyet veren bölümler karşılaştırmalı olarak analiz edilmiş ve sonuçlandırılmıştır.



**Şekil 18.** 2005 Yılında Bölümlere Göre Bant Duruş Adetleri

Montaj bantlarındaki duruşların %43'ü Boya-Emaye ve Mekanik Üretim bölümlerinde, malzemelerin zamanında üretilmemesinden kaynaklanan bant duruşlarıdır.

Şekil 19'daki Pareto grafiğinde ise, işletme içindeki bölümler bazında bant duruş süreleri görülmektedir. Bu analiz işletmedeki hangi üretim birimlerinin en uzun süreli bant duruşlarına neden olduğunu göstermektedir. Analize göre Boya-Emaye ve Mekanik İmalat bölümlerinde malzemelerin zamanında üretilmemesinden kaynaklanan montaj bantlarındaki üretim duruş süresinin %36 olduğu görülmektedir.



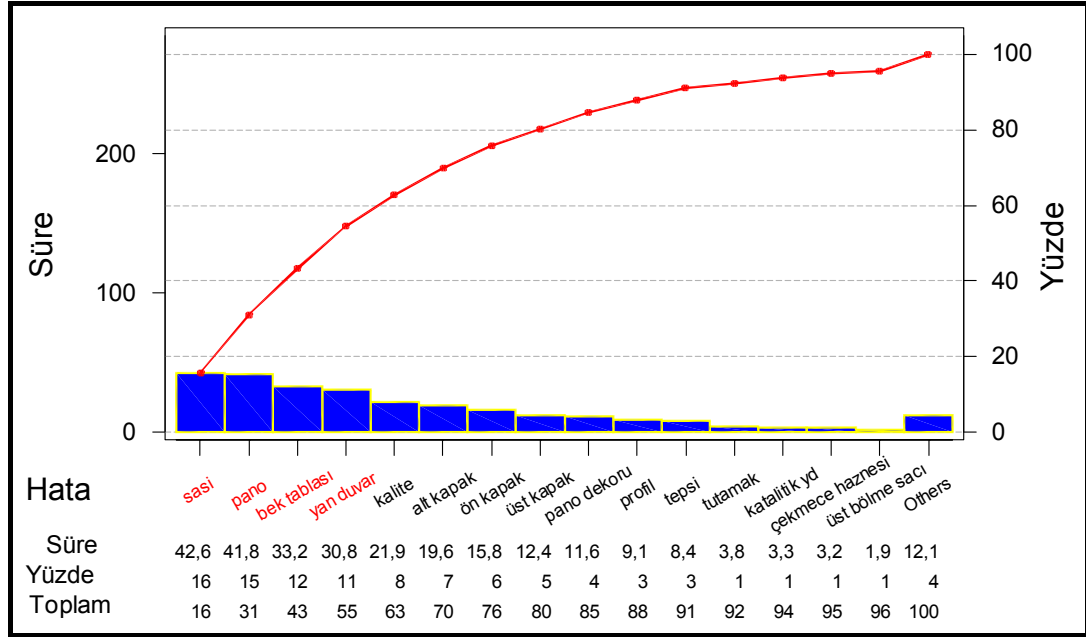
**Şekil 19.** 2005 Yılında Bölümlere Göre Bant Duruş Süreleri

Emaye-Boya ve Mekanik İmalat bölümlerinden oluşan iç üretim birimlerinde üretilen parçaların bant duruşlarına etkisi araştırıldığında ise aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmaktadır:

Şekil 20’de görülen Pareto grafiğinde üretim birimlerinde üretilen malzemelerden en uzun süreli bant duruşlarına neden olanlar analiz edilmiştir. Pareto analizlerinde; şasi (%16), pano (%15), bek tablası (%12) ve yan duvarın (%11) adet ve süre bazında üretim kaynaklı bant duruşlarının toplam %54’ünü oluşturduğu saptanmıştır.

Bu sonuç, üretim birimlerinde herhangi bir kapasite darboğazı veya üretim planlama problemi olup olmadığı sorusunu tekrar gündeme getirmektedir. Fakat daha önce yapılan analizlerde; 2005 yılının ilgili aylarındaki üretim programları, haftalık bazda üretim birimleri için hazırlanmış olan kapasite programı doğrultusunda incelenmiş ve Boya, Emaye ve Montaj bölümlerinde herhangi bir kapasite darboğazı olmayıp yalnızca Mekanik Üretim bölümündeki Transfer 1-2 ve Transfer 3

preslerinde darboğaz olduğu tespit edilmiştir. O halde; üretim birimlerinde herhangi bir kapasite darboğazı veya üretim planlama problemi yoktur.



Şekil 20. 2005'te Emaye, Boya, Mekanik Üretim Kaynaklı Bant Duruş Süreleri

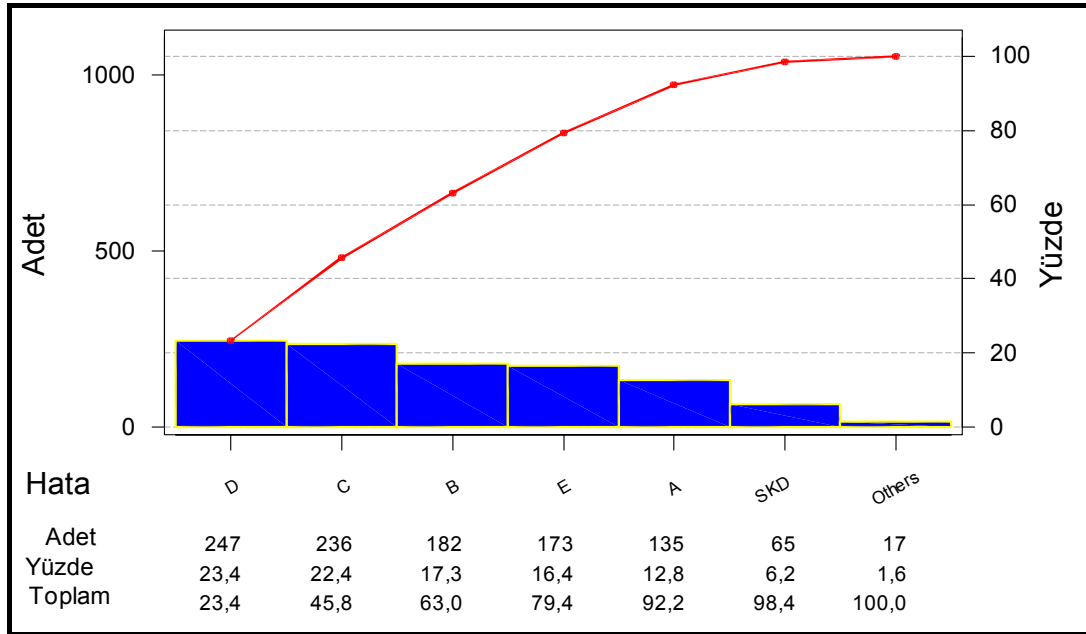
### 3.10.3.4. Üretim Kayıplarının Montaj Bantları Bazında Dağılımı

Montaj bantları bazında üretim kayıplarının dağılımı incelenmiş ve ÜYP'de hangi montaj üretim hattının kritik olarak algılanması gerektiği incelenmiştir.

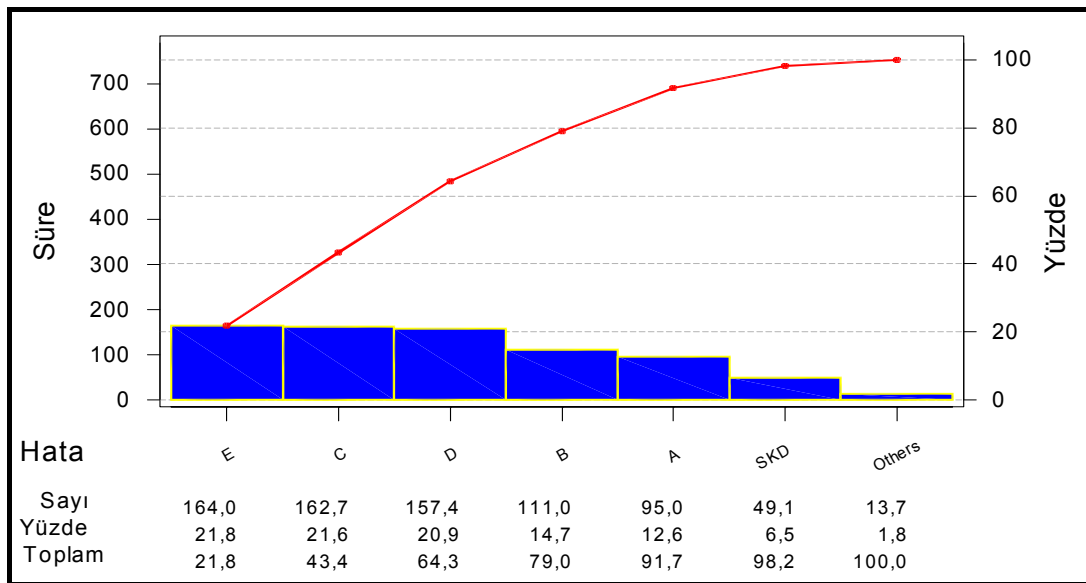
Daha önce de belirtildiği üzere Arçelik PCI'de A, B, C, D, E ve SKD bantları olmak üzere toplam 6 montaj bandına ait veriler incelenmiştir. Söz konusu verilerin incelendiği dönemde; A, B, E ve SKD bantları 2'şer vardiya, C ve D bantları 3'er vardiya çalışmışlardır.

Şekil 21'de, 2005 yılındaki üretim duruş sayısının montaj bantlarına göre dağılımı gösterilmiştir. Bir başka deyişle, 2005 yılında hangi montaj bandında kaç adet üretim duruşu yaşandığı incelenmiştir.

Şekil 22’de, 2005 yılındaki üretim duruş süresinin montaj bantlarına göre dağılımı gösterilmiştir. Bir başka deyişle, 2005 yılında hangi montaj bandında kaç dakika üretim duruşu yaşandığı incelenmiştir.

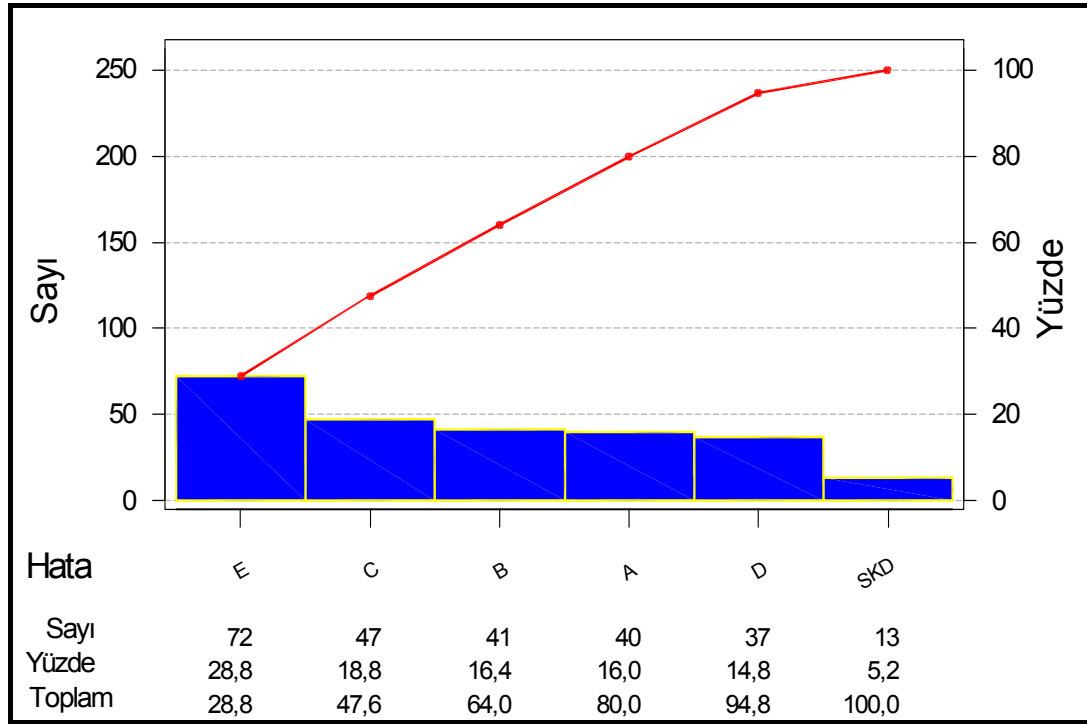


Şekil 21. 2005 Yılı Montaj Bandı Duruş Sayıları



Şekil 22. 2005 Yılı Montaj Bandı Duruş Süreleri

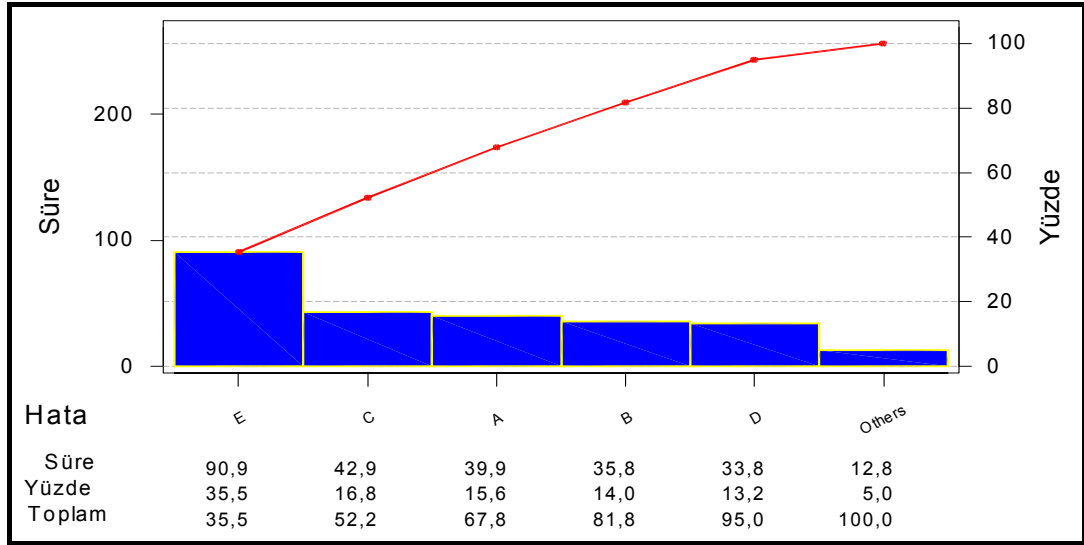
Ayrıca, analizde daha da detaya inilerek bant bazında montaj kaybı nedenli bant duruşları da incelenmiştir. Şekil 23, montaj kaybı nedenli bant duruşları sayısının bantlara göre dağılımını göstermektedir.



Şekil 23. 2005 Yılı Montaj Kaybı Sebepli Bant Duruş Sayısı

Şekil 24 ise, 2005 yılındaki montaj kaybı sebepli bant duruşları süresinin bantlara göre dağılımını göstermektedir. Bir başka deyişle, 2005 yılında hangi montaj bandında montaj kaybı sebebiyle nitelendirilen kaç dakikalık üretim duruşu yaşandığı incelenmiştir.

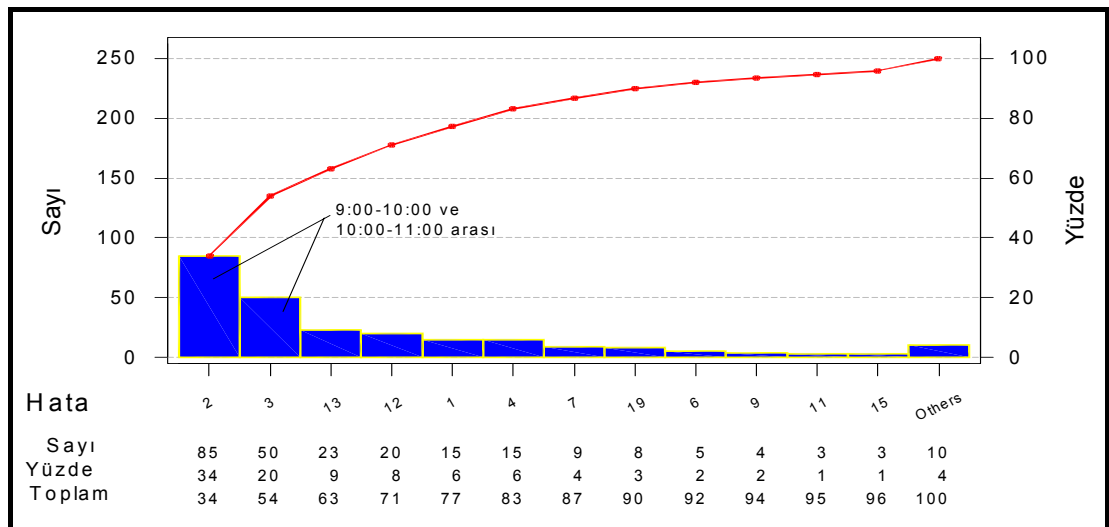
Pareto grafiklerinde E bandının montaj kaybı sebebiyle daha çok ve daha uzun süreli durduğu görülmektedir. E bandı, genel anlamda problemlili bir montaj bandıdır. Bunun sebeplerini, kritik ve zor modellerin E bandında üretilmesi, ve E bandındaki ürünlerin model dönüş zorluğu olarak sıralayabiliriz.



Şekil 24. 2005 Yılı Montaj Kaybı Sebepli Bant Duruş Süresi

### 3.10.3.5. Üretim Kayıplarının Saatler Bazında Dağılımı

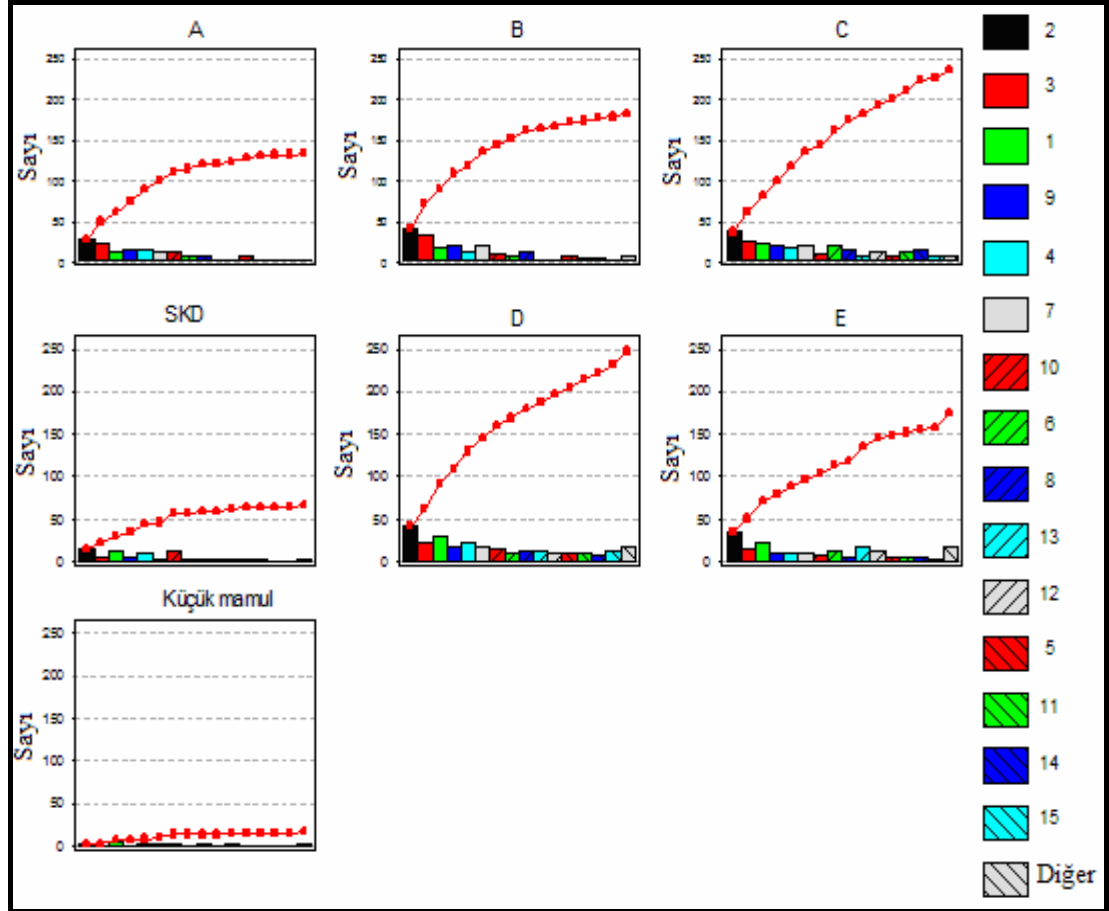
Montaj kayıplarının çok fazla olduğu özel bir zaman periyodunun olup olmadığı şeklinde bir soruya cevap arandığında, Şekil 25'te gösterildiği üzere, duruşların %54'ünün sabah 09.00-11.00 saatleri arasında olduğu görülmektedir. Bu durum; gün başlangıcında malzeme tedarikinde bir güçlük veya gecikmeden kaynaklanabilir.



Şekil 25. Montaj Kaybı Nedeniyle Belli Zaman Dilimindeki Duruş Adetleri



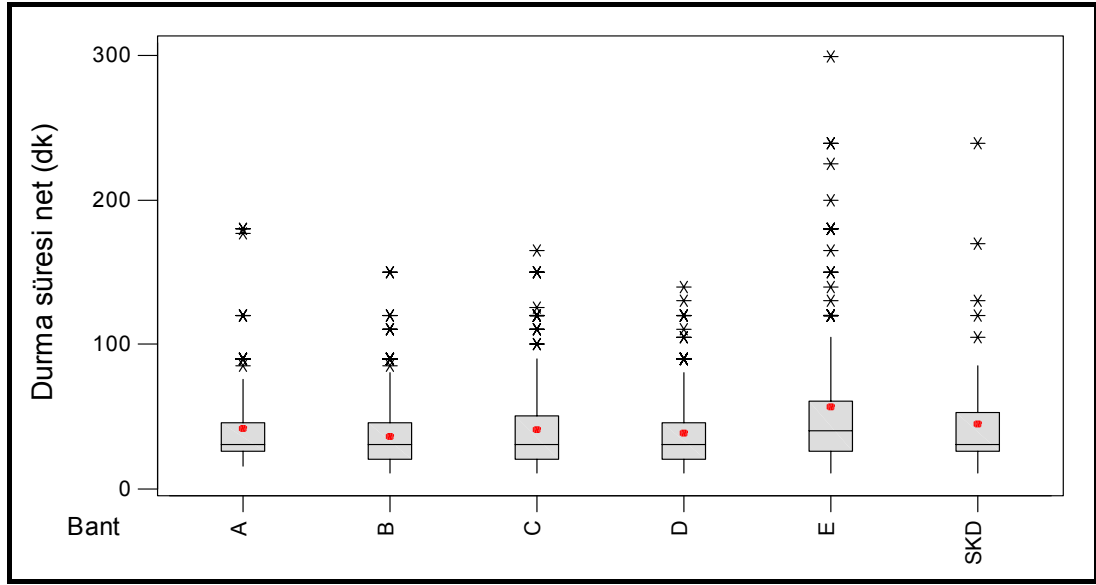
Her bandın vardiya sayısı farklı olmasına rağmen bantları ayrı ayrı incelendiğinde en çok duruşun 08.00-11.00 saatleri arasında olduğu ortaya çıkmaktadır. Şekil 26'da da bu durum analiz edilmektedir.



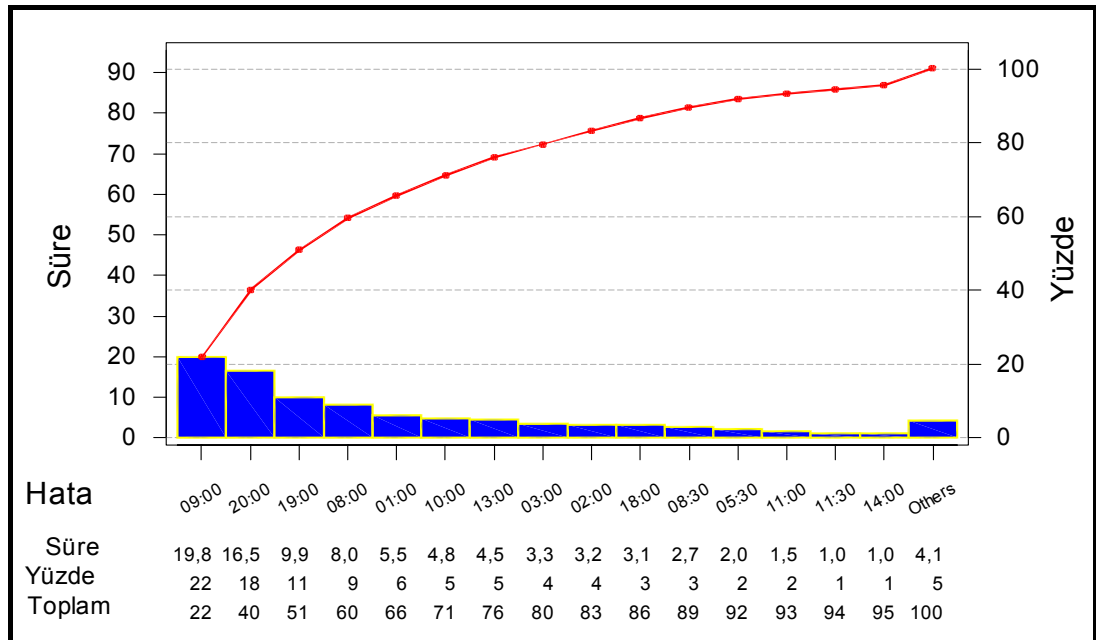
**Şekil 26.** Zaman Dilimine ve Montaj Bandı Çeşidine Göre Bant Duruş Adetleri

Montaj üretim bantları; duruş sürelerine göre incelendiğinde, en uzun süreli bant duruşunun E bandında olduğu görülmektedir (Şekil 27).

E bandında montaj bandı duruşlarının hangi saatlerde yoğunlaştığı sorgulanmıştır. En uzun süreli duruşların saat 09.00 ve 20.00 civarlarında yoğunlaşması nedeniyle, bu saatler, kritik zaman dilimleri olarak tespit edilmiştir. (Şekil 28).



Şekil 27. Montaj Bandına Göre Durma Süreleri

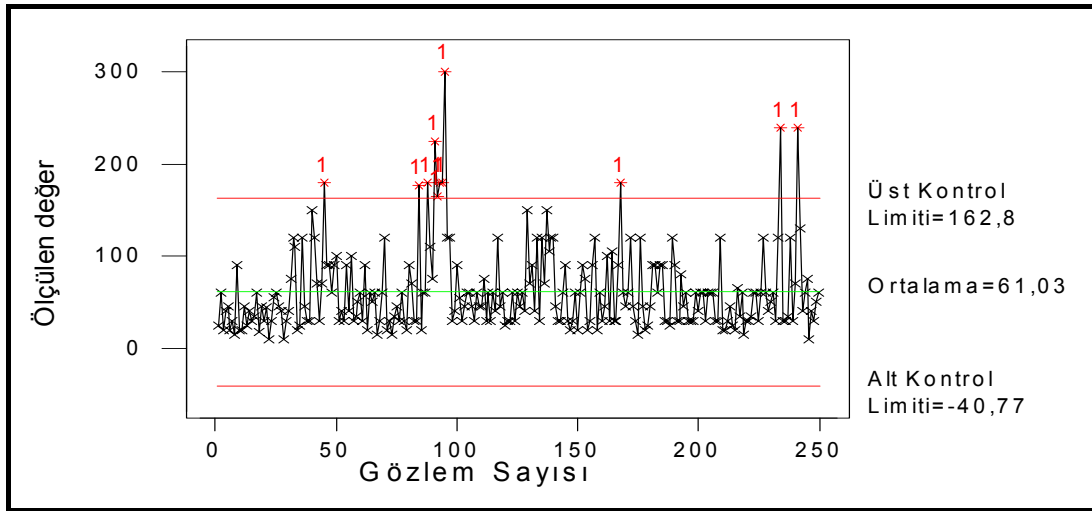


Şekil 28. E Bandında Gün İçindeki Duruş Zamanının ve Süresinin Dağılımı

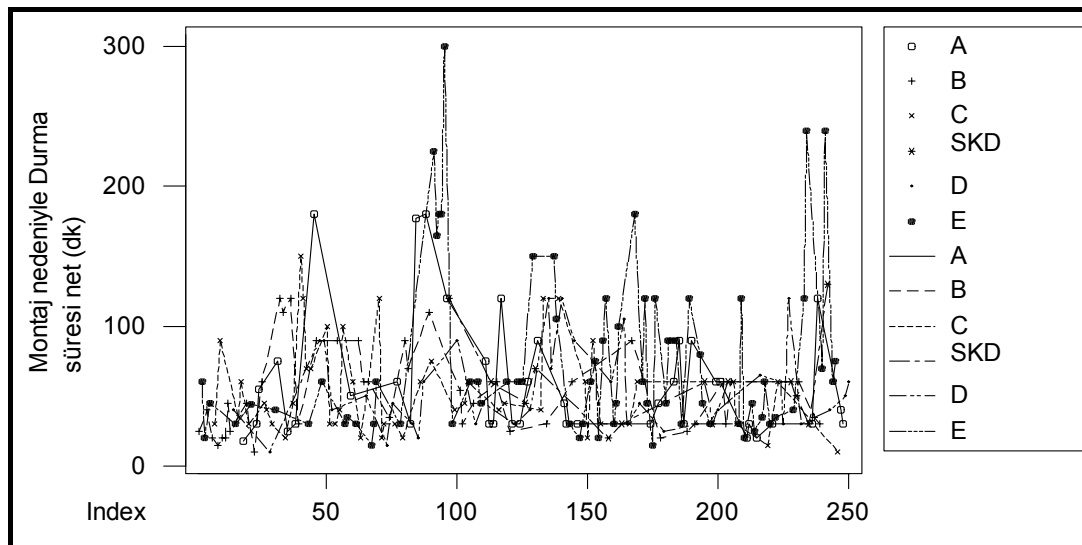
Şekil 29’da montaj bantlarında alt ve üst kontrol limitleri dahilinde montaj nedenli durma süreleri gösterilmiştir. Durma süreleri belli bir zaman aralığı dilimine dağılmış olsa da, yine de özellikle üst kontrol limitleri dışında olan çok uzun süreli duruşlar vardır.

Şekil 30'da ise E bandındaki montaj kayıplarının diğer bantlara nazaran daha uzun süreli olduğunu gösteren bir analiz görülmektedir.

Son iki grafikten, E bandının uzun süreli üretim duruşları ve üretim problemleri açısından önemli bir montaj bandı olduğu anlaşılmaktadır. E bandı, üzerinde üretilen ürünlerin kompleksliği ve zorluk derecesi açısından diğer montaj bantlarına göre daha kritiktir.



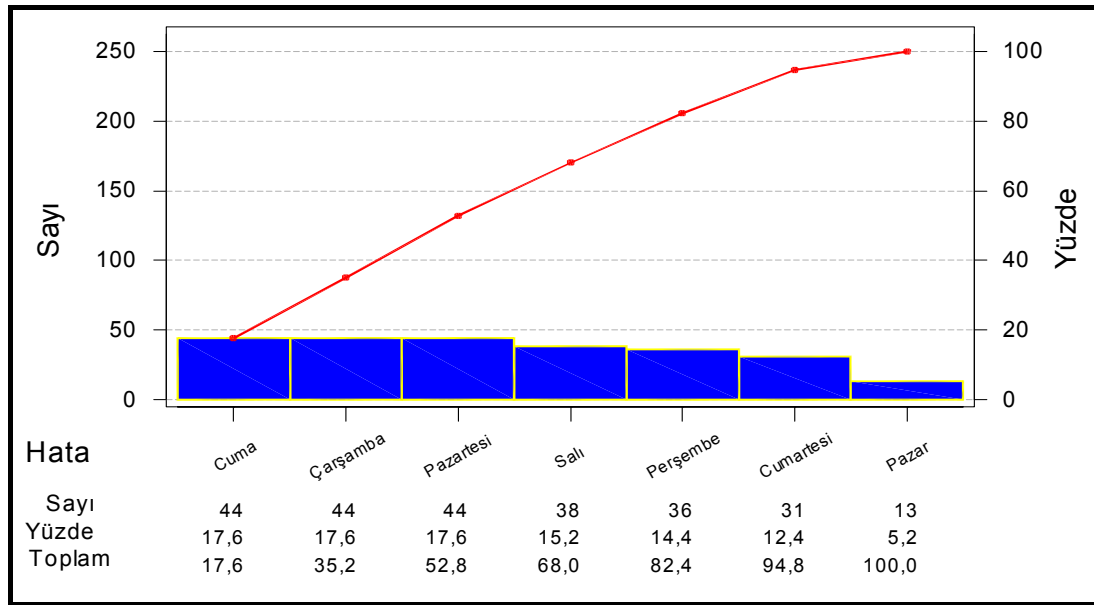
Şekil 29. Montaj Bantlarında Alt ve Üst Kontrol Limitlerine Göre Duruş Analizi



Şekil 30. Montaj Bantlarında Üretim Duruş Sürelerinin Analizi

### 3.10.3.6. Üretim Kayıplarının Günler Bazında Dağılımı

Montaj kayıplarının çok fazla olduğu özel bir günün varlığı sorusuna bir cevap aranmış ve montaj kayıplarının çok fazla olduğu özel ve kritik bir gün bulunamamıştır (Şekil 31).



Şekil 31. Montaj Kayıplarının Günlere Göre Dağılımı

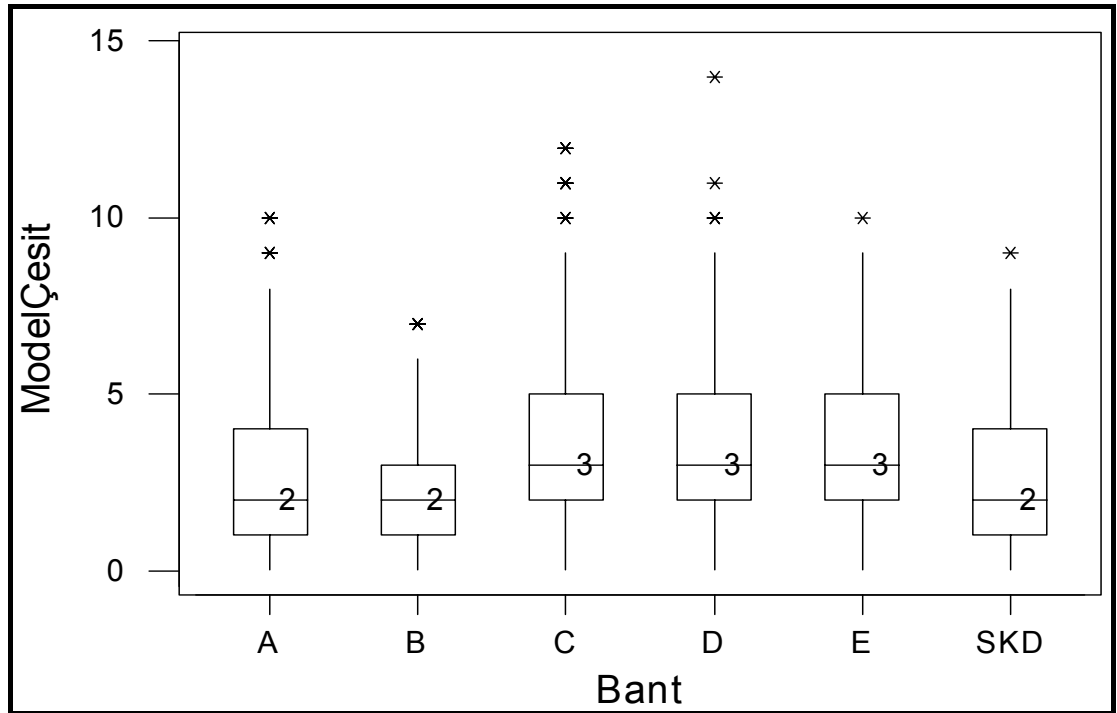
### 3.10.3.7. Model Çeşitliliğinin Üretim Kayıplarına Etkisi

Üretim kayıpları; aynı döneme ait montaj bandı kayıtları ve aylık üretim programlarının eşleştirilmesi ile analiz edilmiştir.

Aylık üretim planları, her bantta üretilen model çeşidi sayısını da içerecek bir şekilde günlük baza indirgenmiştir. Bu durumda veriler; montaj bantlarındaki üretim kayıplarının artmasına sebep olan model çeşitliliğinin etkilerinin incelenmesine daha uygun bir hale getirilmiştir.

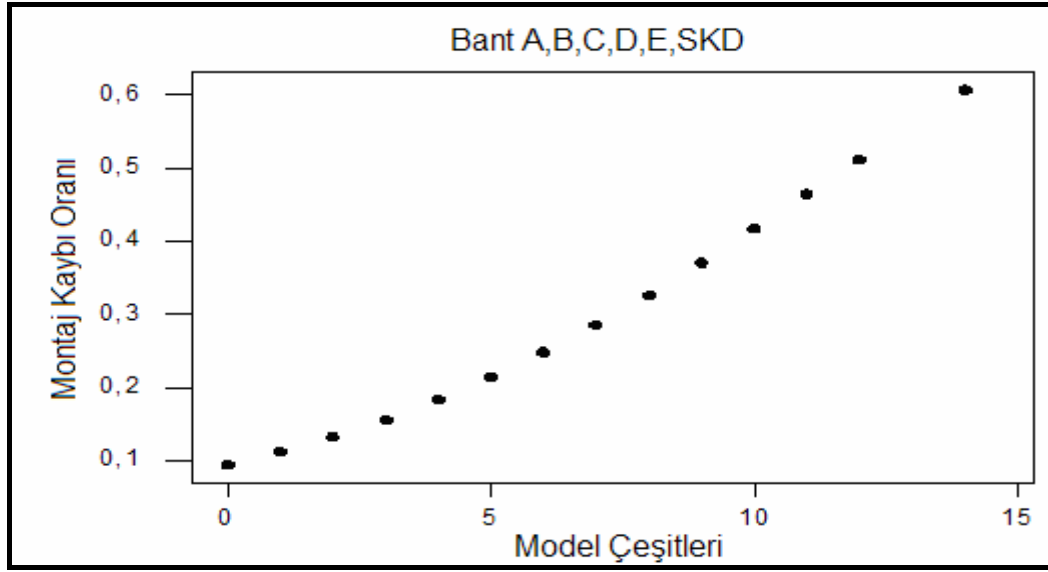
Üretim programındaki her vardiya ve gün içinde üretilen model çeşitleri sayılmıştır. Model çeşitliliği, sayıca daha fazla ve nitelik olarak değişik pazar taleplerine karşılık verebilmek amacıyla farklı modellerin üretilmesiyle oluşturulmuştur.

Günlük üretim programındaki model çeşitleri incelenmiştir. Ortalama olarak her bantta günde 2-3 model dönüşü olmaktadır (Şekil 32). Daha çok modelin üretilmesi planlandığında montaj bantları üzerinde montaj kayıpları oluşup oluşmayacağı sorusuna cevap aranmaktadır.



Şekil 32. Günlük Üretimdeki Model Çeşitliliği

Her bant için model çeşitliliğinin montaj kaybına etkisi incelendiğinde; A, B, C, D, E ve SKD bantlarının aynı özellik ve sonuçları gösterdiği anlaşılmıştır. Model çeşit sayısı ve montaj kaybı arasındaki ilişki Şekil 33'te incelenmiştir



**Şekil 33.** Model Çeşitliliği- Montaj Kaybı İlişkisi

Analizlerden; ‘gün içindeki model çeşidi sayısı arttıkça montaj kaybı olasılığının da orantılı olarak arttığı’ görülmüştür. Aranılan, gün içindeki kabul edilebilir model çeşidi sayısının limitidir. Bunun için, öncelikle veri analiz edilerek model çeşit sayısı sınıfları tespit edilmeye çalışılmıştır. Her model dönüşü durumundaki duruşlar sayılmıştır. Günde 8 modelden fazla dönüş yapılması pek olası değildir.

Model dönüşleri üç farklı sınıfa ayrılmıştır. İlk sınıf, gün içinde model dönüşü yapılmayan, yani bant üzerinde bir gün boyunca sadece tek bir mamulün üretildiği durumdur. Bu durumda model dönüşü sıfır (0) olarak kabul edilmektedir. Günlük üretim programları ve montaj kaybı verileri incelendiğinde; eğer gün içinde 1, 2, 3 veya 4 model dönüşü yapılıyorsa, montaj kaybı oranının değişmediği görülecektir. Dolayısıyla, 1-4 model dönüşümü durumunu temsil eden ve ikinci sınıf olarak nitelendirebileceğimiz farklı bir sınıf daha olacaktır (1-4 model dönüşü). Belirlenebilecek üçüncü ve son sınıf ise model dönüş sayısının 4’ün üzerinde olduğu sınıftır.

Bu üç değişik sınıf arasındaki fark Çizelge 6’da görülmektedir. Günde 4 adetten fazla model dönüşü yapıldığında montaj kaybı yüzdesi artmaktadır.

**Çizelge 6. Model Dönüş Sayısı ve Duruş Yüzdesi İlişkisi**

<u>Model dönüş sayısı</u>	<u>Duruş var</u>	<u>Duruş yok</u>	<u>Toplam</u>	<u>% Duruş olma</u>
0	4	56	60	6,67
1-4	64	407	471	13,59
>4	46	110	156	29,49

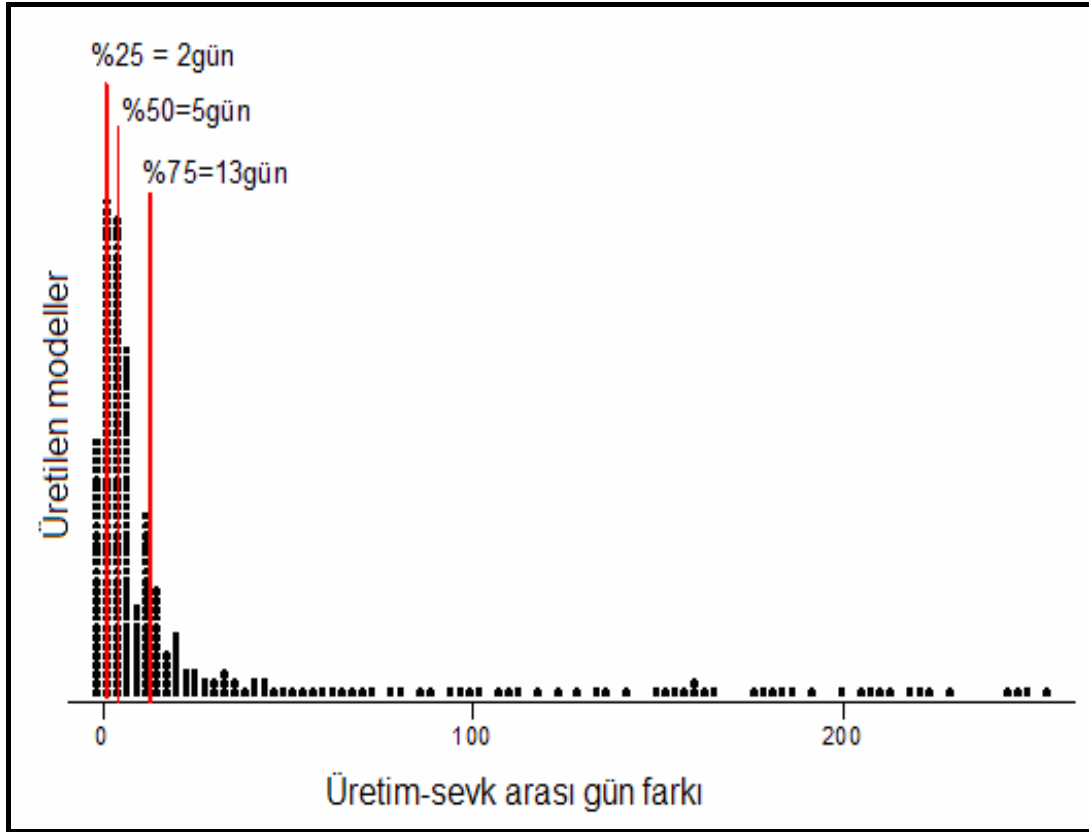
Eğer gün içinde sürekli aynı model üretilmeyip model dönüşü yapılırsa, montaj kaybı yüzdesi iki katına çıkmaktadır. Gün içerisinde 4 adetten daha fazla model dönüşü yapılırsa, yani günde 5 model çeşidinden fazla üretilirse duruş olma yüzdesi yine yaklaşık iki katına çıkmakta ve %30'a ulaşmaktadır.

Bu analize göre; günde herhangi bir montaj bandı üzerinde yapılması gerekli ideal model değişikliği sayısı 4 olmalıdır. Model değişikliğinin 4'ten fazla olması durumunda, montaj kaybı yaşanmakta ve bant duruşları artmaktadır.

Bir günde 4'ten fazla model dönüşünün nedeni incelenmiştir. Bu durumun analiz edilebilmesi için, 4'ten fazla model dönüşü yapılan, 5'ten fazla modelin üretildiği günler, üretim programının içinden sayılmıştır. Programdaki toplam 1025 günün 240'ında, montaj bantlarında 4'ten fazla model dönüşü yapıldığı tespit edilmiştir.

Yukarıdaki paragrafta açıklanan koşullarda üretilen modeller listelenmiştir. Bu modellerin, üretimlerini izleyen kaç gün içerisinde sevk edildikleri analiz edilmiş ve aşağıdaki sonuçlara varılmıştır (Şekil 34):

- Bu modellerin %25'i üretimlerini izleyen 2 gün içinde sevk edilmiştir,
- Bu modellerin %50'si üretimlerini izleyen 5 gün içinde sevk edilmiştir,
- Bu modellerin %75'i ise üretimlerini izleyen 13 gün içinde sevk edilmiştir.



**Şekil 34.** Model Dönüş Sayısı >4/ Gün Olan Ürünlerin Sevk Dağılımı

Bu analize göre; ‘Model Dönüş Sayısı >4/Gün’ durumunda üretim-sevk tarihleri arasındaki süre esnektir. Dolayısıyla, günde 4’ten fazla model dönüşü olmasının nedeni, üretim-sevk tarihleri arasındaki sürenin çok kısa olması değildir.

### 3.10.3.8. Model Parti Büyüklüğünün Üretim Kayıplarına Etkisi

Montaj bantlarında üretilen modellerin parti büyüklüklerinin, model çeşitliliğine ve üretim kayıplarına olan etkisi incelenmiştir. Gün içindeki model çeşidi sayısı, küçük parti büyüklüklerine sahip modellerin üretilmesiyle artmaktadır. Parti büyüklüğü dağılımı da ayrıca analiz edilmiştir.

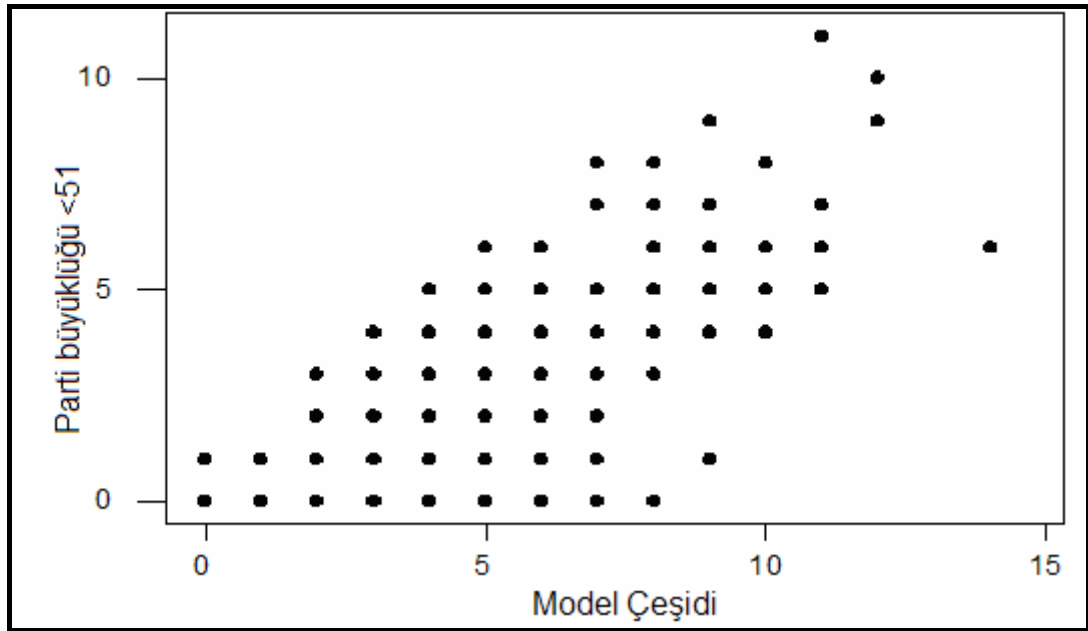


Günlük üretim programları ve üretilen ürünlerin parti büyüklükleri incelendiğinde, parti büyüklüğü miktarları dağılım aralıklarına göre dört sınıfa ayrılmıştır. Tüm montaj bantları için sınıflar aynıdır:

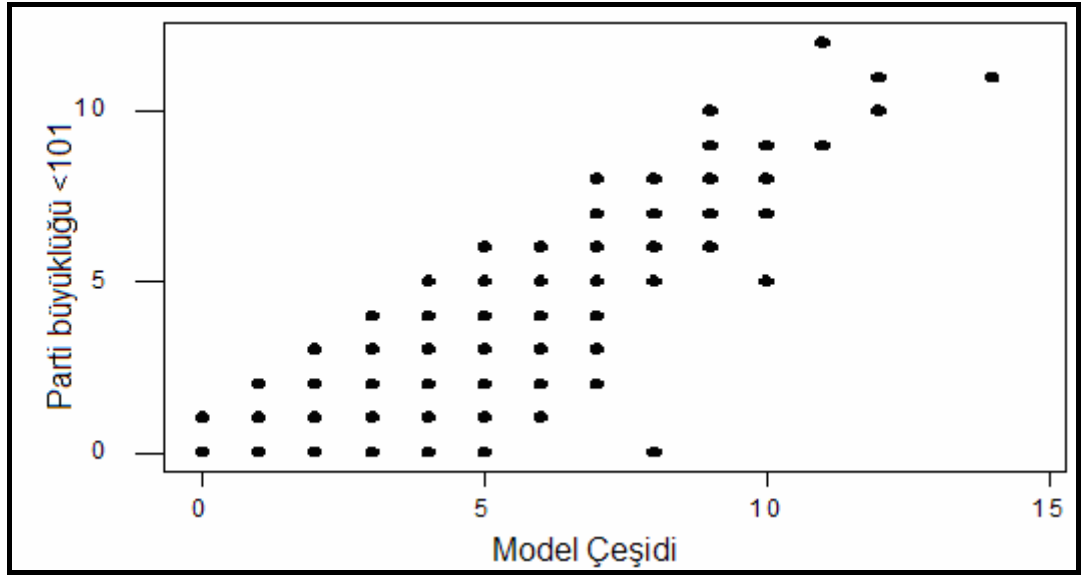
- i) Parti büyüklüğü  $< 51$
- ii) Parti büyüklüğü 51-100 arası
- iii) Parti büyüklüğü 101-200 arası
- iv) Parti büyüklüğü  $> 200$

Sonrasında, gün içindeki model çeşidi sayısının üretim parti büyüklüğü ile ilişkisi analiz edilerek, üretilen modellerin parti büyüklüğünün gün içindeki model dönüş sayısına ve dolaylı olarak da üretim kayıplarına olan etkisi incelenmiştir.

Şekil 35'te parti büyüklüğünün 51'den küçük olduğu , Şekil 36'da ise parti büyüklüğünün 101'den küçük olduğu durumlarda model çeşidi sayısı ile parti büyüklüğü arasındaki ilişki incelenmektedir.



Şekil 35. Parti Büyüklüğü-Model Çeşidi İlişkisi (Parti Büyüklüğü <51)



**Şekil 36.** Parti Büyüklüğü-Model Çeşidi İlişkisi (Parti Büyüklüğü <101)

Analizlere göre; 101'den küçük parti büyüklüğüne sahip ürünler üretildiğinde günlük model çeşidi sayısı artmaktadır. Parti büyüklüğünün 101'den büyük olması durumunda model çeşidi sayısı etkilenmemektedir. Üretim planlaması esnasında bu duruma dikkat edilmelidir.

## SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Arçelik PCİ'nin toplam üretim kaybı 220.000 Euro/yıldır. Bu kaybın %40'lık payı 88.000 Euro olup, montaj kayıplarından; arta kalan %60'lık payı da 132.000 Euro olup üretim ve yardımcı sanayi kaynaklı malzeme kayıplarından kaynaklanmaktadır. Üretim Yazılım Programı projesinin amacı, mevcut üretim programından kaynaklanan üretim kayıplarının mümkünse yok edilmesi, mümkün değilse olabildiğince azaltılmasıdır.

Arçelik PCİ'deki, kritik malzeme, kapasite darboğazı ve üretim kaybı nedenlerini belirlemek amacıyla yapılan değerlendirmeler ile sonuçlara ulaşılmış ve bu sonuçlar doğrultusunda öneriler oluşturulmuştur. Bu sonuçlar ve öneriler aşağıdaki gibidir. Sonuçlar ve öneriler iki ayrı bölümde kendi içerisindeki sıralamaya uygun olarak düzenlenmiştir:

### Sonuçlar

- Zorunlu üretim programı değişikliği, bant duruşu ve yeniden işleme yaratan malzemelerin analizi yapılmıştır. Arçelik PCİ'de, 2005 ve 2006 yıllarında zorunlu üretim programı değişikliklerine neden olan malzemeler incelendiğinde, program değişikliği yaratan çok özel bir kritik malzeme olmadığı, fakat bazı malzemelerin çeşit fazlalığı ve imalat güçlüklerinden kritik malzeme kapsamında olduğu görülmüştür. İşletmede 2005 yılının bütününde, ve 2006 yılının ilk dört ayında, zorunlu üretim programı değişikliği yaratan malzemelerin analizi yapılmış ve cam ile rezistansın kritik malzeme olduğu saptanmıştır. Yine, 2005 yılının verileri incelendiğinde, montaj bantlarında en fazla üretim duruşu yaratan malzemelerin düğme ve kablo grubu, en çok yeniden işleme yaratan malzemelerin ise ambalaj kartonu ve cam olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak; cam, rezistans, düğme, kablo grubu ve ambalaj kartonu kritik malzemelerdir.

- İşletmede Boya, Emaye, Mekanik Üretim ve Montaj Bantları için, bu bölümlerin haftalık kapasite darboğazlarının incelenmesiyle kapasite yeterlilik analizi yapılmıştır. Analizlerin sonucunda; Boya, Emaye ve Montaj Bölümlerinde herhangi bir kapasite darboğazı olmadığı belirlenmiştir. Mekanik Üretim Bölümünde ise Transfer 1-2, ve Transfer 3 makinalarının kapasite darboğazı yarattığı görüldüğünden, bu makinaların kritik makinalar olduğuna karar verilmiştir.

- 2005 yılında, işletmenin montaj bantlarındaki üretim kaybı nedenleri incelendiğinde; toplam bant duruş adedinin %52'lik, toplam bant duruş süresinin ise %57'lik bir kısmını 'Montaj' ve 'Üretim Planlama-Yan Sanayi' kaynaklı duruşların oluşturduğu tespit edilmiştir.

- Montaj kayıpları, üretim birimleri bazında incelenmiş, ve tüm bant duruş adetlerinin %43'ünün, tüm bant duruş süresinin ise %36'sının üretimde, Boya-Emaye ve Mekanik İmalat bölümlerinde, malzemelerin zamanında imal edilememesinden kaynaklanan duruşlar olduğu tespit edilmiştir. Bu malzemelerin şasi, pano, bek tablası ve yan duvar olduğu belirlenmiştir.

- Üretim kayıplarının montaj bantları bazında dağılımı incelendiğinde E bandının tüm montaj bantları arasında en çok sayıda en uzun süreli duruş yaratan montaj bandı olduğu görülmüştür.

- Üretim kayıplarının gün içindeki saatler bazında dağılımı incelendiğinde başta E bandı olmak üzere tüm montaj bantlarında 08.00-11.00, ve 20.00-21.00 saatlerinin bant duruşuna neden olabilecek kritik saatler olduğu tespit edilmiştir. Yine bu saatler dahilinde en çok duruşun E bandında yaşandığı görülmüştür.

- Üretim kayıplarının günler bazında dağılımı incelendiğinde, montaj kayıplarının günlere dağılımının eşit oranda olduğu, montaj kayıplarının çok fazla olduğu özel ve kritik bir günün bulunmadığı tespit edilmiştir.

- Analiz edilen bir başka kritik konu ise gün içinde montaj bantlarında üretilen ürün çeşitliliğinin üretim kayıplarına etkisidir. Bu konuda yapılan detaylı analizler sonucunda; ideal olarak bir montaj bandı üzerinde gün içinde en fazla 4 model dönüşü yapılarak en fazla 5 modelin üretilmesi gerektiği, günde 5 adetten fazla model üretilmesi, 4'ten fazla model dönüşümü yapılması durumunda, o banttaki üretim kayıplarının gittikçe arttığı ortaya çıkartılmıştır. Ayrıca, günde 4 adetten fazla model dönüşü yapılmasının nedeninin, üretim-sevk tarihleri arasındaki sürenin çok kısa olması ile ilişkili olmadığı ve bu sürenin esnek olduğu belirlenmiştir. Üretilen ürünler, ortalama olarak üretimi izleyen 5 gün içinde sevkedilmektedir.

- Analizler sonucunda ortaya çıkartılan bir başka önemli husus ise montaj bantlarında üretilen modellerin üretim parti büyüklüğünün, üretim kayıplarına olan etkisinin önemidir. Montaj bantlarında üretilen ürünlerin parti büyüklük miktarları, gün içinde o banttaki model çeşitliliği sayısı ile ters orantılıdır. Yani herhangi bir montaj bandında bir vardiyada üretilen ürünlerin parti büyüklük miktarları ne kadar az olursa o vardiyada üretilen model çeşidi, ve model dönüş sayısı o kadar fazla olmaktadır. Parti büyüklüğünün 100'ün altında olmasının, günlük model çeşitliliği, model dönüş sayısını ve dolaylı yoldan da bant duruşlarını artırdığı görülmüştür. Bazı günlerde model dönüş sayısı çok fazladır. Parti büyüklüğü düşük ürünlerin, üretim programında dengeli olarak planlanamaması sonucunda, belirli günlere yığılmaların ve gün içerisinde çok fazla model dönüşlerinin olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun da montaj kayıplarına sebebiyet verdiği ortaya çıkartılmıştır.

## Öneriler

- Zorunlu üretim programı değişikliği, bant duruşu ve yeniden işleme yaratan malzemelerin analizi sonucunda, kritik malzeme olarak belirlenen cam, rezistans, kablo grubu, düğme ve ambalaj kartonu, ÜYP'nin planlama esnasında özellikle dikkat edeceği malzemeler olmalıdır. Üretim planı, bu malzemelerin işletmedeki stok durumlarına ve sipariş tarihlerine göre oluşturulmalıdır. ÜYP'de kritik malzemeler için malzeme planlaması yapılmalıdır. Üretim planlaması malzemenin varlığına göre optimize edilmelidir. Bu durumun, zorunlu üretim programı değişiklikleri, bant duruşları ve yere inmeleri azaltacağı beklenmektedir. Ayrıca, yapılan bu analizler sonucunda; işletme içi üretim ve yan sanayi kaynaklı malzemelerin zamanında tedarik edilememesinin neden olduğu zorunlu program değişiklikleri, bant yere inme ve duruşlarının azaltılmasına yönelik iyileştirme fırsatları doğmuştur. Problemlerle ilgili olarak ileriye yönelik yeni iyileştirme projeleri tetiklenebilir. Özellikle kritik malzemeler olarak belirlenen cam, rezistans, kablo grubu, düğme ve ambalaj kartonun çeşitlilik içeren malzemeler olması, bu malzemelerde çeşit azaltılmasına yönelik farklı iyileştirme projelerini doğurabilir.

- İşletmenin üretim birimlerinin kapasite analizi yapıldığında, Mekanik Üretim Bölümü'nde kapasite darboğazı olduğu belirlenmiştir. ÜYP'de Mekanik Üretim Bölümü'nün planlaması, Transfer 1-2, ve Transfer 3 makinalarının kapasite darboğazı göz önüne alınarak yapılmalı ve bu makinalardan kaynaklanan herhangi bir üretim kaybının engellenmesi sağlanmalıdır.

- Montaj bantlarındaki üretim kaybı nedenleri büyük ölçüde Montaj ve Üretim Planlama-Yan Sanayi kaynaklıdır. Bu nedenle, ÜYP'de özellikle Üretim Planlama Bölümü tarafından yan sanayilerden temin edilen ve montaj bantlarında sorun yaratacak malzemelerin tedarikçilerinin sıkı bir denetim altına alınması, ve malzeme-bant duruş ilişkilendirmesinin doğru bir şekilde yapılması hedeflenmelidir.

- Mekanik Üretim Bölümü'nde imal edilen şasi, pano, bek tablası ve yan duvar gibi malzemelerin zamanında üretilmemesi, montaj bantlarında üretim duruşlarına neden olmaktadır. Dolayısıyla, bu malzemeler ÜYP'de Mekanik Üretim Bölümü'nün planlanması esnasında kritik malzemeler olarak kabul edilmelidir.

- E bandının, tüm montaj bantları içinde en fazla ve uzun süreli duruş yaratan montaj bandı olduğu tespit edilmiştir. E bandında üretimi zor ve karmaşık tip modellerin üretilmesi, bu banttaki duruşların artmasına sebep olmuş, ve yapılan analizler bu bant için özel önlem alınması gereksinimini doğurmuştur. ÜYP'de, E bandının üretim programının planlanmasının özel bir kontrol yöntemi ile bandı sürekli olarak kontrol altında tutarak yapılması planlanmalıdır.

- ÜYP'de 08.00-11.00, ve 20.00-21.00 saatleri kritik saatler olarak tanımlanmalı, ve bu zaman dilimlerinde üretilmesi planlanan ürünlerin malzeme ve kapasite problemi yaratmayan ve kolay üretilebilir ürünler olmasına dikkat edilmelidir.

- ÜYP'de planlamanın başladığı tarihten itibaren 10 günlük bir süre sabit periyot olarak tanımlanmalı ve bu süre zarfında bir önceki program sabit tutularak yeni ilave modeller planlanmamalıdır. Böylece, yan sanayi kaynaklı bant duruşlarının azaltılması hedeflenmelidir

- Gün içinde herhangi bir montaj bandında yapılan model dönüş sayısı 4 adedi geçmemelidir. Aksi takdirde üretim kayıpları artmaktadır. ÜYP'de bir gün içinde herhangi bir montaj bandında en fazla 5 ürün planlanmalı ve böylece model dönüş sayısının 4'ü geçmemesi sağlanmalı, model çeşitliliğinin gün içindeki montaj kayıplarına etkisi azaltılmalıdır. Ayrıca, üretim-sevk tarihleri arasındaki sürenin esnek olması nedeniyle, ürünler, üretim programında planlanan üretim tarihlerinden 5 gün sonrasında, sevk tarihine yakın bir zamanda üretilmeli, böylece montaj kayıplarının azaltılması sağlanmalıdır.

- Montaj bantlarında üretilen ürünlerin parti büyüklüklerinin 100'ün altında olması, model çeşitliliği ve model dönüş sayısını artırarak üretim kayıplarına neden olmaktadır. Bu doğrultuda, ÜYP'de, parti büyüklüğüne doğrudan 100'ün altında olması sınırı konulmamasına rağmen, bu miktar dolaylı yoldan kontrol altında tutulmalıdır. Eğer, aynı mamul farklı haftalarda düşük miktarlarda talep edilmiş ise, ÜYP herhangi bir kritik malzeme kısıtı olmaması durumunda bu düşük miktarların bir arada üretilmesi için optimizasyona gitmelidir. Bu şekilde, parti büyüklüğünün model çeşitliliğine ve dolaylı yoldan da montaj kayıplarına olan olumsuz etkisinin azaltılmasına özen gösterilmelidir. Ayrıca, işletmenin Pazarlama Bölümü, Üretim Planlama Bölümü tarafından, model dönüşleri ve üretim kayıplarını artıracakları gerekçesiyle parti büyüklüğü 100'ün altında olan ürün talebinde bulunulmaması yönünde uyarılmalıdır.



## KAYNAKÇA

Acar , N., **Malzeme İhtiyaç Planlaması**, MPM Yayını: 323, Ankara, 1999.

Allegri T., **Materials Management Handbook**, 1991.

Arslançan, A., MRP II'nin Türkiye'deki Firmalarda İncelenmesi, **Endüstri Mühendisliği Dergisi**, Cilt:6, Sayı:6, 1995.

Bedworth, David D.ve Bailey, James E, **Integrated Production Control Systems-Management, Analysis, Design**, John Wiley and Sons, 2<sup>nd</sup> edition, 1986.

Beyazıt, E., İşletme Kaynakları Planlaması, **EMÖS 98 Seminer Notları**, İstanbul, 1998.

Braggs, S., **White Paper ERP for Manufacturers**, simon.bragg@cambashi.co.uk, New York, 1999.

Dilworth, James B., **Operations Management, Design, Planning and Control for Manufacturing and Services**, Mc Graw Hill, Inc.,1992.

Durmaz, D., **Üretim Kaynakları Planlaması - MRP II**, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 1999.

Durmuşoğlu, S., İmalat Kaynakları Planlaması, **TMMOB Makina Mühendisleri Odası Seminer Notları**, İstanbul, 1993.

Fogarty, D., **Production and Inventory Management**, 2nd edition, 1991.

Gaither, N., **Production and Operation Management: A Problem Solving Approach**, 4<sup>th</sup> edition, The Dryden Press, ABD, 1990.

Goddard, W., **Moving from MRP to MRP II, Production Engineering**, Vol 31, No:5, May 1984

Heizer J. ve Render B., **Operations Management**, 5<sup>th</sup> edition, Prentice Hall International, Inc., 1999.

Irwin, Richard D., **Production and Operations Analysis**, Nahmias Steven Production ,1989.

Kaleli, M., **MRP ve MRP II Sistemleri Yüksek Lisans Tezi**, İstanbul Teknik Üniversitesi, 1995.

Kobu, B., **Üretim Yönetimi**, Onuncu Baskı, İstanbul, 1999.

Koşma, H., MRP II ve Reengineering, **Otomasyon Aylık Elektrik, Elektronik, Makina, Bilgisayar Dergisi**, Sayı:35, Mayıs 1995.

Miller, Jeffrey G. ve Gilmour P., **Materials Managers:Who Needs Them?**, Harward Business Review, July-August 1979,

Orlicky J., **Material Requirements Planning**, Mc Graw – Will Book Company, ABD, 1975.

Ptak, C., **MRP, MRP II, OPT, JIT and CIM Success Events**, ABD, 1991.

Riggs, J., **Production Systems: Planning, Analysis and Control**, 3<sup>rd</sup> edition, John Wiley & Sons, ABD, 1994.

Schonberger, R. J., **Just-in-time Systems Focus on Simplicity**, Industrial Engineering, Vol:16, No:10, 1984.

Sümen, H., MRP II / ERP Yazılımlarının Ötesi MES, **Otomasyon Dergisi**, Eylül 1997.

Taşkın, M., **Malzeme İhtiyaç Planlaması – ProjeII**, İstanbul, 1998.

Tersine, Richard J., **Principles of Inventory and Materials Management**, 3<sup>rd</sup> edition, New York: Elsveier-North Holland, 1987.

Vollmann, T., **Manufacturing Planning and Control Systems**, 2<sup>nd</sup> edition, Business One IRWIN, ABD, 1996.

Yetiş, N., Kapasite İhtiyaç Planlaması, **TMMOB İstanbul Şubesi Üretim Kaynakları Semineri**, 1993.

Yiğit, F., **Malzeme İhtiyaç Planlaması – Proje II**, İstanbul, 1998.

## ÖZGEÇMİŞ

- Adı Soyadı** : Ahmet KALAYCIOĞLU
- Sürekli Adresi** : Bahçelievler Mah., Hastane Cad., Davarcıoğlu Apt. No:26/6,  
14100, BOLU
- Doğum Yeri ve Yılı** : Bolu, 23/06/1974
- Yabancı Dili** : İngilizce , Almanca
- İlköğretim** : Sakarya İlkokulu / BOLU (1984)
- Ortaöğretim** : İzzet Baysal Anadolu Lisesi, Ortaokul Kısmı / BOLU (1988)
- Lise** : İzzet Baysal Anadolu Lisesi / BOLU (1991)
- Lisans** : Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Makina Mühendisliği Bölümü / ANKARA (1995)
- Çalışma Hayatı** : 01.09.1995 yılında Bolu Arçelik Pişirici Cihazlar  
İşletmesi'nde göreve başlayan Ahmet KALAYCIOĞLU,  
halen aynı işletmede Üretim Planlama Mühendisi olarak görev  
yapmaktadır.