

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

78197

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

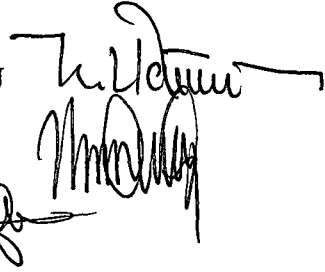
MOBİLYA ÜRETİM SİSTEMLERİNDE KAPASİTE ÜZERİNDE ETKİLİ
FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ
(TRABZON ELBE MOBİLYA FABRİKASI ÖRNEĞİ)

Orman Endüstri Müh. İsmail AYDIN

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"Orman Endüstri Yüksek Mühendisi"
Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 07.08.1998
Tezin Savunma Tarihi : 02.09.1998

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Kemal ÜÇÜNCÜ
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Hicabi CINDIK
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Hüseyin KIRCI



Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Asım KADIOĞLU



78197

Trabzon 1998

ÖNSÖZ

Mobilya üretim sistemlerinde üretim sırasında kapasite üzerinde etkili olan faktörleri ve bu faktörlerin ortaya çıkış nedenlerini araştırmaya yönelik bu çalışma, Trabzon ELBE Mobilya Ticaret ve Sanayii A.Ş.'de hazırlanmıştır.

Lisansüstü öğrenimim süresince danışmanlığımı üstlenerek, gerek konu seçimi, gerekse çalışmalarımın yürütülmesi sırasında her türlü desteğini gördüğüm Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Kemal ÜÇÜNCÜ'ye teşekkürü zevkli bir görev bilirim.

Yaptığım çalışmalar esnasında yardımlarını esirgemeyen Sayın ELBE Mobilya Ticaret ve Sanayii A.Ş. yetkililerine ve öğrenimim boyunca desteğini esirgemeyen Sayın İbrahim AYDIN'a teşekkürlerimi sunarım.

İsmail AYDIN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VI
SUMMARY.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Kapasite Kavramı.....	2
1.3. Kapasite Çeşitleri.....	4
1.3.1. Teknik ve Ekonomik Kapasite.....	5
1.3.2. Kantitatif (Nıcel) ve Kalitatif (Nitel) Kapasite.....	5
1.3.3. Maksimum, Optimum ve Minimum Kapasite.....	6
1.3.4. Teorik Kapasite, Pratik Kapasite, Fiili Kapasite ve Atıl Kapasite.....	7
1.3.5. Kısmi Kapasite, Ürün Kapasitesi ve İşletme Kapasitesi.....	8
1.4. Önemli Bazı Kapasite Kavramları.....	8
1.4.1. Kapasite Kullanım Oranı (Çalışma Derecesi).....	8
1.4.2. En İyi İşletim Düzeyi.....	9
1.4.3. Kapasite Ayarlaması.....	10
1.5. Kapasite Ölçme Kriterleri.....	11
1.6. Kapasite Planlaması ve Önemi.....	14
1.6.1. Kapasite Planlamasının İçeriği.....	16
1.6.2. Kapasite Planlamasının Zaman Boyutu.....	18
1.6.2.1. Kaynak Planlaması.....	20
1.6.2.2. Taslak Kapasite Planlaması.....	20
1.6.2.3. Kapasite İhtiyaç Planlaması.....	21
1.7. İşletme Kapasitesi Seçimi.....	22
1.7.1. Talep Hacmi.....	22

1.7.2. Kuruluş Yeri	24
1.7.3. Finansman.....	25
1.7.4. Teknik Olanaklar	25
1.7.5. Karlılık.....	25
1.7.6. Tevsii.....	26
1.7.7. Giderler ve Dağıtım Mekanizması	26
1.7.8. Diğer Faktörler	26
1.8. En Uygun Kapasite Büyüklüğü	26
1.9. Kapasite İhtiyaçlarının Hesaplanması.....	27
1.9.1. Makine Kapasitesi.....	27
1.9.2. İnsangücü Kapasitesi.....	30
1.10. Kapasite Yönetimi ve Kapasite Planlama Teknikleri	32
1.10.1. Kapasite Ayarlamaları İçin Esneklik Sağlanması	33
1.10.2. Kapasite Ayarlama Nedenlerini Azaltmak veya Ortadan Kaldırmak.....	34
1.10.3. Uzun Vadeli Kapasite Planlama Teknikleri	35
1.10.4. Orta Vadeli Kapasite Planlama Tekniği	37
1.10.5. Kısa Vadeli Kapasite Planlama Teknikleri.....	37
1.10.5.1. Sonsuz Yükleme	38
1.10.5.2. Sonlu Yükleme	38
1.10.5.3. Girdi / Çıktı Kontrolü.....	38
1.11. Kapasite Dengelemesi	39
1.11.1. Üretim Hattı Dengelemesi	39
1.11.2. Montaj Hattı Dengeleme	42
1.12. Kapasite Planlamasında Matematiksel Planlama Yöntemleri.....	42
1.13. Üretim Sistemleri	44
1.13.1. Sürekli Üretim	44
1.13.2. Sipariş Üzerine Üretim.....	45
1.13.3. Karma Üretim.....	46
1.13.4. Proje Tipi Üretim.....	46
1.14. Makina Düzenleme Modelleri.....	47
1.15. Mobilya Sanayiinde Kapasiteye İlişkin Bazı Kalitatif Bilgiler.....	50

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	52
2.1. Materyal ve Yöntem	52
2.1.1. Materyal	52
2.1.1.1. Trabzon Elbe Mobilya Ticaret ve Sanayii A.Ş. Hakkında Bilgiler	52
2.1.1.2. Yerleşim Düzeni	53
2.1.1.3. Üretimde Kullanılan Makineler	54
2.1.1.3.1. Panel Ebatlandırma Makinesi	54
2.1.1.3.2. Softforming Makinesi	55
2.1.1.3.3. Postforming Makinesi	57
2.1.1.3.4. Pres	59
2.1.1.3.5. Çoklu Delgi Makinesi	59
2.1.1.3.6. Diğer Makineler	60
2.1.2. Yöntem	60
3. BULGULAR	62
3.1. Ebatlandırma Makinesinde Yapılan Ölçümler	62
3.2. Softforming Makinesinde Yapılan Ölçümler	68
3.3. Postforming Makinesinde Yapılan Ölçümler	72
3.4. Çoklu Delgi Makinesinde Yapılan Gözlemler	74
3.5. Preste Yapılan Gözlemler	76
3.6. Frezede Yapılan Gözlemler	77
3.7. Çalışma Ortamının Kapasiteye Etkisi	77
3.7.1. Temizlik ve Bakım	78
3.7.2. Gürültü	79
3.7.3. Aydınlatma	79
3.8. Kapasite Üzerinde Etkili Diğer Faktörler	80
4. TARTIŞMA	83
5. SONUÇLAR	88
6. ÖNERİLER	91
7. KAYNAKLAR	93
ÖZGEÇMİŞ	96

ÖZET

Bu çalışmada, üretim işletmeleri için son derece önemli bir kavram olan kapasite ele alınmış; yapılan çalışmalar ile, mobilya üretim sistemlerinde üretim sırasında kapasite üzerinde etkili olan faktörler ve bu faktörlerin ortaya çıkış sebepleri araştırılmıştır.

Çalışma materyali olarak, Arsin Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyette bulunan ELBE Mobilya Ticaret ve Sanayii A.Ş. seçilmiştir. Fabrikada üretim akışı izlenmiş, makineler üzerinde ölçümler ve gözlemler yapılarak kapasite üzerinde etkili olan faktörler tespit edilmeye çalışılmıştır.

Yapılan ölçüm ve gözlemler sonucunda; makinelerin üretim hızları arasındaki farklar, üretim sırasında yapılan kontrol ve ayarlamalar, hatalı ve bozuk yarımamul ve mamuller, işçilerden kaynaklanan problemler, tesis içindeki taşıma miktarları, tamir-bakım faaliyetleri ve çalışma koşulları gibi faktörlerin üretim kapasitesi üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Kapasite, Üretim Kapasitesi, Kapasite Planlama, Kapasite Yönetimi, Mobilya.

SUMMARY

Determining Effective Factors on The Capacity at Furniture Production Systems (Trabzon ELBE Mobilya Model)

In this study, it was examined the capacity concept which is extremely important for the enterprises. It was investigated the factors effective on the production capacity during production and the reasons of these factors' appear.

It was chosen ELBE Mobilya Ticaret ve Sanayii A.Ş. located on the Arsin Organize Industry Area, as a material. It had been followed the production flow in the factory and tried to determine which factors are effective on the production capacity by doing some observations and measurements on the machines.

As results of the observations and measurements, it had been determined that; the factors such as the adjustments and controls during production, defective products, the problems based on workers, amount of transportation, the activities of repair and maintenance, the condition of working area etc. are effective on the production capacity.

Key Words : Capacity, Production Capacity, Capacity Planning, Capacity Management, Furniture.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. En iyi işletim düzeyi	9
Şekil 2. Kapasite yönetimine genel bir bakış	35
Şekil 3. Ardışık işlemlerden oluşan bir imalat prosesinde iş istasyonlarının boş ve üretken zamanlarının hesaplanması, örnek problem	40
Şekil 4. Makine düzenleme modelleri	48
Şekil 5. Trabzon Elbe Mobilya Fabrikası yerleşim planı	53
Şekil 6. 210'luk dolap kesim planı	63
Şekil 7. 75'lik dolap kesim planı	64
Şekil 8. 90'lık dolap kesim planı	65
Şekil 9. Kapak kesim planı	66
Şekil 10. 130'luk dolap kesim planı	67
Şekil 11. Çoklu delgi makinası	75

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Farklı tip organizasyonlarda kapasite ölçüleri	12
Tablo 2. Kapasite planlamasının düzeyleri ve yapılabilecek düzenlemeler	19
Tablo 3. Bir üretim hattında kapasitenin yeni makinalar ekleyerek dengelenmesi ve verimliliğin artırılması ,örnek problem.....	41
Tablo 4. Orman ürünleri ve mobilya sanayiinde üç aylık dönemlere göre kapasite kullanım oranları (%)	50
Tablo 5. Üç aylık dönemlere göre orman ürünleri ve mobilya sanayiinde tam kapasite ile çalışmama nedenlerine ilişkin kalitatif bilgiler (%).....	51
Tablo 6. 210'lık dolap kesimi ölçüm sonuçları.....	63
Tablo 7. 75'lik dolap kesimi ölçüm sonuçları.....	64
Tablo 8. 90'lık dolap kesimi ölçüm sonuçları.....	65
Tablo 9. Kapak kesimi ölçüm sonuçları	66
Tablo 10. 130'lık dolap kesimi ölçüm sonuçları.....	67
Tablo 11. Softforming makinesinde yapılan I. gözlem sonuçları.....	68
Tablo 12. Softforming makinesinde yapılan II. gözlem sonuçları	68
Tablo 13. Softforming makinesinde yapılan III. gözlem sonuçları	69
Tablo 14. III. gözlemde tespit edilen hatalı parçalar üzerinde yapılan gözlem sonuçları....	69
Tablo 15. Softforming makinesinde yapılan IV. gözlem sonuçları	70
Tablo 16. Softforming makinesinde yapılan V. gözlem sonuçları	70
Tablo 17. Softforming makinesinde yapılan VI. gözlem sonuçları.....	71
Tablo 18. Softforming makinesinde yapılan VII. gözlem sonuçları.....	71
Tablo 19. Postforming makinesinde yapılan I. gözlem sonuçları	72
Tablo 20. Postforming makinesinde yapılan II. gözlem sonuçları	72
Tablo 21. Postforming makinesinde yapılan III. gözlem sonuçları.....	73
Tablo 22. Postforming makinesinde yapılan IV. gözlem sonuçları.....	73
Tablo 23. Postforming makinesinde yapılan V. gözlem sonuçları	74
Tablo 24. Postforming makinesinde yapılan VI. gözlem sonuçları.....	74

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Bir işletme kurulurken göz önünde bulundurulması gereken en önemli faktörlerden birisi, üretim maliyetinin en düşük olduğu durumda sahip olunan bir üretim gücünü gerçekleştirmektir. Kapasite seçimini etkileyen diğer faktörleri de göz önüne alan müteşebbisler optimal kapasiteye ulaşmaya çalışırlar.

Gerek kuruluş ve gerekse işletme döneminde, tesisler için kapasite planlaması konusu büyük önem arz etmektedir.

Eğer bir yatırım tam kapasite ile işletilemezse; hem yatırımın kendisine, hem de ülke ekonomisine büyük kayıplar verir (1). Kapasite planlaması, işletmeler için önemli bir aşamadır. Diğer bütün işletme planlamaları, kapasite kararları çerçevesinde yer alır. Belli bir ürünü, belli düzeyde üretebilecek optimum işletme büyüklüğünün gerçekleştirilmesi veya kurulu bir işletmede mevcut üretim düzeyini artırmak için ek bir kapasitenin kurulması (kapasite genişlemesine gidilmesi) makro açıdan bir yatırım sorunudur. Bu nedenle optimum işletme büyüklüğü, yatırım planlaması konusu ile yakından ilişkilidir. Planlama işlerinde optimum işletme büyüklüğü, alternatif kapasite büyüklükleri arasından seçilir ve bunlar, herbir işletme projesine ilişkin alternatif yatırım giderleri ile temsil edilirler. İşletme büyüklüğünün ve dolayısıyla yatırımların optimum düzeyde olması, ülke ve işletmeler açısından son derece önemlidir (2).

Bir işletmede mevcut kapasite tam olarak kullanılamıyorsa, atıl bir kapasitenin varlığı sözkonusudur. Atıl kapasite ile anlatılmak istenen, atıl kapasite oranında üretim faktörlerinin üretimden geri çekilmesidir. Bu da ulusal gelirin olması gerekenden daha düşük olmasına sebep olur.

Ülkemiz ekonomisinin gelişmesi ve işsizlik oranının azaltılması için yatırımların artırılması amaçlanır. Eğer yatırımlar için gerekli olan sermaye işletmelerde atıl kapasite

olarak bekletilirse, önceden gerçekleştirilen yatırımların üretime dönüştürülemeyeceği açıktır (1).

Bu çalışmada mobilya üretim sistemlerinde üretim sırasında kapasite üzerine etkili olan faktörler ve bu faktörlerin ortaya çıkış sebepleri araştırılmıştır.

1.2. Kapasite Kavramı

Kapasite ve kapasite kullanımı kavramları iktisat literatüründe eskiden beri kullanılmakla birlikte, bu kavramların teorik olarak açıklanmasına yönelik çalışmalar çok azdır. Bu boşluk, sözkonusu kavramların son yıllarda tekrar güncellik kazanması ve bu konuda yapılan çalışmaların giderek artması ile kısmen doldurulmuştur. Bu konudaki çalışmaların artmasındaki en önemli neden, dünya ekonomisinin 1970 'li yıllarda içine düştüğü bunalımdır.

Günümüzde, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler açısından önemli bir yeri olan kapasite kavramı ile ilgili tartışmalar çok eskiye dayanmakla birlikte, tek bir kavram üzerinde anlaşmaya varıldığını söylemek oldukça zordur. Genel olarak işletme büyüklüğünü ifade etmede kullanılan kapasite kavramı, yapılan araştırmaların niteliğine göre, farklı şekillerde tanımlanmıştır (3).

Kapasitenin sözlük anlamı; bir şeyi oluşturma, alma, depolama veya temin etme yeteneğidir. Genel bir iş anlayışında, bir sistemin belirli bir zamanda elde edebileceği en fazla çıktı miktarıdır. Elde edilen çıktıları belirleyecek faktörleri hesaplamak amacıyla bu tanımları değiştirmek mümkündür (4).

İşletme ekonomisinde kapasite kavramı, 1920 yıllarından itibaren kullanılmaya başlanmıştır. 1924 yılında VERSHOFEN, işletmenin üretim kapasitesini işletmenin fiili olarak kullandığı ve her ne nedenle olursa olsun atıl durumda bulunan üretim güçlerinin toplamı olarak tanımlamıştır. HAMMER kapasiteyi, "işletmenin üretim kabiliyeti" olarak tanımlarken, bu yıllarda işletmenin üretim kapasitesini diğer yazarlara göre nispeten daha

geniş bir şekilde inceleyen ISAAC; kapasite kavramını, işletmede birim maliyetin minimum kılındığı üretim seviyesini ifade eden optimum kapasite olarak tanımlamaktadır. AULER, optimum kapasite yanında maksimum ve minimum kapasiteleri de tanımlamakta, fakat optimum kapasiteyi genel kapasite kavramı olarak kabul etmektedir.

Alman işletme ekonomisi literatüründe kapasite araştırmalarında önemli bir yeri olan MELLERROWICZ; işletme kapasitesini, “işletmenin belli bir zaman aralığında mevcut işgücünün tam istihdamı ve iş araçlarının tam kullanımında ulaştığı üretim seviyesi” olarak tanımlamaktadır.

İşletmelerde üretim kapasitesi konusunda literatürde önemli bir yeri olan diğer bir yazar da HENZEL 'dir. Yazar, 1928 yılında yayınlanan bir makalesinde kapasiteyi genel olarak “herhangi birşeye kabiliyet”, işletme kapasitesini de “satış amacıyla bir işletmenin belli bir ürün veya ürün çeşitlerini üretme kabiliyeti” şeklinde tanımlamaktadır.

Sanayi işletmelerinde üretim kapasitesinin ölçülmesi ile ilgili araştırmalarında KERN ve CLAR 'ın vardıkları sonuç, genel bir kapasite tanımına varmanın zorunlu olduğu ve özel durumları kapsamak üzere, bu genel kapasite kavramından özel kapasite kavramlarının türetilebileceğidir. KERN; “genel kapasite” kavramını, “belli bir cins, büyüklük ve yapıdaki bir ekonomik veya teknik birimin belli bir zaman aralığındaki üretim kabiliyeti” olarak tanımlarken, CLAR 'a göre “genel kapasite” kavramı, “özel kapasite” kavramlarının ortak özelliklerini içermelidir. Yazara göre bu ortak özellikler, “kapasitenin belli bir üretim kabiliyetini ifade etmesi, bu üretim kabiliyetinin miktar cinsinden belirlenmesi ve miktar cinsinden ifade edilen bu üretim kabiliyetinin belli bir zaman aralığını kapsaması” hususlarıdır (5).

Günümüzde, kapasite tanımlarında fiziki kapasite ve ekonomik kapasite arasındaki farklılık önem kazanmaktadır. Fiziki kapasite, diğer etmenler sabit kaldığında, birim zaman başına veri, makine ve ekipman ile üretilen maksimum çıktı olarak algılanmaktadır. Birçok çalışmada, fiziki kapasite yerine teknik kapasite kavramının kullanıldığı görülmektedir. Bu tanım da, sadece makine ve ekipmanı değerlendirmeye aldığı ve üretimi sadece sermaye faktörü ile ilişkilendirdiği için dar anlamda bir yaklaşım olarak kabul edilmekte ve

eleştirilmektedir. Ekonomik kapasite tanımı ise, üretimi maliyetlerle ilişkilendirmekte ve mevcut girdilerle birim başına maliyetlerin minimum kılındığı üretim seviyesini tam kapasite veya optimum kapasite olarak tanımlamaktadır (3).

Yukarıda da belirtildiği gibi, kapasite için çok değişik tanımlamalar yapılabilmektedir. Özetle, üretim kapasitesi, genellikle aşağıdaki üç faktöre göre tanımlanmaktadır :

- a-) İşletmenin üretim faaliyetlerinde kullandığı üretim faktörleri (Malzeme, makine, işgücü, metot, enerji vs.)
- b-) Bu üretim faktörlerinin kullanılması sonucu elde edilen ürün,
- c-) Bütün üretim uğraşı ve çabalarının belirli bir zaman dönemi içinde olması.

Buradan hareketle, “üretim kapasitesi”, “işletmenin belirli bir süre içerisinde üretim faktörlerini rasyonel bir biçimde kullanarak meydana getireceği üretim miktarı”dır denilebilir (6).

1.3. Kapasite Çeşitleri

Gerek işletme iktisadı literatüründe ve gerekse işletme pratiğinde, kapasite ile ilgili yaklaşımların ve güdülen amaçların çokluğuna paralel olarak çok sayıda kapasite çeşitleri ortaya konmuştur. Literatürde karşılaşılan kapasite çeşitleri kümesine yakından bakıldığında, aşağıdaki alt kümeleri ayırdedilebilir :

- Teknik kapasite ve ekonomik kapasite,
- Nicel ve nitel kapasite kavramları,
- Maksimum, minimum, optimum ve normal kapasite kavramları,
- Tam kapasite, pratik kapasite, teorik kapasite, zorlanmış kapasite, garanti edilmiş kapasite, gerçekleştirilebilir kapasite,
- Temel üretken birim kapasitesi, kısmi kapasite, üretim aşaması kapasitesi, işletme kapasitesi, teşebbüs kapasitesi,

- İş kapasitesi ve ürün kapasitesi,
- Atıl kapasite, yedek kapasite, esas kapasite, yan kapasite, ikame kapasitesi, personel kapasitesi, iş araçları (makine ve tesisler) kapasitesi, organizasyon kapasitesi, birim kapasite, toplam kapasite vb. (7).

1.3.1. Teknik ve Ekonomik Kapasite

Bir birimin teknik (mühendislik) kapasitesi; öteki etkenler aynı kaldığında, her zaman biriminde verilen bağlı sermaye stoku ile üretilen maksimum ürünü gösterir. Ekonomik kapasite kavramı ise, çıktı birimi başına ortalama toplam maliyetin minimum olduğu üretimdir (8).

Teknik ve ekonomik kapasite kavramları ilk defa KALVERAM tarafından ortaya atılmıştır. Yazar, teknik kapasite olarak işletmenin maksimum üretim gücünü anlamakta, ekonomik kapasite kavramıyla da birim ürün maliyetinin minimum kılındığı üretim seviyesini ifade etmektedir. MELLEROWICZ ise teknik kapasiteyi, doğrudan doğruya işletmenin maksimum üretim seviyesi olarak tanımlamakta, bu kapasite çeşidini önce “maksimum teknik kapasite” ve “normal teknik kapasite” olmak üzere ikiye ayırmaktadır. Ekonomik kapasiteyi ise, birim ürün maliyetinin minimum kılındığı üretim seviyesi olarak tanımlamaktadır. KERN ise, bu kapasite çeşitlerini, genel literatüre göre, tamamıyla değişik bir şekilde tanımlamaktadır. Yazar, bu iki kapasite kavramı arasındaki farkı, kapasiteye organizasyon (iş akımı organizasyonu) faktörünün esas alınıp alınmadığında görmektedir. İş akımı organizasyonu esas alınmadan belirlenen işletmenin maksimum üretim kabiliyeti, teknik kapasiteyi; belirli bir iş akımı organizasyonunda ürüne dönük olarak belirlenen maksimum üretim kabiliyeti de işletmenin ekonomik kapasitesini ifade etmektedir (5).

1.3.2. Kantitatif (Nicel) ve Kalitatif (Nitel) Kapasite

Kantitatif kapasite kavramının ifade ettiği üretim kabiliyeti, işletmenin, veya temel üretken birimin, belirli bir zaman aralığında miktar cinsinden ifade edilen üretim seviyesidir.

GUTENBERG, kalitatif kapasite kavramı ile iki hususu ifade etmektedir : Üretim konusuna yönelik olarak üretilen işin ve ürünün iyiliği, nitelikleri; üretken birime ve işletmeye yönelik olarak da alternatif işler ve ürünler üretme kabiliyeti. Kalitatif kapasite kavramı ile ifade edilen diğer bir husus da, yine işletmeye yönelik olmak üzere, iş ve ürünle ilgili olarak “toleransları minimum kılma kabiliyeti” veya “üretilen işlerde ulaşılabilecek hassasiyet derecesi” şeklinde ortaya konmaktadır (5).

1.3.3. Maksimum, Optimum ve Minimum Kapasite

Bu kapasite kavramları, literatürde en çok kullanılan ve anlamlarına ilişkin olarak da nispeten en çok görüş birliğine varılmış kapasite çeşitleridir. Bu kapasite çeşitleri, üretim kabiliyetine esas alınan üretim hızı tarafından belirlenmektedir.

Maksimum kapasite, uzun dönemde sürekli olarak gerçekleştirilmesi mümkün olan, maksimum üretim hızında ulaşılan üretim seviyesidir (5).

Optimum kapasite; birim başına değişmez ve değişir giderler toplamının en az olduğu kapasitedir. Optimum kapasitenin altında veya üstünde bir üretim, maliyet giderlerinin yükselmesine yol açar (9).

Minimum kapasite kavramı da, maksimum kapasitede olduğu gibi, esas itibariyle teknik tarafından belirlenen bir üretim seviyesini ifade eder. Bu üretim seviyesinin (minimum kapasite) altında üretim yapmak, teknik bakımdan olanaksızdır (5).

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı üzere, optimum kapasite; maksimum kapasitenin, minimum kapasite de optimum kapasitenin belirli kapasite kullanım derecelerine tekabül eden üretim seviyelerini ifade etmektedir.

1.3.4. Teorik Kapasite, Pratik Kapasite, Fiili Kapasite ve Atıl Kapasite

Teorik kapasite; makine ve teçhizatın, hiçbir duraklama ve arıza olmadan, usta işçiler elinde üretebileceği en yüksek miktardır. Örneğin, bir fabrikanın teorik kapasitesi 20000 ton/yıl denilince, bu fabrikanın iyi yetişmiş işgörenler elinde bütün yıl hiç durmadan çalışarak üretebileceği ürün miktarı anlaşılır.

Teorik kapasitede uzun süre üretimde bulunmak olanaksızdır. Çünkü onarımlar, beklentiler, duraklamalar, ayarlamalar nedeniyle üretimin durması olağandır. Bu gibi gecikmelere “işleyiş kesilmeleri” adı verilir. İşleyiş kesilmeleri nedeniyle teorik kapasitenin altında üretim yapılır. İşletmenin bu gerçek kapasitesine “pratik kapasite” denir. Örneğin, teorik kapasitesi 20000 ton/yıl olan bir fabrikanın pratik kapasitesi 17000 ton/yıl olabilir.

Pratik kapasite her zaman ulaşılabilir bir ürün miktarını gösterir, ancak; kapasite, üretilen malın satılabilmesi ile de yakından ilgilidir. Satış hacmi yetersiz ise, pratik kapasitenin yalnızca bir bölümünden yararlanılır. Pratik kapasitenin bu yararlanılan bölümüne “fiili kapasite”, yararlanılmayan bölümüne de “boş kapasite” adı verilir. Pratik kapasiteden boş kapasite çıkarıldığında fiili kapasite elde edilir. Örneğin, pratik kapasite 17000 ton/yıl olan bir fabrikada yıllık üretim 15000 ton/yıl olabilir. Bu durumda 2000 ton aylak (boş) kapasite var demektir (9).

İşletmede atıl kapasitenin ortaya çıkmasının birinci nedeni doğrudan doğruya yöneticilerin davranışları ile ilişkilidir. Yöneticilerin, işletmenin ürettiği mal ve hizmetlerin satışı ile ilgili olarak geleceğe ait yaptıkları tahminler, işletmede atıl kapasitenin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. İşletmenin kullanım kapasitesi; yöneticilerin, piyasa araştırmalarının yardımıyla saptadıkları satış tahminlerine göre belirlenmektedir. Örneğin yöneticiler, yakın bir gelecekte satışların artmasıyla kullanım kapasitesinin, normal kapasitenin % 100 'üne ulaşacağını tahmin ettiklerinden, bugün için işletmenin % 30 atıl kapasite ile üretimde bulunmasına rıza göstermiş olabilirler. Bu % 30 tutarındaki atıl kapasitenin ise, bugün için iktisadiliği olumsuz yönde etkileyeceği açıktır.

Atıl kapasitenin ikinci nedeni, maliyet giderlerini ortaya çıkaran üretim faktörlerinin, üretim faaliyeti sırasında sağladıkları hizmetlerin bölünmeyişi ile ilgilidir. Özellikle, değişmez üretim faktörleri bakımından sözü edilen bu atıl kapasitenin ortaya çıkışı, literatürde birçok tartışmalara konu olmuştur (10).

Azami teknik kapasiteye göre kapasite kullanımı ve boş kapasite hesabı basit, ancak yanıltıcıdır. Bu hesapta boş kapasite gereğinin üstünde yüksek çıkar, ancak başka ve pratik bir kıstas uygulamak da imkansızdır. Teknik kapasite esaslarına göre yapılan boş kapasite hesaplarının yanlışlığı, uzun dönemli analizlerde daha açık ortaya çıkmaktadır (11).

1.3.5. Kısmi Kapasite, Ürün Kapasitesi ve İşletme Kapasitesi

Aynı işi üreten temel üretken birimlerin oluşturduğu üretim kabiliyeti, kısmi kapasite kavramı ile ifade edilir. İşletmenin “ürün üretim kapasitesi” ise, kısmi kapasitelerin oluşturduğu iş kapasitelerinden türetilen ve işletmenin üretim konusunu (maddeci amacını) teşkil eden ürün kapasitesi olarak tanımlanabilir. Aynı şekilde, aynı veya benzer ürün çeşidi üreten işletmelerin bir araya getirilmeleriyle “teşebbüs kapasitesi”, ve ulusal ekonomi seviyesinde de “sektör kapasitesi” kavramları tanımlanabilir (5).

1.4. Önemli Bazı Kapasite Kavramları

1.4.1. Kapasite Kullanım Oranı (Çalışma Derecesi)

Kapasite kullanım oranı, fiili kapasitenin pratik kapasiteye oranlanması ile elde edilir.

$$\text{Kapasite Kullanım Oranı} = \frac{\text{Fiili Kapasite}}{\text{Pratik Kapasite}}$$

Bu oran % ile deyimlendirilir. Kapasite kullanım oranının % 100 olduğu durumlarda, başarılı bir üretim programı uygulanabiliyor demektir. Kapasite kullanım oranı

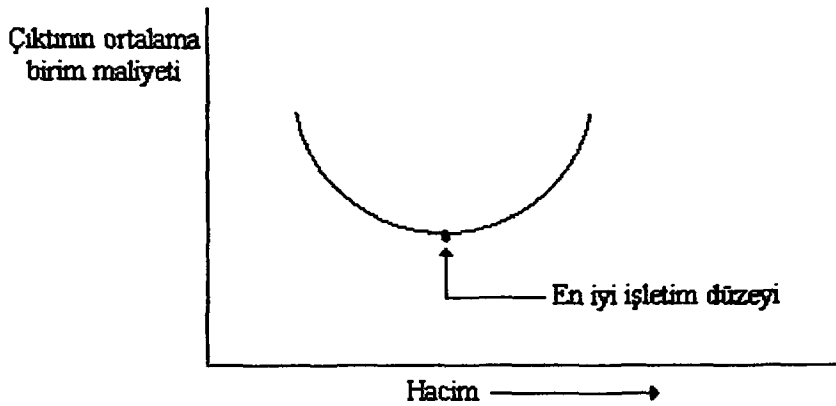
bazı durumlarda % 100 'ün üzerine çıkabilir. Özellikle talebin arttığı kısa sürelerde bazı zorlamalarla fiili kapasite, pratik kapasitenin üzerinde olabilir (9).

Ülkemizde, kapasite kullanım oranını belirleyen temel kriterler üzerinde kesin bir görüş birliği sağlanamadığı ve/veya konunun ne derece önemli olduğu belirlenmediğinden, hemen her işletme, kendisi tarafından belirlenen kriterlerden hareket ederek kapasite kullanım oranı tespit etmektedir.

İşletmelerin birbiri ile uyumlu olmayan kriterlerden hareket ederek belirledikleri kapasite kullanım oranları, resmi istatistiklere de yansdığı için ülke çapında çıkarılan kümülatif sonuçlar tartışılabilir özellik taşımaktadır (12).

1.4.2. En İyi İşletim Düzeyi

Kapasite terimi, elde edilebilen bir çıktı oranı anlamına gelir, ancak; bu oranın ne kadar süre devam ettirilebileceği hakkında bir şey söylenemez. Bu yüzden, eğer belirli bir tesis X birim kapasiteye sahiptir dersek; bunun, o tesisin bir günlük en yüksek sınırı veya 6 aylık ortalaması olup olmadığını bilemeyiz. Bu problemten kaçınmak için, "en iyi işletim düzeyi" kavramı kullanılır. Bu kavram, dizayn edilen işlemin kapasitesinin bir ölçüsüdür ve minimum bir ortalama birim maliyetteki çıktı miktarıdır. Bu durum Şekil 1'de gösterilmektedir (4).



Şekil 1. En iyi işletim düzeyi

1.4.3. Kapasite Ayarlaması

Bir üretim yeteneğinin, üretim hedeflerinin sınırlı bir grubuna düzgün bir şekilde toplandığında, en iyi netice verdiği söylenebilir. Bu; örneğin bir firma, üretim performansı, maliyeti, kalitesi, esnekliği, yeni ürün tanıtımları, güvenilirlik ve düşük yatırımlarının her bir yönünde çok iyi olmayı beklememeli anlamına gelir. Daha ziyade, hedefleri birleştirmeye en iyi katkıda bulunacak görevlerin sınırlı bir takımı seçilmelidir (4).

İleri üretim teknolojisinin artan kullanımı, hem uzun, hem de kısa dönemli planlamalarda, kapasitenin yönetim görevini karmaşık bir hale getirmektedir. Bir işletmedeki üretim programı, müşteri taleplerini karşılamak için; üretilecek ürünleri, onların miktarlarını ve ne zaman üretileceklerini ortaya koyar. Gerçekçi bir program, herhangi bir anda üretim sistemindeki mevcut kapasiteyi, sistem imkanlarının planlanan bir artış veya azalışının meydana getirebileceği değişiklikler ile birlikte hesaba katmalıdır.

Bir firmanın tahmin edilen talebi etkili bir şekilde karşılaması çok önemlidir. Pazar talebinin dinamik doğası, üretim sisteminin de dinamik bir şekilde karşılık vermesini gerekli kılar ve bu genellikle, üretim programını değiştirerek minimum temin süresinde gerekli ürünlerin üretilmesiyle sağlanır. Ne yazık ki, siparişlerin önceliği rahatsız edici bir sıklıkta değişir ve bu nedenle üretim programında yapılan hızlı yeni ayarlamalar, ürünün elde edilme süresinin artması ile sonuçlanabilir.

Üretim programının hızlı yeni ayarlamalarıyla üretim kapasitesinin gelişigüzel yükselip azalması, üretimde bir kargaşaya doğru giden, arzu edilmeyen bir durum ile sonuçlanabilir. Bu durum, yönetimin kontrolünün zayıflığının bir göstergesidir. Üretim kapasitesindeki yükselip azalmalar; makine arızalarından, işçilerin devamsızlığından, lojistik problemler gibi nedenlerden kaynaklanabilir ve bu durum, üretim endüstrisinde yaygın olan bir hadisedir. Eğer bu kapasite dalgalanmaları yüksek bir sıklığa sahipse, özellikle de üretim programının hızlı bir şekilde değişmesine bağlı olduğunda, problemler artar.

Makine-teçhizatın önceden belirlenmiş kullanım derecelerine ulaşmada ve onların bakımında olacak bir gecikme, tesisin üretim programını altüst edebilir. Karmaşık yüksek

teknolojiye sahip üretim sistemlerinin kullanımının artmasıyla birlikte, problemler üç alanda açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Teknolojiyi çalıştırmada zorluklar olabilir, lojistik veya organizasyonel güçlükler olabilir ve yeni teknolojiye geçilmesinde personelin direnci ile karşılaşılabilir (13).

1.5. Kapasite Ölçme Kriterleri

Yeni bir fabrika kurulmadan önce belirlenmesi gereken birkaç önemli husustan biri de kapasitedir. Bu aşamada kapasiteyi tanımlayan ölçüler çok geneldir. Örneğin bir tekstil fabrikası için kapasite, işlenecek hammadde miktarı veya üretilen tüm mamullerin metre olarak uzunluğu ile belirlenir. Daha sonra tesis ve makinaların tespiti amacı ile genel kapasite değerleri göz önüne alınarak ayrıntılara inilir. Fakat bu durumda dahi, çalışmakta olan bir fabrikaya oranla, tahminlere dayanan genel rakamlar üzerinde çalışma zorunluluğu vardır (14).

Sözlüklerde, ekonomik alanda “endüstrinin üretim yeteneği” olarak tanımlanan kapasite, diğer endüstri dallarında olduğu gibi, Orman Ürünleri Endüstrisinde de, askeri ve endüstriyel seferberlik plan ve program çalışmalarına ışık tutmak ve özellikle yurt savunması ile ilgili olarak ihtiyaç duyulan maddelerin yurt içinden sağlanması olanaklarının araştırılması ve dolayısıyla memleketin üretim, ham ve yardımcı madde potansiyelinin bilinmesi, devamlı olarak izlenmesi, ithalat ve ihracat olanaklarının belirlenmesi amacıyla saptanmaktadır (15).

Üretim yapan bir fabrikanın kapasitesini sabit bir değer ile tanımlamak güçtür. Makinaların tek tek kapasitelerini bulup toplamakla fabrikanın tüm kapasitesini bulma imkanı yoktur. Üretim birimleri veya iş istasyonları arasındaki ilişkiler karmaşık olduğundan kapasiteyi ölçmek güçleşir. İş istasyonlarının üretim hızları arasındaki farklar, tamir-bakım faaliyetleri, program hataları yüzünden boş beklemler, ıskarta miktarı, işçi ve daha pek çok faktör fiziksel kapasite üzerinde sapmalara yol açar. Üretim plan ve programları, bu sapmalar göz önüne alınarak hazırlanmalıdır (14).

Çıktı birimleri nispeten homojen olduğunda, kapasite üniteleri oldukça belirgindir. Örneğin bir otomobil fabrikası otomobil sayısını, bir bira fabrikası bira kutularını ve bir nükleer güç fabrikası da megawatt olarak elektriği kullanır.

Çıktı ünitelerinin çeşitliliği fazla olduğunda genellikle kapasite ölçüsü olarak sınırlayıcı kaynağın mevcudunun ölçüsü olarak kullanılır.

Fason üretim yapan firmalar, makine işlemlerinin geniş bir çeşitliliğini içeren farklı tipte ekipmanlara sahiptir ve çıktılar da bir daha tekrarlanmayacak tek parçalar olabilirler. Bu yüzden işletmenin kapasitesi, normal olarak sınırlayıcı kaynağın kapasitesi, kullanılan çalışma saatleri ile ifade edilir. Çalışma saatleri, makine saatlerine göre tercihen kullanılır. Çünkü genellikle kullanılan makine saatleri ile çalışma saatleri arasında iki veya üç katlı bir oran vardır, yani yetenekli makine işçisi; sınırlayıcı kaynaktır (16).

Tablo 1 'de çeşitli tipteki organizasyonların genel kapasite ölçülerini görülmektedir.

Tablo 1. Farklı tip organizasyonlarda kapasite ölçüleri

Organizasyon Tipi	Kapasite Ölçüsü
Otomobil fabrikası	Otomobil sayısı
Çelik fabrikası	Ton olarak çelik
Bira fabrikası	Bira kutusu
Nükleer güç fabrikası	Megawatt olarak elektrik
Tiyatro	Mevcut koltuk sayısı
Restoran	Kullanılan koltuk sayısı
Fason üretim yapan firma	Kullanılan çalışma saatleri
İş idaresi okulu	Kullanılan semester veya quarter bölümü

Kapasite ölçümünde karşılaşılan temel zorluk, üretilen ürün çeşitliliğinden kaynaklanır. Bazı üretim sistemlerinde kapasite kolayca ölçülebilir ve tanımlanabilir. Örneğin demir-çelik üretiminde kapasite, üretilen ton miktarı ile tanımlanır yada, bir otomobil fabrikasının kapasitesi, senede üretilen otomobil sayısı ile ölçülür ve tanımlanır. Çok ürün üreten sistemlerde ise, kapasite tanımının hangi ürüne göre yapılacağı sorunu vardır.

Ürün veya sistem çıktıları benzer ise, kapasitenin planlanması ortak bir birimle yapılır. Diğer taraftan ürün karışımı karmaşık ise, ortak bir birim kullanmak zordur. Bu gibi durumlarda kapasite, üretimde kullanılan girdiler cinsinden tanımlanabilir. Örneğin senelik, aylık, haftalık gibi zaman aralıklarında kullanılan işçi saati, tezgah saati veya hammadde birimi gibi.

Bir sistemde kapasite tanımlanırken, gözardı edilmemesi gereken bir konu da, etkenlik faktörü ve hurda faktörlerinin ekipman kullanımında yaratacağı değişikliklerdir.

Etkenlik faktörü, sıralamadaki gecikmeler, bakım-onarım çalışmaları, tezgah arızaları vb. nedenlerden dolayı kaybedilen kapasiteyi ifade etmek için kullanılır. Bu faktörün değeri 0.5 - 0.95 arasında değişir. Örneğin bir atölyede haftada 100 motor üretmek için 550 torna-saate ihtiyaç varsa ve bu atölyede etkenlik faktörü 0.80 ise, o zaman belirtilen üretim seviyesine ulaşmak için $550 / 0.80 = 688$ torna-saate ihtiyaç duyulacaktır.

Hurda faktörü ise, üretimde meydana gelen kayıpları (örneğin bozulan parçaları) ifade etmek için kullanılır. Haftada 100 adet motor üretebilmek için, yukarıda hesaplanan 688 torna-saat aynı zamanda bozuk ve hatalı parçaları da içermektedir. Eğer haftada 100 adet hatasız motor üretilmek istenirse, ve torna tezgahının % 3 fireyle çalıştığı biliniyorsa, o zaman $688 / 1 - 0.03 = 688 / 0.97 = 709$ torna-saate ihtiyaç vardır.

Özetle kapasite, üretim girdi ve çıktıları cinsinden tanımlanabilir. Eğer sistemde tek bir ürün üretilmekte ise, kapasite bu ürün (çıktı) cinsinden ifade edilir. Birden fazla ürünün üretildiği ve ürün çeşitliliğinin fazla olduğu sistemlerde ise, kapasite üretim girdileri cinsinden ifade edilir (17).

Üretime geçen bir fabrikada kapasite ölçülmesi, üretim plan ve programlarının hazırlanması açısından büyük önem taşır. İstenilen miktarda mamulün istenilen zamanda üretilmesini sağlayacak olan programların duyarlılığı, kapasite değerlerinin gerçeğe uygun olması ile sağlanabilir. Diğer taraftan bir fabrikanın üretim kapasitesinde makina ve tesisler kadar önemli olan ikinci unsurun insangücü olduğu unutulmamalıdır. Kapasitenin

ayarlanması ve değişkenlik açısından, insangücünün çok daha karmaşık bir yapıya sahip olduğu ve ciddi yönetim sorunları doğurduğu bir gerçektir (14).

1.6. Kapasite Planlaması ve Önemi

Kuruluş yeri belirlenen bir üretim biriminin üretim miktarı açısından hangi büyüklükte veya kapasitede olması gerektiği, işletme literatüründe "kapasite planlaması" konusuna girer.

Kapasite planlaması konusu, sadece kurulacak yeni bir işletmenin veya yeni bir yatırımın hangi büyüklükte olması gerektiğini önceden belirlemek değil, aynı zamanda, kurulu bir işletmenin hangi oranlarda genişletilmesi (tevsii) gerektiğini veya en uygun kapasite genişleme büyüklüğünün belirlenmesini içerir.

Belli bir büyüklükteki bir işletmenin tevsisinin veya kapasite genişlemesinin, kapasite planlaması literatüründe özel bir anlamı vardır. İşletme kısa dönemlerde yeni makineler ve işgücü gibi üretken faktörleri istihdam ederek üretim kapasitesini belli bir düzeye çıkarabilir. Ancak kapasiteyi saptayan en önemli değişkenlerden biri olan ürün talebinin büyük oranlarda artması durumunda işletme bu artışları daha geniş arazi, yeni binalar, makineler ve ek tesisler gibi yeni sabit yatırımlarla karşılayabilir. Böylece; kapasiteyi artırmak amacıyla mevcut işletmeye gelecekte eklenecek yeni yatırımlara "kapasite genişlemesi" ve belli sürelerde yapılması gereken en iyi genişleme yatırımlarına da "optimum kapasite genişleme büyüklüğü" denir. Gelecekte gerçekleşecek kapasite genişlemeleri ve bunlar arasında geçen zamanın optimum olması beklenir.

Kapasite planlaması; geniş anlamda, kurulacak bir işletmenin optimum kuruluş yerini ve optimum büyüklüğünü "aynı zamanda" veya simultane olarak saptamayı amaçlar.

Yukarıdaki açıklamalara göre kapasite planlaması, değişik üretim kapasitelerindeki işletme büyüklükleri arasından, belli bir ölçüte göre en iyisinin (optimum olanının) "nerede" ve "ne zaman" kurulacağını kalitatif ve kantitatif yöntemlerle saptayan bir işlemdir.

Kapasite planlamasında çoğu kez; satış gelirlerinin maksimizasyonu yerine, maliyetlerin, özellikle de işletme kuruluş yatırım maliyetlerinin minimizasyonu ölçütü yeğlenir. Aslında optimum kapasite seçiminde yatırım maliyetlerinin ölçüt olması, planlama işlevinin niteliğine paralel olarak bir tercihi yansıtmak yerine, bir ölçüde bir zorunluluğu yansıtmaktadır. Sağlıklı bir planlama, geleceği şimdiden isabetli bir şekilde görmeyi gerektirir (2).

İşletmenin kapasitesinin büyüklüğünün planlanmasında hareket noktası, üretilecek ürün veya ürün çeşitlerinin tespitidir. Bu ürünlerin piyasada işletme amacına uygun bir fiyattan pazarlanması sözkonusudur. Bunun için, piyasanın bu ürünlere ilişkin farklı fiyatlardaki talep seviyelerinin, gerekli reklam harcamalarının, pazarlama organizasyonunun, kısaca işletmelerin pazarlama araçlarının etkinliğinin ve maliyetinin belirlenmesine ilişkin bir piyasa araştırması yapmak gerekir. Piyasanın ihtiyaç seviyesi ve ihtiyacın nitelik ve nicelik olarak zaman süreci içindeki değişme eğilimleri, tüketici istekleri ve zevkleri, piyasanın rekabet durumu, rakip işletmelerin büyüklükleri ve piyasa payları, gerçekleştirilebilecek fiyatlar ve diğer bilgiler piyasa araştırması ile tespit edilmelidir. Ayrıca, satış hacminin zaman süreci içindeki dağılımı (özellikle satış hacmindeki mevsimlik dalgalanmalar), faaliyette bulunulan sektörün konjunktürel özellikleri, piyasanın gelişme durumuyla ilgili tahminler; işletmenin kapasite büyüklüğünün planlanmasında gerekli önemli bilgilerdir.

Piyasaya ilişkin bu bilgiler yanında, kapasite büyüklüğünün gerektirdiği yatırım ve işletme finansmanı ihtiyacının nasıl karşılanacağı, seçilecek teknolojiye uygun işgücünün temini ve eğitimi, gerekli malzeme ve enerji ihtiyacının gerekli nitelik, nicelik ve zamanda temin edilip edilemeyeceği gibi hususlar da kapasite planlamasında göz önünde tutulmalıdır.

Ayrıca işletmenin üretim kapasitesinin bir başka boyutu olan üretim derinliğinin tespiti de kapasite planlamasında belirlenmesi gereken bir başka husustur. Hangi üretim aşamalarının işletmenin üretim sürecine dahil edileceği hususu, minimum üretim derinliğinden başlayarak, takip eden her üretim aşaması için ayrı ayrı değerlendirmeye tabi tutulmalıdır.

Kapasite büyüklüğünün planlanmasında, yatırım şekli de büyük öneme sahiptir. Esas itibarıyla kapasitenin büyütülmesi;

- işletmenin tüm üretim aşamalarının kapasitelerinin gerekli ölçüde büyütülmesi,
- sadece işletmenin darboğaz durumunda olan üretim aşaması kapasitesinin büyütülmesi ve
- yeni bir üretim ünitesi (fabrika, işletme) kurmak

şekillerinde gerçekleştirilebilir. İlk iki yol, genişleme yatırımı olarak adlandırılır ve ilki, üretim aşamaları kapasiteleri arasında tam bir uyum halinde, ikinci yol, uyumsuzluk (darboğaz) halinde uygulanır. Üçüncü yol ise, kuruluş yatırımı olarak adlandırılır. Kapasite büyütülmesinin şekline göre, kapasite planlamasına ilişkin sorunlar da farklı olacaktır (7).

Belli bir ürünü, belirli düzeyde üretebilecek optimum işletme büyüklüğünün gerçekleştirilmesi veya kurulu bir işletmede mevcut üretim düzeyini artırmak için ek bir kapasitenin kurulması (kapasite genişlemesine gidilmesi) makro açıdan bir yatırım sorunudur. Bu nedenle optimum işletme büyüklüğü ve kuruluş yerini önceden belirlemeye yönelik kapasite planlaması konusu, yatırım planlaması konusuyla yakından ilişkilidir. Planlama işleminde optimum işletme büyüklüğü, alternatif kapasite büyüklükleri arasından seçilir ve bunlar, her bir işletme projesine ilişkin alternatif yatırım giderleri ile temsil edilirler. İşletme büyüklüğünün ve dolayısıyla yatırımların optimum düzeyde olması, ülke ve işletmeler açısından son derece önemlidir (2).

1.6.1. Kapasite Planlamasının İçeriği

Kapasite planlaması ve kontrolü, diğer bir deyişle kapasite yönetimi, toplam talebi karşılayabilmek için gerekli üretim faaliyetlerinin seviyesinin ayarlama çalışmalarını içerir. Kapasite problemlerinin temel nedeni, talepte karşılaşılan zaman ve miktar belirsizlikleridir. Bütün bu belirsizliklere karşın üretim kaynakları ihtiyacını doğru olarak tespit etmek zorunluluğu vardır (17).

Şimdiki ve gelecekteki pazarını saptamaya çalışmayan şirketlerin başarılı olmaları beklenemez. Şirket; kendi talebini, özellikle piyasa talebi ile şirket talebi arasındaki ilişkiyi iyi bilmeli, hem mevcut, hem de potansiyel talebi ile ilgilenmelidir (18).

Firmaların büyük bir kısmında, birden fazla tahmine gerek vardır. Bunları zaman sürelerine göre şu şekilde ayırmak uygundur :

1 - Uzun Vade Tahminleri : İşletmenin büyümesi, yeni makina ve donanım için gerekli sermaye yatırımını planlamak için yapılır. Beş veya daha fazla yıllık olabilir.

2 - Orta Vade Tahminleri : Mevsimlik veya devresel üretimi hesaba katarak çok kullanılan malzemelerin sağlanmasını planlamak için yapılır. Bir veya iki yıllık olabilir.

3 - Kısa Vade Tahminleri : İşgücü seviyesini hesaba katarak, satın alma veya imalat için uygun sipariş miktar ve zamanlarını tespit etmek ve uygun üretim kapasitesini planlamak için yapılır. Üç aydan altı aya kadar bir süreyi kapsar.

4 - Yakın Gelecek Tahminleri : Montaj programları ve üretilen mamullerin stoklara teslimi için yapılır. Haftalık veya günlük olarak yapılır.

Uzun vade tahminleri üst düzey yöneticileri tarafından yapılır. Daha kısa vadeli tahminlerde genellikle daha büyük duyarlık aranır (19).

Yeterli kapasite, ortalama talep seviyesini ve bundan sapmaları karşılayabilen kapasite olarak tanımlanabilir.

Kapasite planlaması birbirine bağımlı iki planlama aşamasından oluşur. Bunlar, ortalama üretim seviyesinin belirlenmesi ve bu seviyeden sapmaları gerektiren durumların karşılanabilmesi için yapılan ayarlama planlamalarıdır. Genelde, kapasite planlaması şu çalışmaları içerir :

- Mevcut kapasitenin tanımı,
- Uzun dönemli kapasite ihtiyacı tahminleri,
- Kapasite ayarlama yöntemlerinin belirlenmesi,
- Kapasite ayarlama yöntemlerinin finansman, ekonomik ve teknolojik yönden değerlendirilmesi,
- En uygun kapasite ayarlama yönteminin seçimi (17).

Kapasite planlama işlemi aşağıdaki gibi özetlenebilir (16) :

1. Teknolojide oluşabilecek etkiyi, rekabeti, ve diğer olayları göz önünde bulundurarak gelecekteki talebi tahmin etmek,
2. Tahminleri fiziksel kapasite ihtiyaçlarına çevirmek,
3. İhtiyaçlarla ilişkili olarak alternatif kapasite planları oluşturmak,
4. Alternatif planların ekonomik etkilerini analiz etmek,
5. Riskleri ve alternatif planların stratejik etkilerini tanımlamak,
6. Gerçekleştirilecek plana karar vermek.

Kapasite planlamanın kendisi, üretim yönetimi hiyerarşisi içerisinde farklı ölçülerde kişilere göre farklı anlamlara sahiptir. Üretim müdürü; fabrika içerisindeki tüm faktörlerin toplam kapasitesi ile ilgilenir, tesis müdürü; kişisel tesisin kapasitesi ile ilgilenir ve birinci derece müfettişler de bölüm düzeyinde işgücü ve donanım karışımının kapasitesi ile ilgilenir. Böylece, “Kapasite Müdürü” ünvanına sahip bir kişi yokken, kapasitenin etkili kullanımıyla ilgili birçok idari pozisyon görevlendirilmiştir (4).

1.6.2. Kapasite Planlamanın Zaman Boyutu

Talep değişkenliğini karşılayacak şekilde hazırlanan üretim planını tamamlayan kapasite planlamanın niteliği, planlama döneminin uzunluğuna bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Kapasite planlamanın düzeyleri, uzun zaman periyotlarına yönelik geniş kapasite toplamlarından, saatlik veya daha kısa bir zaman dilimine yönelik ayrıntılı makine çizelgelemeye kadar geniş bir aralığı kapsamaktadır (20).

Kapasite planlamasında, genel olarak üç planlama dönemi uzunluğu sözkonusudur :

Uzun vadeli kapasite planlama, 1 yıldan daha uzun bir süreyi kapsar. Binalar, teçhizat veya olanaklar gibi verimli kaynakların elde edilmesi uzun zaman alır. Uzun vadeli kapasite planlaması, tepe yönetiminin onayını ve katılımını gerektirir.

Orta vadeli kapasite planlama, sonraki 6 aydan 18 aya kadar süre için yapılan aylık veya 3 aylık planlardır. Burada kapasite; kiralama, işçilerin geçici olarak işten çıkarılması, yeni aletler, daha küçük teçhizatın satın alınması ve fason üretim yaptırılması gibi alternatifler tarafından değiştirilebilir.

Kısa vadeli kapasite planlaması, 1 aydan daha kısa bir süre için yapılır. Günlük ve haftalık programlama işlemine bağlıdır ve planlanan çıktı ile gerçek çıktı arasındaki uyumsuzluktan kurtulmak için yapılan ayarlamaları içerir. Fazla mesai, personel transferleri, alternatif üretim yolları gibi seçenekleri içine alır (4).

Tablo 2 'de kapasite planlamasının üç zaman düzeyi, kullandıkları malzeme planı ve yapılabilecek kapasite değiştirme yaklaşımları gösterilmiştir (21).

Tablo 2. Kapasite planlamasının düzeyleri ve yapılabilecek düzenlemeler

Planlama Düzeyleri	Zaman Boyutu	Kullanılan Malzeme Planı	Yapılabilecek Değişiklik Seçenekleri
Kaynak Planlaması	Uzun dönem	Üretim planı	Arazi, tesis, ekipman, işgücü
Taslak Kapasite Planlaması	Orta - uzun dönem	Ana üretim programı (MPS)	İşgücü, rotalama, yapma veya satınalma, taşeron kullanımı
Kapasite İhtiyaç Planlaması (CRP)	Kısa - orta dönem	Malzeme ihtiyaç planlaması (MRP)	İşgücü, rotalama, fazla mesai, taşeron kullanımı

1.6.2.1. Kaynak Planlaması

Kaynak Planlaması veya Kaynak İhtiyaç Planlaması (Resource Requirement Planning); üretim planının gerçekleşmesi için, temel kaynaklara genel olarak ne ölçüde ihtiyaç duyulduğunu belirler. Ürün grupları düzeyinde kaynak profilleri elde edilerek temel kaynakların ne kadar kullanılacağı belirlenir. Kaynak profilleri (kapasite listeleri, yük profilleri, kapasite planlama faktörleri, zamana bağlı kapasite listeleri, kaynak veya işgücü listeleri) aşağıdaki üç tür bilgiyi içermektedir :

- i. Kullanılacak kaynağın türü,
- ii. Her ürün grubunun kapasite kullanma ölçüsü,
- iii. Kaynakların ne zaman kullanılacağına ilişkin zaman kestirimleri.

Kaynak planı, tüm kapasite planlama faaliyetlerinden görece olarak daha az ayrıntıya ve en uzun planlama ufkuyla sahiptir. Kaynak planı, en az üretim planları kadar uzun vadeli (örneğin 5 yıllık) yapılmaktadır. Zaman dilimleri aylık veya dört aylıktır ve bu dönemler arasında gözden geçirilirler. Gereksinim duyulan kapasite için hazırlanan projeler genellikle bir birim için veya tesisin tümü içindir.

Kaynak planlamasının asıl amacı; uzun dönemdeki kapasite değişikliklerinde, tesisin genişleyen kısımlarında, özel amaçlı makine veya aletlerin geliştirilmesinde ya da büyük miktarda işgücü değişikliği planlamalarında bir temel oluşturmaktır. Başka bir ifade ile, işletmelerin kısa vadede temini olanaksız olan kaynakların niteliklerinin ve miktarlarının saptanması ve bunların zaman ekseninde temininin planlanmasını sağlamaktır (22).

1.6.2.2. Taslak Kapasite Planlaması

Taslak Kapasite Planlaması (Rough Cut Capacity Planning - RCCP), ana üretim programını gerçekleştirmek için kapasite problemlerinin kestirilmesi ve gerekli kapasite düzeyinin belirlenmesinde kullanılmaktadır.

Ana üretim programının iş yüklerine dönüştürülmüş biçimi olarak düşünülebilen taslak kapasite planlamasında; çizelgelenen her ürün için gereksinim duyulan kapasite düzeyleri, kaynak planlamasına benzer şekilde ancak daha ayrıntılı olarak belirlenir. Böylece ana üretim programının genel ölçülerle gerçekçi olması sağlanabilir. Eğer bu sağlanamazsa, yönetimin mevcut faaliyetleri aksatmadan ana üretim programını değiştirmek için gerekli ön süresi vardır.

Planlama ufku ana üretim programı ile aynı ve genellikle 1 - 3 yıllıktır. Zaman dilimleri ve gözden geçirme süreleri ise, genellikle haftalık ve aylıktır. Yükleme (loading), iş istasyonlarındaki adam ve/veya makine saatlerine göre yapılmaktadır.

Taslak kapasite planlaması, kapasite ihtiyaç planlamasına göre daha az ayrıntılı bilgileri ve daha basit kapasite planlaması tekniklerini kullanmaktadır. Genel olarak, zamana bağlı malzeme ihtiyaç planlaması (MRP) ve rota bilgileri yerine, basit planlama faktörleri veya kapasite listelerinin kullanımını içerir. Söz konusu bu basit süreçler, daha az ayrıntıya rağmen, tesisin kapasitesinin yeterli olup olmadığını oldukça hızlı değerlendirme imkanı sunmaktadır (23).

1.6.2.3. Kapasite İhtiyaç Planlaması

Kapasite İhtiyaç Planlaması, bir işletmenin ana üretim programı ile üretim kapasitesi arasındaki uyumu sağlamaya yönelik çalışmaları içermektedir. Biçimsel bir toplu planlama modeli değildir. Bununla birlikte, toplu planlama hedeflerine ulaşmada faydalı bir araçtır.

Malzeme ihtiyaç planlaması (MRP), kapasite ihtiyaç planlamasını mümkün kılan bir araçtır. Kapasite ihtiyaç planlaması, üretim oranları ve işgücü büyüklüklerini tavsiye edecek kesin eşitliklere sahip değildir. Daha doğrusu kapasite ihtiyaç planlaması, bir planlamacının, özel bir ürün grubunun belirli bir üretim düzeyine ulaşmak için işgücünde veya diğer bir yerde hangi değişikliklerin yapılması gerektiğini görmesini sağlayacak bir alettir.

Kapasite ihtiyaç planlaması, her ürün için detaylı bilgi ile çalışır. İşin aslına inen bir yaklaşımdır. Bir işletmenin yapmayı planladığı tüm bireysel ürünlerin veya parçaların neden olduğu tüm iş yüklerini toplayarak kabaca iş yükünü tahmin eder (24).

Kapasite ihtiyaç planlaması (CRP), ana üretim programı doğrultusunda hazırlanan malzeme ihtiyaç planının uygulanabilmesi için gerekli işgücü ve donanım kaynaklarını saptayarak, kısa ve orta dönemde darboğaz kaynaklarının neler olduğunu zaman eksenine göre belirlemektedir.

Kapasite ihtiyaç planlaması;

- Yeni tesis ve imalat sistemlerinin veya tevsi çalışmalarının tasarımları,
- Mevcut kapasitenin yeni bir işi alabilmek için yeterli olup olmadığının kontrolü,
- Mevcut ya da planlanan tesislerin yararlanılma düzeylerinin incelenebilmesi,
- Farklı rotaların ve öncelik kurallarının değerlendirilebilmesi,
- Süreç içinde işlem gören parçaların ve atıl kalan tesislerin belirlenmesi

konularında gerekli desteği sağlayabilmektedir (25).

1.7. İşletme Kapasitesi Seçimi

Bir işletme kurulurken amaç, optimum kapasiteli projeyi seçmektir. Ancak kapasite seçiminde yalnızca düşük maliyetin gözönünde tutulması yeterli değildir. Bunun yanısıra aşağıdaki faktörler de dikkate alınmalıdır :

1.7.1. Talep Hacmi

Bazen işletmelerin talep hacimlerini karşılayabilmeleri için optimum kapasitenin altında kurulmaları gerekebilir. Ancak, bu durumda sadece fabrikanın işletmeye açıldığı gündeki talep hacmini gözönünde tutmak doğru değildir (26).

Talep, kapasite hesaplarında gözönünde tutulması gereken bir dış faktördür. Kapasite analizlerinde sadece iç faktörlerin gözönüne alınması, kapasiteyi dar bir kapsam içinde bırakır.

Talep seviyesine göre kapasite kavramı 3 bölümde belirlenir. Bunlar :

a -) Talep Seviyesi Kapasiteyi Sınırlamamaktadır : Talep, üretim kapasitesini sınırlamıyorsa maksimum seviyede bir kapasite seçimi mümkündür. Yatırımcı, faaliyet göstereceği sektörün özelliklerine göre serbestçe optimal kapasite tespitine gidebilecektir. Kapasitenin sınırlanmaması, işletme için belirli avantajlar sağlamaktadır.

b-) Talep En Düşük Kapasiteye İmkan Vermektedir : Talebin en düşük ekonomik kapasiteye yakın seviyede bulunması halinde kapasite iki karar alternatifine göre tespit edilecektir. Birincisi; kapasite, talep seviyesine uygun olarak minimum ekonomik kapasitede tespit edilecektir. Ancak talebin zaman zaman minimum kapasiteyi aşması veya talebin fonksiyonu bulunduğu faktörlerin değişmesi (gelir, nüfus, fiyat vs.) sonucu, kapasite gelişen talebi karşılayamayacaktır. İşletme, dinamik talep bünyesine uygun kısa ve uzun vadeli tedbirlere başvurma gereğini duyacaktır.

Kısa sürede kapasitenin artan talebe uyumu döner varlıklar seviyesinde alınacak belirli tedbirlerle mümkün olmaktadır. Bunun için daha fazla işgücü, hammadde ve enerji kullanılarak kısa sürede üretim hacmi artırılabilir, kısa sürede temel sabit yatırımlara gidemez.

Uzun sürede teşebbüs, üretim kapasitesini mevcut şartlara göre dilediği büyüklükte seçebilir. Zira uzun süre; önceden kurulan tesisin ekonomik ve teknik ömrünün sona erdiği, yenileme ve genişleme şartlarının mevcut olduğu süreyi kapsamaktadır. Esasen kapasite, uzun süreli bir seçim tekniğini gerektirmektedir.

Görülüyor ki, teşebbüs, minimum ekonomik seviyede bir kapasite ile kurulduğu takdirde artan talebi kısa vadeli tedbirlerle ancak karşılayabilmektedir. Bu süre içerisinde temel yatırımlara gidememektedir.

Sonuç olarak denebilir ki, talebin en düşük seviyede bir kapasite seçimine imkan verdiği şartlarda işletme büyüklüğü, faaliyet konusunun özelliği göz önüne alınarak seçilmelidir.

c-) Talebin En Düşük Ekonomik Kapasite Altında Olması : Talep seviyesi, kurulacak en küçük ekonomik üretim kapasitesi altında olduğu takdirde yatırımdan vazgeçilir. Ancak, küçük imalathaneler gibi kuruluşlarla talep karşılanır.

Bütün bunlara rağmen bölgenin gelecekteki talep potansiyelinin ve talebin bağlı bulunduğu değişkenlerin gözönüne alınması gerekir (27).

1.7.2. Kuruluş Yeri

Kapasite analizlerinde kavranması gereken faktörlerden birisi de kuruluş yeridir. Kuruluş yerinin işletme büyüklüğüne etkisi iki biçimde özetlenebilir :

a-) Kuruluş Yerinin Maliyetleri : Kuruluş yerinin seçiminde kapasite büyüklüğü dikkate alınmalıdır. Çünkü, üretilen ürünler kapasite büyüklüğüne göre pazarlama giderlerini oluşturacaktır. Büyük kapasiteli kuruluşlarda piyasanın coğrafik dağılışı geniş olabileceğinden ulaştırma ve diğer sürüm maliyetleri artacaktır. Teşebbüs bu maliyetlerle büyüklüğün sağlayacağı faydaları mukayese ederek büyüklük konusunda bir karara varmalıdır.

b-) Kuruluş Yerinin Sınırlılığı : Kapasite büyüklüğünü, kuruluş yerinin sınırlılığı da etkilemektedir. Kapasite analiz ve tespitlerinde bu faktörün özellikle gözönüne alınması zorunludur. Örneğin bir şeker fabrikasının kapasitesi, kuruluş yerinin bulunduğu bölgenin şeker pancarı üretme potansiyeline bağlıdır (27).

1.7.3. Finansman

Finansman kaynakları, asgari ekonomik kapasitede bir işletme sermaye ihtiyacını karşılayacak düzeyde değilse, projenin gerçekleştirilemeyeceği açıktır. Ancak, mali imkanlar, çeşitli büyüklükler arasında seçim yapmaya imkan verir ise de başlangıç için optimum kapasite sözkonusu olabilir.

Zaman zaman girişimcinin sağlayacağı para ve kendisine tahsis olunacak döviz, kurulacak olan fabrikanın optimum kapasiteden aşağı olmasına neden olabilir. Ancak ihracata yönelik işletmelerde böyle bir durumla karşılaşılmalıdır (26).

1.7.4. Teknik Olanaklar

İşletmenin kapasite seçimini etkileyen unsurlardan birisi de teknik olanaklar ya da teknolojilerdir. Yeterli teknoloji olmaksızın kapasite büyüklüğünü saptamak imkansızdır. Kapasite analizlerinde teknolojik özellikler iki açıdan ele alınmalıdır. Birinci durumda, kapasite büyüklüğünün belirli bir düzeyin altında saptanmasını teknoloji sınırlamaktadır. Bu kapasite düzeyinin altında üretim yapılması, maliyet yüksekliği nedeniyle üretimde bulunmayı gereksiz hale getirmektedir. İkinci durumda ise, otomasyon ve makineleşmiş üretim sistemine uygun yatırım malları üretiminde bulunan işletmeler, belirli bir kapasitenin altında üretim yapacak makina ve araç-gereçleri imal etmediklerinden teknolojik faktör, kapasiteyi sınırlamaktadır (6).

1.7.5. Karlılık

Projenin, üretime başlamadan tam kapasiteye ulaşıncaya kadar geçecek süredeki kapasite kullanım oranlarının ne olacağı, kapasite tespitinde önemli bir konudur (26).

1.7.6. Tevsii

Yine kapasite seçiminde dikkate alınacak diğer bir nokta da gelecekteki tevsii imkanlarıdır (26).

1.7.7. Giderler ve Dağıtım Mekanizması

Piyasanın coğrafi dağılımı, üretilecek mamulün dağıtım imkanları ve her türlü giderlerin proje kapasitesinin tayininde önemli rolü vardır (26).

1.7.8. Diğer Faktörler

Hammadde, yardımcı maddeler, teknik personelin tedarik imkanı vb. faktörler de projenin büyüklüğünü sınırlayan önemli etkenler olabilir (26).

1.8. En Uygun Kapasite Büyüklüğü

En uygun işletme büyüklüğü, tüm sektör tarafından hedef olarak kabul edilen bir norm, ideal bir büyüklüktür. Oysa ki işletme ekonomisinde kullanılacak en uygun büyüklük, gerçekleştirilmesi olası olan bir işletme büyüklüğü olarak tanımlanmalıdır. En uygun kavramı, olası seçenekler içinde en iyisini ifade etmelidir. En iyi veya en uygun seçeneğin belirlenmesinde karşılaştırılan seçenekler için ortak bir değerlendirme kriteri saptanmalıdır. Bu da işletmenin formal amacı olacaktır.

Birim ürün üretim maliyetlerinin en küçüklendiği üretim kapasitesi büyüklüğü, teknik en uygun işletme büyüklüğü kavramı ile ifade edilen ve teknik bakımdan belirlenen özgün en uygun işletme büyüklüğüdür. Bu işletme büyüklüğünün piyasa, finansman gibi ekonomik etmenler tarafından sınırlandırıldığı ve kapitalist işletmelerde hakim olan kar maksimizasyonuna

göre belirlendiği üretim kapasitesi büyüklüğü ise, ekonomik bakımdan en uygun işletme büyüklüğü olarak tanımlanır (28).

1.9. Kapasite İhtiyaçlarının Hesaplanması

Herhangi bir üretim sistemine ilişkin kapasite hesaplanmasında, genellikle makina ve insangücü kapasiteleri ayrı ayrı hesaplanır. Sermaye-yoğun işletmelerde makina kapasitesi ön plandadır. Öte yandan, emek-yoğun işletmelerde ise, insangücü kapasitesi ön plana geçmektedir (6). Esasında, belirli bir zaman periyodunda gerekli olan kapasitenin ne kadar birim olduğunun (örneğin işçi saati, veya makinalar) belirlenmesi, bir kaynak biriminin kapasitesine ilişkin talep oranı alınarak yapılır (4).

1.9.1. Makine Kapasitesi

Buraya kadar kapasiteden genel anlamda sözedildi. Ancak, sonuçta üretim kapasitesi bireysel makine düzeyine kadar iner. İş yükünün makine kapasitesinden daha büyük olduğu anlaşıldığı zaman, iki ya da daha çok makine kullanmak zorunda kalınır. Yürümekte olan günlük işlerde, buraya ya da şuraya bir makine koyulduğunda, herhangi bir sorun çıkmaz. Ancak, büyük ölçüde yeni işler tezgahlandığında, bütün bir hattın her bir makinasından ne kadarına gereksinim olduğunu hesaplanır (29).

Bir makina kapasitesinin planlanmasına, bir işlem için harcanması gereken zamanın saptanması ile başlanır. Bunun için, önce işlemin çıplak süresi hesaplanır. Daha sonra aksama, duraklama vb. ek süreler bu çıplak süreye eklenerek normal işlem süresi hesaplanır. Üretilmesi istenen miktar normal süreye bölünürse, makina-saat cinsinden gerekli kapasite ve buradan da makina sayısı hesaplanır. Örneğin üç vardiya ile günde 24 saat, ayda 30 gün çalışıyor ise;

$$24 * 30 = 720 \text{ saat / ay}$$

elverişli kapasite var demektir. Bu kapasite yalnızca 1 adet makinaya aittir. Öte yandan, aynı makina günde 9 saat ve ayda 30 gün çalışıyorsa, elverişli makina kapasitesi ;

$$9 * 30 = 270 \text{ saat / ay}$$

olmaktadır. Bu durumda, aynı işi görebilmek için $720 / 270 = 2.6$ adet makinaya ihtiyaç vardır. Böylece makina kapasitesinin planlanmasında çalışılan vardiya sayısı, kullanılacak makina sayısının az ya da çok olması sonucunu doğurmaktadır (6).

Matematiksel bir biçimde, aşağıdaki eşitlikler, bir miktar talebi karşılamak için gerekli kaynak birimlerini ve saatleri ifade etmektedir. Eşitliklerde içerilenler, verimlilik ve randıman gibi faktörlerdir. İlk eşitlik, standart kaynak saatlerini, ikinci eşitlik gerçek kaynak saatlerini ve üçüncüsü de kaynak birimlerinin miktarını hesaplar.

Herbiri N_i içeren ürünlerden farklı X ' in talebini karşılamak için gereken standart saatlerin toplam miktarı, her birimi ayarlamak ve üretmek için gereken zamana ve her grubu ayarlamak için gerekli zamana eşittir.

$$H_{std} = \sum_{i=1}^x [O_i (T_i + S_i) + B_i N_i] \quad [1]$$

Burada

- H_{std} = talebi karşılamak için gerekli standart saatlerin toplamı
- O_i = gerekli X çıktı birimlerinin sayısı
- T_i = X 'in birim başına standart işletim zamanı
- S_i = X çıktısının birim başına standart ayarlanması zamanı
- B_i = X 'in bir yığınının ayarlanması için standart zaman
- N_i = gerekli X 'in yığın miktarı
- X = ürün sayısı, örneğin ürün 1 , ürün 2 ,

Gerekli olan gerçek kaynak saatleri, etkinlik ve verimlilik için ayarlanmış olan standart kaynak saatleridir veya,

$$H_{act} = \frac{H_{std}}{E_o P_w E_m} \quad [2]$$

Burada,

- H_{act} = gerekli gerçek kaynak saatleri
 E_o = organizasyonel randıman
 P_w = operatör verimliliği
 E_m = makine randımanı, bakım faktörü veya arıza faktörü

Gerekli kaynağın birim sayısı (makinalar, teçhizat veya işçiler), gerekli gerçek kaynak saatlerinin, kaynağın birimi başına kullanılan saatlerin miktarına bölümüne eşittir.

$$N_r = \frac{H_{act}}{H_{avail}} \quad [3]$$

Burada,

- N_r = gerekli kaynak biriminin sayısı (teçhizat, makinalar, veya işçiler)
 H_{avail} = zaman aralığında kaynağın birim başına kullandığı saatlerin miktarı

Örnek :

Bir şirket, bir ürün için 200 birimlik bir talebe sahiptir. Ayda 22 işgünü vardır. Birim başına standart işletim zamanı 8 saat ve her birimin ayarlanması için yarım saat sürmektedir. 200 birim, 10 grupta işleme tabi tutulacaktır. Her grubun sonunda, bir sonraki grup çalışmaya başlamadan önce makine yeniden ayarlanmalıdır; bu düzenleme zamanı 4 saat sürmektedir. Organizasyonel randıman % 95 tahmin edilmekte ve makinalar % 90 randımanla çalışmaktadır. Yani, makinalar tavsiye edilen hızda çalışırken, günde 48 dakikalık bir bakım gecikmesi ile karşı karşıya kalmaktadır. Makinalar günde 8 saat çalıştırılacaktır ve makine operatörleri standart oranda çalışmaktadırlar (1.00)

Aylık talebi karşılamak için kaç adet makine gereklidir ?

$$H_{std} = \sum_{i=1}^x [O_i (T_i + S_i) + B_i N_i]$$

Burada sadece 1 ürün vardır, bu yüzden $x = 1$ alınır ve,

$$H_{std} = 200 (8 + 0.5) + 4(10) = 1,740 \text{ standart saat}$$

$$H_{act} = \frac{H_{std}}{E_o P_w E_m} = \frac{1740}{.95(1.0).90} = 2,035.1 \text{ gerçek saat}$$

$$N_r = \frac{H_{act}}{H_{avail}} = \frac{2035.1}{22(8)} = 11.56 \text{ makine}$$

Bu sayının biraz atıl zaman ile 12 makineya veya operatörün biraz fazla mesaisi ile 11 makineya yuvarlatılması, herbirinin maliyeti temeline dayanan bir karardır. Eğer 12. makineyi zorunlu kılan masraflar (amortisman masrafları, bakım-onarım, fazla mesai vb.) fazla mesai masraflarından (veya operatörlerin ve makinaların daha hızlı çalışması için yapılan masraflar) daha az ise, 12. makine kullanılmalıdır (4).

1.9.2. İnsangücü Kapasitesi

Emek-yoğun sanayi işletmelerinde insangücü kapasitesi ön plana geçer. Kapasite planlaması yapılırken, diğer üretim faktörleri emeğe göre düzenlenir. Tüm çalışmalar insangücü kapasitesinden en yüksek düzeyde yararlanabilecek biçimde tasarlanır.

İnsangücü planlamasında göz önünde bulundurulacak belli başlı faktörler; talep, stok politikası, makina kapasitesi, yasal kısıtlamalar, personel politikası ve zaman standartlarıdır. Bu faktörlerden en önemlisi taleptir. İnsangücü planlaması, talep esas alınarak yapılır. Diğer faktörler talebe göre düzenlenir. İnsangücü kapasitesi hesaplanırken ölçüm birimi olarak işçi sayısı, adam-saat, eşdeğer mamul miktarı ya da bir başka kriter esas alınabilir. Kapasitenin işçi sayısı ya da adam-saat cinsinden ifade edilmesi arasında fark yoktur. Fakat eşdeğer mamul miktarında değişik bir hesaplama yapılır. Örneğin bir sanayi işletmesinde A, B ve C olmak üzere üç değişik mamul üretilmektedir. Bu mamullerin herbirinden bir birim üretebilmek için sırasıyla 25, 20 ve 30 saat harcamak gerekmektedir. Mamullere ilişkin talep ise, sırasıyla 400, 200 ve 600 birim olarak tahmin edilmektedir. Eşdeğer mamul miktarını hesaplayabilmek için birim imalat süreleri, en küçük birim imalat süresine

bölünerek ; 1.25, 1.00 ve 1.50 değerleri bulunur. Bu değerler talep miktarları ile çarpılırsa :

$$400 (1.25 + 200(1.00) + 600(1.50) = 1600 \text{ birim olarak üretim düzeyi}$$

hesaplanır. Başka bir deyişle, B mamulü cinsinden 1600 birim imal etmeye yetecek düzeyde insangücüne ihtiyaç vardır. Bu durumda kapasite,

$$1600 (20) = 32000 \text{ saat olmaktadır.}$$

İnsangücü kapasitesi hesaplanırken stoklar, fazla çalıştırma, yeniden işe alma ve işten çıkarma, vardiya sayısı vb. faktörler birlikte ve aynı anda gözönünde bulundurulmalıdır. En uygun işgücü düzeyinin saptanmasında, bu faktörlerin uygun oranlarla bir araya getirilmesi gerekir (6).

Ayrıca, çok değişik şekillerde ortaya çıkan boş zaman işçiliklerinin de devamlı olarak takip edilmesi, işletme yönetimi açısından önem arzeder. Sanayi işletmelerinde üretim her zaman planlanan şekilde gerçekleştirilemez. Önceden tahmin edilmeyen ve elde olmayan sebeplerle, üretim zaman zaman durabilir.

Bir sanayi işletmesinde boş zamanı doğuran faktörleri aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür :

1. Aşırı istihdam,
2. Mevsimlik ve konjonktürel dalgalanmalar,
3. Geçmişte iyimser satış ve üretim tahminlerinin yapılmış olması,
4. Gelecek hakkında iyimser beklentiler,
5. Ekonomik krizler (talebin düşmesi),
6. Önceki dönemlerdeki aşırı stokların eritilmesi amacıyla üretimin kısılması,
7. Hammadde yetersizliği,
8. Makine arızaları,
9. Nitelikli işçilik yokluğu,

10. Revizyon,
11. İmalat akışında aksamalar,
12. Enerji darboğazı (elektrik kesilmeleri),
13. Grev ve lokavt,
14. Zorlayıcı sebepler (yangın, kaza, deprem gibi).

Yukarıda sayılanların yanısıra ;

1. Sipariş eksikliği,
2. Yardımcı hizmetler eksikliği,
3. Alet eksikliği,
4. İş tanımındaki ve talimatlardaki eksiklik,
5. Bozuk hammadde ve malzeme,
6. Üretimde çalışma kapasitesine ulaşamaması

sebebiyle de boş zaman işçilikleri ortaya çıkmaktadır (30).

1.10. Kapasite Yönetimi ve Kapasite Planlama Teknikleri

APICS (American Production and Inventory Control Society) kapasite yönetimini; üretim programlarının uygulanmasını mümkün kılmak için yapılan, kapasitenin planlama, kurma, ölçme, denetleme ve ayarlama derecelerinin fonksiyonu olarak tanımlar. Kapasite planlama, planlanmış olan iş miktarının, ve daha sonra da bu işi başarmak için gerekli insan, makine ve fiziksel kaynakların ölçülmesi işlemidir. Kapasite kontrolü, kapasite planlarının gerçekleştirilmesini garantilemek için hem iş girdisi hem de üretim çıktısını denemeyi ve eğer girdi ile çıktıda önemli değişiklikler varsa düzeltici tedbirler almayı içerir (31).

İyi bir kapasite yönetimi; ürünün, müşterinin talep ettiği yer ve zamanda elde edilmesini mümkün kılar. Çünkü üretim süreci, hammaddeden bileşik parçalara, alt montajlara, bitmiş mallara doğru birçok aşamaya uzar ve bu aşamalardan herhangi birindeki bir gecikme, gerektiğinde ürünün elde edilememesi anlamına gelebilir. Eğer üretim süreci ürünün akmak zorunda olduğu bir boru serisi olarak düşünülürse, bu boru hattı boyunca

serbest harekete engel olacak herhangi bir durum bir darboğaza yol açar ve ürünün elde edilmesinde gecikmeye neden olur. Bu yüzden kapasite yönetiminin önemli bir yönü, mevcut ve potansiyel darboğazların kontrolüdür (20).

Talep ile ilgili belirsizlikleri karşılayabilmek için iki temel kapasite yönetimi stratejisi vardır. Bu stratejiler şunlardır :

1.10.1. Kapasite Ayarlamaları İçin Esneklik Sağlanması

Üretim kapasitesi belirli limitler içerisinde değiştirilebilir. Kapasite artışları, kaynakların daha iyi kullanımıyla sağlanabilir. Bu ise üretim birimleri arasında kaynak transferleriyle ya da bu kaynakların en iyi şekilde kullanımını sağlamakla elde edilebilir. Geçici kapasite azaltma ise, yine kullanılmayan üretim kaynaklarının birimler arası transferleri ile sağlanabilir. Kapasite ayarlamaları şu yöntemlerle yapılabilir :

- *Fason imalat yoluyla* : Üretimin bir kısmının firma dışında yaptırılması, darboğaz teşkil eden işlemler için sözkonusudur. Bu şekilde diğer tezgah, insangücü gibi kaynakların kullanım oranları ve dolayısıyla üretim seviyeleri artırılabilir. Bunun yanısıra, fason imalat miktarı, yatırım-kapasite oranını etkiler. Bu yüzden "yap" ya da "satın al" kararlarının sürekli olarak gözden geçirilip yenilenmeleri gerekir.

- *Çalışma saatlerindeki değişikliklerle kapasite ayarlamaları yapılabilir.* Örneğin çalışma saatleri, vardiya ve fazla mesai uygulamalarındaki değişiklikler, kapasite ayarlamasında yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir. Ancak, herhangi bir sistemden uygun vardiya sayısının tespiti, sanıldığı kadar kolay bir konu değildir. Bir yerine iki vardiya ile çalışmaya başlandığında yatırım maliyetlerinin yarı yarıya azalacağını düşünmek hatalı olacaktır. İlave vardiyalar ve fazla mesai kararları, birtakım yeni maliyet öğelerini ortaya çıkaracaktır. Bunlar, ikinci vardiya işçilerine ödenen fazla mesai primleri ve gece vardiyaları ile fazla mesai çalışmalarında artan fire oranlarının maliyetleridir. Bu nedenle ilave vardiya kararları alınırken, endüstrinin özellikleri göz önünde tutularak ekonomik bir analiz yapılması gerekir. Genel olarak işçi başına yatırım oranının yüksek olduğu demir-çelik,

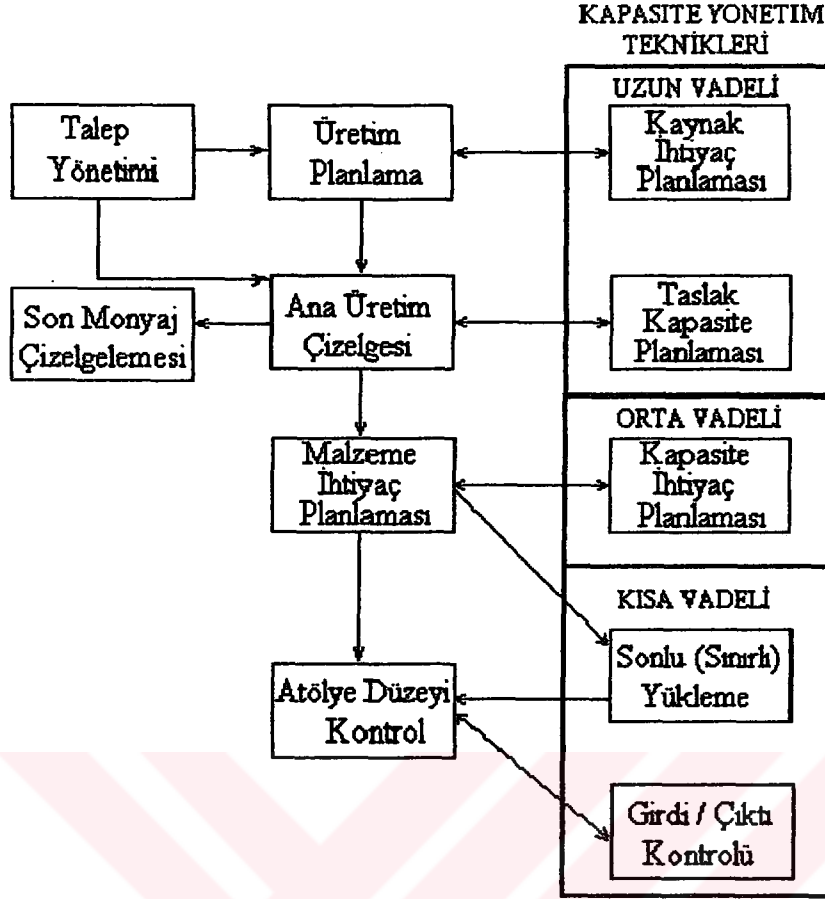
kimya, petro-kimya gibi sanayi kollarında ilave vardiyalar daha ekonomik olmaktadır. Buna karşılık işçi başına yatırım oranının düşük olduğu işletmelerde ödenen fazla mesai primleri, genellikle yatırımdan sağlanan tasarrufu karşılamamakta, hatta ilave maliyetler getirmektedir.

1.10.2. Kapasite Ayarlama Nedenlerini Azaltmak veya Ortadan Kaldırmak

Bazı durumlarda geçici kapasite ayarlamalarının yapılması çok zor yada imkansız olabilir. Özellikle, çok sayıda ve çok çeşitli üretim kaynakları kullanan üretim sistemlerinde, kesintisiz çalışan proses tipi üretim sistemlerinde ve kalifiye işgücü ve özel tezgahların kullanıldığı üretim sistemlerinde kapasite ayarlamaları pek tercih edilmez.

Ürünün stoklanabildiği sistemlerde üretimin stoklanması, talepteki oynamalara karşı kullanılan yaygın bir yöntemdir. Bu yöntemle, kaynakların kullanım oranları belli bir seviyenin üzerinde tutulabilir ve aynı zamanda da talep artışları karşılanabilir (17).

Kapasite planlama fonksiyonu, üretim planlama ile ilişkilidir. Bu iki planlama fonksiyonu arasındaki ilişkiye çok uzun vadeden kısa vadeye kadar zaman serisi üzerinde bakmak faydalıdır.



Şekil 2. Kapasite yönetimine genel bir bakış (32).

1.10.3. Uzun Vadeli Kapasite Planlama Teknikleri

Çok uzun vadede, 1-10 yıl arasında diyebiliriz, üretim planlama; gerekli alan, olanaklar, ekipmanlar ve yetişmiş insangücünün kullanılabilmesi için gerekli kaynakları hesaba katmalıdır. Çok uzun vadeli planlama, “Kaynak İhtiyaç Planlaması” olarak bilinir.

Ana üretim programı, taslak kapasite planlaması için birincil bilgi kaynağıdır. Özel bir üretim planının kapasite ihtiyaçları; genel planlama faktörlerini kullanan kapasite planlaması, kapasite listeleri veya kaynak profilleri gibi tekniklerle tahmin edilebilir. Bu teknikler, ana üretim programının etkin bir şekilde çalışmasını garanti altına almak için, kaynak derelerini değiştirme veya uzun vadedeki malzeme planı (1 veya 2 yıl) ile ilgili bilgi sağlarlar (32).

Genel faktörleri kullanan kapasite planlaması (Capacity Planning Using Overall Factors - CPOF) veya kapasite planlama faktörleri (Capacity Planning Factors) yaklaşımı; manuel temele dayanan ve taslak kapasite planlarına göre daha basit bir yaklaşımdır. Kapasite planlama faktörleri yaklaşımı, genellikle standartlardan türetilen planlama faktörlerine veya son ürünün geçmiş dönemlerdeki verilerine dayanır. Bu planlama faktörleri ana üretim programı verilerine uygulandığında, genel işgücü veya makine saati kapasite gereksinimlerini türetebilir. Bu genel tahmin, daha sonra geçmiş dönem verilerine göre iş istasyonlarına dağıtılır. CPOF planları genellikle haftalık veya aylık dönemler için uygulanırken, işletme, ana üretim programında bir değişikliğe giderse bu planlar gözden geçirilmelidir.

Kapasite faktörleri yaklaşımının ilk aşamasında ana üretim programında yer alan herbir son ürüne ait standart işgücü zamanından hareketle toplam kapasite gereksinimi hesaplanır. Daha sonra, herbir dönem için hesaplanmış olan kapasite gereksinimleri, geçmiş dönemlerde karşılaştırılan oranların kullanılmasıyla herbir iş merkezine dağıtılır.

Kapasite listeleri yaklaşımı, ana üretim programındaki herbir son ürün ile herbir iş merkezinde ihtiyaç duyulan kapasite arasında, kapasite faktörleri yaklaşımına göre daha doğrudan bir bağlantı kurulmasını sağlar. Bununla birlikte kapasite listeleri süreci, kapasite faktörleri sürecinden daha fazla veriye gereksinim duyar. Kullanılan ek veriler, malzeme listeleri (bill of material) ve rota verileridir. Ayrıca direkt işgücü yada makine zaman verileri, her program için hazır olmalıdır. Sonuç olarak kapasite listeleri süreci, ürün karmasındaki herhangi bir değişikliği işlemlerine yansıtmaktadır.

Kapasite listeleri, herbir iş istasyonunda bir son ürünün üretilmesi için gereken toplam standart zamanı belirtir. Hesaplamalar, malzeme listelerinde belirtilen kullanımlar ile, birim başına harcanan toplam zamanın çarpılmasını içerir. Herbir son ürün için kapasite listesi bir kez hazırlandıktan sonra ana üretim programı, herbir iş istasyonundaki kapasite gereksinimlerinin hesaplanması için kullanılabilir.

Kaynak profilleri (resource profile) veya başka bir ifade ile zaman boyutlu kapasite listeleri (time phased bill of capacity) süreci, üretimin standart tedarik süresi verisini

kullanarak ana üretim programını geriye doğru çizelgeleme yöntemiyle kapasite gereksinimlerini hesaplar. Ancak, kapasite listelerinde olduğu gibi, eldeki stok miktarları ve süreç içindeki değişik parçalar işleme katılmamaktadır. Bundan başka hazırlık süresi, sayısı ve parti büyüklüğünün tanımları gibi spesifik etkiler de gözönüne alınmaktadır (25).

Genel faktörleri kullanan kapasite planlama ve kapasite listeleri prosedürü, bireysel iş istasyonlarındaki projelenmiş işyükünün zaman boyutunu hesaba katmazlar. Kaynak profillerinin geliştirilmesinde üretim süresi verisi, herbir üretim tesisi için kapasite gereksinimlerinin zaman boyutlu değişimlerini belirlemek amacıyla dikkate alınmaktadır (32).

1.10.4. Orta Vadeli Kapasite Planlama Tekniği

Malzeme İhtiyaç Planlaması, hem açılmış siparişlerin, hem de planlanan siparişlerin zamanlamasını içerdiği için, kapasite ihtiyaçları veya zamanlamadaki kesinlik farkedilir. Bu kesinlik, 4-6 aylık zaman periyodunun çok önemli olmasından kaynaklanır. Ana üretim çizelgesi için gerekli kapasite ile mevcut kapasite arasındaki uyumsuzluklar, ana üretim çizelgesinin revizyon edilmesi gerektiği anlamına gelebilir. Bununla birlikte; fason üretim, fazla mesai veya alternatif rotalama vasıtasıyla kapasite ilavesi sağlamak da mümkündür. Kapasite İhtiyaç Planlaması'nın potansiyel faydaları, maliyetler ile birlikte göz önünde tutulmalıdır. Büyük çapta ölçüme dayalı uğraşlar kadar, geniş ölçüde bir veri tabanı da gereklidir (32).

1.10.5. Kısa Vadeli Kapasite Planlama Teknikleri

Planlamacılar; etkin bir işletme ve imkan planları elde etmek için, gerçekçi üretim programları geliştirmeli ve bu programları uygulamak için hangi kayıtların gerektiğini tespit etmelidirler. Kaynak gereksinimlerinin ve makine yüklerinin tahmini için, iki metot kullanılır: Sonlu ve Sonsuz Kapasite Programları.

1.10.5.1. Sonsuz Yükleme

Geleneksel bir metot olan sonsuz yükleme, yüklemenin gerçekleşmesine engel olabilecek veya yükün bir kısmının başka bir zaman periyoduyla yer değiştirmesini zorunlu kılacak kapasite sınırlamalarını hesaba katmaz. Buna ilave olarak, sonsuz kapasite programı, iş istasyonlarının birbirine olan etkilerini gözardı eder; bu ihmal ise, zamanlama ve programlama uyumsuzluklarına yol açabilir. Çünkü, sonsuz kapasite programı basit bir hesaplamayı içerir ve birçok firma da onun sebep olacağı planlama ve programlama hatalarını kabul etmeye razıdır. Bununla birlikte; yaklaşık kapasitede çalışmak, çok çeşitli ürün karışımı ile çalışmak veya mevsimlik ürünlerin üretimi; atölye düzeyi işlemlerde ciddi problemler doğurabilir (örneğin, planlanmayan fazla mesai, üretim zamanının aşılması gibi) (32).

1.10.5.2. Sonlu Yükleme

Sonlu yükleme sistemi, her iş sırası ve her iş istasyonu için daha detaylı bir program üretmek için, işin gerçek başlama ve bitiş sıralarını taklit eder. Gerçekte, planlama ufku süresinde, gerekli tüm istasyonlardaki tüm işleri yükler. Sonuç, her işlem ve her ayrı iş istasyonu için, başlama bitiş zamanlarının bir serisidir. Bu program, her iş istasyonundaki sonlu kapasite sınırları temeline dayanır.

Sonlu yükleme, iş istasyonu kapasiteleri ve planlanan diğer işlerin temeline dayanarak, her iş istasyonundaki işler için detaylı bir program kurar. Ardarda gelen öncelikli kurallar, iş istasyonu kapasitelerini veya planlanan diğer işleri hesaba katmaz. Bu sebepten dolayı öncelikli kurallar, kapasite ihtiyaç planlaması veya kaynak profilleri gibi sonlu yükleme tekniklerini temel alan kapasite planlama tekniklerini kullanır (20).

1.10.5.3. Girdi / Çıktı Kontrolü

Her kapasite planlama tekniğindeki temel hedef, mevcut malzeme planının kapsadığı kapasite gereksinimlerinin tasarlanmasını sağlamaktır. Bu sayede, mevcut kapasitedeki

kapasite ihtiyaçlarını dengelemek için uygun şekilde hareket edilebilir. Öncelikle eklenecek veya çıkarılacak kapasite veya malzeme planı ayarlamaları, sonuçta da uygulanabilir bir kapasite ile ilgili kararlar alınır. Daha sonra yapılması gereken, faaliyetlerin doğru ve yeterli olup olmadığını belirlemek için bu planı denetlemektir. Denetleme ayrıca, kapasite planlama verilerinin devam eden bir düzeltmesi için de temel sağlar. Girdi/çıkıtı kontrolü, bir iş istasyonundaki yüklemenin denetlenmesi esasıdır. Girdi/çıkıtı kontrolünde bir iş istasyonundaki işin planlanan girdi ve çıktısı, gerçek iş girdisi ve çıktısı ile karşılaştırılır.

Girdi/çıkıtı kontrolündeki kapasite verisi, genellikle saat ile ifade edilir. Girdi verisi, bir iş istasyonundaki işin, beklenen varma süresi esasına dayanır. Örneğin, bir Kapasite İhtiyaç Planlaması işlemi, tüm açılmış siparişlerin durumunu inceler, onların belirli iş istasyonlarında ne kadar zaman alacağını tahmin eder ve bu suretle, onların bir sonraki iş istasyonuna ne zaman varacağını tespit eder (20).

1.11. Kapasite Dengelemesi

1.11.1. Üretim Hattı Dengelemesi

Çeşitli cins mamul üreten bir fabrikada her mamulün toplam üretim miktarı içindeki payı her an değişebilir. Mamul kompozisyonu adı verilen karışımın değişimi, her makinaya duyulan ihtiyacın değişmesi demektir. Diğer taraftan, fabrika kurulurken ne kadar dikkatli bir planlama yapılırsa yapılsın, makinalar arasındaki hız farklarından dolayı kullanma oranları aynı olmayacaktır. Dolayısı ile birtakım makinalar yoğun bir şekilde çalışırken, diğerlerinin boş durması gibi bir durum ortaya çıkacaktır. Mamul çeşidinde ve dizaynında zamanla oluşan değişmelerin, bazı makinaları işe yaramaz duruma getirirken, bazılarına duyulan ihtiyacın artması sorunu, sürekli bir yenileme programı uygulanarak çözümlenebilir.

Yenilemenin mümkün olmaması halinde, darboğaza neden olan makinaların çalışma süresini uzatmak, sık başvurulan bir çaredir. Fakat fabrika içinde, hele bir üretim hattı üzerinde, bir kısım makinaya fazla mesai uygulanması uzun vadeli bir çözüm olarak kabul

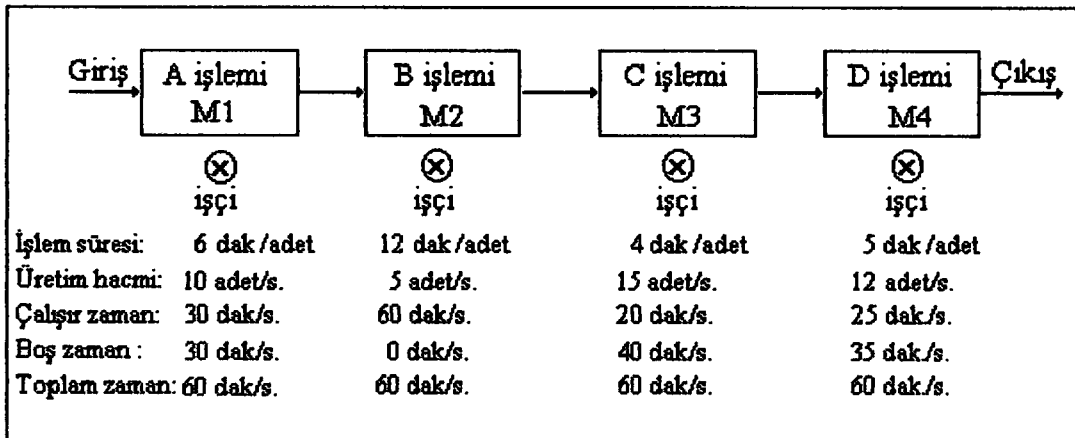
edilmelidir. Olanak sağlandığında, kapasite dengesinin yeni makinalarla sağlanması en köklü çözümdür.

Üretim hattındaki bazı makinaların kapasitelerinin herhangi bir şekilde artırılması bir darboğazı giderirken, ortaya başka darboğazların çıkmasına neden olabilir. Bu nedenle, çalışan bir fabrikada kapasite planlamasının bir dizi darboğazları giderme işlemi olduğu söylenebilir.

Bir imalat prosesinde kapasite dengelenmesini güçleştiren en önemli sınırlayıcı şart, taleptir. İstenilen üretim miktarı ile üretim sisteminin maksimum kapasitesinin aynı olması pek nadirdir. Dolayısıyla bu uyumsuzluğun doğurduğu ek maliyetlere veya boş kapasite kayıplarına katlanmak, bir açıdan zorunlu sayılmaktadır.

Talep üzerinde bir sınır bulunmaması halinde, maksimum kapasite kullanımını sağlayacak çözümler bulmak mümkündür. Aşağıdaki örnek, bir imalat hattında en yüksek verimliliği sağlayacak üretim sisteminin tayininde izlenecek yolu göstermektedir.

Örnek : Bir mamul A, B, C ve D gibi dört ardışık işlem sonunda imal edilmektedir. Prosesi oluşturan işlemlerin süreleri Şekil 3'te gösterilmiştir. İş istasyonunda M₁, M₂, M₃ ve M₄ makinalarından biri ve birer işçi çalışmaktadır.



Şekil 3. Ardışık işlemlerden oluşan bir imalat prosesinde iş istasyonlarının boş ve üretken zamanlarının hesaplanması, örnek problem

Bu verilere göre her iş istasyonunun adet/saat cinsinden üretim hacmi sırasıyla :

$$60 / 6 = 10, \quad 60 / 12 = 5, \quad 60 / 4 = 15, \quad 60 / 5 = 12$$

şeklinde hesaplanabilir. Üretim hattının kapasitesi, en yavaş işleme tabi olduğundan 5 adet / saat 'tir. Yani her istasyon saatte 5 adetten fazla üretemez. Bu durumda A istasyonu her saatte 5 adet üreterek $5 \cdot 6 = 30$ dakika çalışacak ve geri kalan 30 dakika boş kalacaktır. Diğer istasyonların çalışır ve boş kalma süreleri de benzer şekilde hesaplanarak sırası ile 60; 20; 25 ve 0; 40; 25 dak./s. bulunur. Üretim hattının verimi, bir ünite için harcanan toplam üretken zamanın toplam zamana oranından ibaret olup,

$$\eta = \frac{6+12+4+5}{4 \cdot 12} = 0.5625 \cong \% 56$$

şeklinde hesaplanır. Kapasite dengesizliği dolayısı ile kayıp $1 - 0.5625 \cong \% 44$ şeklinde hesaplanır. Talep üzerinde bir limit bulunmaması halinde en yavaş istasyona bir makina daha ilave edilerek kayıp azaltılabilir. Yeni makinanın ilavesi ile B işlemi 12 dakikadan 6 dakikaya ineceğinden sistemin üretim hacmi $60 / 6 = 10$ adet/s. ve verimliliği :

$$(6 + 6 + 6 + 4 + 5) / 5 \cdot 6 = 0.90 = \% 90$$

olur. Bu şekilde, en uzun işlem süresinin bulunduğu istasyona bir makina daha ekledikten sonra yeniden verim hesabı yapılırsa Tablo 3 'deki sonuçlar elde edilir (14).

Tablo 3. Bir üretim hattında kapasitenin yeni makinalar ekleyerek dengelenmesi ve verimliliğin artırılması, örnek problem

Makine Sayısı	Eklene Makine	M1	M2	M3	M4	En Uzun İşlem (dak.)	Üretim Hacmi (adet/s.)	Sistem Verimi (%)
4	-	6	12	4	5	12	5	56
5	M2	6	6	4	5	6	10	90
6	M1	3	6	4	5	6	10	75
7	M2	3	4	4	5	5	12	77
8	M4	3	4	4	2.5	4	15	84
9	M3	3	4	2	2.5	4	15	75
10	M2	3	3	2	2.5	3	20	90
11	M1	2	3	2	2.5	3	20	81
12	M2	2	2.4	2	2.5	2.5	24	90

1.11.2. Montaj Hattı Dengeleme

Talepte meydana gelen dalgalanmayı karşılamak için hazırlanan ana üretim programında yer alan üretim miktarlarına bağlı değişen üretim hızları, kitle tipi üretim yapan işletmelerde montaj hatlarının yeniden dengelenmesini gerektirmektedir.

Tüketici isteklerindeki değişiklikler sonucu ürün karmasının artması, montaj hatlarında daha çok ürünün üretilmesine yol açmaktadır. Birden fazla ürünün aynı montaj hattında birleştirilmeleri, montaj hatlarının sık sık dengelenmesini gerektirmektedir.

Montaj hatlarında kurulacak istasyon sayıları, çevrim süresi, dengeleme gecikmesi gibi özellikler; kapasite düzeylerini de yansıtmaktadır. Bu açıdan bakıldığında montaj hatlarının dengelenmesi, kapasite planlama çalışmalarıyla birlikte yapılması gerekli faaliyetlerden biridir.

Montaj hatlarında en az kayıp ve gecikmeyi sağlayacak uygun hat dengeleme çözümlerini bulabilmek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bunlar, matematiksel programlama yöntemleri ve bulgusal yöntemler olarak iki grupta incelenebilir. Ayrıca, son yıllarda kullanımı oldukça yaygınlaşan benzetim teknikleri de oldukça etkili olabilmektedir (33).

Dengeleme problemlerinin çözümünde yalnızca bir dengeleme yöntemi kullanmak her zaman yeterli olmayabilir. Çeşitli yöntemlerin birleşiminden oluşan bir çözüm yöntemi, çok daha uygun olabilir. Montaj hatlarının dengelenmesi için, uygun bir yöntemin geliştirilmesi ve bilgisayar desteğinin sağlanması oldukça önemli yararlar sağlayacaktır.

1.12. Kapasite Planlamasında Matematiksel Planlama Yöntemleri

Matematiksel planlama yöntemleri, belirli şartlar altında genişleme yatırımlarının işletmenin hangi bölüm veya bölümlerinde yapılması gerektiğine ilişkin kesin sonuçlar alınmasına imkan vermektedir. Ayrıca, genişleme yatırımları için en uygun olarak tespit

edilen üretim bölümünde değişik yatırım seviyelerinin işletmenin karı üzerindeki etkileri yine bu yöntemlerle tespit edilebilmektedir.

Doğrusal programlama metodu, kapasite kullanım derecesinin planlanmasında etkin bir şekilde kullanılabilmesine karşılık, kapasite büyüklüğünün planlanmasında aynı etkinliğe sahip değildir. Zira burada - maliyet minimizasyonu amacıyla - ölçek eğrisi (uzun dönem birim maliyet eğrisi) ve - kar maksimizasyonu amacıyla - kar fonksiyonu doğrusal olmadığından, yöntemdeki amaç fonksiyonunun doğrusallık şartı yerine getirilmemektedir. Ancak amaç fonksiyonunu kısım kısım doğrusallaştırmak suretiyle bu sakıncanın ortadan kaldırılması mümkündür ve böyle bir yaklaşım, amaç fonksiyonunun maliyet minimizasyonu olması halinde, modeli gerçek kapasite problemlerinden fazla uzaklaştırmayacaktır.

Kapasitenin büyütülmesinde bu şartların en iyi sağlandığı yatırım şekli, genişleme yatırımlarıdır. Genişleme yatırımlarında doğrusal programlamanın düal şekli vasıtasıyla aşağıdaki bilgilerin elde edilmesi mümkündür :

a-) Her üretim bölümüne ilişkin gölge fiyatı, ilgili üretim bölümünün kapasitesinin bir birim artması halinde işletme karında meydana gelebilecek artışı ifade eder. Buna göre genişleme yatırımlarında ilk ele alınacak üretim bölümü, gölge fiyatı en yüksek olan üretim bölümü olmalıdır.

b-) Gölge fiyatı 0 olan üretim bölümlerinde gerçekleştirilebilecek genişleme yatırımlarının işletme karına hiçbir katkısı olmayacaktır. Dolayısıyla bu tür üretim bölümlerinde münferit olarak genişleme yatırımlarına gidilmesi gereksiz bir israf olur.

c-) İşletmenin farklı üretim bölümlerine ilişkin gölge fiyatları arasındaki fark ne kadar fazla ise, işletmenin sözkonusu üretim bölümleri arasındaki kapasite uyumsuzluğu da o oranda fazla demektir. Gölge fiyatı en yüksek olan üretim bölümü, en etkili kapasite darboğazı durumundadır.

d-) İşletmenin üretim bölümleri arasında tam bir kapasite uyumunun olduğu durumlarda, tüm üretim bölümlerine ilişkin gölge fiyatlar 0 değerini alır. Bu durumda

herhangi bir üretim aşamasının darboğaz durumu sözkonusu olmadığından, işletme kapasitesinin büyütülmesi; ancak tüm üretim aşamalarının kapasitelerinin artırılması ile mümkündür.

Doğrusal programlamanın özel bir şekli olan ulaştırma modelleri de, optimum kuruluş yeri ve kapasite büyüklüğünün eşanlı olarak belirlenmesinde oldukça etkili bir yöntem olarak uygulamada kullanılmaya başlanmıştır. Bu iki optimizasyon konusunun (kapasite büyüklüğü ve kuruluş yeri) uygulamada genellikle eşanlı olarak belirlenmeleri gereği, bu yöntemin oldukça rağbet görmesini sağlamış ve bu konuda birçok uygulama modeli geliştirilmiştir.

Doğrusal programlama yönteminin kullanılması için gerekli şartların (amaç fonksiyonu ve sınırlayıcı koşullara ilişkin doğrusallık şartı) mevcut olmaması halinde, diğer bazı yöneylem araştırması yöntemlerinin de kapasite büyüklüğünün planlanmasında kullanılabilme olanakları vardır. Burada ilk akla gelen yöntemler, amaç fonksiyonunun doğrusal olmaması durumunda "doğrusal olmayan programlama yöntemi", karmaşık modellerin çözümünde başarı ile uygulanabilen "dinamik programlama yöntemi", ve her derde deva yöntemi olarak kabul ettiğimiz "simulasyon", ayrıca "gozinto tekniği", "oyun teorisi" (özellikle doğaya karşı oyunlar şeklinde) ve diğerleri sayılabilir (7).

1.13. Üretim Sistemleri

Üretim işlemi, belirli birtakım girdilerin birtakım üretim süreçlerinden geçirilerek çıktığı haline getirilmesiyle gerçekleşir. Üretim işlemi 4 şekilde yapılmaktadır.

1.13.1. Sürekli Üretim

Mevcut makine ve tesislerin sadece belirli bir mamule tahsis edilmesi ile yapılan bir üretimdir. Sürekli üretim; *kütle üretim* ve *akış üretimi* olarak iki alt gruba ayrılmaktadır. Kütle üretiminde bir mamulden çok büyük miktarlarda ve uzun süre üretim

yapılmaktadır. Kütle üretiminde makine, fabrika yerleştirme düzeni, kalıp vb. faktörlerde bazı değişiklikler yapmak suretiyle başka tip mamulün üretimine geçmek mümkün olabilmektedir. Akış üretiminde makineler ve tesisler sadece bir çeşit mamulü üretecek şekilde dizayn edilmiş ve yerleştirilmiştir.

Sürekli üretim sistemlerinin başlıca özellikleri şunlardır :

- a. Az çeşitli çok sayıda mamul
- b. Düzenli talep
- c. Süreklilik
- d. Serilik
- e. Bölümlere ayırmak
- f. Özel amaçlı makineler kullanmak
- g. İşlemlerarası taşıma
- h. Yarı yetenekli işgücü
- i. Yüksek mamul stokları, düşük ara stoklar

olarak ifade edilebilir.

Sürekli üretim tipinde işbölümü sonucu uzmanlaşma durumu sözkonusu olmaktadır. Bu üretim sisteminde uzmanlaşmanın sonucu olarak etkinlik ve verimlilik sağlanabilmektedir (34).

1.13.2. Sipariş Üzerine Üretim

Sipariş üzerine üretim, müşterinin özel sipariş şartlarına uygun olarak istenilen kalite özelliklerinde mal üretiminin yapılmasıdır. Sipariş üzerine üretimde değişik tür ve niteliklerde olan mamuller partiler halinde üretilmektedir. Üretimde özel amaçlı makineler yerine genel amaçlı makineler kullanılır. Sipariş üzerine üretimde makine ve işgücü kapasite kullanım oranı oldukça düşüktür. Özellikle siparişlerin düzensiz olduğu aşırı yükleme durumlarında kuyrukta bekleme süresi fazladır. Sipariş üzerine üretimde müşteri talebine uygun olarak yapıldığı için, üretim yüksek maliyetli gerçekleşmektedir. Sipariş üzerine

üretimde her mamulün üretilmesi için yapılması gerekli olan işlemler farklılık gösterdiğinden, planlama ve kontrol işlemleri de mamullere göre değişiklik gösterecektir.

Sipariş üzerine üretimin başlıca özellikleri şunlardır :

- a. Düzensiz bir talep olması
- b. Genel amaçlı makinelerin kullanımı
- c. Az miktarda çok çeşitli mamul üretimi
- d. Partiler halinde girdi ve çıktı
- e. Bölümlere ayırmanın olması
- f. Bölümlerarası taşıma işlemlerinin fazlalığı
- g. Kaliteli üretim ve kalifiye işgücünün bulunması
- h. Yüksek miktarda ara stoklar, düşük miktarda mamul stoklarının olmasıdır (34).

1.13.3. Karma Üretim

Karma üretim, sürekli üretim ve sipariş üzerine üretimin karışımından meydana gelir. Piyasa talebine bağlı olarak sürekli üretim ön planda tutulur. Ancak müşterilerin özel sipariş şartlarına bağlı olarak sipariş üzerine üretim de yapılır. Günümüz sanayi işletmeleri genellikle karma üretim tipini yaygın bir şekilde uygulamaktadırlar. Bu üretim tipi, hem sipariş üzerine üretimin hem de sürekli üretimin özelliklerine sahip bulunmaktadır. Karma üretimde işletme, piyasanın talebini karşılamak üzere sürekli üretimde bulunmakla birlikte, müşterilerin özel sipariş şartlarına uygun olarak üretim de yapmaktadır. Örneğin; piyasanın talebini karşılamak için üretim yapan bir tekstil sanayi işletmesi, özel sipariş şartlarına göre ısıya dayanıklı kumaş üretimi de yapabilir (34).

1.13.4. Proje Tipi Üretim

Proje tipi üretimde, üretim sistemi tek bir mamule göre üretim yapabilecek şekilde dizayn edilmiştir. Proje tipi üretim, sürekli üretim ve sipariş üzerine üretimin ortak

özelliklerini taşımasına karşılık, daha çok sipariş üzerine üretimin özelliklerine sahiptir. Proje tipi üretimde yapılan işler proje özelliği taşıdığından, işlerin hacmi oldukça geniştir. Proje tipi üretimde, üzerinde çalışılan proje tamamlandığında üretim sona ermektedir. Başka bir proje geldiğinde üretim işlemine yeniden başlanmaktadır. Proje tipi üretimin başlıca özellikleri şunlardır :

- a. Tek çeşit ve tek mamul üretimi
- b. Az sayıda mamul
- c. Çok sayıda seri girdi, bir defalık mamul
- d. Özel talebe bağlı üretim
- e. Teknik uzmanlaşmanın yüksek olduğu kalifiye işgücü
- f. Belirli sanayi dallarında kullanılmasıdır.

Proje tipi üretime; gemi yapımı, uzay taşıtı projeleri, uçak projesi üretimi, köprü ve baraj üretimi örnek olarak verilebilir (34).

1.14. Makina Düzenleme Modelleri

Bir bina içindeki akış modelleri her zaman aşağıdaki üç parametreye bağlıdır:

- 1- Kullanılabilir taban alanı,
- 2- Taban alanı boyutları,
- 3- Makina veya iş istasyonu için gerekli alan.

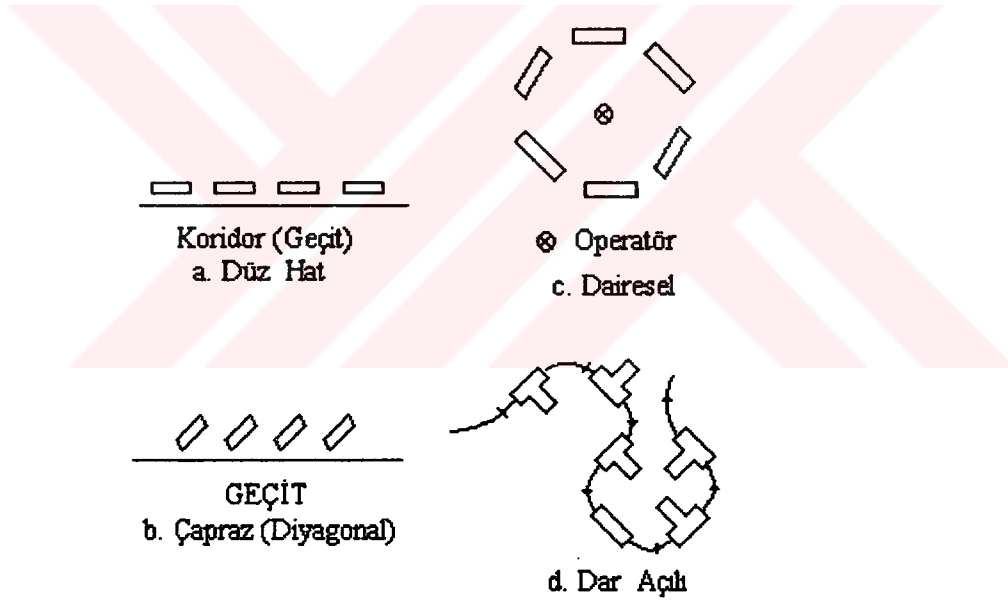
Makina için gerekli alan makinanın kapladığı alanla sınırlıdır.

İş istasyonlarının; operatör, gelen malzeme, işlenmekte olan malzeme, işlenmiş malzeme, takımlar, kalıplar, makina ve işlem hazırlığı için gerekli alanı ve iş istasyonunda yapılacak bakım için gerekli alanı içermesi gerekir.

Makinalar dört genel model içinde düzenlenebilir:

- Düz hat,
- Çapraz (Diyagonal),
- Dairesel,
- Dar açılı.

Düz hat şeklindeki makina düzenleme modelinde makinanın ana eksenini, yandaki geçidin ana eksenine ile bitişiktir. Makinaların düz hat şeklinde düzenlenmesinde normal yöntemde iki sıra makina arasında bir geçit veya koridor vardır. Makinalar veya tezgahlar birbirine paralel olarak sıralanmıştır. Operatör bu tip düzenlemede ya arkası dönük veya önü dönük olarak çalışır. Makinalar arasındaki toplam geçit sayısı, gerekli makina çeşit sayısının yarısı kadar olacaktır.



Şekil 4. Makine düzenleme modelleri

Çapraz veya diyagonal yerleştirmede makinaların merkez hatları belirli bir açı teşkil edecek şekilde yerleştirilir. Çapraz düzenlemenin bir avantajı, malzemenin tezgahın bir tarafından gelip diğer tarafından çıkmasıdır. Bu şekilde işlenen malzemenin tezgahın öteki tarafından çıkması, malzeme taşıma sistemlerinin daha dar geçitlerde kullanılması, dönüşler için az yerden yararlanma imkanı sağlayacaktır. Böylece malzeme taşıma sistemlerinin dik

açı yönünde yük almak veya bırakmak için dönüş yapmalarına gerek kalmaz. Çapraz düzenleme modelinin düz hat düzenleme modeline göre bir avantajı da belirli bir yere yerleştirilecek makina sayısının artırılmasına imkan sağlamasıdır. Makinaların çapraz düzenlenmesinde geçit boyunca daha fazla sayıda makina yerleştirilebilmektedir. Bu durum belirli sayıdaki makina için geçit sayısını azaltır. Böylece, geçitler için ayrılacak alanlar azalacağından, makinalara ayrılacak alan oranı artacaktır.

Dairesel makina yerleştirme modelinin avantajı, bir operatörün birden fazla makina kullanabilme imkanı yaratmasıdır. Bu düzenlemede, makinalar dairesel bir çevre etrafında yerleştirilmiştir ve operatör ortada görev yapar. Operatör daire çevresinde dolaşarak, sırası geldikçe veya gerekli olduğu zamanlarda herhangi bir makina çalıştırır. Bir operatöre veya ekibe ayrılacak makina sayısı analitik ve simülasyon teknikleri ile belirlenebilir.

Dar açılı makine düzenleme modelinde herhangi bir makina o şekilde yerleştirilmiştir ki, bir önceki makinadan gelen malzeme veya parçayı en uygun şekilde alıp bir sonraki işleme veya makinaya aktarmak mümkündür. Bu tip düzenlemenin avantajlarından bir tanesi, belirli sayıdaki makinalar için minimum bir alanda, en kısa mesafe içinde işlemlerin yapılmasına imkan sağlamasıdır. Bu yerleştirme şeklinde makinalar birbirine yakın yerleştirilebilir ve bunun sonucu olarak ölü alanlardan optimum yarar sağlanır. Dar açılı yerleştirme, makinalar arasında kısa mesafelerin olması ve parçaların bir makinadan diğerine otomatik olarak aktarılabilmesine bağlı olarak bir sonraki makinada yükleme geçiş süresini azaltması ve işlenmekte olan mamul stoklarının en az düzeyde bulunmasını sağlaması yönünden otomasyonun uygulanmasında başarılı sonuçlar verir. Bu düzenleme modelinde personel, malzeme ve ekipman için gerekli geçitlerin bulunması gerekir.

Düzenleme modellerinde akış düzeyi belirlendikten sonra geçit genişlikleri, bu geçitlere yakın yerlerde çalışanlar için tehlikeli olmayacak biçimde düzenlenmelidir. İş güvenliğinin sağlanması yönünden personel için ayrılan geçitlerin, malzeme taşıma için ayrılan geçitlerden farklı olması ve bu farkın ayrı renk şeritleriyle döşemeye işlenmesi ve belirli geçitlerin personele ayrılmış olduğunun belirlenmesi gerekir. Geçitler incelenirken, ana geçitlerin sayısının azaltılması öngörülmelidir. Mevcut alan değerli bir faktördür. Bu alanın

geniş geçitlere ayrılması yerine, kar sağlayan işlemlere ayrılması gerekir. Geniş geçitlere ayrılan alanlar, kar sağlayan işlemlerin azalmasına yol açacaktır (35).

1.15. Mobilya Sanayiinde Kapasiteye İlişkin Bazı Kalitatif Bilgiler

Aşağıda verilen Tablo 4 ve Tablo 5 'de Orman Ürünleri ve Mobilya Sanayii 'nde üç aylık dönemlere göre kapasite kullanım oranları ve tam kapasite ile çalışmama nedenlerine ilişkin bilgiler derlenerek verilmiştir (36, 37, 38, 39).

Tablo 5 'te de görüldüğü üzere, orman ürünleri ve mobilya sanayiinde tam kapasite ile çalışmama üzerinde en etkili sebep, talep yetersizliğidir. Daha sonraki sırayı ise mali imkansızlıklar ve hammadde yetersizliği almaktadır. Diğer sebepler arasında ise; işçilikle ilgili problemler, enerji yetersizliği, program hataları yüzünden meydana gelen boş beklemler, bozuk ve hatalı ürünler, çalışma ortamının uygun olmayan koşulları sayılabilir.

Tablo 4. Orman ürünleri ve mobilya sanayiinde üç aylık dönemlere göre kapasite kullanım oranları (%)

Sektör	Yıl	Yıllık Ort.	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem
Orman Ürünleri ve Mobilya Sanayii	1984	61.5	63.0	58.0	63.0	62.0
	1985	66.2	64.0	67.0	67.0	66.9
	1986	69.4	66.7	65.2	71.7	74.0
	1987	81.1	80.4	81.3	84.3	78.6
	1988	79.6	80.7	78.8	78.1	80.7
	1989	77.3	70.1	77.0	80.5	81.5
	1990	78.1	77.7	79.9	74.5	80.3
	1991	77.9	79.5	75.3	77.3	83.2
	1992	77.1	73.4	75.7	79.2	79.9
	1993	77.6	71.4	77.8	80.9	78.8
	1994	67.1	70.2	63.6	61.4	71.7
1995	71.2	70.8	71.8	73.9	68.5	

Tablo 5. Üç aylık dönemlere göre orman ürünleri ve mobilya sanayiinde tam kapasite ile çalışmama nedenlerine ilişkin kalitatif bilgiler (%)

Sektör	Yıl	Hammadde Yetersizliği		İşçilikle İlgili Meseleler	Mali İmkansızlıklar		Talep Yetersizliği		Enerji Yetersizliği	Diğer Nedenler
		Yerli Mallarda	İthal Mallarda		İç Pazarda	Dış Pazarda				
Orman Ürünleri ve Mobilya Sanayii	1990/1	13.3	7.2	4.1	17.1	30.9	17.8	4.1	5.0	
	1990/2	14.1	6.7	3.8	14.5	34.6	21.7	0.0	4.2	
	1990/3	18.9	8.6	2.8	16.4	32.8	18.7	0.4	1.5	
	1990/4	12.3	2.1	2.5	18.4	33.1	23.8	3.4	8.5	
	1991/1	6.4	0.6	6.4	11.2	51.9	4.7	4.9	13.9	
	1991/2	8.1	1.0	3.0	16.8	52.6	4.6	2.5	11.4	
	1991/3	5.9	1.4	3.9	13.7	52.5	7.9	1.0	13.7	
	1991/4	6.3	1.2	5.6	17.0	40.4	5.5	1.9	22.2	
	1992/1	14.5	1.9	3.8	10.0	45.3	2.0	3.3	19.3	
	1992/2	13.5	2.0	4.6	10.6	48.6	6.2	1.8	12.7	
	1992/3	13.0	1.8	4.2	11.7	41.5	2.6	3.6	21.7	
	1992/4	10.3	2.3	3.9	10.6	39.6	2.3	5.6	25.5	
	1993/1	17.8	3.5	12.4	10.6	31.4	2.1	1.3	21.1	
	1993/2	17.8	2.8	4.9	12.1	32.4	2.2	3.5	24.5	
	1993/3	10.5	1.8	7.8	15.6	36.8	2.1	7.3	18.1	
	1993/4	13.4	2.5	4.0	16.3	34.0	2.3	9.8	17.7	
1994/1	7.1	1.1	3.6	20.6	41.1	2.4	6.3	17.8		
1994/2	6.5	1.0	2.6	19.6	53.8	1.0	1.8	13.7		
1994/3	12.9	1.4	4.5	22.9	45.4	2.6	2.3	8.1		
1994/4	12.8	2.2	2.9	18.6	39.3	4.5	7.0	12.7		
1995/1	16.6	4.7	4.1	14.4	40.5	2.2	3.7	14.0		
1995/2	12.5	4.0	2.8	16.6	38.6	3.8	3.6	18.3		
1995/3	13.5	5.0	3.2	20.0	27.7	4.0	2.6	24.0		
1995/4	9.7	6.5	3.5	20.6	34.0	4.7	2.2	18.8		
1996/1	7.1	4.4	2.4	8.1	52.6	4.8	0.9	19.8		
1996/2	6.1	3.5	1.6	6.8	48.9	6.5	1.3	25.4		

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal ve Yöntem

2.1.1. Materyal

2.1.1.1. Trabzon Elbe Mobilya Ticaret ve Sanayii A.Ş. Hakkında Bilgiler

ELBE Mobilya, 1993 yılında Çukurçayır Mevkii'nde 200 m²'lik alan üzerine, mekanik makinelerden oluşan bir tesis olarak kurulmuştur. 1996 yılı başında Arsin Organize Sanayii bölgesinde alınan 12000 m² arazi üzerinde modern bir tesis haline geçme çalışmalarına başlanmıştır.

İlk kurulduğu dönemlerde, mekanik makinalar ve kişisel usta maharetleri ile yapılan ürünlerin yurt içinde büyük beğeni kazanması, modern bir tesis kurulma sebebini oluşturmuştur.

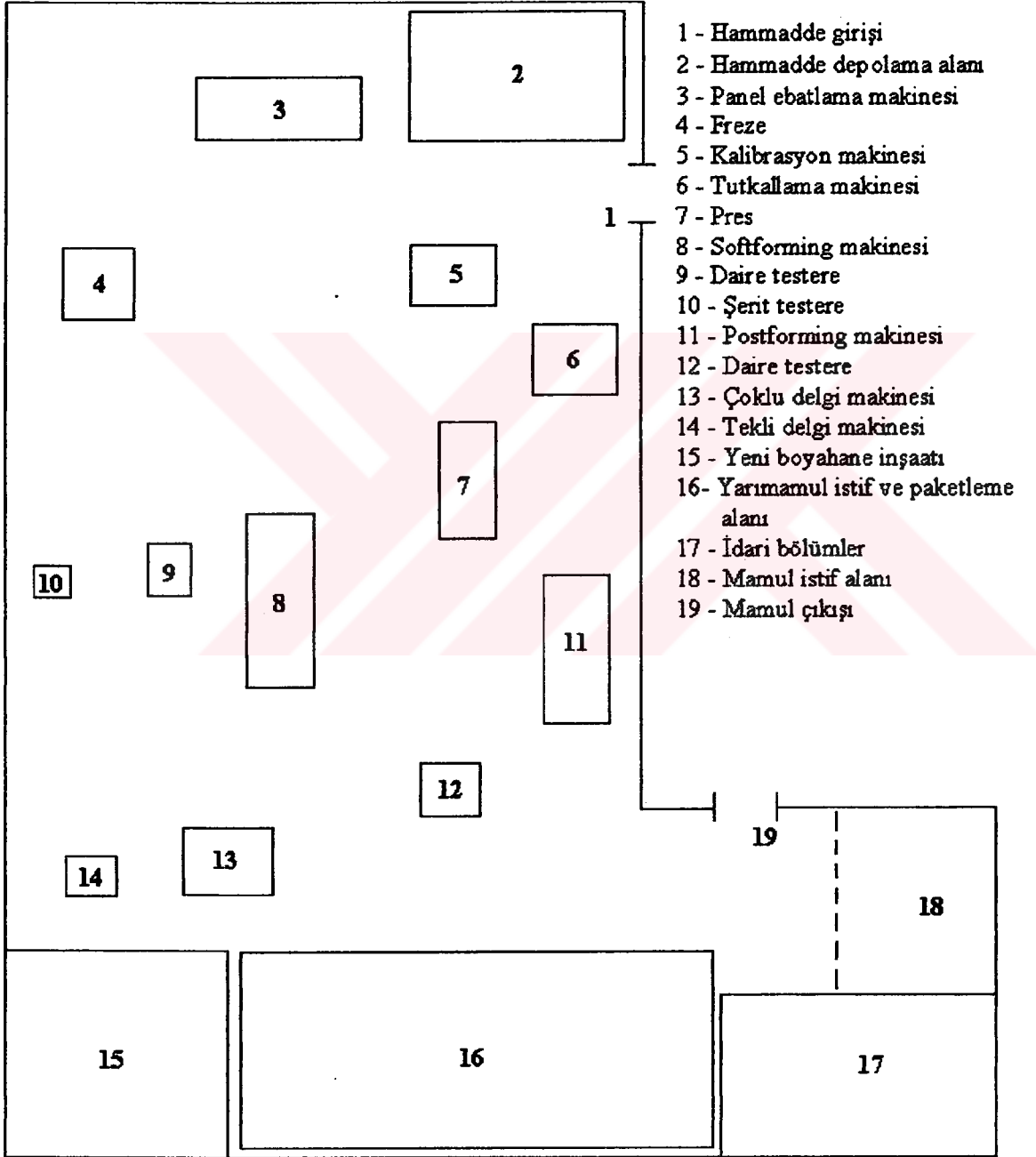
1996 yılı Temmuz ayında üretime başlanmıştır. Halen 2500 m² kapalı alanda üretim faaliyetlerine devam edilmekte, genişleme için yeni yatırımlar planlanmaktadır.

Fabrikada sipariş üzerine üretim sistemi mevcuttur. Demonte büro mobilyaları üretilmekte olup, ürün çeşitliliği çok fazladır. Üretim, laminat hattı ve melamin hattı olmak üzere iki hat üzerinde gerçekleştirilmektedir. Hammadde olarak; suntalam, yonga levha, MDF, laminat levhalar, tutkal ve çok çeşitli olan diğer mobilya malzemeleri kullanılmaktadır.

Tesis içindeki makineler bir akışı gerçekleştirecek şekilde düzenlenmemiştir. Prosese göre yerleştirme vardır. Sipariş üzerine üretim yapıldığı ve ürün çeşitliliği çok fazla olduğu için genel amaçlı makineler kullanılmaktadır. Bu üretim sisteminin gereği olarak da mamul stok miktarı azdır.

Yaklaşık 60 personeli bulunan Elbe Mobilya A.Ş., ürünlerini bir pazarlama firması aracılığı ile yurt içi ve yurt dışındaki çeşitli pazarlara pazarlamaktadır.

2.1.1.2. Yerleşim Düzeni



Şekil 5. Trabzon Elbe Mobilya Fabrikası yerleşim planı

2.1.1.3. Üretimde Kullanılan Makineler

2.1.1.3.1. Panel Ebatlandırma Makinesi

Bu makine, üretimin başlangıcındaki ilk makinedir. Üretilen model ve bu modelden üretilen sayı belirlendikten sonra, bilgisayarda bir kesim planı hazırlanır. Hazırlanan bu kesim planı panel ebatlandırma makinesine girilerek makine kesim için programlanır ve kesilecek olan levhalar makineye yerleştirilerek kesme işlemi gerçekleştirilir. Kesilecek olan levhalar 4 kişi tarafından makineye verilmektedir. Bu makinede 18 mm kalınlığında 4 adet levha, 30 mm kalınlığında 2 adet levha aynı anda kesilebilmektedir.

Levhaların ebatlandırılması işlemini gerçekleştiren bu makineye ait bazı özellikler aşağıdaki gibidir :

- Makinede 2 testere bulunmaktadır. Bunlardan biri ana testere, diğeri ise çizicidir. Çizici, ana testere ile ters yönde işlem görerek testerenin levhadan çıkışında levhanın kırılmasını önler.
- Makine şasesi ağır koşullarda çalışacak şekilde dizayn edilmiş ve yataklar kesme hattına göre simetrik olarak yerleştirilmiştir.
- Bakım için özel bir tasarımla testere bloğu ve taşıyıcı miller açık bölgede muhafaza edilmektedir.
- Ses izolasyonu için makine gövdesi özel olarak imal edilmiş plastik kapaklar ile korunmaya alınmıştır.
- Ana testere ve çizici motorları ayrı ayrı kızaklar üzerindedir.

Makinenin bazı teknik özellikleri;

Markası	: GIBEN
Kesme uzunluğu	: 4400 mm
Maksimum tepsi açıklığı	: 92 mm
Yerden çalışma yüksekliği	: 850 mm

Ana testere çapı	: 350 mm
Ana testere devir sayısı	: 3465 devir/dak
Ana testere mil çapı	: 75 mm
izici testere çapı	: 125 mm
izici testere devir sayısı	: 5035 devir/dak
izici testere mil çapı	: 50 mm
Otomatik siper hızı	: 1-40 m./dak
Geri dönüş hızı	: 55 m./dak

Makinede kullanılan ana testerenin dış çapı 355 mm, iç çapı 75 mm, dış sayısı 60 ve dış kalınlığı 4.4 mm dir.

Makinede kullanılan izicinin dış çapı 120 mm, iç çapı 45 mm, dış sayısı 20 ve dış kalınlığı 4 mm dir.

2.1.1.3.2. Softforming Makinesi

Bu makinede, ebatlandırılması yapılmış olan parçaların kenarları, kaplama bantları ile kaplanmaktadır (yan tablalar, raflar). Levhaların kenarlarının kaplanmasında lamine bantlar kullanılmaktadır. Bu makinede 3 kişi çalışmaktadır. Genellikle 1 kişi levhaları makineye vermekte, 1 kişi üretim esnasında makinayı kontrol ederek bandın düzenli olarak verilmesini sağlamakta, 1 kişi de kenarları kaplanan levhaları alarak istife yerleştirmektedir. Ancak parçalar büyük boyutlu olduğunda kontrol işlemini yapan kişi de, levhaların makineye verilmesinde veya alınmasında diğerlerine yardım etmektedir.

Softforming makinesi, kenar kaplama işlevinin yanısıra, aynı zamanda bir freze gibi işlem görebilmekte, kullanılacak olan freze bıçaklarına göre levha kenarlarına değişik profiller verebilmektedir. Ayrıca profil verilen bu kenar kaplanabilmektedir.

Softforming makinasının bazı teknik özellikleri aşağıda verilmiştir :

Karşı baskı ile min. çalışma genişliği	: 170 mm
Karşı baskı ile max. çalışma genişliği	: 1950 mm
Palet merkezleri arası mesafe	: 10500 mm
Çalışma yüksekliği	: 10 - 70 mm
Palet ilerleme hızı	: 10 - 35 m./dak

Besleme paleti tamamen çelik pabuçlardan imal edilmiş olup, birleşme yerleri komple iğneli rulman ile yataklanmıştır. Palet 85 mm genişlikte olup, yüksek sürtünme sağlayan termoplastik, aşınmaya dayanıklı malzemeden imal edilmiştir.

- Makine, bir fotosel vasıtasıyla kenar bandı bittiğinde paletin durmasını sağlayan bir sisteme sahiptir.
- Ünitelerin aynı anda yatay hareketi için hareketli destek çubukları bulunur.
- Anti yapışma ünitesi; panelin alt ve üst yüzeylerine anti-yapışma sıvısını tatbik eder.
- Birincil profil freze ünitesi; ebatlanmış panelin kenarına ilk profili açmayı sağlar.
- İkincil profil freze ünitesi; ebatlanmış panelin kenarına diğer profili açar.
- Softforming alt-üst freze ünitesi; 2.5 HP, 12000 devir/dak kapasiteli iki adet motorla alt ve üst panel yüzeylerinin folyo kalınlığına göre hassas frezelenmesini sağlar ve pnömatik açıp kapamalı ayar mekanizması ile donatılmıştır.
- Kompresörden tahrikli hava ile temizleme ünitesi; frezeler yardımıyla profili açılmış panel üzerindeki toz ve talaş kalıntılarının basınçlı hava ile temizlenmesini sağlar.

25 kg. kapasiteli, 3.2 KW ısıtma elemanı güçlü granül hot-melt tutkal deposu ve pompası bulunur. Ön ısıtılmış tutkalın sabit olarak depoya pompalanmasını sağlar. Depodaki tutkal seviyesi sensor ile kontrol edilir ve saatte max. 30 kg. tutkallama yapılır. Çift sürme rulosu, düz kenar bantlama için tutkalın panele uygulanmasını, şekilli kenar bantlama için bantlama malzemesinin tutkallanmasını veya hem panele hem de malzemeye aynı anda tutkalın uygulanmasını sağlar. Sürme ruloları ve depo içinde ısı kontrolü bulunur.

Bir panelin sonu ile diğèrinin başı arasındaki;

Min. mesafe	: 25 m/dak hızda 500 mm
Besleme hızı	: max. 25 m./dak (kenar kalınlığına göre değişir)
Toz emme	: 120 mm çapında kapak
Kesme derinliği	: max. 50 mm

Ön ve arka panel köşelerinde kenar kesme için 0.4 KW - 12000 devir/dak ile dönen iki adet motor bulunur.

Folyo kazıma bıçağı (raspa), panel üzerinde kalmış fazlalıkları mekanik olarak yüzeyden kaldırır. Kontrol panelinde pnömatik ayırma seçici bulunur.

2.1.1.3.3. Postforming Makinesi

Yüzeyleri preste kaplanan kenarları radyuslu levhalar, presten çıktıktan sonra postforming makinasına verilir. Kaplama levhasının yüzeyden taşkın olarak bırakılan kısmı, bu radyuslu kenar üzerine kıvrılarak basılır ve bu şekilde levhanın kenarı kaplanmış olur.

Bu makinanın bazı özellikleri aşağıdaki gibidir :

Karşı baskı ile çalışma genişliği	: 170 - 1950 mm
Çalışma yüksekliği	: 10 - 70 mm
Palet ilerleme hızı	: 3-18 m/dak
Palet merkezleri arasındaki mesafe	: 6300 mm

Besleme paleti tamamen çelik pabuçlardan imal edilmiş olup, birleşme yerleri komple iğneli rulmanlar ile yataklanmıştır. Palet 85 mm genişlikte olup, yüksek sürtünme sağlayan ve termoplastik aşınmaya dayanıklı malzemedен imal edilmiştir.

Fotosel vasıtasıyla kenar bandı veya masif bitince paletin durmasını sağlayan elektronik bir sisteme sahiptir.

Alttan kopyalı freze ünitesi; 1.1 HP - 12000 devir/dak kapasiteli motorlarla alttan kopyalı çalışarak kıvrılacak laminatın kesin genişliğini traşlar.

Üstten kopyalı freze ünitesi; 2 HP – 12000 devir/dak kapasiteli motorlarla üstten kopyalı çalışarak panelin üstten fazlalık kısmını traşlar.

90 dereceye kadar bükme ve presleme ünitesi; dört adet kauçuk ve 8 adet çelik rulolar sayesinde 90 dereceye kadar istenilen profilin şekillendirme işlemini gerçekleştirir.

180 dereceye kadar bükme ve presleme ünitesi; 180 derece dönüşü gerçekleştirmek için 6 adet kauçuk ve 16 adet silindirik rulolar ile işlemi gerçekleştirir.

Sıcak hava jeneratörü; 3000 watt'lık sıcak hava üfleme sistemidir. Tutkaldan önce malzemenin yüzey olarak sıcaklık ayarlamasını yapar.

PVA tutkal sprej ünitesi; ayarlanabilir iki adet sprej ile basınçlı tanktan PVA tutkalının püskürtülmesini sağlar. Panel yüzeyini korumak için rulolu kağıt sistemi vardır.

Üstten infraruj ısıtıcı lamba; PVA tutkalının sıcaklık özelliklerine ayarlanmış olup, 6000 watt gücünde ve 1200 mm boyundadır. Panel üzerine etki edebilecek şekilde dizayn edilmiştir. Besleme paletini ve sistemi ısıtıcı etkisinden korumak için soğutucu hava sirkülasyonu sağlanmıştır.

Altan infraruj ısıtıcı lamba; laminatın yumuşamasını temin eder. İki adet 6000 watt'lık 1200 mm boyundaki ve 3000 watt'lık 600 mm'lik infraruj lambalar direkt malzemeye yöneltilmiş şekildedir. Sistem, aşırı ısınmaya karşı soğuk hava sirkülasyon sistemi ile emniyete alınmıştır.

Sıcak hava jeneratörü; 5000 watt'lık, sıcak hava üfleme sistemidir. Bu sistemle laminatın ısı kontrolünün sürekliliği sağlanır.

2.1.1.3.4. Pres

Üzeri kaplanacak olan levhalar prese yerleştirilmeden önce profil verilmiş olan kenarları el ile zımparalanarak daha düzgün bir hale getirilir. Levha üzerindeki tozlar hava ile uzaklaştırılır ve silindirli tutkallama makinasına verilerek levha tutkallanır. Tutkallanan levhalar astar kaplamanın üzerine konur. Levha yüzeyine ise kaplanacak olan laminat yerleştirilir. Laminatın genişliği, kaplanacak levhanın genişliğinden 10 cm. daha fazladır.

Üzerine laminat yerleştirilen levhalar daha sonra preste işlem görürler. Pres sıcaklığı ve süresi; laminatın cinsine, kalınlığına ve rengine bağlıdır.

Kullanılan presin özellikleri aşağıdaki gibidir :

Plaka ölçüsü (mm ²)	: 3800 x 1400
Uygulanan kuvvet (ton)	: 160
Piston sayısı (adet)	: 8
Kat sayısı (adet)	: 1

Pres; 3800 x 1400 mm² lik çelik tablaları ve özel dizaynli merkezi yağ ısıtma jeneratörü ile normal preslerden % 25 daha ekonomik ve homojen ısıtan bir yapıya sahiptir.

2.1.1.3.5. Çoklu Delgi Makinesi

İşletmede bir adet çoklu delgi makinesi bulunmaktadır. Ürün çeşidi ne olursa olsun, her ürüne ait parçalar bu makinede işlem görmektedirler. Makine bilgisayar kontrollü olup, programlanan delgi planlarına göre delgi işlemi yapılmaktadır.

Delgi makinasının teknik özellikleri aşağıdaki gibidir :

Matkap dönme hızı	: 3000 devir/dak
Yatay delik kafası gücü	: 3 HP
Dikey delik kafası gücü	: 2 HP
Gerekli hava	: 6-7 atm
Matkaplar arası mesafe	: 32 mm
Makinenin ağırlığı	: 1400 kg
Makinenin boyutları	: 2610 x 1070 x 1500 mm

2.1.1.3.6. Diğer Makineler

İşletmede kullanılan diğer makineler şunlardır :

- Özellikle masa tablası ve ayak kenarlarına profil açmak için kullanılan freze (1 adet),
- Levha yüzeylerinin temizlenmesi işleminde kullanılan kalibrasyon makinası (1 adet),
- Levha yüzeylerinin kaplanmadan önce tutkallanması için kullanılan silindirik tutkallama makinası (1 adet),
- Biri, genellikle yüzeyleri kaplanan levhaların son ölçülerine getirilmesinde, diğeri de yan tablalara arkalık kanalı açılmasında kullanılan iki adet daire testere,
- Genellikle çekmece parçalarının delinmesinde kullanılan tek matkaplı delik makinası,
- 1 adet marangoz şerit testere.

2.1.2. Yöntem

Yapılan çalışmada; bir mobilya üretim tesisinde, üretim sırasında kapasite üzerinde etkili olan faktörler ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Çalışma materyali olarak seçilen Trabzon Elbe Mobilya Ticaret ve Sanayii A.Ş.'de üretim akışı izlenmiş, bu akış içerisinde üretimin gerçekleştirilmesi esnasında, kullanılan makine ve işgörenler üzerinde gözlem ve ölçümler yapılmıştır.

Yapılan ölçümler ile; ele alınan her makinede parçaların işlem görme süreleri tespit edilmiş, bu süreler içinde üretilen miktarlar sürelere bölünerek birim zamandaki çıktı miktarları bulunmuştur. Farklı zamanlarda aynı işlemler için yapılan ölçümler tekrarlanmış, birim zamanda üretilen çıktı miktarları birbirleri ile karşılaştırılarak aralarındaki farklılıklar ve bu farklılıkların sebepleri incelenmiş, dolayısıyla üretim esnasında kapasite üzerinde etkili olan faktörler araştırılmıştır.

Her makinede yapılan ölçümlerin sayısı mümkün olduğunca fazla tutulmaya çalışılmıştır. Bununla birlikte, fabrikada siparişe göre üretim yapıldığı ve ürün çeşitliliği çok fazla olduğu için bazı ürünlere ait parçalar üzerindeki ölçümler sınırlı kalmıştır.

Ölçümlerin yapılmasında, dakikanın 100 eşit parçaya bölünmüş olduğu ondalıklı bir kronometre kullanılmıştır.



3. BULGULAR

Araştırmanın yapıldığı fabrikada makinalar üzerinde ölçüm ve gözlemler yapılmış olup, aşağıda verilecek olan bilgiler elde edilmiştir.

3.1. Ebatlandırma Makinesinde Yapılan Ölçümler

Ebatlandırma makinasında, değişik kesim planları ile gerçekleştirilen ebatlandırma işlemlerine ilişkin ölçümler yapılmıştır.

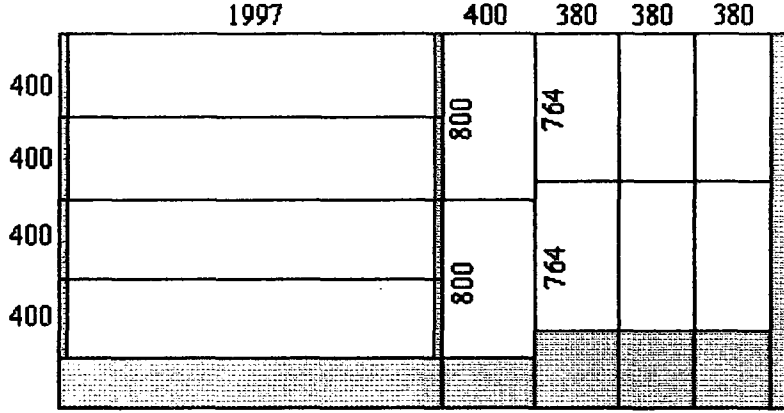
Üretilen mamule göre bir parça listesi oluşturulmakta, oluşturulan bu parça listesi bilgisayara girilerek kesim planları hazırlanmaktadır. Her ürünün kesim planları farklıdır. Ebatlandırma makinesinin operatörü, makineyi bu kesim planlarına göre programlamakta ve kesme işlemi gerçekleştirilmektedir. Kesilecek olan levha sayısı, üretilen ürün sayısına göre ayarlanmaktadır.

Ebatlandırma makinesinde bir adet kesme hattı bulunduğu için ve her zaman tek yönde kesme işlemi yapıldığı için, levha önce bir yönde parçalara ayrılmakta, daha sonra bu parçalar 90° çevrilerek dilimlenmektedir.

Şekillerde taralı olarak gösterilen kısımlar, artık olan kısımlardır. Kesilen miktar, bıçağın levha ile temasta bulunarak kestiği metre cinsinden uzunluğun, aynı anda kesilen levha sayısı ile çarpılması sonucu elde edilmiştir.

Aşağıda, değişik kesim planları için yapılan ölçüm sonuçları verilmiştir.

I. Gözlem



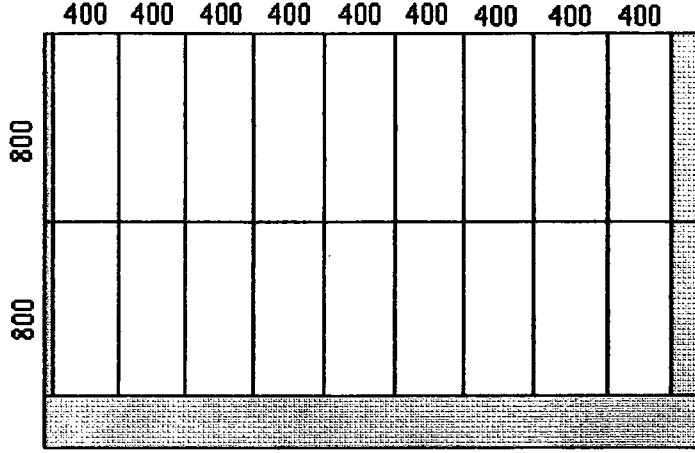
Şekil 6. 210'luk dolap kesim planı

Tablo 6. 210'luk dolap kesimi ölçüm sonuçları

Ölçüm No	Aynı Anda Kesilen Levha Sayısı (Adet)	Levhaların Yerleştirilme Süresi (dak)	Kesme İşlemi Süresi (dak)	Toplam Kesme Süresi (dak)	Kesilen Miktar (m.tül)	Dakikada Kesilen Miktar (m.tül/dak)
1	4	2.35	11.10	13.45	4 x (23.418)	6.96
2	4	3.6	11.65	15.25	4 x (23.418)	6.14
3	4	2.1	12.68	14.78	4 x (23.418)	6.33
4	4	2.67	12.03	14.7	4 x (23.418)	6.37
5	4	1.75	11.73	13.48	4 x (23.418)	6.94

Tablodan da görüleceği gibi, yapılan beş ölçümde de 4'er adet levha kesilmiş, birim zamanda kesilen miktarlar arasında çok küçük miktarlarda farklar çıkmıştır. Bu küçük farkların çıkması da olağan kabul edilebilir. Çünkü levhaların işçiler tarafından her zaman aynı hızda ve aynı süre içinde verilmesi mümkün değildir.

II. Gözlem



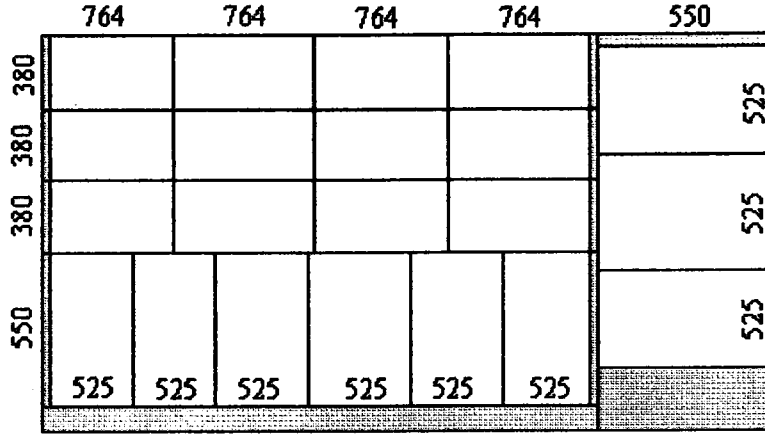
Şekil 7. 75'lik dolap kesim planı

Tablo 7. 75'lik dolap kesimi ölçüm sonuçları

Ölçüm No	Aynı Anda Kesilen Levha Sayısı (Adet)	Levhaların Yerleştirilme Süresi (dak)	Kesme İşlemi Süresi (dak)	Toplam Kesme Süresi (dak)	Kesilen Miktar (m.tül)	Dakikada Kesilen Miktar (m.tül/dak)
1	4	2.05	7.46	9.51	4 x (23.320)	9.81
2	4	2.15	7.85	10	4 x (23.320)	9.33
3	1	0.6	3.8	4.4	23.320	5.3

Tablo 7'de, aynı kesim planında yapılan 3 değişik ölçüme ilişkin sonuçlar verilmiştir. İlk iki ölçümde 4'er adet levha kesilmiş, birim zamanda kesilen miktarlar 9.81 ve 9.33 m.tül/dak bulunmuştur. Ancak üçüncü ölçümde tek levha kesilmiş ve dakikada kesilen miktar 5.3 m.tül/dak'ya düşmüştür.

III. Gözlem



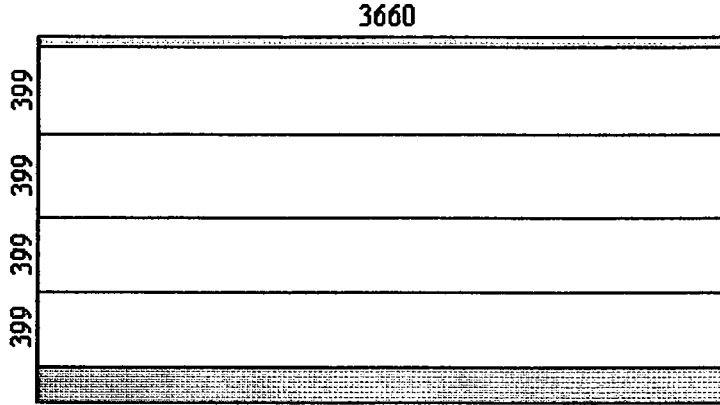
Şekil 8. 90'lık dolap kesim planı

Tablo 8. 90'lık dolap kesimi ölçüm sonuçları

Ölçüm No	Aynı Anda Kesilen Levha Sayısı (Adet)	Levhaların Yerleştirilme Süresi (dak)	Kesme İşlemi Süresi (dak)	Toplam Kesme Süresi (dak)	Kesilen Miktar (m.tül)	Dakikada Kesilen Miktar (m.tül/dak)
1	4	1.8	11.8	13.6	4 x (26.020)	7.65
2	4	1.85	11.5	13.35	4 x (26.020)	7.80
3	1	0.45	8.39	8.84	26.020	2.94

Bu kesim planı için yapılan ilk iki ölçümde de 4'er adet levha kesilmiş ve dakikada kesilen miktarlar arasında hemen hemen hiç fark gözlenmemişken; üçüncü ölçümde tek levha kesilmiş ve birim zamanda kesilen m.tül levha miktarı, ilk ölçümlere göre yaklaşık % 60 gibi büyük bir oranda azalmıştır.

IV. Gözlem



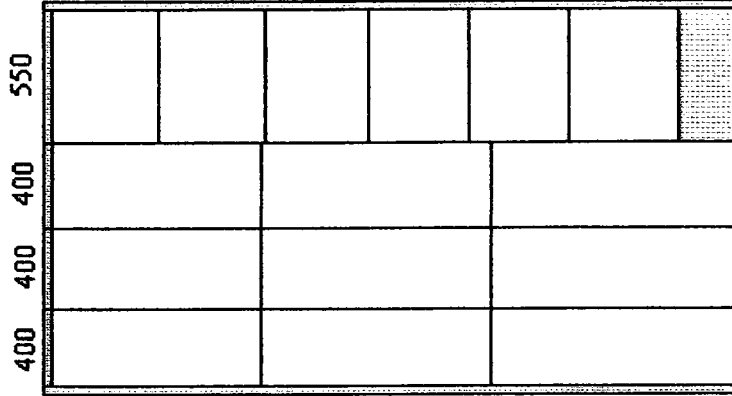
Şekil 9. Kapak kesim planı

Tablo 9. Kapak kesimi ölçüm sonuçları

Ölçüm No	Aynı Anda Kesilen Levha Sayısı (Adet)	Levhaların Yerleştirilme Süresi (dak)	Kesme İşlemi Süresi (dak)	Toplam Kesme Süresi (dak)	Kesilen Miktar (m.tül)	Dakikada Kesilen Miktar (m.tül/dak)
1	4	1.65	1.93	3.58	4 x (18.300)	20.45
2	4	1.50	1.90	3.4	4 x (18.300)	21.52
3	4	1.75	1.89	3.65	4 x (18.300)	20.05
4	4	1.65	1.92	3.57	4 x (18.300)	20.50
5	4	1.54	1.95	3.49	4 x (18.300)	20.98

Tablo 9'da da açık bir şekilde görüldüğü gibi, yapılan beş ölçümde de aynı anda kesilen levha sayısı aynıdır ve birim zamanda kesilen m.tül levha miktarlarında çok büyük farklar yoktur.

V. Gözlem



Şekil 10. 130'luk dolap kesim planı

Tablo 10. 130'luk dolap kesimi ölçüm sonuçları

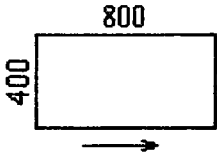
Ölçüm No	Aynı Anda Kesilen Levha Sayısı (Adet)	Levhaların Yerleştirilme Süresi (dak)	Kesme İşlemi Süresi (dak)	Toplam Kesme Süresi (dak)	Kesilen Miktar (m.tül)	Dakikada Kesilen Miktar (m.tül/dak)
1	4	1.95	9.30	11.25	4 x (26.95)	9.58
2	4	2.05	9.48	11.53	4 x (26.95)	9.35
3	1	0.49	7.17	7.66	26.95	3.52

İlk iki ölçümde 4'er adet levha kesilmiş, kesme süreleri ve birim zamanda kesilen m.tül levha miktarları çok farklı çıkmamış, ancak, üçüncü ölçümde tek levha kesilmiş ve birim zamanda kesilen m.tül levha miktarı ilk iki ölçüme göre yaklaşık % 60 oranında azalmıştır.

3.2. Softforming Makinesinde Yapılan Ölçümler

Aşağıda bu makinede yapılan ölçüm sonuçları verilmiştir. Üzerinde ölçüm yapılan parçalar farklı olduklarından sonuçlar ayrı tablolarda gösterilmiştir. Şekillerde belirtilen parçaların sadece ok yönünde gösterilen kısımları işlem görmüştür.

I. Gözlem



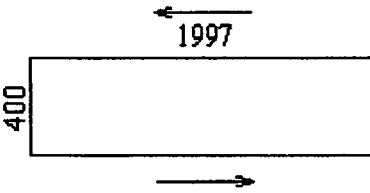
Bu levhanın 800 mm. uzunluğundaki bir kenarı kaplanmıştır.

Tablo 11. Softforming makinesinde yapılan I. gözlem sonuçları

Ölçüm No	Kaplanan Levha (adet)	Kaplanan Miktar (m.tül)	Kaplama Süresi (dak)	Dakikada Kaplanan Miktar (m.tül/dak)
1	150	$150 \times 0.80 = 120$	12.20	9.83

Kaplanan levhaların bir tanesinde levha kenarı ile kaplama bandı arasında tutkal topaklanması oluşmuş ve tutkalın topaklandığı bu yerde kaplama bandı şişkinleşmiştir. Bu levhanın kaplama bandı sökülerek kenarı temizlenmiş ve tekrar işleme tabi tutulmuştur.

II. Gözlem



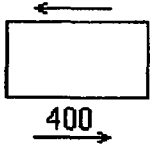
Bu levhanın 1997 mm. uzunluğunda iki kenarı kaplanmıştır.

Tablo 12. Softforming makinesinde yapılan II. gözlem sonuçları

Ölçüm No	Kaplanan Levha (adet)	Kaplanan Miktar (m.tül)	Kaplama Süresi (dak)	Dakikada Kaplanan Miktar (m.tül/dak)
1	80	$80 \times 1.997 = 159.76$	15.97	10.00
2	80	$80 \times 1.997 = 159.76$	12.15	13.15

Bu levhaların boy yönünde ilk kenarlarının kaplanması esnasında (1. Ölçüm) kaplama bandı bitmiş ve değiştirilmiştir. Bant değiştirme işlemi yaklaşık olarak 2.5 dakika sürmüştür. Ayrıca bu ölçüm yapılırken, makinanın karşı ucunda kenarları kaplanmış olarak çıkan levhaları alıp istife yerleştiren işçiler yetişemediği için kısa bir süre beklenmiştir.

III. Gözlem



Bu levhanın 400 mm. uzunluğundaki iki kenarı kaplanmıştır.

Tablo 13. Softforming makinesinde yapılan III. gözlem sonuçları

Ölçüm No	Kaplanan Levha (adet)	Kaplanan Miktar (m.tül)	Kaplama Süresi (dak)	Dakikada Kaplanan Miktar (m.tül/dak)
1	32	$32 \times 0.4 = 12.8$	6.30	2.03
2	32	$32 \times 0.4 = 12.8$	3.91	3.27

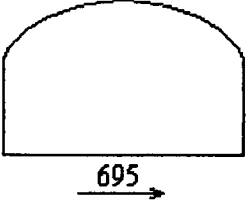
İlk ölçümün yapılması sırasında levha kenarları kaplanırken kaplama bandı kaymış ve levha kenarlarına yan basılarak bir açıklık oluşmuştur. Bant kaydığı için levhanın kenarının tamamı kaplama bandı ile kaplanamamıştır. Hatalı kaplanan bu parçalar seçilip bir kenara ayrılmış, makinanın gerekli ayarı yapılmış ve kaplama işlemine devam edilmiştir.

İlk ölçümde hatalı kaplandığı tespit edilen 9 parça alınmış, hatalı kaplanan kenar bantları sökülerek tekrar kaplanmak üzere makineye verilmiştir.

Tablo 14. III. gözlemde tespit edilen hatalı parçalar üzerinde yapılan gözlem sonuçları

Ölçüm No	Kaplanan Levha (adet)	Kaplanan Miktar (m.tül)	Kaplama Süresi (dak)	Dakikada Kaplanan Miktar (m.tül/dak)
1	9	$9 \times 0.4 = 3.6$	8.91	0.4

IV. Gözlem



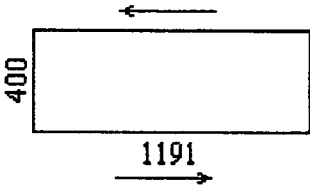
Bu levhanın 695 mm. uzunluğundaki kenarı kaplanmıştır.

Tablo 15. Softforming makinesinde yapılan IV. gözlem sonuçları

Ölçüm No	Kaplanan Levha (adet)	Kaplanan Miktar (m.tül)	Kaplama Süresi (dak)	Dakikada Kaplanan Miktar (m.tül/dak)
1	182	$182 \times 0.695 = 126.49$	17.34	7.29

Levhaların kaplanması sırasında, 8. parçanın kaplanmasından sonra işleme kısa bir süre ara verilmiş, makine operatörü tarafından kontrol edildikten sonra devam edilmiştir. 78. parçadan sonra karşı tarafta kaplanan levhaları alıp istife yerleştiren işçi yetişemediği için kısa bir süre beklenmiştir. Ayrıca kaplanan levhalardan biri hatalı kaplanmış, bu yüzden kaplama bandı sökülerek tekrar makineye verilmiştir. Levha kenarları kaplanırken bir işçi tarafından makineye tutkal konmuş, ancak bu işlem levhaların kaplanması sırasında yapıldığı için ek bir zaman almamıştır.

V. Gözlem



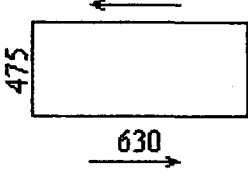
Bu levhanın 1191 mm. uzunluğundaki iki kenarı kaplanmıştır.

Tablo 16. Softforming makinesinde yapılan V. gözlem sonuçları

Ölçüm No	Kaplanan Levha (adet)	Kaplanan Miktar (m.tül)	Kaplama Süresi (dak)	Dakikada Kaplanan Miktar (m.tül/dak)
1	90	$90 \times 1.191 = 107.19$	11.6	9.24
2	90	$90 \times 1.191 = 107.19$	10.23	10.47

İlk ölçüm yapılırken, levha kenarlarının kaplanması sırasında kaplama bandının kırışma yaptığı tespit edilmiş, gerekli ayar ve bakım yapılarak işleme devam edilmiştir.

VI. Gözlem



Bu levhanın 630 mm. uzunluğundaki iki kenarı kaplanmıştır.

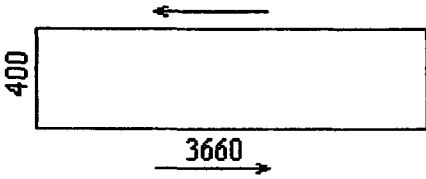
Tablo 17. Softforming makinesinde yapılan VI. gözlem sonuçları

Ölçüm No	Kaplanan Levha (adet)	Kaplanan Miktar (m.tül)	Kaplama Süresi (dak)	Dakikada Kaplanan Miktar (m.tül/dak)
1	104	$104 \times 0.630 = 65.52$	8.50	7.71
2	104	$104 \times 0.630 = 65.52$	7.27	9.01

Yapılan her iki ölçüm sırasında da bir problem çıkmamış, ancak, ikinci ölçümde işçilerin ilk ölçüme göre daha yüksek bir performans düzeyinde çalıştıkları gözlenmiştir.

VII. Gözlem

Softforming makinası, kenar kaplama amacıyla kullanıldığı gibi, bir freze olarak da kullanılabilir. Aşağıda, 64 adet levhanın kenarlarına softforming makinasında profil açılmasına ilişkin gözlem sonuçları verilmiştir.



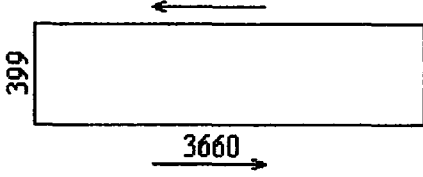
3660 mm. uzunluğundaki iki kenar frezelenmiştir.

Tablo 18. Softforming makinesinde yapılan VII. gözlem sonuçları

Ölçüm No	Frezelenen Levha (adet)	Frezelenen Miktar (m.tül)	İşlem Süresi (dak)	Dakikada Frezelenen Miktar (m.tül/dak)
1	64	$64 \times 3.660 = 234.24$	18.94	12.37
2	64	$64 \times 3.660 = 234.24$	18.1	12.94

3.3. Postforming Makinesinde Yapılan Ölçümler

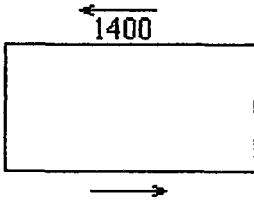
I. Gözlem



Tablo 19. Postforming makinesinde yapılan I. gözlem sonuçları

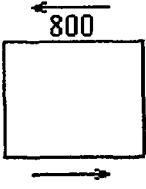
Ölçüm No	Kaplanan Levha (adet)	Kaplanan Miktar (m.tül)	Kaplama Süresi (dak)	Dakikada Kaplanan Miktar (m.tül/dak)
1	42	$42 \times 3.660 = 153.72$	17.30	8.89
2	42	$42 \times 3.660 = 153.72$	16.30	9.43
3	42	$42 \times 3.660 = 153.72$	14.92	10.30
4	42	$42 \times 3.660 = 153.72$	14.18	10.84
5	42	$42 \times 3.660 = 153.72$	14.36	10.70
6	42	$42 \times 3.660 = 153.72$	14.84	10.36

II. Gözlem



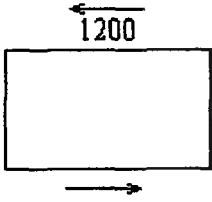
Tablo 20. Postforming makinesinde yapılan II. gözlem sonuçları

Ölçüm No	Kaplanan Levha (adet)	Kaplanan Miktar (m.tül)	Kaplama Süresi (dak)	Dakikada Kaplanan Miktar (m.tül/dak)
1	20	$20 \times 1.400 = 28$	8.50	3.29
2	20	$20 \times 1.400 = 28$	4.05	6.91
3	10	$10 \times 1.400 = 14$	2.66	5.26
4	10	$10 \times 1.400 = 14$	2.18	6.42

III. Gözlem

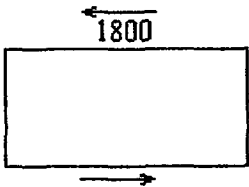
Tablo 21. Postforming makinesinde yapılan III. gözlem sonuçları

Ölçüm No	Kaplanan Levha (adet)	Kaplanan Miktar (m.tül)	Kaplama Süresi (dak)	Dakikada Kaplanan Miktar (m.tül/dak)
1	11	$11 \times 0.800 = 8.8$	3.26	2.69
2	11	$11 \times 0.800 = 8.8$	2.0	4.40

IV. Gözlem

Tablo 22. Postforming makinesinde yapılan IV. gözlem sonuçları

Ölçüm No	Kaplanan Levha (adet)	Kaplanan Miktar (m.tül)	Kaplama Süresi (dak)	Dakikada Kaplanan Miktar (m.tül/dak)
1	14	$14 \times 1.200 = 16.8$	2.50	6.72
2	14	$14 \times 1.200 = 16.8$	2.82	5.96

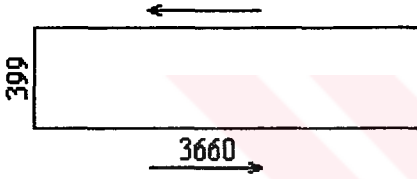
V. Gözlem

Tablo 23. Postforming makinesinde yapılan V. gözlem sonuçları

Ölçüm No	Kaplanan Levha (adet)	Kaplanan Miktar (m.tül)	Kaplama Süresi (dak)	Dakikada Kaplanan Miktar (m.tül/dak)
1	11	11 x 1.800 = 19.8	4.65	4.26
2	11	11 x 1.800 = 19.8	3.17	6.24

Buradaki işlem süreleri arasındaki farklar da yapılan sürekli kontrol ve ayarlamalardan kaynaklanmıştır.

VI. Gözlem

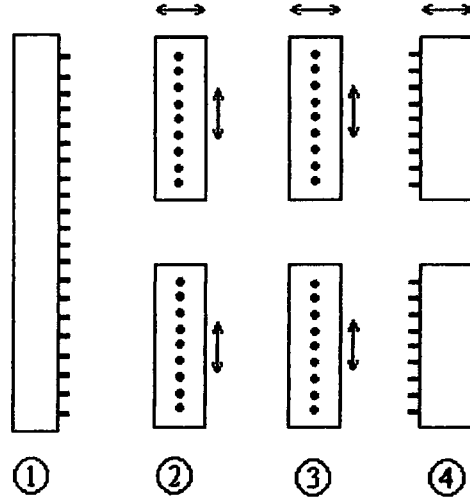


Tablo 24. Postforming makinesinde yapılan VI. gözlem sonuçları

Ölçüm No	Kaplanan Levha (adet)	Kaplanan Miktar (m.tül)	Kaplama Süresi (dak)	Dakikada Kaplanan Miktar (m.tül/dak)
1	20	20 x 3.660 = 73.2	11.79	6.21
2	20	20 x 3.660 = 73.2	6.93	10.56

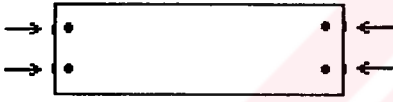
3.4. Çoklu Delgi Makinesinde Yapılan Gözlemler

İşletmede bir adet çoklu delgi makinesi bulunmaktadır. Firmada ürün çeşitliliğinin çok fazla olduğu; bununla birlikte, mobilyalar demonte olarak üretildiği için ürün çeşidi ne olursa olsun hepsinin de delik makinesinde işlem görmekte olduğu bilinmektedir. Bu makine, tüm parçaların işlem görmek zorunda olduğu bir makine olmasına rağmen, kapasitesi yeterli değildir. Kullanımdaki aksaklıklar da eklenince, mevcut olan kapasitesinden de tam olarak yararlanılmadığı ifade edilebilir.



Şekil 11. Çoklu delgi makinası

Delgi makinası; delgi planı için programlanmakta, daha sonra parçalar bu delgi planına göre delinmektedir. Uzun parçaların her iki kenarında da aynı anda delgi işlemi yapılamamaktadır. Çünkü makinenin boyu, uzun parçaların her iki ucundaki deliklerin delinmesi için yeterli değildir.



Yukarıdaki parçanın delgi işlemi yapılırken sol taraftaki delikleri delmek için Şekil 11'de görülen 2 no'lu birim 1 nolu birime yaklaştırılır ve delikler delinir. Ancak parçanın sağ tarafında da aynı anda bu işlem yapılamamaktadır. Çünkü 3 ve 4 no'lu birimler birbirlerine tam olarak yaklaşamamaktadır. Bu yüzden birinci işlemde parçanın sol tarafındaki delikler delinmekte, sonra parça ters çevrilerek aynı işlem diğer tarafa da uygulanmaktadır.

Delik makinesinin kapasitesinden yararlanılamayan bir diğer durum ise, delinmek üzere gelen yarımamul parçalarda gönyesizlik durumunun ortaya çıkmasından ileri gelmektedir. Bu durumda; makinede normal olarak parçaların her iki tarafındaki delikler delinebiliyor olmasına rağmen, bulunması muhtemel gönyesiz parçalarda hatalı delik delme riski göze alınamayıp önce parçanın bir tarafındaki delikler delinmekte, daha sonra parça

ters çevrilerek diğer tarafı da aynı şekilde delinmektedir. Bu problemden ötürü, delme işlemi için geçen işlem süresi neredeyse iki katına çıkmaktadır.

Tüm diğer makinelerde olduğu gibi, delik makinesinde de toz problemi vardır. Delgi işleminden sonra hem makine, hem de delinen parçalar hava ile temizlenmekte ve bu da işlem süresini artırıcı bir faktör olmaktadır.

Delik makinesinde delgi planı ilk ayarlandığında, delinen ilk parçalar metre ve kumpas ile ölçülmekte, yapılan ayarların hassas ve düzgün olduğundan emin olununcaya kadar bu kontrol işlemleri yapılmaktadır. Bu yüzden, delgi planı makineye verildikten sonra ilk parçaların delinmesi için harcanan süre daha fazla olmaktadır.

Delik makinesinde bazen, aynı delgi planına sahip çok az parçanın, hatta bazen 1-2 parçanın bile delgi işlemlerinin yapılmakta olduğu gözlenmiştir. Oysa ki makinanın ayarlanması zaman almaktadır. Aynı delgi planına sahip parçaların sayısının fazlalığı oranında toplam işlem süresi azalmaktadır.

3.5. Preste Yapılan Gözlemler

Gözlemlerin yapıldığı fabrikada tek katlı, bir adet pres bulunmaktadır. Tesis yetkilileri, mevcut bulunan presin şu anki ihtiyacı karşıladığını belirtiyorlarsa da, pres önünde bekleyen parçalar olduğu görülmüştür.

Kalibrasyonu yapılmış ve radyuslu kenarları da el zımparaları ile düzeltilmiş olan levhalar, tutkallama makinesinden geçirilerek tutkallanıp üzerlerine kaplanacak laminat levhalar konularak prese yerleştirilmektedir. 80- 100 °C sıcaklık ve yaklaşık 200 bar basınç altında levhalar 5 dakika preste tutulmaktadırlar. Ancak, kaplanan laminat levhaların bazılarının daha ince, bazılarının ise daha kalındır. Bununla birlikte, hepsi için de 5 dakika pres süresi uygulanmaktadır. Bunun nedeni de, kalın olan levhaların renginin açık olması ile açıklanmaktadır.

Mevcut olan prese bir ilave kat atarak kapasitesinin artırılması düşünölmüş, ancak bu durumdaki temizlik ve kullanım zorlukları göz önüne alınarak vazgeçildiği söylenmiştir.

3.6. Frezede Yapılan Gözlemler

İşletmede bir adet freze bulunmaktadır. Bu makinede, özellikle masa tablaları ve ayaklarının kenarlarına yuvarlak profil verilmektedir. Ayrıca, kavisli masaların tablaları da bir kalıp yardımıyla, bu kavisli kısımlar döndürölerek temizlenmektedir.

Freze, işletmede mevcut makineler içinde gürültü ve toz gibi faktörleri en büyük oranda ortaya çıkaran makinedir.

Frezede parçalar işlem görürken hem makine, hem de parçalar üzerinde çok fazla miktarda toz birikmekte, sık sık bu tozların hava ile uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu da işlem süresini uzatmaktadır. Makineye bağlı bir toz emme tertibatı bulunmasına rağmen çok yetersizdir. Ayrıca bu makinede çalışan işçilerin toza karşı çoğu zaman herhangi bir önlem almadan iş görmeleri, onların da verimliliğini düşürmektedir.

İşletmede mevcut olan softforming makinası aynı zamanda bir freze gibi de kullanılabildiğinden, özellikle kalınlığı az olan levhaların kenarlarına profil vermede bu makine de kullanılmakta, bu şekilde frezenin yükü paylaşılmaktadır.

3.7. Çalışma Ortamının Kapasiteye Etkisi

Çalışma ortamındaki ergonomik faktörler; doğrudan çalışanların sağlığını ve üretkenliğini, dolaylı olarak da sistem çıktısını ve kapasiteyi etkileyeceğinden, gözlemlerin yapıldığı işyerinde bu faktörler de incelenmiştir.

3.7.1. Temizlik ve Bakım

Eğer fabrika ve atölyeler temiz ve düzenli tutulmazsa, işyerlerinin güvenlik ve sağlık yönetmeliklerine uygun olarak yapılmış olması yeterli olmamaktadır. Bir fabrika ya da işyerinde bakım; kazaların önlenmesine katkıda bulunacağı gibi, verimliliği de etkiler. Eğer geçitler ve koridorlar malzeme yığınları ve diğer engellerle karmakarışık bir duruma getirilirse, hammadde ve bitmiş ürünlerin taşınması için yolların temizlenmesi ve açılması, işçilik zamanının israfına neden olacaktır. Geçitler 5 cm. enlikte beyaz yada sarı şeritlerle belirtilmeli, gereksiz nesnelerin bu yollara konulmasına izin verilmemelidir. İş durakları ve depolar da aynı şekilde işaretlenmeli ve buralara mallar dikkatle yığılmalıdır (40).

Gözlemlerin yapıldığı fabrikada; işgörenlerin çalışma alanları, geçitler ve stok alanları açık bir şekilde işaretlenmiş değildir. Yarımamul istifleri, uygun görülen yerlere bırakılmaktadır. Yarımamullerin makinalarda işlem görmeleri esnasında, bazen geçici olarak istiflenen yarımamuller geçiş yollarını engellemekte ve zaman kaybına neden olmaktadır.

Endüstride ve çeşitli işyerlerinde işçi sağlığı açısından önemli sakıncaları bulunan tozlar, mikroplar vs. ergonomik açıdan büyük önem taşırlar. Bu zararlıların ilk etkisi, fizyolojik güç ve kapasite kayıpları olduğu için, işgörenlerin verimliliği üzerinde olumsuz etkileri ile önemlidirler (40).

Gözlemlerin yapıldığı iş ortamında da çalışanların sağlığını ve verimliliğini en büyük oranda etkileyen faktör, aşırı olan toz miktarıdır. Tesiste bir havalandırma tertibatı mevcut ise de, fazla bir iş gördüğü söylenemez. Özellikle parçaların frezede işlem görmeleri esnasında ortaya çıkan toz miktarı kontrol altında değildir. Ancak çalışanların çoğu kez hiçbir önlem almadan çalışmalarına devam ettikleri gözlenmiştir. İşyeri içindeki aşırı toz; sadece çalışanların sağlığını değil, makinelerin çalışmalarını da etkilemektedir. Sık sık makineler üzerinde biriken tozlar, kompresörden elde edilen hava ile uzaklaştırılmak zorunda kalınmakta, bu işlem de ayrı bir zaman gerektirdiğinden, sistem çıktısı ve dolayısıyla da kapasite üzerinde etkili olmaktadır.

3.7.2. Gürültü

Endüstride gürültü, üç temel nedenle önemlidir; çalışanlar gürültüden rahatsız olurlar, gürültü işitme kayıplarına neden olur ve son olarak da gürültü, iş verimliliği üzerinde olumsuz etkiler yapar.

Genelde, işyerlerinin devamlı ve yüksek düzeyde gürültülü olmasının iş verimi üzerinde olumsuz etkileri olduğu kabul edilmektedir. İşyerlerinde ve laboratuvarlarda yapılan araştırmalarda; işgörenleri rahatsız edecek düzeydeki gürültü koşullarında, insan hatalarına bağlı gecikmeler, aşırı malzeme kayıpları, belli uyanlara geç reaksiyon ve makine hatalarını farketmede yavaşlık gibi gözlemler dikkati çekmektedir (41).

Gözlemlerin yapıldığı üretim tesisinde gürültüye karşı alınmış herhangi bir önlem mevcut değildir. Kullanılan makinaların büyük çoğunluğu yüksek devirli olduğundan, işlem görme esnasında oldukça fazla gürültü oluşturmaktadırlar. Özellikler parçalar kesilirken ve frezede işlem görürken ortaya çıkan gürültü fazladır. Ayrıca makinelerin tümünün de çoğu zaman aynı anda çalışıyor olması, kapalı alan içindeki gürültünün toplam miktarını artırmaktadır. Fabrikadaki gürültünün bir diğer önemli kaynağı da, havalandırma tertibatıdır.

Yapılan pekçok inceleme sonucunda; temelde varolan gürültünün azaltılması ile, hata oranlarında göze çarpan azalmalar ve önemli derecede üretim artışları sağlandığı görülmüştür (40).

3.7.3. Aydınlatma

Endüstride doğal aydınlatma kullanırken temel yaklaşım, bu ışığın tüm işlem alanlarına olabildiğince eşit bir şekilde dağılımını planlamaktır. Bunun için en uygun aydınlatma yaklaşımının çatıdan aydınlatma olduğu bilinmektedir. Öte yandan pencerelerden gelen ışığın da, zaman zaman dışarı bakan işgörenlerin gözlerini dinlendirdiği ve dış dünya ile ilişkilerini devam ettirerek bir açıdan yararlı etkisinin olduğu anımsanmalıdır.

Doğal aydınlatmanın tek sorunu, ışık şiddetinin gün boyu değişik düzeylerde olabilmesi ve mevsim değişikliklerinde önemli yeğlilik farklarının sözkonusu olmasıdır.

Endüstriyel kuruluşların çoğunda doğal aydınlatmayı takviye etmek için yapay aydınlatma da kullanılmaktadır. Burada temel yaklaşım, doğal aydınlatmanın yetersizliklerini dikkate alarak aydınlatma düzeyinin dengelenmesidir. Endüstride doğal aydınlatma kullanımı daima ön planda tutulmalıdır. Çünkü doğal aydınlatma ekonomik ve oldukça verimlidir.

Her işyerinde bina, malzeme ve makine bakım projeleri yanısıra aydınlatma sistemlerinin de devamlı bakımı gereklidir. Bakım ve onarım hizmetleri geciktirilen yada tümü ile ihmal edilen aydınlatma sistemlerinin verimliliği giderek azalır. Genellikle tavandan ve olabildiğince yüksek monte edilmesi önerilen aydınlatma sistemlerinin bakım, onarım ve temizlik hizmetlerinin de montaj aşamasında düşünülmesi çok önemlidir.

Doğal aydınlatmada, binanın içinden ve dışından devamlı temizliği ve camların devamlı temiz tutulması zorunludur (41).

Gözlemlerin yapıldığı fabrikanın aydınlatılmasında temel olarak güneş ışığından yararlanılmaktadır. Üretimin gerçekleştirildiği alanın dört tarafı da pencereler ile çevrilidir. Ayrıca binanın çatısında ara ara döşeli bulunan şeffaf saclar da çatıdan aydınlatmayı sağlamaktadırlar. İlave olarak, yapay aydınlatma sistemi de mevcuttur. Yapay aydınlatma araçları, önerildiği gibi mümkün olduğunca yüksekte bulunmaktadır. Ancak, fabrika içindeki aşırı tozdan, aydınlatma araçları da nasibini almıştır. Her ne kadar çoğunlukla güneş ışığından yararlanılıyor olsa da bu aydınlatma araçlarına ihtiyaç duyulduğunda daha verimli bir aydınlatma elde edilebilmesi için temizlik ve bakımlarına dikkat edilmelidir.

3.8. Kapasite Üzerinde Etkili Diğer Faktörler

Kapasite üzerindeki en önemli sınırlayıcı faktörün, firmaların ürettiği ürünlere olan talep miktarı olduğu bilinmektedir. Gözlemlerin yapıldığı fabrikada, üretilen ürünlerin pazarlanması bir pazarlama firması tarafından yapılmaktadır. Ürünlerin müşterileri ve yeni

pazarların bulunması, bu pazarlama firması tarafından sağlanmaktadır. Zaman zaman talebin arttığı veya sipariş hacminin büyük olduğu durumlarda, normal çalışma saatleri yetersiz kalmakta, bu kapasite açığı fazla mesai uygulamalarıyla kapatılmaya çalışılmaktadır. Ancak, yapılan fazla mesailerin işçiler üzerinde olumsuz etkiler yaptığı, bıkkınlıklara sebep olduğu ve fazla mesai sırasında iş veriminde düşme görüldüğü bildirilmiştir. İşletme yöneticileri, vardiya sistemine geçiş için ise pazarın yeterli olmadığını düşünmektedirler.

Fabrika içerisinde taşıma ve yer değiştirme miktarları çok fazladır. Taşımalar için herhangi bir taşıma sistemi vs. yoktur. Taşımalar, işgörenlerin fiziksel kuvvetleri ile hareket ettirilen istif arabaları ile yapılmaktadır. Ancak bazı durumlarda bu araçların sayısının yetersiz kaldığı ve beklemeye sebep olduğu görülmüştür. Ayrıca, bu mekanik kaldırıcı ve taşıyıcılar için yeterli geçit kolaylıklarının var olduğu söylenemez.

Tesiste işçilerin çoğu gruplar halinde çalışmaktadırlar. Bu gruplardan birbirleri ile daha uyumlu çalışanların daha verimli çalıştıkları görülmüştür. Hatta aynı gruptaki işçilerin birbirleri ile daha uyumlu hareket ettikleri zaman üretimlerinde bir artış olduğu da gözlenmiştir.

Ürün tasarımının iyi olmaması, sürecin iyi işletilememesi ve üretim sırasında yönetimin yetersizliğinden yada işçilerin davranışlarından doğan etken olmayan süre, bir malın toplam üretim süresini artırmaktadır (40).

Atölyede ortaya çıkan arıza ve duruşlar, genellikle bir seri yönetim etkinliklerinin, ya da yönetimin gereken önlemleri zamanında almaktaki başarısızlığının bir sonucudur (40).

Denemeler göstermiştir ki, hammaddenin zamanında sağlanmaması, fabrikadaki arızalardan dolayı ortaya çıkan etken olmayan sürenin nedenleri, bunların yok edilmesi yolunda gerçek bir çaba gösterilmeksizin sürdürüldüğünde, işçilerin cesaretleri kırılmakta ve çabaları yavaşlamaktadır (40).

Gözlemlerin yapıldığı fabrikada da bu durum izlenmiştir. Hammadde yetersiz olduğunda veya istenilen nitelikte olmadığında, işçilerdeki hoşnutsuzluk göze çarpmaktadır. Tesiste zaman zaman hammadde yetersizliği ortaya çıkmaktadır.

Enerji yetersizliği de kapasite kullanımını etkileyen bir faktördür. Tablo 5’de de görüldüğü gibi enerji yetersizliği, mobilya sanayiinde tam kapasite ile çalışmama nedenleri arasında yer almaktadır. İncelemelerin yapıldığı fabrikada, enerji yetersizliği sebebiyle herhangi bir duraklama veya üretimde aksaklıklar gözlenmemiştir. Fabrika organize sanayi bölgesinde kurulu olduğu için enerji açısından bir sıkıntısı yoktur.



4. TARTIŞMA

Trabzon Elbe Mobilya Ticaret ve Sanayii A.Ş.'de yapılan ölçüm ve gözlemler sonucunda, bu mobilya üretim tesisinde üretim sırasında kapasite üzerinde etkili olan faktörler incelenmiştir.

Kapasite üzerinde etkili olan faktörlerin tespit edilmesi amacıyla makinelerdeki işlem görme süreleri ölçülmüş; elde edilen sonuçlar, aynı işlemin değişik zamanlarda yapılan ölçümleri ile karşılaştırılmış ve birim zamandaki çıktı miktarları arasındaki farkların sebepleri araştırılarak üretim kapasitesini etkileyen faktörlerin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Panel ebatlama makinesinde (GIBEN) yapılan ölçümlerden de görüleceği üzere, makinede levhaların kesilme işlemi süreleri arasında çok fazla farklar yoktur. Birim zamanda kesilen m.tül levha miktarları, işçilerin levhaları makineye yerleştirmelerindeki performans derecelerine göre değişiklikler göstermektedir. Bu makinede genellikle aynı anda 4 adet levhanın kesme işlemi gerçekleştirilmektedir. Ancak, siparişe göre üretim yapıldığı için, sadece siparişi karşılayacak miktarda levha kesilmektedir. Bu yüzden her zaman aynı anda 4 adet levha kesimi yapılmamaktadır. Bu durumda ise, birim zamanda kesilen m.tül levha miktarı oldukça düşmekte, makinenin kapasitesinden tam olarak yararlanılamamaktadır. Tablo 7'den de görüleceği üzere ilk iki ölçümde 4'er adet levha kesilmiş, birim zamanda elde edilen m.tül levha miktarlarında çok büyük farklılık oluşmamıştır. Ancak 3. ölçümde 1 adet levha kesilmiş, birim zamanda kesilen m.tül levha miktarı ilk iki ölçümde 9.81 ve 9.33 iken bu ölçümde 5.3 m.tül/dak'ya düşerek yaklaşık % 45 azalmıştır. Aynı durum, Tablo 8 ve Tablo 10'da da görülmektedir. Her iki tabloda da, tek olarak kesilen levhalarda birim zamanda elde edilen m.tül levha miktarlarının yaklaşık % 60 azaldığı görülmektedir.

Softforming düz kenar kaplama makinesi üzerinde de ölçümler yapılmış, aynı levhanın iki kenarının kaplanması süreleri arasındaki farklar ve sebepleri araştırılmıştır.

Tablo 12'den görüleceği gibi, aynı levhaların birinci kenarlarının kaplanması 15.97 dakika alırken, aynı uzunluktaki diğer kenarlarının kaplanması 12.15 dakika almıştır. Aradaki bu zaman farkı, ilk ölçüm yapılırken kaplama bandının değiştirilmesinin gerekmesi ve, makinenin karşı ucundaki kaplanan levhaları alıp istife yerleştiren işçinin yetişememesinden ileri gelmiştir. Bu beklentiler işlem süresini artırmış ve birim zamandaki çıktı miktarı üzerinde bir azalmaya sebep olmuştur.

Softforming makinasında yapılan III. gözlemlerde görüleceği üzere, kaplanan her iki kenar da aynı uzunluk ve kalınlıkta olduğu halde ilk ölçümde saptanan çıktı miktarı daha az olmuştur. Bunun nedeni ise, ilk ölçümün yapılması sırasında makinede bir problemin ortaya çıkmış olmasıdır. Kaplama bandı kaymış ve bazı levhaların kenarlarında kaplama bandının kapatmadığı bir yüzey kalmıştır. Bu problemin giderilmesi ve bandın gerekli ayarının yapılması işlemi, birim zamandaki çıktı miktarında bir azalmaya neden olmuştur. İkinci ölçümde ise bir problem çıkmamıştır (Tablo 13).

Tablo 14'te görüldüğü gibi ilk ölçümde hatalı kaplandığı tespit edilen 9 parçanın hatalı kaplama bantlarının sökülmesi ve tekrar işlem görmesi oldukça uzun bir zaman almış ve birim zamanda elde edilen çıktı miktarı oldukça azalmıştır. Bu 9 parçanın normalde işlem görme süresi yaklaşık 1 dakika iken, hatanın giderilmesi de dahil 8.91 dakika almıştır.

Tablo 15'de görüldüğü gibi yine makinede kaplama bandı ile ilgili bir problem ortaya çıkmış, kaplama bandında kırışma görülmüş ve bu sorunun giderilmesinden zaman aldığından, aynı levhaların her iki kenarlarının kaplanma süreleri farklı olmuştur.

Tablo 17'deki sonuçların elde edilmesi için yapılan ölçümler sırasında hiçbir problem meydana gelmemiş, ancak, aynı levhaların aynı uzunluktaki ikinci kenarlarının kaplanmasında işçilerin daha yüksek bir performans derecesinde çalıştığı, bu yüzden de birim zamanda daha fazla miktarda levha kenarı kaplandığı gözlenmiştir.

Softforming makinesinde yapılan tüm gözlemler dikkatle incelendiğinde, uzunluğu fazla olan levhaların kenarlarının kaplanması işleminde birim zamanda kaplanan miktarların daha fazla olduğu ortaya çıkmaktadır.

Postforming makinasında laminat levhanın, tablaların kenarlarına kıvrılması işlemi üzerinde ölçümler yapılmış, Tablo 19'dan da görüleceği üzere, ilk ölçümlerde işlem süreleri daha uzun çıkmış, daha sonraki ölçümler arasında fazla farklar olmadığı görülmüştür. Bunun sebebi ise, postforming makinası ilk çalıştırıldığında yapılan ayarlamaların uzun zaman alması, sürekli kontrollerin yapılmasıdır. Bu makinede özellikle tutkal püskürtme spreyleri sürekli kontrol edilerek tıkanma vs. olması engellenmekte ve tutkal dozajı ayarlanmaktadır. Tıkanmaya karşı sık aralıklarla tutkal püskürten başlıklar bir fırça ile temizlenmektedir.

Tablo 20'de verilen sonuçlarda, 1. ölçüm ve 2. ölçüm arasındaki fark, başlangıçta iki işçi ile çalışılıyorken, daha sonra zımparada çalışan iki işçinin daha yardıma gelmesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca ilk ölçüm, yine makine yeni çalıştırıldıktan hemen sonra yapıldığı için, sık sık yapılan kontroller sürenin uzamasına neden olmuştur.

Tablo 21'de görülen çıktı miktarındaki fark ise, ikinci ölçümde işçilerin oldukça yüksek bir performansta çalışmasından ileri gelmiştir.

Tablo 24'de aynı levhalarının her iki kenarlarının kaplanması süreleri arasında oldukça büyük bir fark vardır. Bu farkın başlıca nedeni, yine bu makinenin ayarlarının sürekli kontrol edilmesi ve gerektiği şekilde düzeltici ayarlar yapılmasıdır. Diğer bir neden ise, işçilerin ilk ölçümün yapılması sırasında düşük performansta çalışmış olmalarıdır.

İşletmede tüm sistemin kapasitesini sınırlayan en önemli makine, çoklu delgi makinesidir. Çoklu delgi makinesi, tüm parçaların işlem görmek durumunda olduğu bir makine olmasına rağmen kapasitesi yetersiz kalmakta ve önünde her zaman parça birikmeleri görülmektedir. Makinenin kapasitesinin yetersiz oluşu yanında, sahip olduğu kapasitesinden de tam olarak yararlanılamamaktadır. Bunun en büyük nedeni ise, makinede mümkün olmasına rağmen, parçanın her iki kenarındaki delgi işlemlerinin aynı anda yapılmamasıdır. Çünkü, delgi işlemi için gelen yarımamullerde gönyesizlik olma ihtimali vardır ve bu sakınca ortadan kaldırmadığı için, bir parçada 1 defada yapılabilecek olan işlemler iki defada yapılarak işlem süresi iki katına çıkarılmakta, dolayısıyla makinenin kapasitesinden yararlanma oranı yarı yarıya düşmektedir. Yarımamullerde görülen bu

gönyesizlik durumu, yonga levhaların kesildikten sonra rutubet alışverişinde bulunarak çalışması olayına bağlanmaktadır.

Çoklu delgi makinesinde, makinenin boyu, uzun parçaların delgi işlemlerinin aynı anda yapılabilmesi için yeterli olmadığından, levha bir tarafı delindikten sonra çevrilmekte ve ikinci işlemde levhanın diğer tarafındaki delgi işlemleri yapılmaktadır. Buradan da anlaşılacağı üzere, çoklu delgi makinesi, tesisin ihtiyacını karşılayacak kapasite düzeyine sahip değildir.

Tüm diğer makinelerde olduğu gibi çoklu delgi makinesinde de toz problemi vardır. Makinenin bir havalandırma tertibatı bulunmasına rağmen yeterli değildir. Parçaların delgi işlemleri gerçekleştirilirken hem makine hem de delinen parça üzerinde toz birikmekte, bu tozlar kompresörden sağlanan hava ile uzaklaştırılmaktadır. Bu işlem de bir zaman kaybına neden olmaktadır.

Çoklu delgi makinesinde işlem sürelerinin uzamasının bir diğer nedeni de, delgi planı makineye ilk verildiğinde, yapılan delgi işleminin doğruluğunu kontrol etmek için yapılan ölçümlerdir.

Çoklu delgi makinesinde aynı delgi planında delinecek parçaların sayısı ne kadar fazla olursa, toplam işlem süresinin o oranda kısaldığı görülmektedir.

İşletmede bulunan presin kapasitesinin yeterli olmadığı düşünülmektedir. Çünkü önünde parça birikmeleri vardır. Ayrıca, levha yüzeylerinin kaplanması kullanılan laminatların kalınlıkları farklı olmasına rağmen, aynı basınç, sıcaklık ve pres süresinde işlem görmektedirler.

İşletmede mevcut olan freze, çalışırken çok fazla toz ortaya çıkardığı için verimli bir şekilde kullanılamamaktadır. Makinenin, havalandırma için kullanılan tertibatının yetersiz olduğu görülmektedir. İşgörenler hem makineden, hem işlem gören levhalardan, hem de kendilerinden sık sık tozu uzaklaştırmak durumunda kaldıkları görülmüştür. İşçilerin verimini azaltıcı bir diğer faktör de, toza karşı çoğu kez herhangi bir önlem almaksızın

çalışmaya devam etmeleridir. Fabrika içinde bulunan ve tüm makinelerin bağlı olduğu havalandırma tertibatı ihtiyaca cevap verecek güç ve kapasiteye sahip değildir. Özellikle aşırı tozun ortaya çıktığı makinelerde bu durum bariz bir şekilde görülmektedir.

İş ortamındaki çalışma koşullarının olumsuz olması da sistemin çıktı miktarını, yani kapasiteyi etkileyen bir faktördür. Tesis içinde çalışan makinaların sebep olduğu gürültüye karşı alınan herhangi bir önlem yoktur. Oysa ki gürültü; iş verimliliği üzerinde olumsuz etkiler yapan, çalışanların sağlığını tehdit eden ve üretim süresinin uzamasına sebep olan bir faktördür. Fabrikadaki gürültünün en büyük kaynağı, hemen hemen hiçbir işe yaramayan havalandırma tertibatıdır. Ayrıca frezeleme ve kesme işlemlerinde ortaya çıkan gürültü düzeyi, diğer makinelere oranla daha fazladır.

Fabrikada kapasite üzerinde önemli etkiye sahip bir diğer faktör de, taşıma ve yer değiştirme işlemleridir. Taşıma işlemlerinin tamamı işçiler tarafından yapılmaktadır. Gerektiğinde makine operatörleri de taşıma işlerine yardımcı olmaktadır. Bu durum hem çalışanlarda yorgunluk meydana getirebilmekte, hem de büyük zaman kayıplarına sebep olmaktadır. Ayrıca taşımaların yapılması için kullanılan geçit ve yolların kesin işaretlerle belirlenmemiş olması, yarımamullerin buralara düzensiz bir şekilde bırakılmaları da, üretim süresini uzatan bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

5. SONUÇLAR

Üretim kapasitesi üzerindeki en etkili faktör, üretilen mamullere olan talep miktarlarıdır. Trabzon Elbe Mobilya, siparişe göre çalıştığı için, talep miktarına göre üretim yapılmakta, talebin fazla olduğu veya sipariş hacminin büyük olduğu durumlarda meydana gelen kapasite açığı fazla mesailer ile karşılanmaktadır. Ancak bu durumda da iş verimi düşmektedir.

Fabrikada akış tipi bir üretim yoktur. Prosesse göre düzenleme vardır. Kullanılan tüm makinelerin hızları birbirinin aynı olmadığı için, bazı makineler işlemleri kısa sürede bitirmekte, bazılarının önünde ise yığılmalar meydana gelmektedir. İş istasyonlarının üretim hızları arasındaki bu farklar, üretim kapasitesi üzerinde etkili bir faktör olmakta; tüm sistemin kapasitesini üretim hızı en yavaş olan makine belirlemektedir.

Yapılan ölçümler sonucunda görülmüştür ki, tüm makinelerde de aynı anda işlenen miktar ne kadar fazla olursa, kapasiteden de o oranda fazla yararlanılabilmektedir.

Ölçümler sonucunda varılan bir diğer sonuç da; hatalı veya bozuk olarak üretilen yarımamul veya mamullerin kapasitede bir azalmaya sebep olduğudur. Ortaya çıkan bu hatalı ve bozuk parçaların düzeltilmesi veya bu kusurların sebebinin bulunup gerekli düzeltmelerin yapılması da zaman kaybına neden olmakta ve sistem çıktısının azalmasına yol açmaktadır.

Kapasiteyi etkileyen bir diğer etken de, üretim sırasında ortaya çıkan tamir - bakım faaliyetleridir.

Üretim gerçekleştirilirken yapılan ayarlamalar ve kontroller, üretim kapasitesi üzerinde en etkili olan faktörlerden biridir. Üretim esnasında yapılan bu ayar ve kontrol işlemleri, kapasiteden yararlanma oranını düşürmektedir.

Makinalarda çalışan işçilerin, bazı durumlarda makinelerin hızlarına yetişemediği veya bazı işlemleri gerçekleştirmek için işçi sayısının her zaman yeterli olmadığı görülmüştür. Bu gibi durumlarda beklentiler artmakta ve birim zamandaki çıktı miktarında düşme görülmektedir.

Tesis içerisindeki taşıma ve yer değiştirme işlemleri çok fazla olup, taşıma işlemlerinin tamamı işçiler tarafından mekanik kaldırıcı ve taşıyıcı aletler ile yapılmaktadır. Taşıma işlemleri işçilerin fiziksel kuvvetleri ile yapıldığından çok zaman almakta ve işçiler için bazen çok yorucu olmaktadır. Taşıma işlemlerinin çok olması, hem üretim alanı içinde bir karmaşıklık meydana getirerek, hem de işçilerin verimliliğinin düşmesinde rol oynayarak üretim kapasitesini etkilemektedir.

İşçilerin çalışmalarındaki performans dereceleri de üretim esnasında ortaya çıkan ve kapasiteye etki eden bir faktördür. İşçilerin çalışma performanslarının artışı oranında kapasite kullanımında artışlar meydana gelmektedir.

Makinelere çalışan işçi gruplarından, aralarındaki ilişkileri iyi olan ve birbirleriyle daha uyumlu çalışan işçilerin daha verimli çalıştığı görülmüştür. Hatta aynı grupta çalışan işçilerin birbirleri ile daha uyumlu hareket ettikleri durumlarda, üretimlerinde bir artış olduğu gözlemlenmiştir.

Makinelere işlenen hammadde veya yarı mamullerin istenilen nitelikte olmaması da, sistem çıktısını azaltıcı bir faktördür (Örneğin çoklu delgi makinesine gelen parçalardaki gönyesizlik nedeniyle işlem sürelerinin uzaması).

Çalışma ortamının elverişli olmayan koşulları da, hem işgücü hem de makinelerin verimliliklerini ve dolayısıyla da üretim kapasitesini etkilemektedir. Özellikle çalışma ortamında bulunan toz ve gürültü, iş veriminde oldukça büyük düşümlere ve zaman kayıplarına sebep olmaktadır. Bu zararlı etkenlere karşı herhangi bir önlem alınmadan çalışmaya devam etmek, çıktı miktarlarında azalmaları beraberinde getirmektedir.

Hammaddelerin zamanında sağlanamaması veya istenilen nitelikte olmaması, işçiler üzerinde kötü tesir yapmakta ve verimlerini düşürmektedir. Hammaddelerin zamanında sağlanamaması yada fabrikadaki arızalardan dolayı ortaya çıkan etken olmayan sürenin yok edilmesi yolunda yönetim tarafından bir çaba gösterilmediğinde işçilerin cesareti kırılmakta, çabaları yavaşlamakta ve yapılan işte bir hoşnutsuzluk meydana gelmektedir.



6. ÖNERİLER

Fabrikada üretim kapasitesini en büyük oranda sınırlayan çoklu delgi makinasından kaynaklanan darboğaz problemi; sisteme bir delgi makinası daha ilave edilmesi, üretimdeki aksamaları engelleyecek kapasitede olan bir yenisi ile değiştirilmesi veya bu makineye fazla mesai yaptırılması ile çözülebilir. Ayrıca mevcut makinenin kapasitesinden daha iyi faydalanabilmek için, satın alınan hammaddenin istenilen nitelikte ve kalitede olması da sağlanmalıdır.

Üretim faaliyetleri esnasında zaman zaman makinelerde kısa süreli de olsa bakım ve onarım yapılması gerekmektedir. Bu durumu önleyerek zaman kayıplarını en aza indirmek için günlük, aylık, haftalık ve yıllık bakım programlarına dikkatle uyulmalıdır.

Tesis içindeki aşırı toz miktarı, yetersiz olan havalandırma tertibatının gücü artırılarak veya yeterli olacak bir yenisi ile değiştirilerek kontrol altına alınmalıdır. İşçilerin sağlığını da olumsuz yönde etkileyen toza karşı hiç değilse bireysel önlemler alarak, özellikle aşırı toz ortaya çıkaran makinelerde çalışan işçilerin sürekli olarak koruyucu gereçler kullanması sağlanmalıdır.

Geçitler, istif ve depolama alanları kesin bir şekilde belli edilmeli, geçit yolları üzerine gelişigüzel istifler bırakılması engellenmelidir. Böylece taşıma ve yer değiştirme işlemleri esnasında kayıp zamanlar en aza indirilebilir.

Levhalar tutkallanmadan ve prese girmeden önce yuvarlatılmış olan kenarları işçiler tarafından el zımparaları ile düzgünleştirilmektedir. Bu işlem zamanla bıkınlık verici ve sıkıcı bir hale gelebildiği için, zaman zaman bu işlemi gerçekleştiren işçiler başka işlerde kullanılarak monotonluğun azaltılması önerilebilir.

Satın alınan hammaddelerin arzu edilen nitelikte olup olmadıklarının kontrolü için küçük bir laboratuvar kurulabilir. Böylelikle, özellikle en çok problemin yaşandığı yonga

levhaların ve diğer malzemelerin kaliteleri kontrol edilebilir. Buna bağlı olarak da bozuk ve kusurlu üretim miktarlarında azalmalar sağlanabilir.

Bu çalışmada mobilya üretim sistemlerinde üretim sırasında kapasite üzerinde etkili olan faktörler incelenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmalar daha uzun bir zamana yayılarak, birkaç değişik fabrika üzerinde yapıp karşılaştırmalı olarak bazı sonuçlar elde edilebilir.

Çalışmaların yapıldığı fabrikada siparişe göre üretim yapılmaktadır. Bir başka çalışmada seri üretim yapan bir mobilya fabrikası incelenebilir. Böylece kesikli üretim ve seri üretim ile çalışan iki üretim sistemi, kapasite problemleri açısından karşılaştırılabilir.



7. KAYNAKLAR

1. Şahin, M., Analyses of Capacity Usage in Middle and Big Scale Enterprises in Eskişehir, Anadolu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 5,2 (1987) 15-16.
2. Doğan, M., İşletme Ekonomisi ve Yönetimi, Cilt 1, İstiklal Matbaası, İzmir, 1982.
3. Yıldırım, E., Kapasite Kullanım Oranlarının Hesaplanması ve Türkiye İmalat Sanayiinde Kapasite Kullanım Oranları, Çukurova Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 3,1 (1989) 29-44.
4. Chase, R.B., Aquilano, N.J., Production and Operation Management, Third Edition, Richard D. Irwin Inc., Homewood, Illinois, 1981.
5. Müftüoğlu, T., İşletme İktisadı Açısından Üretim Kapasitesi, Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları, Yayın No: 422, Ankara, 1978.
6. Özgen, H., Üretim Yönetimi, Bizim Büro Basımevi, Ankara, 1987.
7. Müftüoğlu, T., Sanayi İşletmelerinde Kapasitenin Ekonomik Yönden İncelenmesi, Mülki ve Mahalli İdareler Düzeyinde Planlama, T.C. İçişleri Bakanlığı Araştırma, Planlama ve Koordinasyon Kurulu Başkanlığı, 431, (1988) 611-646.
8. Odabaşı, M., Eke, H., Kapasite Kullanımı Açısından Vardiya Düzeni, Sorunlar, Uygulamalar, Öneriler, MPM Yayınları, Yayın No: 246, Ankara, 1981.
9. Cemalcılar, İ., Bayar, D., Aşkun, İ.C., Öz-Alp, Ş., İşletmecilik Bilgisi, İşitme Özürlü Çocuklar Eğitim ve Araştırma Vakfı Yayını, Yayın No : 3, 3. Baskı, Eskişehir, 1993.
10. Pekiner, K., İşletme Denetimi, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayınları, Yayın No : 106, 3. Baskı, İstanbul, 1980.
11. Hiç, M., Montaj Sanayiinde Kapasite, Boş Kapasite, Milletlerarası Kapasite ve Maliyet Mukayeseleri, Fiyat Tespiti ve Karaborsa - Teorik Esaslar, İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi Dergisi, 4,1 (1975) 23-35.

12. Kurt, A.H., Sanayide Kapasite Kullanımı - İstihdam İlişkileri, Mühendis ve Makina, 25,299 (1984) 16-18.
13. Towill, D.R., Davies, A., Naim M.M., The Dynamics of Capacity Planning for Flexible Manufacturing System Startup, Engineering Costs and Production Economics, 17, 1-4 (1989) 55-64.
14. Kobu, B., Üretim Yönetimi, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayınları, Yayın No: 260, 8. Baskı, İstanbul, 1993.
15. Toker, M.R., Orman Ürünleri Endüstrisinde Kapasitenin Saptanması ve Uygulamada Karşılaşılan Sorunlar, 1. Ulusal Orman Ürünleri Endüstri Kongresi, Eylül 1992, Trabzon, Bildiri Metinleri, Cilt I, 45-59.
16. Buffa, E.S., Modern Production / Operation Management, University of California, John Wiley & Sons Inc., Los Angeles, 1983.
17. Acar, N., Üretim Planlaması Yöntem ve Uygulamaları, MPM Yayınları, Yayın No : 280, Ankara, 1989.
18. Pamuk, G., Alev, T., Yucaoğlu, E., Yazar, R., Küçük, M., Elgin, S., Uzun Vadeli Planlama, Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, Yayın No : 143, İstanbul, 1978.
19. Mucuk, İ., Modern İşletmecilik, Der Yayınları, 5. Baskı, İstanbul, 1993.
20. Volman, T.E., Bery, W.L. and Whybark, C.D., Manufacturing Planning and Control Systems, Richard D. Irwin Inc., 1988.
21. Tersine, R.J., Principles of Inventory and Materials Management, Elsevier Science Publishing Co., 1988.
22. Smith, S.B., Computer Based Production and Inventory Control, Prentice- Hall Inc., 1989.
23. Berry, W.L., Volman, T.E. and Whybark, D.C., Master Production Scheduling Principles and Practice, American Production and Inventory Control Society (APICS), 1979.
24. Dilworth, J.B., Production and Operation Management, Manufacturing and Nonmanufacturing, University of Alabama in Birmingham, Random House, Inc., 1979.

25. Hasgöl, S., Bir İmalat İşletmesinde Bilgisayar Destekli Kapasite Planlama Sisteminin Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, 1991.
26. Usta, Ö., Yapılabilirlik Etüdüleri ve Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesi, İstiklal Matbaası, İzmir, 1985.
27. Tatar, T., İşletme Üretim ve Yönetim Teknikleri, Ankara Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi Yayınları, Yayın No : 4, Ankara, 1985.
28. Erkut, H., Baskak, M., Stratejiden Uygulamaya Tesis Tasarımı, İrfan Yayıncılık, Yayın No: 52, İstanbul, 1996.
29. Barlas, R., Üretimde Kapasite ve Verim, Mühendis ve Makine, 27, 321 (1986) 19-20.
30. Orhan, M.S., Üretim Sırasında Ortaya Çıkan Boş Zaman İşçilikleri, Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 9, 3-4 (1992) 101-106.
31. Blackstone, J.J., Capacity Management, SouthWestern Publishing Co., 1989.
32. Design and Implementation of A Finite Loading System for Capacity Planning in An MRP II Environment, Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, 1993.
33. Acar, N., Estaş, S., Kesikli Üretim Sistemlerinde Planlama ve Kontrol Çalışmaları, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Yayın No: 309, Ankara, 1986.
34. Tekin, M., Üretim Yönetimi, 2. Baskı, Günay Ofset, Konya, 1993.
35. Üçüncü, K., Makine Düzenleme Sistem ve Teknikleri, Yüksek Lisans Ders Notları (Yayınlanmamış), K.T.Ü. Orman Fakültesi, 1995.
36. DİE, Türkiye İstatistik Yıllığı (Statistical Yearbook of Turkey) - 1990, Ankara, 1992.
37. DİE, Türkiye İstatistik Yıllığı (Statistical Yearbook of Turkey) - 1991, Ankara, 1992.
38. DİE, Türkiye İstatistik Yıllığı (Statistical Yearbook of Turkey) - 1994, Ankara, 1995.
39. DİE, Türkiye İstatistik Yıllığı (Statistical Yearbook of Turkey) - 1996, Ankara, 1997.
40. Akal, Z. (Çev.), İş Etüdü, MPM Yayınları, Yayın No : 29, 4. Baskı, Ankara, 1991.
41. Erkan, N., Ergonomi, MPM Yayınları, Yayın No : 373, Ankara, 1988.

ÖZGEÇMİŞ

1972 yılında Samsun'da doğdu. İlkokul ve ortaokulu Samsun'da, lise öğrenimini Samsun Namık Kemal Lisesi'nde tamamladı. 1991 yılında K.T.Ü. Orman Fakültesi - Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde yüksek öğrenimine başladı. 1995 yılında lisans öğrenimini başarı ile tamamlayarak mezun oldu. Aynı yıl K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü - Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. 1996-1997 ders döneminde Trabzon Çıraklık Eğitimi Merkezi'nde meslek dersleri öğretmenliği yapan İsmail AYDIN İngilizce bilmektedir.

