



**DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YAT MOBİLYASI ÜREten BİR İŞLETMEDE GELENEKSEL ÜRETİM
SİSTEMİ İLE BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜRETİM SİSTEMİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Göksel ULAY

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**DÜZCE
OCAK 2011**

DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YAT MOBİLYASI ÜRETEN BİR İŞLETMEDE GELENEKSEL ÜRETİM
SİSTEMİ İLE BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜRETİM SİSTEMİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Göksel ULAY

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DÜZCE
OCAK 2011

GÖKSEL ULAY tarafından hazırlanan “Yat Mobilyası Üreten Bir İşletmede Geleneksel Üretim Sistemi İle Bilgisayar Destekli Üretim Sisteminin Karşılaştırılması” adlı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Nevzat ÇAKICIER

Tez Danışmanı, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Prof. Dr. K. Hüseyin KOÇ

Tez Danışmanı, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği /oy çokluğu ile Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Nevzat ÇAKICIER

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce Üniversitesi

Prof. Dr. K. Hüseyin KOÇ

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Derya SEVİM KORKUT

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Tarık GEDİK

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. E. Seda ERDİNLER

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul Üniversitesi

Tarih: 13/01/2011

Bu tez ile Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Refik KARAGÜL

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yaptığımı bildiririm.

Göksel ULAY

ÖNSÖZ

“Yat Mobilyası Üreten Bir İşletmede Geleneksel Üretim Sistemi ile Bilgisayar Destekli Üretim Sisteminin Karşılaştırılması” adlı bu çalışma Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Son zamanlarda globalleşen dünyada teknoloji ve özellikle bilgisayar teknolojisi her geçen gün gelişmektedir. İşletmelerin hayatlarını sürdürebilmeleri ve serbest piyasada rekabet edebilmeleri için bilgisayar teknolojilerini kullanabiliyor olmaları ve geleneksel üretim (GÜ) sistemlerinden bilgisayar destekli üretim (BDÜ) sistemlerine geçmeleri neredeyse zorunlu hale gelmiştir. Bu çalışmada mobilya sektöründe geniş kullanım alanı bulan BDÜ sistemlerinin, yat gibi özel mekânlara göre tasarlanan mobilyaların üretiminde kullanılabilme olanaklarının incelenmesi, farklı üretim uygulamaları gerçekleştirilmesiyle mevcut durum ile karşılaştırma sonuçlarının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Konu seçimi, planlanması, çalışmanın yönlendirilmesi ve değerlendirilmesinde ilgisini esirgemeyen değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Nevzat ÇAKICIER ve Prof. Dr. K. Hüseyin KOÇ’a ve çalışmanın uygulanması aşamasında yardımlarını esirgemeyen Numarine Denizcilik A.Ş mobilya işletmesi müdürü Sn. Holger GEHL’e ve planlama müdürü Oğuzhan Bostancı’ya en içten dileklerle teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını esirgemeyen çalışma arkadaşlarıma, çalışmanın teorik kısmını oluşturmamda yardımcı olan, İstanbul ve Düzce Üniversitesi Orman Fakülteleri ve Düzce Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi çalışanları’na teşekkürü borç bilirim.

Araştırmada kullanılan sarf mazlemelerin temin edilmesinde, Computer Numerical Control (CNC) ve diğer makinelerin deney mobilyaları imalatında kullanılmasına olanak sağlayan Numarine Denizcilik A.Ş yetkililerine şükranlarımı sunarım.

Bu çalışma boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen değerli aileme ve arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın, yat mobilyası imalatı alanında ve orman ürünleri endüstrisinde çalışan bilim insanlarına ve uygulamacılara yararlı olmasını dilerim.

Ocak 2011, Düzce

Göksel ULAY

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL LİSTESİ	v
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	viii
EK LİSTESİ	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL KISIMLAR	4
2.1. BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜRETİM İLE İLGİLİ YAPILMIŞ	
ÇALIŞMALAR	7
2.2. ÜRETİM SİSTEMLERİ	12
2.2.1. Geleneksel Üretim Sistemi.....	16
2.2.2 Modern Üretim Sistemi.....	20
2.2.3 Üretim Sistemlerinin Genel Değerlendirmesi.....	23
2.3. TÜRKİYE MOBİLYA ENDÜSTRİSİ VE TEKNOLOJİ KULLANIMI	24
2.4. BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜRETİM	26
2.4.1 Programlama Dilleri.....	28
2.4.2 CNC Tezgahlar ve Programlama	30
2.5. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM	33
2.5.1. Temel Tasarım Kavramı ve Süreci	36
2.5.1.1. <i>Tasarım Süreci</i>	36
2.5.1.2. <i>Tasarımın Genel Özellikleri</i>	37
2.5.1.3. <i>Taslak Tasarım Önerisi Geliştirme</i>	37
2.5.1.4. <i>Tasarım Önerileri Geliştirme</i>	37
2.5.1.5. <i>İmalat</i>	38
2.5.1.6. <i>Değerlendirme ve Test Etme</i>	39
2.5.1.7. <i>Değişiklik Önerme</i>	39

2.6. BİLGİSAYARLI TÜMLEŞİK ÜRETİM	40
2.6.1. Bilgisayarlı Tümlleşik Üretim Temel Yapısı.....	40
2.6.2. Entegrasyonun Sağlanması	42
2.7. BİLGİSAYAR KONTROLLÜ TEZGÂHLAR VE TEKNOLOJİLERİ.....	43
2.7.1. Nümerik Kontrol (NC) Kavramı ve NC Tezgahların Genel Özellikleri...	43
2.7.2. CNC Kavramı ve CNC Tezgahlarının Tarihsel Gelişimi	45
2.7.3. CNC Tezgahların Sınıflandırılması	45
2.7.4. CNC Tezgahların Seçim Kriterleri	46
2.7.5. CNC Tezgahlarının Avantajları ve Dezavantajları	48
2.7.6. CNC Tezgahların İlk Yatırım Maliyeti ve İşletmeye Etkisi	50
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	51
3.1. MATERYAL	51
3.1.1. Araştırma Yapılan İşletme Hakkında Genel Bilgiler	51
3.1.2. Mobilya Fabrikası ve Üretim Yapısı.....	52
3.1.2.1. İşletmedeki Geleneksel Üretim Uygulamaları	53
3.1.2.2. İşletmedeki Bilgisayar Destekli Üretim Uygulamaları	54
3.1.3. Yat Mobilyalarının Genel Özellikleri ve HT 78 Modeli.....	56
3.1.4. Yat Mobilyalarında Kullanılan Ahşap Esaslı Levhaların Genel Özellikleri	61
3.1.5. Yat Mobilyalarında Tasarım ve Üretim	62
3.1.6. Üretim Sürecinde Kullanılan Makine ve Programlar.....	63
3.1.6.1. Homag BOF Vantage 14L Model CNC Makinesi.....	65
3.1.6.2. AutoCAD 2007 Programı.....	67
3.1.6.3. 3D Prolignum Tasarım ve Üretim Programı	68
3.1.6.4. WoodWOP 5.0 CAM Programı.....	69
3.1.6.5. Cut Rite 7.0 Levha Kesim ve Optimizasyon Programı.....	71
3.2. YÖNTEM.....	73
3.2.1. Yöntem Yaklaşımı	73
3.2.2. Geleneksel Yöntem İle Üretim Süreci ve Zaman Ölçümleri	75
3.2.3. Bilgisayar Destekli Üretim Süreci ve Zaman Ölçümleri	76
3.2.4. CAD/CAM ve Optimizasyon İşlemlerinde Programlama	78

4. BULGULAR	90
4.1. HT 78 MODELİNE AİT MOBİLYALARIN BDÜ'DE ÜRETİLEBİLİRLİK VERİLERİ	90
4.2. HT 78 MODELİNE AİT MOBİLYALARIN ÜRETİMİNDEKİ TOPLAM ZAMANLARI VE İŞLEM SÜREÇLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI ...	95
4.3. HT 78 MODELİNE AİT MOBİLYALARIN BDÜ VE GÜ'DEKİ ÜRETİM ZAMANLARI	98
4.4. GÜ VE BDÜ SİSTEMİNDE KULLANILAN MAKİNELERİN İŞLETMEYE İLK YATIRIM MALİYETİ	101
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	103
5.1. ÖNERİLER	115
KAYNAKLAR	117
ÖZGEÇMİŞ	123

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Üretim sistemlerinin sınıflandırılması.....	16
Şekil 2.2 : Bilgisayar destekli üretim süreci	26
Şekil 2.3 : Shigley'e göre genel tasarım süreci.....	34
Şekil 2.4 : Bilgisayar destekli tasarım ve tasarım sürecine uygulanması	34
Şekil 2.5 : CAD/CAM sistemlerinin üretim sistemi içinde uygulama basamakları.....	35
Şekil 2.6 : Tasarım süreci ve tasarımı oluşturan işlemler.....	36
Şekil 2.7 : Bilgisayarlı tümleşik üretim	41
Şekil 3.1 : GÜ sisteminde imalat akış prosesleri	54
Şekil 3.2 : BDÜ Sisteminde imalat akış prosesleri.....	55
Şekil 3.3 : Homag CNC makinesi ve özellikleri	56
Şekil 3.4 : HT 78 teknesi lower deck yerleşim planı.....	58
Şekil 3.5 : HT 78 teknesi main deck yerleşim planı	58
Şekil 3.6 : HT 78 teknesi VIP kamara yerleşim planı	59
Şekil 3.7 : HT 78 teknesine ait genel yerleşim planı	60
Şekil 3.8 : VIP kamaraya ait bir mobilyanın 3D tasarımı.....	62
Şekil 3.9 : Yat mobilyasına ait teknik çizim örneği	63
Şekil 3.10 : Freze (Nesting) ünitesi	65
Şekil 3.11 : Testere ve matkap ünitesi	65
Şekil 3.12 : Yatay delik (Kilit) ünitesi.....	65
Şekil 3.13 : Dikey ve yatay delik ünitesi	65
Şekil 3.14 : Homag BOF Vantage 14 L model CNC makinesi	66
Şekil 3.15 : CNC makinesinde kullanılan programlarda ara yüzleri	66
Şekil 3.16 : İş parçası ve Vakum işlemi	66
Şekil 3.17 : Tabla ve vakum fincanları	66
Şekil 3.18 : Tekil parça işleme	67
Şekil 3.19 : Nesting işlemi ve koruma ünitesi	67
Şekil 3.20 : 3D Prolignum programında çalışma sayfası	68
Şekil 3.21 : WoodWOP 5.0 CAM programının başlama ara yüzü.....	69
Şekil 3.22 : WoodWOP 5.0 CAM programının takım tanımlama ara yüzü.....	70
Şekil 3.23 : CutRite V81 optimizasyon programının çalışma ara yüzü	71

Şekil 3.24 : CutRite V81 programında 3660x1830x18mm levha kesim planı.....	72
Şekil 3.25 : CAM programının açılma ara yüzü.....	78
Şekil 3.26 : AutoCAD programında DXF uzantılı dosyada layer tanımlanması	79
Şekil 3.27 : CAM programının çalışma ara yüzü	79
Şekil 3.28 : CAM programına DXF dosyasının transfer edilmesi.....	80
Şekil 3.29 : CAM programına DXF uzantılı dosyanın seçilmesi	80
Şekil 3.30 : CAM programında DXF uzantılı dosyanın .MPR dosyasına çevrilmesi ...	81
Şekil 3.31 : WoodWOP programında MPR dosyasının açılması	81
Şekil 3.32 : MPR dosyasında kesici takım tanımlama ve kaydetme işlemi	82
Şekil 3.33 : Cut RiteV81 programında kullanılacak levha miktarı ve özellikleri	82
Şekil 3.34 : MPR dosyalarının Cut RiteV81 programında levha optimizasyonu.....	83
Şekil 3.35 : MPR dosyalarının Cut RiteV81 programında levha optimizasyonu.....	83
Şekil 3.36 : MPR dosyalarının Cut RiteV81 programında levha optimizasyonu.....	84
Şekil 3.37 : MPR dosyalarının takım tanımlamaları ve levha optimizasyonu	84
Şekil 3.38 : MPR dosyalarının takım tanımlamaları ve levha optimizasyonu	85
Şekil 3.39 : MPR dosyalarının takım tanımlamaları ve levha optimizasyonu	85
Şekil 3.40 : Cut RiteV81 programında optimizasyon hakkında sayısal veriler.....	86
Şekil 3.41 : Cut RiteV81 programında optimizasyonu yapılan parça listesi.....	86
Şekil 3.42 : Cut RiteV81 programında optimizasyonda kullanılan levha listesi.....	87
Şekil 3.43 : Cut RiteV81 programında optimizasyonda kullanılan levha bilgileri.....	87
Şekil 3.44 : Cut RiteV81 programında optimizasyonda levha özet bilgileri.....	88
Şekil 3.45 : Cut RiteV81 programında optimizasyonda fire miktarı özet bilgileri	88
Şekil 3.46 : CAD/CAM işlemleri yapılan mutfak dolabının perspektifi	89
Şekil 5.1 : Mobilya adetlerine göre BDÜ’de üretilebilirlik durumu.....	103
Şekil 5.2 : Mobilya parça adetlerine göre BDÜ’de üretilebilirlik durumu.....	105
Şekil 5.3 : Levha m ² miktarına göre BDÜ’de üretilebilirlik durumu.....	106
Şekil 5.4 : BDÜ ve GÜ’de üretilen mobilyaların toplam zamanları karşılaştırılma ..	106
Şekil 5.5 : GÜ ve BDÜ’de gerçekleşen toplam üretim zamanlarının oranlanması	107
Şekil 5.6 : BDÜ’deki üretim süreçlerinin analizi ve toplam zamandaki oranları.....	109
Şekil 5.7 : GÜ’deki üretim süreçlerinin analizi ve toplam zamandaki oranları	110
Şekil 5.8 : GÜ ve BDÜ’deki makinelerin maliyeti (2006-2008 yılı)	112

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: CNC Makinelerinde Kullanılan M kodları ve Fonksiyonları.....	29
Çizelge 2.2: CNC Makinelerinde Kullanılan G Kodları ve Fonksiyonları	29
Çizelge 3.1: Mobilya Fabrikasında Bulunan Ana Makineler ve Ölçüleri	64
Çizelge 3.2: Yat Mobilyasının Üretilbilirlik Durumuna Ait Örnek Analiz Çizelgesi ..	77
Çizelge 4.1: Yat Mobilyalarının Üretilbilirlik Durumlarına Ait Çizelge	91
Çizelge 4.2: Yat Mobilyalarının Üretilbilirliğine Ait Özet Çizelge	94
Çizelge 4.3: Yat Mobilyalarının İki Üretim Sistemdeki İşlem Süreçlerinin Karşılaştırılmasına Ait Çizelge	95
Çizelge 4.4: BDÜ ve GÜ’de Gerçekleşen İmalata Ait Zaman Analiz Çizelgesi	98
Çizelge 4.5: BDÜ ve GÜ’de Kullanılan Makinelerin Maliyetlerine Ait Çizelge.....	101

SEMBOL LİSTESİ

KISALTMALAR

APT	Automatically Programmed Tool
AR-GE	Araştırma- Geliştirme
BBİ	Bilgisayar Bütünleşik İmalat
BBÜ	Bilgisayarlı Bütünleşik Üretim
BDÜ	Bilgisayar Destekli Üretim
BDT	Bilgisayar Destekli Tasarım
BDM	Bilgisayar Destekli Mühendislik
BDSP	Bilgisayar Destekli Süreci Planlama
BTÜ	Bilgisayarlı Tümüleşik Üretim
BÖİ	Büyük Ölçekli İşletmeler
CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer Aided Engineer
CAM	Computer Aided Manufacturing
CAPP	Computer Aided Process Planning
CAQ	Computer Aided Qualification
CIM	Computer Integrated Manufacture
CNC	Computer Numerical Control
DNS	Digital Numerical Control
EÜS	Esnek Üretim Sistemleri
FMS	Flexible Manufacturing Sistem
GÜ	Geleneksel Üretim
GT	Grup Teknoloji
ISO	International Standart Organization
İİT	İleri İmalat Teknolojisi
HÜ	Hücrel Üretim
HÜS	Hücrel Üretim Sistemleri
HT 78	Hardtop 78 Feet Modelli Tekne
JIT	Just in Time
KOBİ	Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
KÖİ	Küçük Ölçekli İşletmeler
LAN	Local Area Network
NC	Numerical Control
MRP	Malzeme İhtiyaç Planlama
OÖİ	Orta Ölçekli İşletmeler
PLC	Programmable Logic Controller
ROM	Read Only Memory
TKY	Toplam Kalite Yönetimi

EK LİSTESİ

Ek-1 İşletme izin yazısı.....	125
Ek-2 Personel eğitim sertifikası.....	126
Ek-3 Günlük puantaj formu.....	127
Ek-4 CNC makinesi ile üretimde kullanılan puantaj formu.....	127

**YAT MOBİLYASI ÜRETEN BİR İŞLETMEDE GELENEKSEL ÜRETİM
SİSTEMİ İLE BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜRETİM SİSTEMİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Göksel Ulay
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Ocak 2011**

ÖZET

Bu çalışmada; yat ve gezi teknelerine özel mobilyaların üretilmesinde bilgisayar destekli üretim (BDÜ) ve geleneksel üretim (GÜ) uygulamaları incelenmiştir. Mobilyaların CNC makinesinde üretilebilirliği, mobilya adedi, parça sayısı, levha miktarı ve işlem zamanı gibi parametreler esas alınarak değerlendirilmiştir.

Araştırma kapsamında HardTop 78 (HT 78) teknesine ait 60 farklı mobilyanın üretimi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler MS Project ve Excel 2007 programında değerlendirilmiştir. BDÜ’de üretim için gerekli olan programlama ve diğer hazırlıklar CNC makinesi, WoodWOP 5.0 ve CutRiteV81 paket programları kullanılarak yapılmıştır.

Araştırma sonucunda; HT 78 teknesine ait 60 farklı mobilyanın tamamı GÜ sisteminde üretilebilirken, BDÜ sisteminde ise %68’i (42 adet) %100 üretilebilmektedir. Tüm mobilyaların %32’si (19 adet) ise kısmen BDÜ’de üretilebilir olduğu ortaya çıkmıştır. HT 78 teknesine ait mobilyalar 943 adet parçadan oluşmaktadır. Tüm parçaların %95’i (894 adet) BDÜ’de üretilebilmektedir. %5’nin (49 adet) ise BDÜ’de üretimi yapılamamaktadır. Tekne mobilyaları toplam 277 m² levhadan meydana gelmektedir. Tüm levha miktarının %91’i (253 m²) BDÜ’de üretilebilmektedir. %9’u (24 m²) ise GÜ sisteminde üretilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.

Makinelerin işletmeye maliyetleri 2006 ile 2008 yılları arasındaki fiyatları baz alınarak karşılaştırılmıştır. GÜ’de kullanılan 13 adet konvansiyonel makinenin toplam yatırım maliyeti 106.993 € iken BDÜ’de kullanılan 3 adet makinenin yatırım maliyeti 341.091 € olduğu ortaya çıkmıştır. GÜ’de kullanılan makine maliyetleri incelendiğinde BDÜ’ye geçişte işletme için ilk yatırım maliyeti 3.18 kat arttığı tespit edilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre yat mobilyalarının üretiminde BDÜ sistemlerinin kullanılmasının işletmeler için daha avantajlı olduğu ortaya çıkmıştır. Makine kapasitesinin ve esnekliğinin sağladığı avantajlar arasında; personel sayısının azalması ve üretilen ürün kalitesindeki standartların kalıcı olması, üretim süresinin kısalarak daha hızlı üretim yapılması ve müşteri taleplerinin hızlı bir şekilde karşılanabilmesi gibi üretimin farklı değişkenlerinde olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Yat mobilyası gibi genel kullanıma ait mobilyalardan belirgin farklılıklar içeren mobilyaların tasarım sürecinde, mevcut üretim sisteminin yapısı ve üretilebilirlik değerlendirmesinin daha dikkatli yapılması gerekmektedir.

Bu amaçla işletmeler Araştırma-Geliştirme çalışmalarına daha çok önem vermeli, CNC makinesi değerlendirme ve seçimleri daha hassas bir şekilde yapılması önerilmektedir.

Bilim Kodu : 392941

Anahtar Kelimeler : Mobilya, yat mobilyası, bilgisayar destekli üretim, geleneksel üretim, BDT, BDÜ, CNC makineleri.

Sayfa Adedi : 127

Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Nevzat ÇAKICIER
Prof. Dr. K. Hüseyin KOÇ

**COPARISON OF COMPUTER AIDED PRODUCTION SYSTEM WITH THE
CONVENTIONAL PRODUCTION SYSTEM IN A YATCH FURNITURE
MANUFACTURING FACTORY
(MSc. Thesis)**

**Göksel Ulay
DUZCE UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE
January 2011**

ABSTRACT

In this study; manufacturing of special furniture for yacht and cruise boats with computer aided manufacturing and conventional manufacturing systems and their manufacturability with CNC machines according to the quantity of furniture, piece and amount of boards were investigated

The production of 60 different types of furniture for Hardtop 78 project is done with conventional machines. Data gained from this production are saved on Project and Excel 2007 software. As the selection of furniture for computer aided manufacturing, VIP cabin set identical to the 78 feet model and other test furniture were determined. Preparation for computer aided manufacturing is satisfied with CNC machines and its related software. Comparison is done with the data gained from two different manufacturing systems.

As a result of study, 60 different furnitures of 78 hardtop project are 100% producible by traditional manufacturing system, but 68%(42 furniture) are producible completely by computer aided manufacturing. For all furniture only 32% (19 furniture) are particippally producible by computer aided manufacturing system. The furniture of 78 hardtop includes 943 components. When total number of furniture pieces is examined, 95% (894 pieces) is producible by computer aided manufacyuring system, 5% (49 pieces) is needed to be produced by traditional manufacturing system. Yacht furnitures include 277 m² boards. 91% (253 m²) of all boards can be produced by computer aided manufacturing system, %9'u (24 m²) can be produced by traditional manufacturing system.

The comparison between the costs of machines to the companies is based on the prices between 2006 to 2008. The total cost of 13 machines used in traditional manufacturing is 106.993 € and 3 machines' used in computer aided manufacturing is 341.091 €. It is identified that when the costs of machines are studied, the transition from traditional

manufacturing to computer aided manufacturing is rising up to the initial investment costs 3.18 times.

In this study, it is determined that computer aided manufacturing system is advantageous for yacht furniture production. Beside the advantages of capacity and flexibility of machines, reduction in the number of employees, permanence in quality and standards of furniture, speeding up the manufacturing process and meeting customer demands more quickly are the other major advantages.

At the phase of investment for the CNC and other machines that is needed to use for producing special furnitures such as yacht furnitures, the experts should study on construction of furnitures, materials is used and etc. for suitability to furnitures planned to manufacture.

It is observed that CNC machine user companies should pay attention to design of furniture for manufacturability in CNC machines. Production development and manufacturing development departments should gain more importance in the companies. It is suggested to managers of such companies to have experts to make more feasibility studies on manufacturing.

Science Code : 392941

Key words : Furniture, yacht furniture, computer aided manufacturing, conventional manufacturing, CAD, CAM, CNC Machines.

Page Number :127

Adviser :Yrd. Doç. Dr. Nevzat ÇAKICIER
Prof. Dr. K. Hüseyin KOÇ

1. GİRİŞ

Günümüz işletmeleri rekabet edebilmek ve pazarda rakiplerine üstünlük sağlayabilmek için üretim sistemlerinde değişikliğe gitmektedirler. İşletmeler ürettiğini satmak yerine, satabilecekleri ürünleri üretmeyi tercih etmektedirler. Bu nedenle üretimlerinde öncelikle kalite, hız ve esneklik unsurlarına önem vermektedirler.

Her alanda olduğu gibi bilgisayar günümüzde tasarım ve planlama sürecinde de vazgeçilmez bir unsur olarak kullanılmaya başlanmıştır. Teknolojik gelişmelerin getirdiği bu yapı farklılığına işletmelerin yönetsel değişikliklerle adapte edilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. İşletmeler; küresel rekabet üstünlüğü sağlamak için kalite, hız, esneklik, maliyet ve ürün çeşitliliği gibi faktörleri rekabetçi ortamlara uyarlayarak müşteri ihtiyaçlarını etkin bir şekilde karşılamaya çalışmaktadırlar.

Buna paralel olarak günümüzde teknoloji ve özellikle bilgisayar teknolojisi oldukça hızlı bir gelişme göstermektedir. Ülkemizde teknolojik bulguların kullanımına gün geçtikçe daha çok yer verilmektedir. Bilgisayar kullanımı toplumun geniş bir kısmına yayılmıştır. GÜ yöntemleri yerini bilgisayar kontrollü üretime bırakmaktadır (Erdinler, 2005). Son yıllarda her alanda olduğu gibi mobilya endüstrisinde de bilgisayar ve teknolojilerinden yoğun bir şekilde faydalanılmaktadır.

Genel olarak mobilya; yaşanılan yerlerin süslenmesine ve çeşitli amaçlarla donatılmasına yarayan eşya olarak tanımlanmaktadır (Dinçel, 1979). Mobilya genellikle işlevine göre biçim alır ve üretiminde doğal ve yapay birçok malzeme kullanılır. Mobilyalar, işlevine, konstrüksiyon çeşidine, kullanıldığı mekana ve üretiminde kullanılan malzemelerin türlerine göre farklı sınıflandırılmaktadır (Efe, 1994).

Mobilya üretimi, ülkemizde küçük el sanatları şeklinde başlamıştır. Ancak, ahşap veya ahşap esaslı eşyaya duyulan talebin yüksek olması nedeniyle fabrikasyon üretime geçilmiştir. Üretimde fabrikasyon imalata ondokuzuncu yüzyılın sonlarında geçilmiştir. Fabrikasyon imalata geçişle; üretimde hedeflenen miktar ve kaliteyi gerçekleştirip, verimliliği artırmak amaçlanmıştır (Eroğlu, 2007).

Mobilya Endüstrisinde, geleneksel yöntemlerle çalışan çok küçük işletmeler ağırlıkta olup, 1975 yılından itibaren önemli yapısal değişimler gerçekleştirilmiştir. Geçmişte ustaların el işçiliğiyle GÜ sistemlerinde yaptıkları işlemler, artık CNC tezgahlar kullanılarak BDÜ sistemleri ile seri halde yapılabilir duruma gelmiştir. Ancak bu gelişme, sektördeki küçük ölçekli işletmelerin azaldığı anlamına gelmemektedir. Günümüzde meslek odalarına kayıtlı olan işletmelerin % 99.9'nu küçük ölçekli ve %0.01'i ise orta ve büyük ölçekli işletmelerden oluşmaktadır (Demirci ve Efe, 2006).

Türkiye'nin 6 milyar dolarlık üretim kapasitesi dünya mobilya üretiminin % 2 sini oluşturmakla birlikte, dünya mobilya ihracatından yaklaşık % 1 pay almaktadır (Anon, 2010). Mobilya sanayi, dünya pazarlarına açılması nedeniyle, düşük teknoloji düzeyi ve en önemlisi işletmecilik sorunlarıyla uluslararası ortamda rekabet etmek zorunda kalmıştır (Demirci, 2005). Ülkemizde özel tüketim içindeki payı % 7,7 olan ve sürekli artış gösteren mobilya endüstrisinin Orman Ürünleri içinde de oransal olarak en büyük paya sahiptir. Mobilya sektörü küresel krize rağmen gelişmeye devam etmektedir (Kurtoğlu ve diğ., 2009). Mobilya sektöründeki işletmelerin büyük kısmının AB ülkeleriyle rekabet edemediği görülmüştür. Sektördeki işletmelerin büyük çoğunluğunun teknolojik gelişmeleri takip etmediği ve organizasyon bozukluklarının bulunduğu belirlenmiştir (Görgüç, 2009).

Mobilya üreten işletmelerde geleneksel sistemin yerine geçen bilgisayarlı üretim makinelerinin sektöre kazandırdığı hız, iş kalitesi ve ölçü standardizasyonu gibi kazanımlarının yanında eleman istihdamında da önemli etkileri vardır. Küçük ölçekli işletmelerin çoğunlukta olduğu sektörde, bir ustaya bağımlı işletmeler yerine çağdaş ve teknik mühendislik düzeyinde bilgi akışını sağlayan daha dinamik işletmelerin oluşumu yakın gelecekte sağlanabilecektir.

Teknolojinin üretim süreci üzerindeki etkisi; hem üretim teknolojileri hem de yönetim teknolojileri açısından değerlendirilebilir. Bilgisayar teknolojileri; ürün tasarımı, üretim, yönetim, finans, pazarlama vb. gibi organizasyonların farklı alanlarında kullanılabilir (Koç, 1993). CNC tezgahları, robotlar, esnek imalat sistemleri, otomatik montaj sürekli gelişen imalat teknolojilerinin sonucudur.

Ülkemizde ve Dünyada her geçen gün hızla gelişen yat ve tekne imalat sektörünün etkileri bu sektöre yönelik olarak üretilen özel mobilyaların üretim tekniklerini, kalite anlayışını ve müşteri memnuniyeti gibi farklı unsurlara etkileri ve günümüzde işletmelerin GÜ sistemlerinden BDÜ sistemlerine geçmelerine neden olmaktadır.

Bu çalışmada; yat mobilyaları üreten bir işletmenin, GÜ sistemi ve BDÜ sistemi uygulamaları karşılaştırılmıştır. İşletmedeki aynı mobilya gruplarının iki farklı üretim sürecinde imalatı yapılarak, BDÜ teknolojisinin işletmeye etkisini, süreçlerdeki farkları, makine ilk yatırım maliyetlerinin sayısal veriler ve farklı parametrelerle ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Bu çalışma konusunun seçilme nedeni, son yıllarda Avrupa ülkelerinin yanında ülkemizde söz sahibi olduğu yat ve tekne imalat sektörü içinde önemli bir yere sahip olan mobilya ve iç dekorasyon elemanlarının üretimi, günümüz mobilya endüstrisinde her geçen gün kullanım alanı artan BDÜ sistemlerinin kullanım olanaklarının incelenmesidir.

Çalışmanın amacı ve gerekçesinin yer aldığı giriş bölümünden sonra ikinci bölümde; üretim sistemleri, bilgisayar destekli üretim sistemi, bilgisayar destekli tasarım, bilgisayarlı tümleşik üretim sistemi, CNC'ler hakkında bilgilere yer verilmiştir.

Araştırmanın materyal ve yöntem bölümünde; çalışmanın uygulama kısmının gerçekleştirildiği işletme hakkında kısa bilgi, kullanılan donanım ve yazılım bilgileri ve araştırmanın yöntem yaklaşımı yer almaktadır.

Bulgular bölümünde; yat mobilyalarını GÜ sisteminde ve BDÜ sisteminde gerçekleştirilen üretime ait verilerin değerlendirilmesi yapılarak, yat mobilyalarının BDÜ'de üretilebilirlik durumları da incelenmiştir. BDÜ ve GÜ'de kullanılan makinelerin işletmeye ilk yatırım maliyetleri 2006-2008 yılları arasındaki fiyatlarına yer verilerek değerlendirilmiştir.

Tartışma ve sonuç bölümünde; literatür çalışmaları, araştırma ile elde edilen bulgular ve endüstriyel durumun değerlendirilmesi yapılarak tartışılmıştır. Yat sektöründeki uygulamaların etkinliğini artırmaya yönelik önerilere yer verilmiştir.

2. GENEL KISIMLAR

Türkiye imalat sanayi içerisinde düşük teknoloji ve sermaye ile emek yoğun faaliyet gösterdiği düşünülen mobilya sanayii, hızlı bir dönüşüm geçirerek geçmiş yıllara oranla daha çok bilgi ve sermaye ağırlıklı bir sektör olma yolunda ilerlemektedir. Türkiye mobilya sanayiinde çoğunluğu geleneksel üretim teknikleri ile çalışan küçük ölçekli işletmeler ağırlıktadır. Ancak, 1990'lı yıllardan itibaren orta ve büyük ölçekli işletmelerin bilgisayar destekli üretim teknikleri kullanmaya başlamasıyla Türkiye imalat sanayine üretim katkısıyla, bilgi ve sermaye ağırlıklı bir imalat kolu olmuştur (DPTM, 2007).

Mobilya işletmelerinin büyük bir kısmında kullanılan üretim teknolojileri ve kullanılan üretim teknikleri işletmelerin ölçeklerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. İşletmelerin gerek GÜ gerekse BDÜ sistemlerini kullanmalarındaki en büyük etkenin, talep ettikleri pazarın niteliği, talep durumu, işletmenin sermaye durumu vb. olduğu düşünülmektedir.

Sektörde yer alan küçük ve orta ölçekli işletmelerde, daha çok GÜ sistemlerini kullanarak atölye mantığı ile üretim yapıldığı bilinmektedir. Bu tür işletmelerin her geçen gün gelişmesine rağmen birçoğu konvansiyonel makineler ve niteliksiz işgücü ile düşük verim düşük kar anlayışı içerisinde devamlılıklarını sürdürmektedirler. Büyük ölçekli işletmeler ise daha çok bilgisayar teknolojilerini ve ekipmanlarını nitelikli iş gücü ile birlikte kullanmak suretiyle sektördeki en gelişmiş üretim stratejilerini kullanarak yüksek kalite ve yüksek kar anlayışını benimsemektedirler (Görgüç, 2009).

Çalışmanın içeriğini oluşturan GÜ ve BDÜ kavramlarının çok genel anlamlar içermesi bakımından bu çalışma kapsamındaki tanımları aşağıda özet olarak verilmiştir.

Geleneksel üretim sistemi; üretim sistemi içerisinde bilgisayar ve bilgisayar teknolojisine sahip makine ve ekipmanları kullanmadan konvansiyonel makineler ile emek yoğun bir şekilde çalışan sistemlerdir. Bu tür sistemlerde kalifiye iş gücüne bağımlılık, düşük kalite, yüksek maliyet, uzun üretim zamanları vb. nedenler işletmelerin GÜ sistemlerini terk etmesine neden olmaktadır.

Bilgisayar destekli üretim sistemi; genel anlamda üretimin tüm aşamalarının bilgisayar desteği ile yönlendirilmesi, kontrol altında tutulması, gerçekleştirilmesi olarak tanımlanabilir. BDÜ sisteminde tasarım, mühendislik, imalat, üretim planlama, programlama, finans ve muhasebe gibi faaliyetlerdir. Bu tür faaliyetlerin BDÜ sisteminde kullanılmasıyla üretim artışı, üretim süresinin kısalması, kalitenin yükselmesi, maliyetlerin düşmesi, verimliliğin artması vb. sonuçların ortaya çıkmasıyla son yıllarda işletmelerin birçoğunun kısmen veya tamamen BDÜ sistemlerine geçişleri hızlanmıştır (Koç, 1993).

Üretim sistemlerinin gelişmesi ile ürünlerin oluşturulmasındaki işlem basamakları ve standart üretim zamanlarında bu gelişmelere bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Yaşanan bu değişiklikleri objektif olarak değerlendirmek amaçlı iş ölçüm teknikleri kullanılmaktadır.

İş ölçümü:

Nitelikli bir işgörenin, belirli bir işi, belirli bir çalışma hızıyla yapması için gereken zamanı saptamak amacıyla geliştirilmiş tekniklerin uygulanmasıdır. Bir başka ifadeyle, iş ölçümü işlemin veya işlemler dizisinin yapılmasında harcanan zamanı, etkin olmayan süreyi ortaya çıkaracak ve etkin süreden ayıracak şekilde ölçerek yönetime bu ölçüleri sağlar. Böylece daha önce toplam süre içinde farkedilmeyen etkin olmayan süre ortaya çıkarılır, nedenleri araştırılır, azaltılması için gereken önlemler alınır (Çelikçapa, 2000).

İş ölçümü sadece etkin olmayan sürenin varlığını ortaya çıkarmaz, aynı zamanda işin yapılması için standart zamanların saptanmasında kullanılabilir. Bu şekilde belirlenen standart zamanın daha sonra herhangi bir nedenle uzaması etkin olmayan bir sürenin varlığı konusunda yönetimin dikkatini çeker.

Özetle iş ölçümü zaman ögesinin rol oynadığı fabrika sisteminin etkinliğinin örgütlenmesi ve kontrolü için gerekli temel bilgiyi sağlar. İş ölçme teknikleri dört temel grupta incelenebilir; zaman etüdü, standart veriler, önceden saptanmış zaman standartları ve iş örneklemesidir (Çelikçapa, 2000).

Zaman Etüdü:

Zaman etüdü belirli bir işin unsurlarının zamanını ve derecesini kaydederek bu yolla toplanan verileri çözümleyerek o işin tanımlanan bir çalışma hızında yapılabilmesi için gereken zamanını saptamakta kullanılan bir ölçme tekniğidir (Çelikçapa, 2000).

Zaman etüdü yapmak için kullanılan araçlar kronometre, etüd tablası ve formlardır. Kronometre ile ölçüm yapılır, ölçüm sonuçları önce etüd tablosuna oradan da formlara aktarılır. Bu ölçümden sonra normal ve standart süreler hesaplanır.

Normal süre ve standart süreler aşağıdaki formüllere hesaplanabilir (Çelikçapa, 2000):

Normal Süre = Ölçülen Birim Performans Süresi x Performans Derecesi veya
(Çalışma Süresi / Üretilen Birim Sayısı) x Performans Derecesi ile çarpılarak bulunur.

Standart Süre = Normal Süre + (Dinlenme Payı x Normal Süre) veya

$ST = NT (1 + \text{Dinlenme Payı})$ ve $ST = NT / (1 - \text{Dinlenme Payı})$ formülü ile hesaplanır.

Standart süre hesaplanırken uygulamada genelde birinci formül kullanılmaktadır. Eğer dinlenme payı toplam iş süresine eklenecekse, o zaman ikinci formül kullanılmaktadır.

Zaman etüdü sürecindeki uygulama basamakları ise şunlardır;

- İşlemler izlenir,
- İşlemler ölçülebilecek kısalıkta parçalar şeklinde oluşturulur,
- Tüm noktaları görebilecek yerden süreç izlenerek ön ölçüm yapılır,
- Zaman ölçümleri yapılır,
- Standart zamanların hesaplanmasıyla zaman etüdü tamamlanır.

2.1. BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜRETİM İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR

Böyle bir başlığın açılmasındaki amaç; araştırma probleminin şimdiye kadar hangi yönlerden incelendiğini, bu konuda bilimin hangi düzeye eriştiğini ve hangi yeni araştırmalara ihtiyaç duyulduğunun belirlenmesidir. Buradaki metinlerde BDÜ konusunda yapılmış çalışmalardan araştırmamızın kapsamı içerisinde önemli ve gerekli görülenlerin özetleri aşağıda verilmiştir.

Koç (1993) çalışmasında; Bradley ve Vichers'ın yaptığı çalışmada kapı üretiminin bilgisayarla entegre bir üretim sisteminde gerçekleştirildiğini bildirmiştir. Çalışmada önce kapıyı oluşturan ürün ve parçaları bir CAD sistemi yardımı ile tasarlanmış gerekli mühendislik analizleri ve planlamalardan sonra bir CAM sisteminde üretim yapıldığı bildirilmiştir.

Günümüzde müşteriler artık daha genel amaçlı, fazla seçenek tanımayan ürünler ile yetinmemekte, çok daha fazla model arasından seçim yaparak, istediği özelliklere ve kişisel beğenilere uygun üretim yaptırmak istemektedirler. Geleneksel tasarım ve üretim yöntemleri ile bu ihtiyaçları karşılanması çok zor iken CAD/CAM sistemleri ile bu ihtiyaçlar karşılanabilmektedir (Damğa, 2006).

Erecek (1993) yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında; CAD ve CAM uygulamaları ile bu programların yararları, programların seçiminde izlenecek yöntemler hakkında bilgi vermiş ve bazı yazılımların tanıtımını yapmıştır.

Koç (1993) yaptığı doktora çalışmasında; Orman Ürünleri Sanayinde bilgisayar destekli tasarım, bilgisayar destekli üretim ve bunların entegrasyonu ile bilgisayarla bütünleşik üretimin uygulanması konusunda önemli sonuçlara varmıştır. Çalışma kapsamında genel olarak tüm Türkiye Mobilya İşletmeleri hedeflenmiştir. Uygulama için Kelebek Mobilya, Tekağaç San. Tic. A.Ş. ve Koleksiyon A.Ş gibi örnek işletmeler ile ODTÜ CAD/CAM Merkezi, ORARUM Atölyesi seçilmiş ve 80386 işlemci tabanlı PC'den yararlanılmıştır. Çalışma yöntemi olarak, CAD/CAM sisteminin yapısının ve orman ürünleri sanayinde ulaşılan teknolojik gelişmenin araştırılmasından sonra, bilgisayar kontrollü tezgahlar üzerinde ve ayrıca CAD/CAM sistemine yönelik AUTOCAD, ICEM, DUCT, PHYTIA, QSB ve LOTUS gibi yazılımlarla PC üzerinde ve bir iş

istasyonunda uygulama gerçekleştirilmiştir. Bilgisayar destekli üretimin işletmelerde uygulanmasının işletmeye sağlayacağı yararlar gösterilmek üzere 330 adet mutfak takımının üretimi incelenmiştir. Sonuç olarak; Bilgisayar desteği sağlanması ile levha kesiminde %15-20'lerde seyreden fire oranlarını %6'lara düşürebileceği bulunmuştur. Ayrıca, kesim işlem zamanı, klasik yöntemle işleme zamanına göre 25 katlık bir azalmayla %2'ye, delik delmedeki makine işlem zamanı, 4.4 katlık bir azalmayla %23'e, harcanan işgücü ise 5.6 katlık bir azalmayla %18'e düşebildiğini bildirmiştir. Araştırma ile ulaşılan sonuçlarda tüm orman ürünleri sanayi işletmelerinde fazla maliyet önyargısına kapılmadan, işletmelerin kendi yapılarına uygun bir planlama ile CAD/CAM sistemlerine yönelmeleri ve üretimde bilgisayar desteğini hızla sağlanmasının gerektiğini vurgulanmıştır.

Ünver (1994) yaptığı doktora çalışmasında; CAD ve CAM sistemleri ile optimizasyon entegrasyonunda tornalama işleminde bir son işlemci geliştirerek parça programı optimizasyonu için yeni bir yöntem geliştirmiştir. Çalışmada, tornalama işleminde optimizasyon ve simülasyon için Pascal dilinde bir CAD/CAM programı hazırlanmıştır.

Arslan (1996) yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında; CAD tanıtımı ve CNC entegrasyonu konusunda çalışmıştır. Çalışmada CNC tezgahlarının üretimdeki yeri ve önemi vurgulanmıştır. CNC programı için gerekli olan veriler CAD çizim programından alınmış ve CNC tezgahına uygun parça programı komutlarına dönüştürülmüştür.

Şensoy (1996) yüksek lisans tez çalışmasında; CAD/CAM sistemlerinin tanıtımı, CNC sistemlerinin kullanımı ve özellikle CNC torna tezgahları için bir CAD/CAM uygulamasını ele almıştır. Sonuç olarak CNC ve CAD/CAM uygulamaları için ekonominin önemli bir faktör olduğu belirlenmiştir.

Arıkan (1997) yapmış olduğu çalışmada; CAM sisteminin bir üretim sisteminin planlanması, yönetilmesi ve denetimi işlerinde doğrudan veya dolaylı olarak iki şekilde kullanıldığını belirtmiştir. Bilgisayar sisteminin bu işler için kullanılmasını; bilgisayar ile izleme, denetim ve üretim destek uygulamaları şeklinde ifade etmiştir. Sayısal denetimli tezgahlar, küçük veya orta büyüklükteki partilerin işlenmesini ekonomik hale getirmenin yanı sıra, konvansiyonel tezgahlarla işlenmesi mümkün olmayan karmaşık parçaların işlenmesini de mümkün olabildiğini belirtmiştir.

Kurtoğlu ve diğ. (1997a) yapmış olduğu çalışmada; Türkiye Orman rnleri Sanayi'nin alt sektörleri arasında en büyük payı oluşturan ve önemli girdilerini bu sanayiden sağlayan mobilya işletmelerinin, gelişmiş ülkelerin mobilya endüstrisindeki daralmanın aksine ülkemizde son yıllarda dinamik bir gelişim sürecini yaşadığı bildirilmiştir. Kk ve orta büyüklükteki işletmelerde (KOBİ) ileri uygulama teknolojilerine pek rastlanmamaktadır. Sadece büyük ölçekli işletmelerde ve nadiren orta ölçekli işletmelerde üretim belli aşamalarında ileri teknoloji uygulamalarına rastlandığını bildirmiştir.

Uzunalan (1998) yüksek lisans tez çalışmasında; CAD'ın faydaları ve CAM hakkında bilgi vermiştir. Endüstriyel bir uygulama ile analizleri sonuçlandırmıştır. İşletmelerin CAD/CAM sistemlerine yönelmeleri ve üretimde bilgisayar desteğini hızla sağlamaya çalışmaları gereği vurgulanmıştır.

Yakın (1998) yüksek lisans tez çalışmasında; CAD/CAM sistemlerini tanıtımış, faydalarından bahsetmiş ve CIM anlayışını vurgulamıştır. Üretim sektöründe makine endüstrisini ele alarak, sistemin sektördeki yeri hakkında bilgi vermiş ve sisteme geçiş kararı alan firmaların sağlıklı seçim yapabilmesi için gereken faaliyetleri ele almıştır. Çalışmada CAD/CAM sistemlerine geçişte eğitim ve CAD/CAM yazılımları hakkında bilgi verilmiştir. Bu bilgiler ışığında yazılım seçimi uygulamasıyla CAD/CAM uygulamalarına yönelik önerilerde bulunmuştur.

Semiz (1999) yaptığı çalışmada; pazardan gelebilecek taleplere cevap vermek ve rekabeti devam ettirebilmek için ekonomik olarak kısa zamanda yeni ürün tipini üretmeye başlamanın ürün esnekliğinin en belirgin özelliği olduğunu vurgulamıştır. rn mrlerinin kısa ve çeşitlerinin çabuk değişmesi bilgisayar destekli tasarım ve retim (CAD/CAM) nem kazanmasına neden olmaktadır. rn esnekliğinin sağlanmasında bilgisayar destekli üretim planlaması, esnek iş programı yazılımları ve çok amaçlı aparatların kullanılması gerektiğini bildirmiştir.

elikliay (2000) yaptığı yüksek lisans tez çalışmada; imalat sanayinde hizmet veren bir firmadaki CAD ve CAM sistemlerinin seçim süreçlerini incelemiştir. Mevcut sistemin değiştirilme nedenlerinin ortaya konulmasının ardından, sistem seçimi için bölüm

sorumlularından ve kullanıcılardan oluşan bir değerlendirme ekibi yapılandırılmış; sonuçlar Analitik Hiyerarşi Yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir.

Tunçel ve Burdurlu'nun (2002) yaptığı çalışmada, bilgisayar teknolojilerinin organizasyonlardaki değişimde yaptığı etkinin ortaya çıkarılabilmesi için faaliyet süreçlerinde bilgisayar kullanmayan bir adet ve farklı seviyelerde kullanan iki adet olmak üzere merkezi İstanbul'da bulunan üç adet işletme seçilmiştir. Mutfak mobilyası üretimi yapan bu işletmelerin "Tasarım-Üretim Arayüzü"ndeki üretim hazırlık süreci faaliyetleri araştırmada veri olarak kullanılmıştır. Faaliyet süreçlerinin zamanları dakika hassaslı olarak ölçülmüş, ortaya çıkan bu zamanlardan türetilen verilerle ekonomiklik analizleri yapılmış ve bu veriler kullanılarak bilgisayar teknolojilerinin organizasyonel yapıdaki etkileri ortaya konmuştur.

Sümen (2003) çalışmasında, ürün geliştirme sürecinde iyileştirme yapmanın, başka alanlarda yapılan iyileştirmelerden daha fazla katkı ve stratejik avantaj sağladığını vurgulamıştır. Bu katkılar içinde daha hızlı büyüme, fırsat ve tehditlere daha hızlı yanıt verme, pazara daha erken girme, artan ciro, yükselen ürün geliştirme verimliliği, operasyonel etkinlik artışı en gözle görünür olan değişiklikler olduğunu bildirmiştir.

Yağmur (2004) yaptığı çalışmada; gelişen teknoloji ile birlikte maliyet ve zaman kayıplarının önemli parametreler haline gelmesiyle tasarımdan imalata kadar geçen sürecin daha hızlı ve düşük maliyetlerde gerçekleştirilmesi zorunlu hale geldiği bildirilmiştir. Son yıllarda CAD/CAM/CNC entegrasyonu üzerine yeni çalışmalar yapılmış, daha uygun standartların oluşturulmasında girişimlerde bulunulmuştur. Bu sürecin benzeri CAD gelişimin de yaşanmış; ilk zamanlar parçanın temel komut ve geometriler kullanılarak gerçekleştirilmesi yeterli olurken sonraları ürün planlama ve CAM entegrasyonunu dikkate alınarak imalata yönelik uygulamalarla daha da geliştirildiğini bildirmiştir.

Dereli ve Baykaşoğlu (2005) günümüzde müşterilerin daha kişisel ve daha özelleştirilmiş ürünler talep ettiğini, müşteri ihtiyaçlarındaki bu belirsizlik ve değişkenliğin, rekabet güçlerini arttırmak isteyen birçok işletmeyi yeni üretim ve pazarlama stratejileri uygulamaya zorlamakta olduğunu bildirmiştir. Bu işletmeler, müşteri ihtiyaçlarını tahmin ederek kar elde etme amacıyla, geniş bir ürün yelpazesıyla

hakim olmaya çalışmanın yanı sıra, pazara sürekli yeni ürünler sunduğunu, sunulan bu ürünlerin kaliteli olması ve pazardaki yerlerini en kısa zamanda almasının ise işletmelere rekabet açısından büyük avantajlar sağladığını ifade etmiştir.

Erdinler (2005) yaptığı doktora çalışmasının ilk aşamasında; Türkiye Mobilya Endüstrisi'nin genel durumunu incelemiş ve pek çok işletmede CNC tezgahların satın alınmış olduğunu bildirmiştir. Fakat CNC makineleri ile CAD ve CAM sistemleri arasında bütünlük yapının sağlanamadığını bildirmiştir. Bu durumun yatırımdan beklenen verimin alınmamasında önemli bir neden olduğunu öne sürmüştür. CAD sistemlerinin CAM sistemleri ile entegre yapıda düşünülerek geliştirilmesi ve uygulamaya kazandırılması gerektiğini belirtmiştir.

Varol ve diğ. (2005) yaptığı çalışmada; CAM programının, elle kontrol yöntemine göre üstünlükleri açıklanmıştır. Bu çalışma sonucunda, modern takım tezgahlarını kullanan firmalar için, tezgah ve parça programlama işlemlerinde, işleme zamanının ve işlem sayısının (toplam blok sayısı) tahmin edilmesinde faydalı olacağını bildirmiştir.

Altuğ ve Nalbant (2008) yapmış oldukları çalışmada; makine imalat sektöründe faaliyet gösteren işletmelerde, ileri imalat teknolojilerinin kullanımı ile ürün ve hizmet kalitesinde iyileşme, düşük imalat hataları, tasarım kalitesi ve değişikliği gibi konularda olumlu gelişmeler kaydedildiğini, ancak minimum kaynak kullanımı ile imalat yapmak konusunda yeterli derecede bir avantaj sağlanamadığını bildirmişlerdir. Çalışmada yer alan KOBİ'ler ileri imalat ve ileri yönetim teknolojilerini kullanarak satışlarının, pazar paylarının ve rekabet güçlerinin arttığını belirtmişlerdir.

Tutar (2008) CAD/CAM sistemleri ve CNC takım tezgahlarının tasarımı ve üretimi kolaylaştırmasına rağmen, insan faktörünün yine en önemli etken olmaya devam ettiğini bildirmiştir. Üretimi yapılacak ürünün tasarım aşamasındayken parçaların CNC'deki üretimini göremeyen bir kullanıcı için sistemin hiçbir fayda getiremeyeceğini ifade etmiştir.

Literatürde mobilya endüstrisine yönelik olan çalışmalarda daha çok BDÜ sisteminin veya CNC teknolojisinin faydalarından, işletmelere ve endüstriye ekonomik getirisinden bahsedilmiştir (Koç, 1993; Şensoy, 1996; Kurtuluş ve diğ.,1997a; Tunçel ve Burdurlu,

2002; Dereli ve Baykaşoğlu, 2005; Altuğ ve Nalbant, 2008). Fakat CNC teknolojisinin işletmedeki ürün gruplarının imalatına veya üretim sistemine uygunluğu konusunda yeterli sayıda çalışmaya rastlanmamıştır.

Literatürde sağlık ve tekstil alanlarına yönelik olarak yapılmış iki çalışmanın özetine yer verilmiştir. Araştırmanın yöntem yaklaşımına benzer olan bu iki çalışmada GÜ ile BDÜ sistemlerinin karşılaştırması amaçlanmıştır.

Tabar (2005) yapmış olduğu doktora çalışmasında; diş tedavisi alanında üst çene total dişsizlik vakalarında implant destekli sabit protetik restorasyon tedavi planlaması ve uygulamasında kullanılan CAD/CAM yöntemi ile geleneksel yöntemin; uygulamasıyla sonuçların karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışmanın sonucuna göre, birden çok implant uygulamasında gerekli görülen minimum implantlar arası mesafe CAD/CAM yöntemi ile %100 sağlanabilirken, geleneksel yöntem ile anlamlı derecede arzu edilmeyen yaklaşıma olduğu belirlenmiştir. CAD/CAM yönteminin geleneksel yöntemine göre, operasyon süresini anlamlı olarak azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Damđa (2006) yaptığı yüksek lisans çalışmasında; deri konfeksiyon üretiminin önemli aşamalarından birisi olan kalıp hazırlama işleminde CAD/CAM sistemlerinin faydalarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada CAD/CAM ve el ile çalışma yöntemleri giysi kalıbı hazırlama işleminde kullanılarak, sonuçlar karşılaştırılmıştır. Araştırma ile giysi kalıp hazırlama işleminde CAD/CAM sistemlerinin kullanılmasının daha avantajlı olduğunu bildirmiştir.

2.2. ÜRETİM SİSTEMLERİ

Üretimin faaliyeti insanlık tarihinin başlangıcına kadar uzanan bir olgudur. İlk çağlardan başlayarak insanoğlu kendisini sürekli bir yaşam mücadelesi içinde bulmuş, bu mücadeleyi kaybetmemek için şartlar imkân verdiği ölçüde yeni üretmeye çabalamıştır. İnsan gücü ve diğer kaynakların yerinde kullanılması ile gerçekleştirilen yeterli düzeyde üretim, ekonominin sağlıklı bir şekilde yaşaması ve gelişmesi için ön şart olarak kabul edilir (Kobu, 2003). Üretim en temel anlamıyla mal ve hizmetlerin oluşturulması, gerçekleştirilmesidir.

Bu anlamda ekonomistler üretimi, “İnsan gereksinimlerini gidermekte olan mal ve hizmetlerin oluşturulması ve elde edilmesi” eylemi olarak tanımlarlar. İşletme bilimi ise üretimi “Belirli girdi ya da kaynakların insan ihtiyaçlarını karşılayacak mal ve hizmetlere dönüştürülmesi süreci” şeklinde tanımlamaktadır. Sonuç olarak üretim işlevi, öncelikle doğal kaynaklar, malzeme, para, işgücü, enerji ve bilgi gibi birtakım girdilerin ihtiyaçları giderecek mal ve hizmetlere dönüştürülmesini kapsamaktadır (Doğan, 2002). Mühendisler üretimi, belirli bir fiziksel varlık üzerinde onun değerini artıracak bir değişiklik yapmayı ya da ham madde ve yarı ürün niteliğindeki maddeleri, bir ürün haline dönüştürme olarak tanımlamaktadırlar (Tekin, 2005).

Üretim işlevi, sadece dönüştürme aşamasında değil, üretim sürecinin değişiklik aşamalarında da bir çaba ve faaliyetlerde bulunulması ve bunların yönetilmesi ile gerçekleşir. İş'te üretim işlevinin gerçekleşmesine yönelik değişik faaliyetler teknik açıdan ‘işlemler’ olarak adlandırılır. Üretim yönetiminde amaç; üretilen veya ortaya konulan mal ve hizmetlerin kalite ve fiyatlarıyla tüketici ve üreticiyi tatmin etmek, talebi sürekli kılmaktır.

18. yüzyılın sonlarından başlayarak Üretim / İşlemler yönetiminin tarihi gelişimi aşağıdaki gibi özetlenebilir (Soba, 2006):

- 1776 yılında Adam Smith, işin kısımlara ayrılması ve iş bölümü ile üretim artışında sağlanacak gelişmeleri belirlemiştir.
- 1801 yılında Joseph - Marie Jacquard, dokuma tezgahlarında delikli kart kullanımını gündeme getirerek dokuma endüstrisinde devrim yapmışlardır.
- 1832’de matematikçi Charles Babbage, iş bölümü uygulamasıyla, işin belli bir parçası için sadece o görevin gerektirdiği beceri düzeyinde eleman kullanımının işletmeye sağlayacağı yararları ortaya koymuştur.
- 1911 yılında Frederick Taylor, bilimsel yönetimin kurumlarını ortaya atmıştır. Görüşlerini ‘Bilimsel Yönetimin İlkeleri’ adlı kitabında dile getirmiştir.
- 1913’de Henry Ford ve Charles Sorenson, ilk hareketli otomobil montaj hattını oluşturup çalıştırmışlardır.
- 1915’de F.W. Harris, stokların denetimi için ekonomik sipariş miktarı modelini geliştirmiştir.

- 1950 yılında Edwards Deming, tesis çapında kalite kontrol sistemlerini geliştirmiştir.
- 1954’de General Electric, bilgisayarı ilk kez işletmecilik alanında kullanmıştır.
- 1950-1960 yıllarında çeşitli araştırmacılar simülasyon, kuyruk teorisi, matematiksel programlama, bilgisayar donanım ve yazılımlarını geliştirmiş ve geniş ölçüde uygulamaya başlamışlardır. İlk sayısal denetimli (NC) tezgâhlar kullanılmaya başlamıştır.
- 1960’lı yıllarda Joseph Orlicky ve Oliver Wigby, Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP) sistemini geliştirmişlerdir.
- 1970’lerde Japon Toyota işletmesi, verimlilik artırma çalışmalarını sonucunda stoksuz çalışmaya yönelik olarak “Tam Zamanında Üretim” (Just-in-time, JIT) felsefesini geliştirerek yaygınlaştırmışlardır.
- 1980’lerde Japon işletmeler, Toplam Kalite Yöntemini ve verimlilik iyileştirme kavramlarını Japonya’dan dünyaya yaymışlardır.
- Aynı zamanda 1980’li yıllar robotlar, CAD, CAM, CIM, CAPP, esnek üretim sistemleri (EÜS/FMS) gibi fabrika otomasyonu unsurlarının dünyaya açıldığı yıllar olmuştur.
- 1990’lı yıllar Toplam Kalite Yöntemi (TKY) felsefesinin yaygınlaşma ve ISO 9000 (International Standart Organization) serinin kalite sertifikasyonunda kullanılma sürecidir.
- 1990’lı yılların ortalarından itibaren, “Siparişe Dayalı Seri Üretim” (Mass Customization) çağı başlamıştır. 2000’li yıllarda, küreselleşmeyle birlikte, internet, işletme kaynakları planlaması, öğrenen örgütler, uluslar arası kalite standartları, tedarik zinciri yönetimi ve çevik üretim gibi kavramlar yaygınlaşmaya başlamıştır. CAD ve CAPP gibi dizayn ve mühendislik teknolojileri özellikle hızlı dizayn ve işlem değişikliklerine bağlı olan ürünlerin üretilmesini sağlayan işletmeler açısından yararlıdır. Sayısal kontrollü makinalar, robotlar ve lazerle çalışan ürünler kurulum ve değiştirme zamanlarındaki düşme ile ilgili olarak ürünlerin kalitesinin artmasına yardımcı olurlar (Soba, 2006).

Küreselleşmeyle birlikte, yerel pazarlar yerini küresel pazarlara bırakmıştır. Yeni bir sistemi simgeleyen bu olgu, iletişim olanaklarının ve çevre korumasına verilen önemin artması, tüketici tercihlerinin değişmesi ve gelişmesi, yeni enerji kaynaklarının bulunması; teknolojik gelişmeler gibi pek çok yeniliği de beraberinde getirmiştir. En belirleyici unsurları yeni ürünler, kalite ve rekabet olan küresel pazarlarda, işletmelerin rekabet edebilmesinin pek çok şartı bulunmaktadır. İleri teknolojileri kullanmak, kaliteli ürünleri düşük fiyatla üretebilmek ve bu ürünleri müşterinin talep ettiği anda pazara sunmak bu şartlardan en önemlileridir. Aksi takdirde işletmeler küresel pazarlar karşısındaki yıkıcı rekabette ayakta duramayacaklardır (Beyazıt, 2001).

Endüstri devriminden sonra üretim sistemleri üç önemli aşama geçirmiştir. Birincisi, endüstri devrimi sonrası işgücünün yoğun ve ustalıkla dayalı, makineleşmenin az olduğu, sipariş ağırlıklı sistemdir. İkinci aşama, 20. yüzyıl başlarında yüksek adetli üretimi mümkün kılan seri üretim ve üçüncü aşama ise, 1970'li yıllardan sonra geliştirilen çeşitlendirilmiş üretim, esnek üretim, tam zamanında üretim vb. isimlerle ifade edilen modern üretim sistemleridir (Soba, 2006).

Üretim sistemlerindeki gelişmeler, özellikle ileri teknoloji kullanılarak klasik sistemlerde yaşanan dezavantajların azaltılması üzerinde odaklanmıştır. Bu bağlamda aşağıdaki problemlere çözüm bulunmaya çalışılmıştır (Soba, 2006);

- Stok düzeyinin azaltılması,
- Kaynakların etkin kullanılması,
- Üretim ve süreç performansının artırılması,
- Müşteri odaklı olarak ürün çeşitliliğinin sağlanması, ürünler üzerinde tercihlere duyarlı değişimlerin sürekli uygulanması,
- Verimliliğin maksimize edilmesi,
- Maliyetlerin minimize edilmesi ve dolayısıyla rekabet avantajı sağlanmasıdır.

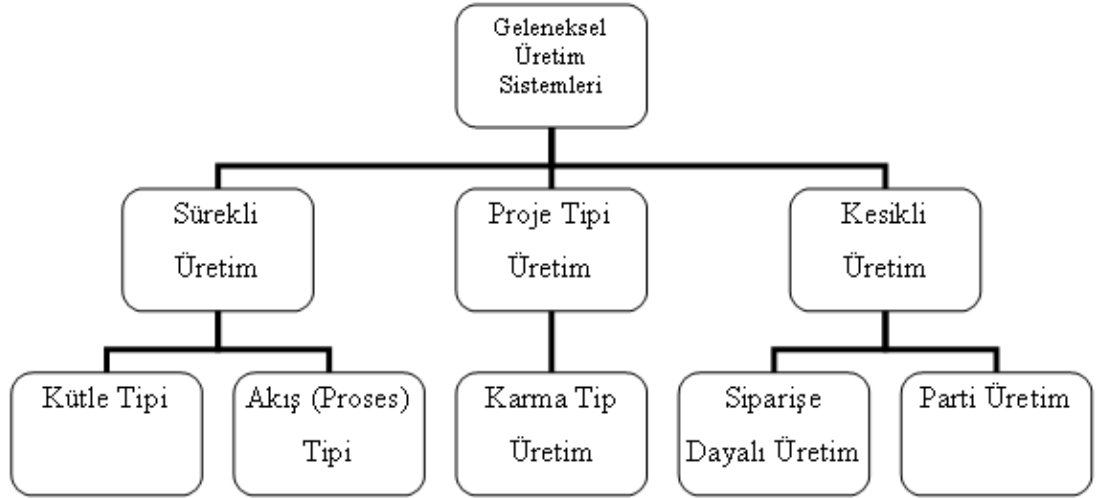
2.2.1. Geleneksel Üretim Sistemi

Üretim sistemi, kaynakların rasyonel biçimde kullanılarak girdilerin ürünlere/hizmetlere dönüştürüldüğü dönüşüm süreci olarak tanımlanabilir. Geleneksel olarak; atölye tipi üretim, akış tipi üretim, proje tipi üretim, sürekli üretim sistemi olmak üzere dört tip altında toplanabilir.

Üretim Teknolojisine göre (Soba, 2006):

- Birincil (Primer) Üretim
- Analitik Üretim ve Sentetik Üretim
- Fabrikasyon Üretim.

Üretim süreçlerine göre üretim sistemleri Şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1: Üretim sistemlerinin sınıflandırılması (Kobu, 2003)

Sürekli Üretim Sistemi

Mevcut makina ve tesislerin sadece belirli bir ürüne tahsis edilmesi ile yapılan bir üretim sistemidir. Sürekli üretim “kütle (yığın)” üretim ve “akış (proses)” üretimi olarak iki alt gruba ayrılmaktadır (Kobu, 2003). Bu sistemde, aynı işlemler aynı sırayla yerine getirilir ve söz konusu ürüne olan talep düzeyi ve üretim miktarları çok yüksektir.

Sürekli üretim tipi, girdilerin ve buna uygun üretim araçlarının iş akışına göre standartlaştırıldığı bir sistemdir. Seri halde üretimin temel özelliği aynı ürünün aynı zamanda bir birimden fazla yapılmasıdır. Yüksek miktarda fakat düşük seviyede çeşitlilik gösteren mamüller için uygulanan üretim şekli olması önemli bir özelliğidir. Uzmanlaşmanın gerçekleştirildiği bu üretim sistemlerinin kurulabilmesi, talebin üretim hızından fazla olması ile mümkün olabilmektedir (Acar, 1989).

İşlemlerin birbirini takip etmesi ve belli toleranslar içinde kalmak zorunluluğu mamulün çeşitlenmesini sınırlamaktadır. Mamule olan talep sürekli ve dengeli olmalıdır. Girdiler üretim sistemine verildikten sonra, çıktıya dönüşüncüye kadar sistem içinde sürekli hareket halinde olması, belli bir sıra takip etmesi ve işlemlerin birbiriyle bağlantılı olmasını gerektirir. Üretim araçları özel amaçlı makinelerden oluşur. Üretim işlemlerinin akıcı olarak devam etmesi için işlemler arası taşımada konveyörler kullanılır. Sistem vasıfsız işgücü kullanımına olanak verir. Yüksek mamul stokları düşük ara stokları oluşabilir (Gültekin, 2000).

Bu sistemde kapasite kullanım oranı yüksek olmasına karşın, üretim hattı üzerindeki herhangi bir makinenin arıza yapması durumunda, tüm hattın etkilenmesi hatta durması söz konusu olabilmektedir. Ürün çeşitliliğinin az olması nedeniyle sürekli üretim sisteminde esneklik oldukça düşüktür.

Sürekli üretim sistemlerinin özellikleri ise şu şekilde sıralanabilir (Soba, 2006);

- Yüksek sayıda ve düşük çeşitlilikte ürünler,
- Düzenli talep,
- Ürüne göre bölümlere ayırmak,
- İşlemler arası taşıma,
- Süreklilik ve serililik,
- Özel amaçlı makineler,
- Yarı nitelikli işgücü,
- Yüksek ürün, düşük ara ürün stokları.

Kütle Üretim

Bir üründen çok büyük miktarlarda üretilir. Gerektiğinde üretim hattında veya tezgahlar üzerinde bazı değişiklikler yapmak suretiyle, benzer bir ürünün üretimine geçmek mümkün olabilir. Montaj hattı teknolojisinin kullanıldığı, beyaz eşya, otomobil, televizyon gibi ürünlerin üretimi, tekrarlamalı bir özellik taşıyan kütle üretime örnek gösterilebilir (Soba, 2006).

Akış Tipi Üretim

Akış veya proses üretiminde makine ve tesisler yalnız bir cins ürünü üretecek şekilde dizayn edilmiş ve yerleştirilmiştir. Aynı yerde başka bir ürünü üretmek çok pahalı ya da olanaksızdır. Çimento, şeker ve petrol rafineleri akış üretimine örnek gösterilebilir (Soba, 2006).

Kesikli Üretim Sistemi

Sipariş üzerine üretim yapılan bu üretim sisteminde, sistemin esnek olması nedeniyle talepteki değişikliklere kolay cevap verme özelliği vardır. Bu üretim sisteminde müşteri özel siparişlerine uygun olarak istenilen miktar, zaman ve kalitede üretim yapabilmektir. Talepteki değişiklik ve düzensizlik, sisteme olan talebin kesikli olması sonucunu doğurur ve her parça işleminden sonra diğerine kesikli bir biçimde hareket eder. Bu nedenle kesikli bir üretim sistemi, temelde işleme ya da sürece yönelik bir üretim sistemidir (Soba, 2006).

Kesikli üretim sisteminin özellikleri şu şekilde sıralanabilir (Soba, 2006);

- Az sayıda, yüksek çeşitlilikte ürünler,
- Genel amaçlı makineler,
- Partiler halinde girdi ve çıktı,
- İşleme (fonksiyon) göre bölümlere ayırma,
- Kaliteli üretim ve kalifiyeli işgücü,
- Düzensiz talep,
- Bölümler arası taşıma,
- Düşük ürün stokları, yüksek ara stoklar.

Kesikli üretim sistemlerinde, bir ya da birkaç birimlik siparişe göre üretim söz konusu olabileceği gibi, bir ürünün belirli büyüklükteki partiler halinde üretilmesi de mümkündür. Kesikli üretim sistemi, siparişe göre ve parti olmak üzere iki alt gruba ayrılabilir (Üreten, 1999).

Siparişe Göre Üretim Yapan Atölye Sistemi

Bu sistemde, tüketici ya da müşteri istekleri doğrultusunda işletme tarafından, tasarım, zaman, kalite ve miktar bakımından özellikleri belirlenen bir ürünün üretilmesi söz konusudur. Siparişe göre üretimin en önemli özellikleri çok çeşitli ürünlerin üretilmesi ve her bir siparişin gerektirdiği işlem sırası ve sayısının birbirinden farklı olmasıdır. Mobilya üreten sistemler buna örnek olarak gösterilebilir (Soba, 2006).

Parti Üretim Sistemi

Parti üretim sisteminde, özel bir siparişi veya sürekli bir talebi karşılamak amacı ile, belli bir ürün grubunun belirli miktarlardan oluşan partiler halinde üretilir. Bu sistemde ürün, siparişe göre üretim sistemine nazaran daha fazla standardize olmuştur. Ürün çeşidi, sipariş sisteminden daha azdır. Bu sistemde oldukça çeşitli ürünlerin, genellikle orta büyüklükte partiler halinde üretildiğini söylemek mümkündür. Genellikle, tüm parti üzerinde bir işlem tamamlanmadan, izleyen işleme başlanmaz. Örnek olarak traktör fabrikasının motor atölyesinde gerçekleştirilen üretimi ve mal işleme atölyelerini göstermek mümkündür (Soba, 2006).

Proje Tipi Üretim Sistemi

Bu üretim tipinde, üretim sistemi bir tek ürüne göre üretim yapabilecek biçimde tasarlanmıştır. Bir filmin yapımı, gökdelen yapımı veya bir uçak ve gemi yapımı gibi faaliyetler proje tipi üretim grubuna girer. Proje tipi üretimde, ürün sabit konumdadır ve makine ve insanlar ürünün çevresinde veya içinde hareket ederler. Ayrıca pek çok faaliyet bir arada yürütülür ve işgücü kullanım düzeyi zaman içinde değişkendir. Proje üretiminde birim ürün fiyatı çok yüksektir ve faaliyetlerin planlanıp iş emirlerinin hazırlanması için farklı yöntemler uygulanır.

İstanbul Boğazı'ndaki Fatih Sultan Mehmet Köprüsü'nün yapımı, Ay'a gidecek bir uzay gemisinin yapımı veya Güney Doğu Anadolu Projesi kapsamındaki Atatürk Barajı'nın veya Urfa tünellerinin yapımı, bu tür üretim sistemine iyi birer örnek oluşturabilirler (Soba, 2006).

Proje tipi üretimin başlıca özellikleri şunlardır:

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

Proje tipi üretime; gemi ve yat yapımı, uzay taşıtı projeleri, uçak projesi üretimi, köprü ve baraj üretimi örnek olarak verilebilir (Tekin, 2005).

Karma Üretim Sistemi

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 (Tekin, 2005).

2.2.2. Modern Üretim Sistemi

Modern üretim sistemleri, ürün tasarımları ve müşteri taleplerindeki değişimlere hızla cevap verip uyum sağlayarak, geleneksel üretim sistemlerinin sağlayamadığı esnekliği gerçekleştirebilen sistemlerdir. Genel olarak bu sistemlerde iş gücü daha iyi eğitilmiş ve motive edilmiştir. Stok kontrol, üretim kontrol ve kalite kontrol, takım ve tezgahların

bakımı gibi önemli fonksiyonlar doğrudan üretim sistemi ile entegre olacak şekilde tasarlanmaktadır (Koç, 1993).

Pike ve diğerleri (1988)'ne göre; üreticiler rekabet üstünlüğü sağlayabilmek için çok çeşitli ürünleri hızlı biçimde uygun bir maliyetle ve istenilen kalite düzeyinde üreterek piyasaya sürmek durumundadırlar. Bu durum kaçınılmaz olarak örgütlerin teknoloji ve teknoloji yönetimiyle yakından ilgilenmelerine ve rakiplerine karşı üstünlük sağlamalarına yardımcı olacak İleri İmalat Teknolojileri'ni (İİT) ya da modern üretim sistemlerine yatırımda bulunmalarını gerektirmektedir.

Modern üretim sistemini oluşturma çabaları, GÜ sistemlerinin tasarımları gözönünde alınarak, bu sistemlerin sakıncalarını ortadan kaldıracak, yararlarını arttıracak veya sistemlerin yararlı yönlerini biraraya getirecek bir sistem tasarımı yaklaşımında yoğunlaşmıştır (Koç, 1993).

Esneklik ve otomasyon modern üretim sistemlerinin iki kilit kavramıdır. Modern sistemler bu kilit kavramları yerine getirecek şekilde tasarlanır. Geleneksel üretim sistemlerinden atölye tipi imalat, esnekliğe; akış tipi imalat ise otomasyona çok yatkındır. Bu nedenle, bu iki geleneksel üretim sisteminin arasında, sistemlerin amaçlarını uzlaştıracak etkin bir üretim sistemine ihtiyaç doğmuştur. Modern bir imalat sistemi olarak grup teknolojisi ve hücreli imalat sistemleri bu uzlaşmayı sağlayabilecek bir yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır (Koç, 1993).

Hücreli üretim sistemleri ve grup teknolojisi GÜ sistemlerinden farklı bir yaklaşımla ortaya çıkan Hücreli Üretim Sistemleri (HÜS), maliyet ve kalite açısından geleneksel üretim sistemlerinden daha avantajlıdır. İki temel amaç doğrultusunda kurulmaktadır. Bunlar (Atalay ve diğ., 1998);

- Basit süreçlerin yer aldığı endüstrilerde kitlesel üretimde kullanılan akış tipi üretim ile elde edilen tasarruflara eşdeğer tasarrufları, kesikli ve atölye tarzı üretimlerde elde etmek,
- İşletmede çalışanlar arasındaki ilişkileri geliştirmeye yarayacak daha iyi bir sosyal altyapı oluşturmak.

GT, HÜS'ün kurulmasında ortaya çıkan yapılanma problemlerine mantıklı çözümler getiren üretim yönetimi felsefesi şeklinde tanımlanmaktadır (Atalay ve diğ., 1998).

HÜS, benzer parçaları tanımlayarak birlikte gruplandırmak suretiyle üretim etkinliğinin artırılması amacıyla kurulan GT'nin atelye düzenine uygulanması olarak da ifade edilmektedir. Sistemin özünde küçük sistemlerin kolay kontrol edilebilme özelliği yatmaktadır. Böylece verimli, etkin ve kontrol edilebilir özellikte olan küçük sistemlerin bu vasıfları büyük sistemlere yansıtılmış olmaktadır (Aydoğan ve Semiz, 2004).

İİT ile tasarım aşamasındaki bilgisayar kullanımından, üretim aşamasında kullanılan tezgah ve teçhizatın entegrasyonuna kadar olan tüm aşamalarda kullanılan teknolojiler ifade edilmektedir. Burada ileri üretim teknolojilerinden öne çıkanlardan CIM, CAD, CAM, GT (Grup teknolojisi), FMS ve robotlar üzerinde durulmaktadır (Aydoğan ve Semiz, 2004).

Bilgisayar teknolojinin üretim alanına girmesi ile oluşan bu yeni sistemlere modern üretim sistemleri şeklinde tanımlanmaktadır. CNC, FMS, CAD, CAM, CAE sistemleri, kısaca bunların tümünü kapsayan CIM ile gerçekleşmiştir (Varol ve diğ., 2005).

Modern üretim teknolojilerini yönetim ve mühendislik teknolojileri olarak ikiye ayırmak mümkündür (Tekin, 2005);

Yönetim Teknolojileri :

- Bilgisayar Destekli Süreç Planlama
- Üretim Kaynakları Planlaması
- Tam Zamanında Üretim
- Tam Zamanında Satın Alma
- Toplam Kalite Yönetimi
- Optimize Üretim Teknolojisi
- Toplam Verimli Bakım

Mühendislik Teknolojileri :

Sayısal Kontrollü Teknolojiler

- Bilgisayar Kontrollü Tezgahlar

- Robotlar
- Bilgisayar Destekli Tasarım
- Grup Teknolojisi
- Esnek Üretim Sistemleri
- Bilgisayarla Tümüleşik Üretim

Modern üretim sistemlerinde kullanılan teknolojiler bir üretim sistemi içerisinde entegre edilerek birçok üretim ve yönetim teknolojisi bir arada kullanılabilir. Bunun sonucunda ise esnek imalat sistemleri oluşmaktadır.

2.2.3. Üretim Sistemlerinin Genel Değerlendirmesi

GÜ sistemlerinin içerisinde yer alan atölye tipi üretim sistemlerini esneklik gibi bir üstün özelliği olmasına karşın iş akış süresinin uzunluğu dikkat çekmektedir. Akış tipi üretim sisteminde ise otomasyona yakınlık esnekliğin ve iş motivasyonunun azalmasına neden olmaktadır. GT’de ise iş akışının basitliği önemli noktalardır. GÜ sistemlerinden farklı bir yaklaşımla ortaya çıkan HÜS, maliyet ve kalite açısından geleneksel üretim sistemlerinden daha avantajlıdır (Atalay ve diğ., 1998). Esnek üretim sistemi otomize bir hücre özelliği ile atölye tipi üretim gibi parça hareketlerinin istenilen şekilde sıralanmasına olanak verir.

Atölye tipi üretimde ürün çeşitliliği çok fazla fakat üretim hacmi diğerlerine göre düşük olan bir sistemdir. Hücresel imalat ise üretim hacmi ve ürün esnekliğinin uzlaştığı sistemdir. CNC ve NC tezgahların tek başlarına oluşturdukları hücre (basit hücre) ve FMS’de hücresel sistemin içinde yer almakta ve atölye tipi üretiminden de özellikler taşımaktadır. Akış tipi üretim sistemleri ise yüksek hacimli üretime uygun buna karşın ürün çeşitliliği azdır.

Üretim sistemlerini maliyetler açısından karşılaştırsak öncelikle üretim sisteminde maliyetleri oluşturan; direkt işçilik, proses içi stok, malzeme ve sermaye maliyetleri gibi kalemler gözden geçirilmelidir.

Sermaye kaynaklı maliyet, sistem içindeki makinelerden yetersiz yararlanma oranı ile belirlenir. Atölye tipi üretim sisteminde planlanmış makine kapasiteleri birtakım nedenlerden dolayı kullanılmamaktadır. Bu nedenler; yetersiz yükleme, planlanmış

işlerin işlem zamanları arasındaki farklardan kaynaklanmaktadır. Makine boş zamanları, malzeme, işgören ve siparişler için makinenin bekleme zamanlarından oluşmaktadır. GT’de oluşan yetersiz yükleme (daha düşük makine zaman verimleri) üretken orandan zaman çalmaktadır. Sermaye kaynaklı maliyet açısından çok avantajlı bir durum yoktur. Aksine doğacak tesis ihtiyacı dolayısıyla ek maliyetler oluşabilmektedir (Koç, 1993). GT hücreyel yapısı ile ürün ailesine ait parçanın bir makineden diğerine hiç beklemeden geçmesine, taşımaların çok aza indirilmesine ve benzer parça işleme felsefesiyle hazırlık zamanlarının azaltılmasına fırsat sağlar. Kısaca BDÜ sistemlerine yöneldikçe sermaye artırımına gidileceği bilinmektedir, buna karşın kısa üretim zamanları, yüksek kalitede ürün ve stoksuz üretim anlayışına geçilebileceği söylenebilir.

2.3. TÜRKİYE MOBİLYA ENDÜSTRİSİ VE TEKNOLOJİ KULLANIMI

Türkiye Orman Ürünleri Sanayi’nin alt sektörleri arasında en büyük paya sahip mobilya sektörü Türkiye genel imalat sanayinin % 4’ünü oluşturmaktadır (Gürpınar, 2007). Önemli girdilerini bu sanayiden sağlayan mobilya sanayi, gelişmiş ülkelerin aksine ülkemizde son yıllara dinamik bir gelişim sürecini yaşamaktadır (Görgüç, 2009).

Mobilya sanayinin genel imalat sanayine benzer şekilde, önemli işletmecilik problemleri bulunmaktadır. OÖİ’in %67’si işletme sermayesi ve teknolojik gelişmeleri izleme açısından finans sıkıntısı çekmektedir (Görgüç, 2009). BÖİ ve nadiren OÖİ’lerde üretimin belli aşamalarında ileri teknoloji uygulamalarına rastlanmaktadır (Kurtoğlu ve diğ., 1997a). Ağaç mamulleri ve orman ürünleri sektörü, son yıllarda kendini yenilemesine rağmen, rekabet edebilirlik yönünden en önemli faktör olarak kabul edilen makine kapasitesi açısından diğer ülkelerin oldukça gerisindedir (OAİB, 2006). Sektörün karşı karşıya bulunduğu tehditler arasında birçok kaynakta teknoloji yetersizliği gösterilmiştir (Demirci, 2005; Görgüç, 2009; Anon, 2010c).

Çoğunluğu geleneksel yöntem ve tezgahlarla çalışan KÖİ’ler ağırlıkta olduğu bunun da esneklik kazandırdığı sektörde, BÖİ’ler otomasyonlu üretim gerçekleştirmektedir (Görgüç, 2009). Bunun sektör için yeterli olmadığı düşünülmekte ve seri üretim/otomasyon teknolojilerine önem verilmesi, seri üretim yapan firmaların belli

konularda uzmanlaşmaları sağlanmalı ve yeni üretim teknolojileri kullanmaları teşvik edilmesi gerektiği belirtilmiştir (Anon, 2010c).

Türkiye mobilya sanayinin uluslararası pazarlarda rekabet edebilecek konumda olduğunu ifade edilmekte ancak, çoğunluğu GÜ yöntemleri ile çalışan atölye tipi, KÖİ'ler ağırlıkta olması, BÖİ'lerin son 5-10 yılda kurulmuş olması dünya pazarlarında tanınmasını engellemiştir (DPTM, 2007).

Türköz (2002) yapmış olduğu çalışmada mobilya sektöründeki işletmelerin rekabet gücünün yükseltilmesi için ürünlerde ve üretim süreçlerinde yeniliklerin ve teknolojik gelişme hızının artırılması, küçük işletmelerin esnek üretim ve otomasyona geçmesi gerektiği sonucuna varmıştır. Ülkedeki gelişmelerin içerisinde mobilya sektörü de beklenenin çok üzerinde bir gelişme göstermekle birlikte halen bu sektörde sağlıklı ve modern bir seri üretim teknolojisine geçilememiştir. İmalatta konvansiyonel makineler ile kalitenin düşmesine ve uzun imalat süresine sebep olduğunu bildirmiştir.

Demirci (2005) yapmış olduğu çalışmada yeni teknolojiyi kullanma oranı küçük işletmelerde %3.5, orta ölçeklilerde %59, büyük işletmelerde ise %78.6 olduğunu bildirmiştir. Bunun yanında üretim ile ilgili sorunlarının arasında teknolojik yetersizlik (%19,8) olduğu sonucuna varmıştır. İşletmelerin ileri teknoloji kullanamama nedenlerinin başında ise yüksek maliyet ve atölye yetersizliği olduğunu ve bunun sonucunda ise düşük kapasitenin sonucunda piyasadan çekildiklerini bildirmiştir.

İşletmelerdeki mesleki eğitim almış nitelikli eleman istihdam sayısı oldukça düşük olup işletmelerin %66'sında Orman Endüstri Mühendisi, %71'inde Ağaç İşleri Endüstri Mühendisi, %43'ünde Meslek Yüksek Okul mezunu ve %26'sında Meslek Lisesi mezunu çalışmadığı görülmüştür. Bugüne kadar ilgili bölümlerden çok sayıda mezun verilmiş olmasına karşın, günümüzdeki mevcut işletmeler ekonomik ve kültürel anlayışlarından dolayı ilgili mezunları çalıştırma gereğini duymamaktadırlar. ORÜS A.Ş.'de yapılmış olan bir çalışmada, teknolojinin yenilenmesi ve uzman teknik elemanların işletmede çalıştırılması ile kereste üretiminde randımanın artırılacağı ifade edilmiştir (Sevim Korkut, 2005).

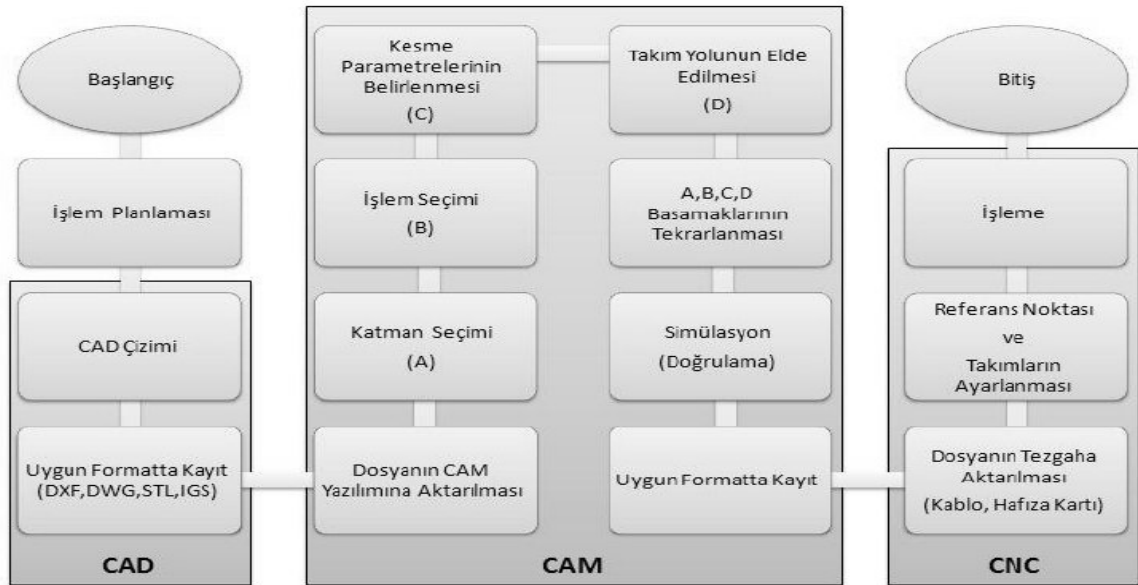
2.4. BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜRETİM SİSTEMİ

İleri üretim teknolojilerinin işletmelerde kullanıldığı süreç otomasyon olarak adlandırılmaktadır (Akın, 2001). Bu sistemlerde geleneksel üretim sistemlerine göre verimlilik, kalite, üretkenlik gibi ölçütlerde iyileştirmeler görülmektedir.

Bilgisayar Destekli Üretim; BDÜ/CAM genel olarak bir hammaddeyi satışa hazır hale getirip ürüne çeviren, bilgisayar kontrollü üretim teknikleri ve onların ön hazırlık basamaklarının tümü olarak tanımlanabilir (Anlağan ve Kılınc, 2003).

BDÜ, bilgisayar kontrollü tezgahlar ile yapılan üretim akla gelse de, BTÜ ortamında BDÜ diğer bazı parçaları da bünyesinde toplamaktadır. Bilgisayar destekli süreç planlaması, BDT tarafından üretilen veri tabanının bilgisayar kontrollü tezgahlar tarafından anlaşılır hale gelmesi vb., bunlardan bazılarıdır (Anlağan ve Kılınc, 2003).

Genel olarak BDÜ sisteminde hazırlık; çizim, programlama ve makinede işlenecek duruma kadar geçen süreç Şekil 2.2’de verilmiştir.



Şekil 2.2: Bilgisayar destekli üretim süreci (Tutar, 2008)

İlk sayısal kontrollü tezgahlar, 1940’lı yıllardan sonra geleneksel tezgahlara kontrol sistemleri eklenerek oluşturulmuşlardır (Üreten, 1999).

Üretilecek parçaların belli bir sırada işlenmeleri gerekmektedir. Bunun için bir süreç planlaması yapılmalıdır. CAPP bu işi yapan bir yazılımdır. Bir parçanın en optimum şekilde üretilmesi için gerekli sırayı oluşturur. Daha sonra fabrikanın genel veri tabanı kullanılarak, parçanın üretiminde kullanılacak tezgahlar belirlenir, takımlar seçilir, hammadde stok kontrol ünitesi ile temas kurarak gerektiği zamanda gerektiği kadar hammaddenin hazır olması sağlanır (Anlağan ve Kılınç, 2003).

BDÜ bilgisayar sayısal kontrollü tezgahlara, robotlara, koordinat ölçüm ve diğer programlanabilir cihazlara üretim plan ve programları hazırlamak suretiyle, veri işlem desteği verme ve hammaddeyi satışa hazır hale getirene kadar bilgisayar kontrollü tekniklerden yararlanarak yapılan işlemlerdir (Aydoğan ve Semiz 2004).

Üretimde kullanılan araç gereçler ve makinalar fiziksel olarak küçük, güvenilir, hızlı, bölünebilir, üretim hızı ayarlanabilir, enerji tasarrufu sağlar hale gelmişler, farklı ürünleri ya da aynı ürünün çeşitli boyut ve modellerini üretebilir esnekliğe kavuşmuşlardır. Örneğin, CNC tezgahlarında mikroişlemciler sayesinde üretimin kontrolü yada üretilen ürün tipinin değiştirilmesi son derece kolaylaşmıştır (Alcorta, 1992). Artık bilgisayarlar sayesinde günler, aylar süren tasarım ya da mühendislik hesaplama işlemleri CAD/CAE sayesinde çok kısa sürede tamamlanabilmektedir. Robotlar sayesinde de tehlikeli ve tekrar içeren sıkıcı işler yüksek kalitede ve kısa sürede üretilmektedir. Kısacası robotların ve mikroişlemlerli sistemlerin kullanılması ile, tüm üretim bilgisayar kontrolü altında (CAM) yapılabilmekte ve böylece üretimde verimlilik, esneklik ve yüksek kalite sağlanabilmektedir. Ayrıca, gelişmiş veri analizleri, alarm fonksiyonları, azalan bakım masrafları, artan sistem güvenilirliği, iyileşen bilgi hatası, rapor çıktıları ve esnek yazılım yeni kontrol sistemlerinin ve FMS'nin yarattığı sonuçlardır (Ansal ve Çetindamar, 1992).

Mikroişlem ve dijital elektronik kontrol aletlerinin yaygın kullanımı esas etkisini, tüm makinaların birbirine bağlanması sonucu ortak kontrol edilebilir hale gelmelerinde göstermiştir. Çünkü elde edilen sistematik üretim sayesinde tekil makinaların üretkenliğinin çok üstünde bir üretkenlik sağlanabilmektedir (Mody ve diğ., 1992).

2.4.1. Programlama Dilleri

NC programı bilgisayar dilinde yazılan ve bilgisayar tarafından işlenerek gerçekleştirilecek olan talaş kaldırma işleminin tanımlanmasıdır (Yağmur, 2004). Programlama dilleri genel olarak üniversal ve özel diller olarak iki gruba ayrılabilir. Üniversal diller tezgah ve bilgisayardan ayrılan özel dillerdir, bu özel diller tezgah ve bilgisayara bağlı dillerdir (Koç, 1993). Ancak tezgah ve bilgisayara yönelik oldukları için bunların kullanım alanları sınırlıdır. Genellikle G kod ve M kodu gibi sembolik sistem kullanılır.

Programlama dillerinin ortaya çıkması 1956 yılına uzanmakta ve bu yıllarda başlayan çalışmalar ilk kez 1959'da üretimde kullanılmaya başlanmasıyla sonuçlanmıştır.

Üniversal programlama dillerinin tümü APT (Automatically Programmed Tools) sistemine dayanmaktadır. Üç ile beş eksenli ve üç boyutta işlem yapan tezgahlara uygulanan APT sistemleri geniş uygulama ve yüksek esnekliğe sahip devamlı gelişmeye açık bir sistemdir. Sistemin sakıncalı yanı pahalı olmasıdır (Akkurt, 1996).

APT dili günümüzde kullanılan CAD/CAM sistemlerinin temelini oluşturmakta olup CLDATA (CL=cutter location) denilen ve takım yolunu belirten genel bir çözüm verir. Bu çözüm postprosesör denilen bir işlemle, çeşitli kontrol sistemlerine sahip CNC tezgahlarına uygulanır. APT programlama dili şu kısımlardan oluşur; program komutları, geometrik komutlar, teknolojik komutlar, takım hareket komutları, matematiksel komutlar, yardımcı komutlar, postprosesör komutlardır. APT programlama dili 600 kelimedenden fazla kelime içerir. Bunlar kullanılarak parça tanımlanır. Bazıları şunlardır; POINT, PLANE, CIRCLE, CYLINDER, ELLIPS, HYPERB, CONE ve SPHERE. Program satırları genel olarak komut kelimesi ve konum bilgilerini içerirler (Yağmur, 2004).

Çizelge 2.1: CNC Makinelerinde Kullanılan M Kodları ve Fonksiyonları

M kodu	Anlamı
M00	Programın geçici olarak durması
M01	Programın istek üzere kontrol panosunda durdurulması
M02	Programın tekrar baştan üzere sona ermesi
M03	İş milinin saat ibresine göre dönmesi (CW)
M04	İş milinin saat ibrelerine ters dönmesi (CCW)
M05	İş milinin durması
M06	Takım değiştirme
M07.M08	Kesme sıvısının açılması
M09	Kesme sıvısının kapanması
M13	İş milinin saat ibrelerine göre dönmesi
M14	İş milinin saat ibrelerine göre ters dönmesi
M15	Tezgah kızaklarının pozitif yöne çabuk hareket etmesi
M30	Programın sona ermesi
M32...M35	Sabit kesme hızı ile kesme (tornalamada)
M98	Alt programların çağırılması (bazı sistemlerde)
M99	Alt programların sona ermesi (bazı sistemlerde)

Çizelge 2.2: CNC Makinelerinde Kullanılan G kodları ve Fonksiyonları

G00	01	Konumlama (Başlangıç noktası)
G01	01	Doğrusal enterpolasyon (İlerleme)
G02	00	Dairesel enterpolasyon; saat ibresi yönünde CW
G03	02	Dairesel enterpolasyon; saat ibresinin tersi CCW
G04"	02	Geçici durma
G17	02	X-Y düzlemin seçimi
G18	06	Z-X düzlemin seçimi
G19	01	Y-Z düzlemin seçimi
G20	07	Boyutlar (inç)
G21	07	Boyutlar (mm)
G33	00	Vida açma

G40	07	Takım telafisi iptal
G41	08	Takım yarıçapının veya uç yarıçapının sol telafi
G42	00	Takım parçalarının veya uç yarıçapının sağ telafisi
G50"	09	Kesme hızı sınırlandırılması için kullanılır
G53"	09	Sıfır kaydırmanın iptali
G54...G57"	09	Sıfır kaydırmanın seçimi
G70...G79"	09	Tornalamada tekrarlanan için kullanılır
G80	09	Delmede tekrarlanan işlerinin iptali
G81	09	Matkapla birçok deliği delme
G82	09	Delik dibinde durma ile birçok delik delme
G83	09	Birden fazla pasoda matkapla birçok delik delme
G84	09	Birçok delikte vida açma
G85	09	Borverz ile birçok delik delme
G90	03	Mutlak koordinat sisteminde programlama
G91	03	Eklemlili koordinat sisteminde programlama
G96	05	Kesme hızının (S) m/dak olarak verilmesi
G97	05	Kesme hızının (S) dev/dak olarak verilmesi
G98	09	İlerleme hızının (F) mm/dak olarak verilmesi

Not: (") ile işaretli kodlar bazı sistemlerde bu anlamda kullanılır, (") ile işaretli elemanlar modal değildir, diğerleri hepsi modaldır.

2.4.2. CNC Tezgahlar ve Programlama

Sayısal kontrollü tezgahlar, II. Dünya savaşı sırasında, karmaşık ve daha doğru parça üretiminin sağlanabilmesi, artan ihtiyaca cevap verebilmek için metal kesme endüstrisinde hızla gelişerek; dijital kontrollü tezgah ve teknolojisi; NC olarak adlandırıldı. 1952 yılında ise ilk olarak üç eksenli bir makine (Cincinnati Hydrotel Milling Machine) geliştirildi. İlk NC kontrolü için, 1950'lerde oldukça büyük parçalara sahip olan vakum tüpleri kullanıldı. 1960'larda elektroniğinde gelişmesiyle vakum tüplerinin yerine dijital kontrollü transistörler kullanılmaya başlandı (Koç, 1993; Yağmur, 2004). Bu makinelerin gözlenen ilk avantajları, karmaşık parçaların daha doğru ve kısa zamanda imal edebilmesidir (ASM, 1989; Koç, 1993; Yağmur, 2004).

Metal endüstrisinde 1960'lı yıllarda kullanımına başlanan NC tezgahları; tornalama, frezeleme, delme, taşlama ve elektro erozyon işlemeyi kapsayan metal kesme uygulamalarının yanında, kaynak, alevle kesme, metal şekillendirme, çok geniş uygulama alanları olan muayene ve ölçme gibi işlemlerde uygulanmaktadır (Kurtoğlu ve diğ., 1997a). Bundan başka ağaç işleme, metal, tekstil, plastik ve elektronik gibi endüstrilerde de kullanılmaktadır (Koç, 1993; Kurtoğlu ve diğ., 1997a; Damğa, 2006).

Diğer bir gelişme olarak; NC kontrolörü olarak entegre devre çipleri (chip) kullanılmaya başlandı. Bunlar ucuz, güvenilir ve küçük elemanlardı. Bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişmeler NC sistemleri de etkilemiştir. En önemli gelişme; kontrol üniteleri yerine bilgisayarın kullanılması oldu. Böylelikle CNC ve DNC sistemleri ortaya çıktı. Bu gelişmelerle birlikte NC tezgahlarda daha ileri düzeyde geliştirilmiş olan entegre devre elemanları, ucuz ve güvenilir olan donanımlar kullanılmaya başlanmıştır. ROM teknolojisinin kullanılmaya başlanmasıyla da programların hafızada saklanması mümkün olmuştur. Sonuç olarak bu sistemli gelişmeler CNC'nin doğmasına öncülük etmiştir (Büyükalın, 2005; Tutar, 2008). CNC, basit NC fonksiyonlarını sağlayabilen ve karar veren bir bilgisayar sistemi bulunduran tek bir makineden oluşan bir sistemdir (Yağmur, 2004).

CNC makineler, adını İngilizce "Computer Nümeric Control" kelimelerinin baş harflerinden almış olup, Türkçe'ye "Bilgisayar Destekli Sayısal Kontrollü Makineler" olarak çevrilebilir. CNC makinelerde parça besleme, kesme ve işleme için gerekli tüm parça ve kesici hareketleri bir program ile düzenlenip otomatik olarak yapılmaktadır. Konvansiyonel tezgahlar gibi CNC tezgâhları da hammaddeden, imalat resminden görünen şekil ve boyutlarda bitmiş parça imal etmek için kullanılmaktadır. Bu durum esas hazırlık ve parça işleme olmak üzere iki işlemden meydana gelmektedir.

CNC kontrolleri özellikle 1980' lerde daha güçlü ve kullanımı kolay bir hale gelmiştir. Test ve simülasyon gibi modüllerin eklenmesi ile daha güvenli işlem yapabilme olanağı sağlanmıştır (Kurtoğlu ve diğ. 1997a). Modern makine kontrolleri yerel ağlarla Local Area Network'le diğer sistemler ile bilgi alış-verişi yapabilmektedir. Bu şekilde esnek imalat sistemlerinin gelişmesi kolaylaşmıştır. (Yağmur, 2004).

CNC'lerin genel kullanım alanları dört ana grupta toplanabilir bunlar (Yağmur, 2004):

- İşleme Merkezi: Birkaç iş aynı tezgahta yapılabilmektedir. Freze, delme ve delik genişletme gibi.
- Tornalama Merkezi: Otomatik takım değiştirme sistemini de kapsayan tornalama işlemlerinin yapıldığı tezgah.
- İşleme ve Tornalama Merkezi: Tornalama, frezeleme, delik delme, delik genişletme, taşlama, kesme gibi operasyonları kapsayan tezgahlar.
- Diğer NC makineler: Kaynak ve çizim makineleri, muayene sistemleri, EDM, Lazerle kesme gibi (Yağmur, 2004).

Türkiye mobilya endüstrisinde kullanılan CNC çeşitleri daha dar kapsamda değerlendirildiğinde aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (Kurtoğlu ve diğ., 1997a);

- CNC kenar işleme makineleri,
- Delik ve zıvana makineleri,
- Frezeler,
- Ebatlama makineleri,
- Pencere üretim makine grubu,
- Masif torna,
- Kurutma süresi ve kusurlarının en aza indirildiği kurutma fırınları,
- Kalınlık kontrol ve ayarlı zımpara makineleri,
- Yüksek frekanslı presler,
- Kereste kurutma makineleri,
- Eğimli yüzey (membran) presler,
- Masif kaplama makineleri,
- Çift bıçaklı kaplama-ebatlama giyotinleri,
- Kenar işleme, ebatlama ve delik delme işlemlerini yapabilen birkaç makinenin görevini tek başına yerine getiren işleme merkezleri örnek olarak verilebilir.

CNC makineleri geleneksel makinelerden ayıran en önemli özellik işleme ile ilgili tüm hareketlerin otomatik ve doğru olarak yapılmasıdır. Bu amaçla; kontrol ünitesi, güç ünitesi, ölçme ve sezgi elemanları kullanılır.

Bu tür makinelerde programlama işlemi ise aşağıdaki şekillerde gerçekleştirilir (Yağmur, 2004);

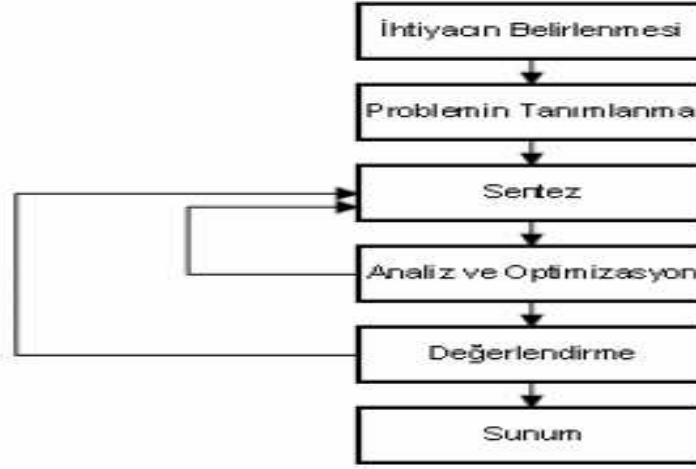
- Elle yapılarak; G-kodu çıkarma,
- APT gibi programlama dilleri kullanılarak,
- Grafik etkileşime dayanan sistemlerle; CAM programı,
- Modele veya prototipe dayanan sayısallaştırma tekniği ile tersine mühendislik,
- Programlama işlemi şu an kullanılan CAD/CAM sistemlerinde otomatik olarak gerçekleştirilir.

CNC makinelerinin programlama işlemleri üretimin en önemli ve kritik hazırlık sürecin oluşturmaktadır. Programlama sürecinin uygulama aşamaları çalışmanın ilerleyen bölümlerinde yer verilecektir.

2.5. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM

İsminden de anlaşılacağı üzere Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD), tasarım işlemlerinin bilgisayar yardımı ile gerçekleştirilmesidir. İmalatı yapılması düşünülen ürünün tasarımı ve analizini yapabilmek için tamamen bilgisayarların kullanılması olarak tanımlanan CAD teknolojisi, aynı zamanda CIM'in de önemli bir alt birimidir. CAD sistemlerinde parçaların iki ve üç boyutlu modellenmesinde çeşitli operasyonlar kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin seçimi parçanın tanımlanabilirliğine bağlıdır (Tutar, 2008).

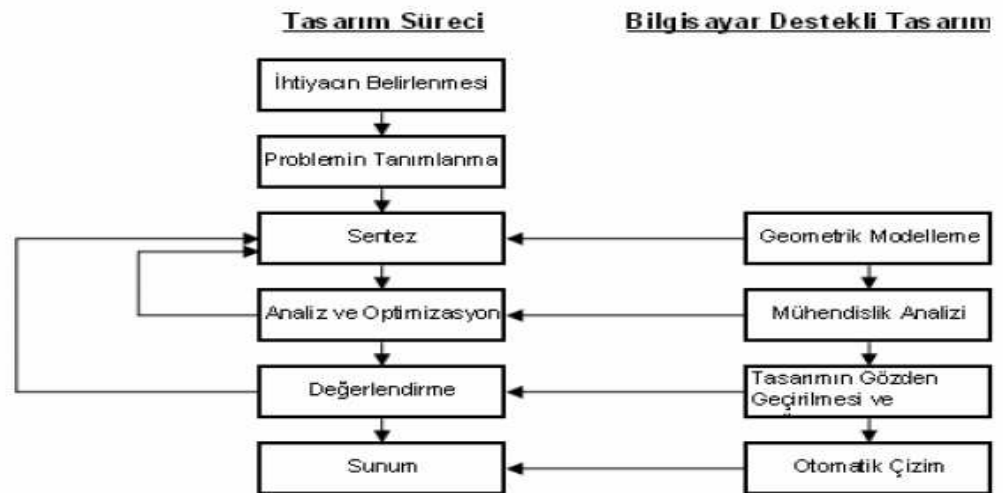
Ekran üzerindeki bu görüntü üzerinde çalışılarak ürünün tasarımında istenilen değişiklikler yapılabilmektedir. CAD, genel bir tanımlama ile bir mühendislik tasarımının yaratılması, değiştirilmesi ya da döküman haline getirilmesinde etkili bir bilgisayar kullanımı içeren tasarım faaliyeti olarak tanımlanır (Koç, 1993; Erdinler, 2005). CAD, çizim olarak kolaylık getirmesi yanında, taşınmasında, çoğaltılmasında ve muhafaza edilmesinde de avantajlar sağlamıştır. CAD ile yapılan tasarımlardaki sonuçlar, program halinde bilgisayar gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra sayısal denetimli tezgahlara iletilerek imalat gerçekleştirilir. Böylece otomasyon için gerekli olan CAD/CAM bütünleşmesi sağlanarak entegre üretimde önemli bir hıza ulaşılmış olur. Sonuçta CAD sistemlerinin, uygulamada CAM sistemleri ile entegre edilerek kullanıldığında çok daha fazla yararlar sağlamaktadır.



Şekil 2.3: Shigley'e göre genel tasarım süreci (Erdinler, 2005).

Tasarım sürecinin içinde yer alan süreç Şekil 2.3' te verildiği gibi ihtiyaç belirleme ile başlanılan süreçte problemlerin tanımlanması yeni bir fikir oluşturulmasıyla devam etmekte ve ardından analiz ve değerlendirme işlemlerine yer verilmektedir.

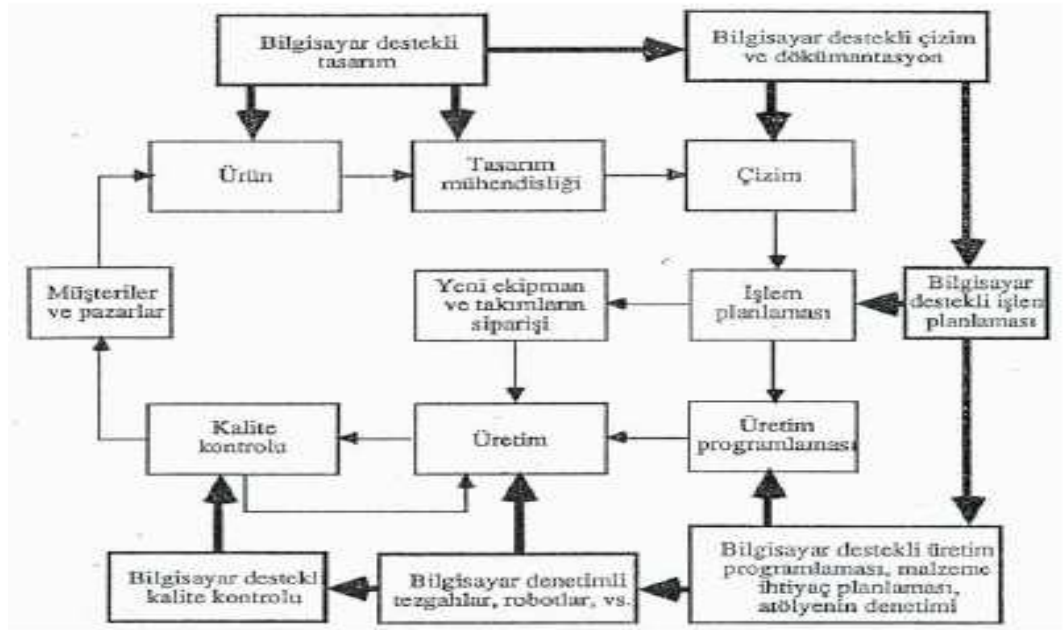
CAD süreci geometrik modelleme, mühendislik analizi, tasarımın değerlendirilmesi ve otomatik çizim olmak üzere dört grupta gruplandırılır. Erdinler (2005) 'in yaptığı çalışmada bu dört alan Shigley'in modelindeki son dört aşamaya eklenmektedir. Bu ilişkilendirme Şekil 2.4'te gösterilmektedir.



Şekil 2.4: Bilgisayar destekli tasarım ve tasarım sürecine uygulanması (Erdinler, 2005).

Erdinler (2005)'in yaptığı çalışmada Groover ve diğ.'nin yaptığı çalışmayı; geometrik modelleme, fiziksel tasarım projesinin sistem üzerinde formunun oluştuğu sentez aşamasına karşılık geldiğini bildirmiştir. Mühendislik analizi, analiz ve optimizasyon safhasına, tasarımın değerlendirilmesi genel tasarım işlemine ve otomatik çizim ise tasarımın bilgisayar ortamında sunumuna çevrilmesine karşılık gelmektedir.

Günümüzde kullanılan birçok CAD programı bulunmaktadır. Bunlar; CAD yazılımları arasında SolidWorks, CATIA, Unigraphics, Pro/Engineer, AutoCAD, Inventor sayılabilir (Tutar, 2008). CAD yazılım sektörüne hitap eden bir çok firma mevcuttur. Bu firmaların her birinin kendilerine ait lisanslı yazılımları olup bunları dünya pazarına sunmaktadırlar. Geniş pazar payına sahip yazılımlar modüler yapıda tasarlanmıştır. Modüler yapıda tasarlanan yazılımlarda ihtiyaç yönünde yazılımın güncellenerek kullanım alanı arttırılabilmektedir (Erdinler, 2005).



Şekil 2.5: CAD/CAM sistemlerinin üretim sistemi içinde uygulama basamakları (Yakın, 1998).

Genel olarak CAD/CAM sistemleri, tasarım çözümünden çok tasarımların modellenmesine ya da üretimine destek sağlayan sistemlerdir.

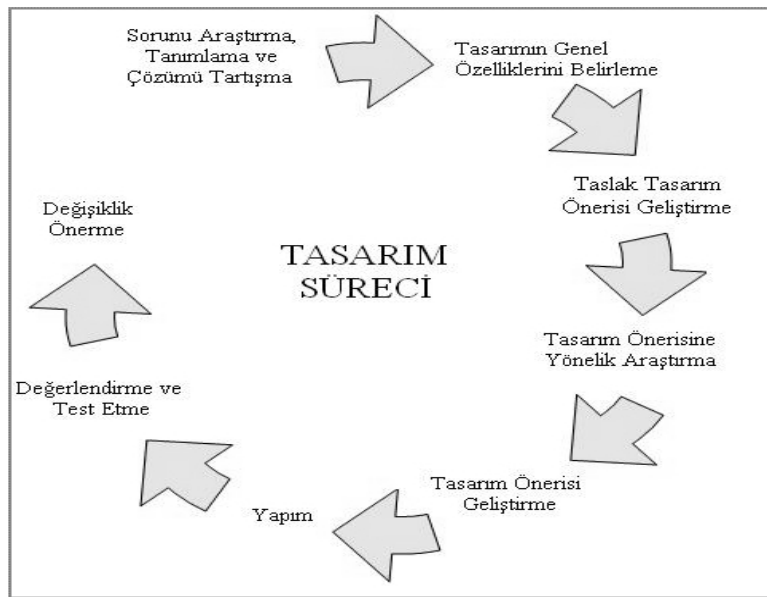
2.5.1. Temel Tasarım Kavramı ve Süreci

Günümüzde hayatın birçok alanında etkisini gösteren ve dilimize “tasarım” kelimesi ile yerleşen kavram, batı dillerinde Latince “designare” (göstermek) kökünden türeyen ve İngilizce’ye geçen “design” terimi ile en yaygın anlatımı bulmaktadır.

Tasarım genellikle bir eylem için gerekli olan şemaların ya da planların hazırlanması süreci olarak tanımlanabilir (Erdinler, 2005). Bir ürünün tamamının veya bir parçasının çizgi, şekil, renk, biçim, doku, malzemenin esnekliği veya süslemesi gibi insan duyularını harekete geçiren eylemlerdir. Sonuç olarak tasarım, bir ürünün üretilebilmesi için düşüncenin çizime aktarılmasından üretilmesine kadar geçen süre içindeki yaratma, seçme ve karar verme gibi eylemlerin tümü şeklinde ifade edilebilir. Tasarım; zihinde gerçekleştirilen düşünsel üretim, şeklinde de tanımlanabilir. Bir ürünün tasarımından pazara sunulmasına kadar geçen süreç Şekil 2.5’te verilmiştir.

2.5.1.1. Tasarım Süreci

Erdinler (2005) yaptığı çalışmada Rembold ve diğerlerinin çalışmasını; tasarım süreci ürünün yaratıcı düşünceden çizim dokümantasyonuna kadar geçen tüm çalışmalar şeklinde tanımlandığını bildirmiştir. Tasarım, ürün kapsamı fikriyle ortaya çıkar. Bu fikir tasarımcının kendi fikri olabildiği gibi pazar araştırması sonucunda da belirlenebilmektedir.



Şekil 2.6: Tasarım süreci ve tasarımı oluşturan işlemler (Anon, 2010a)

Tasarımcılar çevrelerindeki durumları gözlemler. Geliştirmeyi, değiştirmeyi gerçekleştirmek istedikleri durumları belirler, gözlemlerini dikkate alarak yaşamlarındaki sorunları listelerler. Listeledikleri sorunlardan birini kendi önceliklerini, mevcut şartları ve gerçekleştirilebilirliğini dikkate alarak seçer, sorunu araştırma, tanımlama ve çözümü tartışmada kendi bilgi, deneyim, gözlem ve araştırma sonuçlarını kullanırlar (Anon, 2010a). Tasarımcılar seçtikleri sorunu Şekil 2.6'daki sürece uygun olarak araştırır ve olası çözümleri bütün yönleriyle açıkça tartışarak tanımlarlar.

2.5.1.2.Tasarımın Genel Özellikleri

Tasarımcılar belirledikleri sorunun çözümünde kullanacakları tasarımların sahip olması gereken genel özellikleri belirlemelidir. Bunun için benzer sorulara (Nasıl? Kim için? Nerede kullanılacak? Boyutu nasıl olmalı? Biçimi nasıl olacak? Fonksiyonları ne? vb.) cevaplar arar. Bu özelliklerin belirlenmesinde, tanımlanan sorunun çözümlenmesi için gerekli nitelikler ve sınırlamalar, dikkate alınır. Tasarımın taşınması gereken genel özellikler listelenir (Anon, 2010a).

2.5.1.3.Taslak Tasarım Önerisi Geliştirme

Tasarımcılar taslak çizim öncesi geliştirdikleri tasarım modelinin estetik değer taşınmasına, özgünlüğüne, işlevselliğine, yapılabilir olmasına ve çevreye etkilerine dikkat etmeleri gerektiğini açıklar. Tasarımcılar tasarım için belirlenen ortak özellikleri dikkate alarak tasarıma yönelik düşüncelerini yansıtan taslak çizimler yapar, genel özellikleri ise yazılı olarak ifade ederler. Bu çizimlerde ürünün formu ve genel özellikleri gösterilir. Çizimleri detaylandırmaz. Tasarımcılar birden fazla taslak çözüm önerisi getirebilir, taslak tasarım önerilerini ilgili kişilerle paylaşırlar. Belirledikleri durumun niteliğine göre taslak çizimlerini benzer sorunların çözümlerine yönelik yaptığı araştırma ve inceleme sonuçlarını dikkate alarak çizebilirler. Tasarımcılar geliştirmek istedikleri tasarım önerilerini belirler. Bunun için tasarım etkileyen faktörler; müşteri istekleri, maliyet, beceri, zaman, yetenek vb. sınırlamalar dikkate alınır (Anon, 2010a).

2.5.1.4.Tasarım Önerileri Geliştirme

Tasarımcıdan, tanımladıkları ihtiyacı karşılamak veya belirledikleri sorunu çözmek için yaptıkları araştırmalara dayanarak belirli nitelikleri taşıyan tasarıma yönelik düşünceler

üretmeleri istenir. Tasarımcıya sorunun çözümü için alternatif düşüncelerini ortaya koymasına için fırsat verilir.

Tasarımcı tasarım önerisiyle ilgili ayrıntıları, değişik kaynaklardan, kişi ve kuruluşlardan araştırmaya yönelir, basit akış şemaları, resim ve çizimler üzerinde tasarım önerilerini açıkça gösterir. Tasarımını gerçekleştirmek için gerekli ihtiyaçlarını belirtir, tasarım önerilerini, uygun çizim ve yazı teknikleriyle, elle veya çizim araç gereçlerini kullanarak kağıt üzerinde projelendirir. Tasarımcılar tasarım önerilerini açık ve anlaşılır bir çizimle göstermeleri için teşvik edilir. Tasarım önerisinin geliştirilmesine yönelik yapılan çalışmada, tasarımın yapım resmi, nasıl çalıştığı, kullanılacak gereçler ve yapım aşamalarını gösteren planlamalar yer alır (Anon, 2010a).

Tasarımcılar, geliştirdikleri tasarım modellerinin estetik değer taşıması, özgün, işlevsel, ekonomik ve yapılabilir olmasına dikkat etmeleri için yönlendirilir, tasarımlarına yenilik, farklılık ve ayırt edilebilir özellik kazandırmaları konusunda cesaretlendirilir. Belirledikleri sorunun çözümü için en az bir tasarım önerisinde bulunurlar. Birden çok tasarım önerisi geliştiren tasarımcılar, geliştirdikleri çözüm önerilerinin farklılıklarını ve benzerliklerini sorgulayarak listeler. Sorgulama sonuçlarını ve tasarım için belirlenen özellikleri dikkate alarak gerçekleştirmek istediği en iyi tasarım önerisini belirler. Bu amaçla tasarımcılar, tasarım önerilerinin benzer çözümlerden belirgin farklılığını, taşıdığı yeniliği, kullanılabilirliğini, yapım maliyetlerini, çevresel etkilerini ve kullanıcı beklentilerini karşılayabilirliğini sorgulamaya yönlendirilirler. Tasarımcılar en uygun tasarım önerisinin seçimindeki gerekçeleri açıklar, bilimsel veriler kullanarak tasarım önerilerinin çözüm için gerekli özellikleri nasıl karşıladığını belirleyerek sonuçlarını tasarım günlüklerine yazarlar (Anon, 2010a).

2.5.1.5.İmalat

Eğitmen, tasarımcının bu çalışmada atölyede dikkat edecekleri güvenli çalışma kurallarını açıklar. Kullanacakları el aletlerini ve görevlerini tanıtır. Tecrübe kazanmalarına yönelik deneme yapmaları için fırsat verir. tasarımcıya gereçlerin verimli kullanımı için tasarımın yapım aşamalarını ve çalışma ortamını nasıl planlayacağını öğretir. Tasarımcılardan tasarımın yapım aşamalarını ve çalışma ortamını planlaması beklenir. Tasarımcılar yapımda kullanacağı gereci, işleme aracını ve bu aracın kullanımı

için uygun yöntemi seçer, işlediği gereçlerdeki israfı azaltmayı ve maliyeti düşürmeyi önceden düşünerek önlem alırlar. Araç ve gereçleri kullanmada ve yapımda çıkan sorunları çözümlenmede yeni yöntem, işlem ve sistemler düşünür, uygulamada gerektiğinde yardım isterler. Tasarımcılar yapım sırasında plan, çizim, grafik, üç boyutlu modeller, semboller ve teknik bilgilerden yararlanmalıdır. Tasarımcılar istenilen sonuca ulaşmak için başkalarıyla iş bölümü yapmaya, iş birliğine gitmeye ve uygulama ortamının düzeniyle ilgili kurallara uymaya yönlendirilir. Tasarımlarını gerçekleştirmek amacıyla önerdikleri düşüncelere yönelik riskleri göze almaya ve denemeye teşvik edilir. Tasarımcılar imalat sürecinde karşılaştıkları sorunları nasıl çözdüklerini, uyguladıkları yöntem ve teknikleri tasarım günlüklerine kaydederler (Anon, 2010a).

2.5.1.6. Değerlendirme ve Test Etme

Tasarımcılar tasarım etkinlikleri sonucunda yaptıkları tasarımlarının, belirlenen sorunu ne oranda çözdüğünü, tasarımın genel özelliklerini taşıyıp taşımadığını değerlendirirler. Bu amaçla arkadaşlarının değerlendirmelerine fırsat verirler. Gerçekleştirdikleri ürün veya modelin, belirledikleri sorunu çözümedeki performansını test eder, tasarım etkinliğini gerçekleştirmede izlenen aşamaları tekrar gözden geçirerek aldığı kararları ve uygulama sonuçlarını başlangıçtaki düşünceleriyle karşılaştırır ve değerlendirirler. Ayrıca başka zaman ve kültürlerdeki benzer tasarımların, ayırt edilebilen özellikleriyle kendi tasarımlarının ortaya koyduğu farklılığı ve özgünlüğü karşılaştırır, değerlendirme ve test sonuçlarını raporlaştırarak günlüklerine yazarlar (Anon, 2010a).

2.5.1.7. Değişiklik Önerme

Tasarımcılar değerlendirme sonuçlarını dikkate alarak tasarımları için yapılması gerekli değişiklikleri belirler, belirledikleri değişiklik önerilerini tasarımlarına nasıl aktaracaklarını düşünürler. Çözümü yazarak ve çizerek ifade eder, tasarımlarına yönelik değişiklik önerilerini gerekçeleriyle listeler ve sonuçları tasarım günlüğüne kaydederler. Tasarımcılar bu süreçte yaşadıklarını; araştırma sonuçlarıyla ilgili kanıtları, karşılaştıkları sorunları ve yaptıkları çözümleri, tasarım önerilerini, seçtikleri en iyi tasarım önerisini, gerekçesini, yapım aşamalarını gösteren planlamalarını, değerlendirme sonuçlarını, değişiklik önerilerini vb. bir tasarım günlüğüne yazılır. (Anon, 2010a).

2.6. BİLGİSAYARLI TÜMLEŞİK ÜRETİM

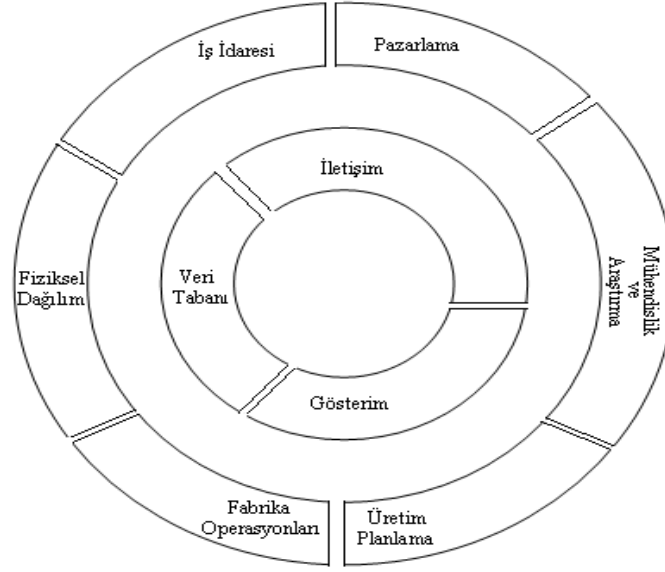
2.6.1. Bilgisayarlı Tümleşik retim Temel Yapısı

Teknolojinin geleceği, bilişim üzerine kurulmaktadır. Genel anlamda bilişim; haberleŐme, veri tutma, güncelleme ve işlem, karar destekleme ve raporlama bileŐenlerini içermektedir (Kazan ve Uygun 1997). BT kavramı, Bilgisayarlı Tümleşik retim (Computer Integrated Manufacturing, CIM) kelimelerinin baş harflerinden oluşmuştur. Bilgisayar teknolojisinin üretim alanındaki amacı mühendislik ve iŐletim etkinliklerini aynı çatı altında toplayıp ve verimliliği üst düzeye çıkarırken süreci kontrol altında tutmaktır. CIM'in amacı; otomatik bir fabrika oluŐturaktan çok, değişik teknolojileri kullanarak otomasyon ve insan bütünlüğünü sağlayarak maksimum karla çalışan bir sistem oluŐturmaktır (Altuğ ve Nalbant, 2008).

Günden güne yaygınlaşan bilgisayar kullanımı, sipariŐlerin karŐılanmasında ve srekliiliğinin sağlanmasında, istenilenlerin yerine getirilmesi ya da bilgi gereksinimlerinin karŐılanmasında hayati bir öneme sahiptir (Kazan ve Uygun, 1997).

CIM retim alanına yeni bir bakıŐ açısı kazandırmıŐtır. Yıllardır yapılmaya çalışılan birçok işin kolayca yapılmasını sağlanmıştır. Özellikle veri tabanı uygulamalarında çok başarılı olmuştur. Kazan ve Uygun (1997)'un çalıŐmasına göre Donald ve diğ.'nin CIM'i yönetim uygulaması ve imalat teknolojisi ile birlikte, yazılım ve donanım alanındaki gelişmelerden tam anlamıyla avantaj sağlayabilmek için bilgisayar teknolojisinin uygulanması Şeklinde tanımladığını bildirmişlerdir (Kazan ve Uygun, 1997).

Anlağan ve Kılınç (2003)'a göre; BT sistemi Şekil 2.7'de gösterilen bir tekerlek modeline imgelemiŐtir. Bu tekerlekte içten dıŐa doğru kuruluŐun yapılması gösterilmiştir. En ite koordinasyonu sağlayan ve daha çok fiziksel öğelerden oluşan bölüm bulunmaktadır. En dıŐta ise "iş yapan" bölümler bulunmaktadır. Tekerleğin ortasında ise işi yönlendiren karar mekanizmaları bulunmaktadır.



Şekil 2.7: Bilgisayarlı tümleşik üretim (Anlağan ve Kılınc, 2003).

Altuğ ve Nalbant (2008)'in yaptığı çalışmada; Ohlsen'in yaptığı çalışma; BTÜ sistemlerinin bir işletmeye uygulanmasında belirlenmesi gereken üç temel aşamadan bahsetmek mümkün olduğunu bildirmişlerdir. Bunlar, firma ihtiyaçlarının belirlenmesi, kullanılacak yazılımın seçilmesi ve donanımın seçilmesi şeklinde ifade edilmektedir.

BTÜ sistemleri bir işletme içerisinde tasarım kontrolü, üretim kontrolü, kalite kontrol ve stok kontrolü gibi unsurların entegrasyonunu sağlayarak işletme verimliliğini artırmayı hedeflemektedir.

BTÜ sistemleri uygulayan işletmelerde uygulama sonuçları şunlardır (Öztürk, 1991):

- Tasarım maliyetlerinde %15-30 azalma,
- Toplam tasarım ve imalat zamanında %30-60 azalma,
- Üretimde %40-70 artış,
- Ürün kalitesinde 2-5 kat artış.

Düşük maliyetli bilgisayarlar, güvenilir, elektronik olarak kontrol edilebilir, çok yönlü, duyarlı takım tezgahları, yüksek düzeyde diller ve veri tabanı sistemleri sonuçta tüm bu teknolojilerin entegrasyonu CAD sistemini ortaya çıkarmaktadır (Altuğ ve Nalbant, 2008). Bu tür sistemlerin, malzeme ihtiyaç planlaması, kapasite planlaması, envanter yönetimi ve atölyenin denetimi için kullanılmaya başlanması ile de özellikle üretim planlamasının ve denetiminin organizasyonunda ve işleyişinde önemli değişiklikler ortaya çıkmıştır (Arıkan, 1997).

İşletmelerin bu sistemi kurabilmeleri ve kullanabilmeleri için gerekli olan donanım ve yazılım aynı zamanda da nitelikli personel ihtiyacını karşılayacak sermaye gücüne sahip olmaları gerekmektedir. Bu sistemlere yapılacak ilk yatırım maliyeti işletmelere biraz fazla geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca küçük ve orta ölçekli işletmelerin bu tip sistemleri kullanmada çok daha çekimser oldukları bildirilmiştir (Kurtoğlu ve diğ., 1997a).

2.6.2. Entegrasyonun Sağlanması

CAD/CAM sistemlerinin CNC'lerle entegrasyonu tasarım ve imalat sürecinin bir gereksinimidir (Akkurt, 1996). Aslında birbirinden farklı olan bu kavramlar günümüzde küçük işletmelerde dahi entegre edilmiş şekilde kullanılabilir (Kurtoğlu ve diğ., 1997a; Erdinler, 2005). Buda işletmelere kısa zamanda, istenilen kalitede ve istenilen miktarda ürün elde etmelerini sağlamaktadır (Tutar, 2008).

İşletmelerde bu entegrasyonun sağlanmaması durumunda ise sahip olunan donanım ve yazılımı verimli bir şekilde kullanılması çok olası değildir (Erdinler, 2005). Literatürde de bahsedildiği gibi; otomobil, uçak vb. endüstri alanlarında gerçekleştirilen birçok girişimin gösterdiğine göre CAD, CAPP, CAQ, CAM, PPS ve CNC gibi birçok uygulamalar üretim sürelerini kısaltmakta, üretimin istenilen kalitede olmasını ve üretim sisteminin yeterli düzeyde bir esnekliğe sahip olmasını sağlamaktadır (Chang ve Melkanof, 1994).

İşletmelerin yapmış olduğu yatırımların maliyetlerini kısa zamanda karşılamakta zorluk çekmektedirler ve buna bağlı olarak sistemlerden yeteri kadar fayda sağlamamaktadır.

İşletmelerin dikkat etmesi gereken bir durum makine ve teçhizat için yapılan yatırımı verimli ve etkili bir şekilde kullanmak için ilgili makine ve teçhizatın birbirleri ile olan ilişkisi sağlanarak uyum içinde çalışması sağlanmalıdır (Erdinler, 2005).

2.7. BİLGİSAYAR KONTROLLÜ TEZGAHLAR VE TEKNOLOJİLERİ

İmalatın amacı, ham madde halinde bulunan herhangi bir malzemeyi, belirli bir amaca yönelik olarak işleyerek bir dönüşümü gerçekleştirmektir. Bu dönüşüm farklı yöntemlerle gerçekleştirilebilir. Genellikle makinelerin kullanıldığı imalat sistemleri bir sanayinin temelini oluşturur. Sanayi ortamında metal, ahşap, plastik vb. malzemeleri işleyen ve bunlara belirli formlar veren üretim araçlarına takım tezgahı adı verilir (Koç,1993). Modern takım tezgahlarının ilk atası olarak, 1775 yılında John Wilkinson tarafından yapılan yatay delik işleme tezgahı kabul edilmektedir. İlk torna tezgahı ise 1780’li yılların ortasında İngiliz Henry Maudstay tarafından yapılmıştı (Yağmur, 2004; Büyükalan, 2005; Tutar, 2008).

19. yy. başlangıcında İngiltere ve diğer Batı Avrupa ülkelerinde sanayi devriminin başlamasıyla, takım tezgahları günümüzdeki anlamı ile hızlı bir gelişme göstermiş ve bu ülkelerde, sanayinin bel kemiğini oluşturan güçlü bir takım tezgahı sanayi kurulmuştur (Pehlivanoglu ve Batı, 2002).

2.7.1. Nümerik Kontrol (NC) Kavramı ve NC Tezgahların Genel Özellikleri

Nümerik kontrol fikri II. Dünya Savaşı’nın sonlarında ABD hava kuvvetlerinin ihtiyacı olan karmaşık uçak parçalarının üretimi için ortaya atılmıştır. Çünkü bu tür parçaların o günkü mevcut imalat tezgahları ile üretilmesi mümkün değildi. Bunun gerçekleştirilmesi için PARSONS CORPORATION ve MIT (Massachusetts Institute of Tecnnology) ortak çalışmalara başladı. 1952 yılında ilk olarak bir CINCINNATTI-HYDROTEL freze tezgahını NC ile teçhiz ederek bu alandaki ilk başarılı çalışmayı gerçekleştirdiler. Bu tarihten itibaren pek çok takım tezgahı imalatçısı NC tezgah imalatına başladı. İlk önceleri NC takım tezgahlarında vakumlu tüpler, elektrik röleleri, komplike kontrol ara yüzleri kullanılıyordu. Ancak bunların sık sık tamirleri hatta yenilenmeleri gerekiyordu. Daha sonraları NC takım tezgahlarında daha kullanışlı olan minyatür elektronik tüp ve yekpare devreler kullanılmaya başlandı. Bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişmeler NC sistemleri de etkilemiştir (Dinçel, 1999).

Henüz yirmi yıl önce universal tornalar, kam tornaları, rovelver tornaları, kopya tezgahları ve freze tezgahları birbirinden tamamıyla farklı tezgahlardı. Bugün ise bir takım tezgahlarında bu beş fonksiyonu bir arada görmek mümkündür (Erer, 2010).

Takım tezgahları alanında en önemli dönüşümlerden biri 1950 yıllarında nümerik programa göre çalışan ve NC denilen tezgahların uygulamaya konulması ile başlamıştır. Aynı tarihlerde seramikten yapılan takımların kullanılması ile kesme hızları ve işleme kaliteleri büyük değerlere ulaşmış ve her iki uygulamada da takım tezgahları gerek nitelik, gerekse nicelik bakımından büyük gelişme göstermiştir (Dinçel, 1999).

Yaşanan bu gelişmeler; mekanik otomat tezgahları da kapsamına alarak günümüzde, pim kontrollü, kam kontrollü, kopya kontrollü, tek akslı, çok akslı, transfer tezgahları olarak bilinen büyük bir tezgah yelpazesini oluşturmuştur. NC tezgahların bilgisayarla donatılması ile CNC ve CNC'lerin ortak bir yerden kontrolü ile DNC (Direct Numerical Control) yapısı oluşmuştur. Bilgisayarların ve özellikle kişisel bilgisayarların kullanılması ile de bu tezgahlar işlemlerini optimizasyon ilkelerine göre yapma fırsatı ortaya çıkmıştır (Akkurt, 1996).

CNC'de tezgah kontrol ünitesinin bilgisayarlı hale gelmesi sonucu programların burada muhafaza edilebilmelerinin yanında parça üretiminin her aşamasında programı durdurma, programda gerekli olabilecek değişiklikleri yapabilme, programa kalınan yerden tekrar devam edebilme ve programı son şekliyle hafızada saklama yeteneğine sahiptir (Dinçel, 1999).

NC tezgahlar Orman Ürünleri Endüstrisine metal işleme göre 10-15 yıllık bir gecikme ile girmiş ve 1971 yılında Hannover fuarında ilk defa pozisyon ayarlı montaj presi ve 1975 yılında Ligna fuarında NC üst freze makinesi tanıtılmıştır. Bu gelişmelerden hareketle NC makinelerin ağaç işleme alanının tümüne ulaşması ve ağaç malzemenin işlenmesinde kullanılması 1980'li yıllarda gerçekleşmiştir. Türkiye' de 1980 yılından sonra bu teknolojilere ilgi başlamış ve bazı sanayi kuruluşları NC ve CNC tezgahları ithal etmeye başlamış ve böylece uygulamada da bu teknolojiye alışmaya başlamışlardır (Koç ve Koç, 2005).

2.7.2. CNC Kavramı ve CNC Tezgahlarının Tarihsel Gelişimi

CNC’de temel düşünce takım tezgahlarının sayı, harf vb. sembollerden meydana gelen ve belirli bir mantığa göre kodlanmış komutlar yardımıyla işletilmesi ve tezgah kontrol ünitesinin parça programını çalıştırabilen sistemdir (Dinçel, 1999). Sayısallaştırılmış komutların bilgisayardan direkt olarak tezgaha aktarıldığı ve tezgahın da geribildirim sağlayabildiği sistemdir (Tutar, 2008).

CNC tezgahları öncelikli olarak uçak ve helikopter sanayilerinde beliren ihtiyaçları karşılamak için ortaya çıktı. Otomotiv endüstrisinde uygulanması sırasında gelişti ve yaygınlaştı. CNC tezgahların yaygınlaşmaya başlaması ile yeni tezgah tasarımı ve kullanımı tamimiyle değişti, mühendislerle atölye ve fabrika sahiplerine yepyeni olanaklar ortaya çıkmaya başladı (Erer, 2010).

Türkiye’de çeşitli sektörlerde farklı düzeylerde olmakla beraber ileri teknoloji uygulamalarının yaygınlaşmaya başladığı görülmektedir. Özellikle CNC odaklı bilgisayar destekli üretim uygulamalarında Türkiye’deki öncü sektörlerden birisi mobilya endüstrisidir. 1990’lı yılların başında, Mobilya ve Orman Ürünleri Endüstrisi için BDÜ uç noktalarda bir uygulama alanı olarak görülmekteydi. Oysa özellikle mobilya endüstrisi hem sipariş ağırlıklı hem de parti üretiminin bir arada görüldüğü, bazen esnekliğin bazen otomasyonun çok önemli olduğu, kullanılan girdi çeşitliliği ve malzeme yapısındaki farklılıklarla önemli mühendislik becerisini gerektiren bir sektördür. Bu nedenle başta lüks bir uygulama gibi görülen BDÜ uygulamaları kısa bir sürede üretimde dar boğazların aşılması için zorunlu olan bir kavram haline gelmiş ve hızla endüstride yaygınlaşmıştır (Koç ve Koç, 2005).

2.7.3. CNC Tezgahların Sınıflandırılması

CNC takım tezgahlarının sınıflandırılması çok geniş bir yelpaze içerisinde kullanılan makinelerin bir fonksiyona ya da özelliğe veya işlediği malzemeye vb. bakılarak tasnif edilmesi işlemi şeklinde tanımlanabilir. Bu makineleri sınıflandırırken en genel sınıflandırma yöntemi fonksiyonlarına göre sınıflandıracak olursak; özel işlem makinesi, seri üretim makinesi şeklinde ayrılabilir.

Özel işlem makinelerinde daha çok tekil parçalar üzerinde karmaşık ve çoklu işlem yapan makineler şeklinde tarif edilebilir. Bu makineler daha çok seri üretim şeklinde üretilmesi olanaksız olan ve özel işlemler sonucunda imal edilmesi zorunlu olan parçaları tek tek ya da makine tabla sayısına bağlı olarak en fazla ikişerli olarak işlemeye yarar. Bu makinelerde verimlilik çok yüksek değildir. İş parçasını makine üzerine yerleştirme ve alma işlemleri toplam üretim zamanını artırarak üretim süresinin uzamasına, operatörün yorulmasına, makine verimliliğinin düşmesine neden olmaktadır. Buna karşın Özel işlem gerektiren parçalar 3 veya 4 adet konvansiyonel makinede (freze, dikey, yatay delik, testere, kenar bant) ancak yapılabileceği düşünürse toplam üretim zamanını azaltarak iş gücü kaybını önlemektedir. Bu makinelere sektörde Point To Point, CNC İşlem merkezi, CNC Torna, CNC Freze şeklinde bilinmektedir.

Seri üretim makinesi olarak adlandırılan makineler ise son günlerde mobilya sektöründe çok kullanılmaya başlanan matrix tablalı ya da düz tablalı CNC makineleridir. Bu makineleri diğer CNC makinelerinden ayıran ise besleme ve boşaltma üniteleridir. Otomatik parça yükleme ve boşaltma sistemleri bu makineleri seri üretime çok daha elverişli hale getirmektedir. Buna bağlı olarak makinenin personel ihtiyacını en aza indirgemenin yanında, yükleme ve boşaltma işlemlerini de otomatik yapmaktadır. Bu tip makinelerde özel işlem makinelerinin işlem özelliklerini taşımaktadırlar. Bunlar kesme, frezeleme, yatay delik, dikey delik işlemlerini yapmanın yanında iş parçasını makine tablasına otomatik alır ve işlem sona erdikten sonra boşaltma ünitesi ile makine tablasını boşaltır. Özellikle mobilya sektöründe bu tip makineler işletmelere çok büyük avantajlar sağlayabilmektedir.

2.7.4. CNC Tezgahlarının Seçim Kriterleri

İşletmelerin dikkat etmesi gereken unsurların başında "doğru CNC tezgah seçimi" gelmektedir. CNC makineleri çok maliyetli ve pahalı bir teknoloji olması sebebiyle bilinçsizce alınan makineler kısa vadede şirketlere ağır yük getirmektedir. Birçok imalatçı, imal ettiği ürüne uygun olmayan, ihtiyaçlarını tam olarak karşılamayan makineleri, yeterli ve doğru bilgi sahibi olmadan dolayı yanlış seçim yapmaktadır. Daha sonra imalat sürecinde istenilen hassasiyetleri yakalayamama, imalat hızını yavaşlatma, kesici takım maliyetlerinin artması vb. gibi problemleri meydana getirmektedir.

İmalatçı işletmelerin makine alımları sırasında verimlilik, hassas ve hızlı parça işleme yapılabilmesi için nelerin gerektiğini bilmesi gereken çok hayati konular vardır. Bu bilgileri makine alınmasına karar verildikten sonra öncelikle ihtiyaç analizi yapılarak, işletmenin ne tür bir makineye ihtiyacının olduğunu ve elindeki mevcut imkanlar belirlenerek değerlendirmeye başlanmalıdır. Bu süreçte işletmenin mali imkanları, fiziksel imkanları, üretim miktarı, ürün çeşitliliği, üretim sistemi, pazar payı, gelecekteki pazar durumu, personel, enerji vb. mevcut durumu tespit edilmelidir.

Bu olanaklar ve kısıtlar ortaya konduktan sonra ihtiyacın ne tip bir makineye ihtiyaç olduğuna karar verilir. Buna bağlı olarak CNC özel işlem makinesi yada CNC seri üretim makinesi sınıfından olduğuna karar verilmelidir. Bu konuda uzman danışmanlardan ve bilirkişilerden yardım alınabilir.

Üretim için makine seçimi yapılırken; makine yedek parçasının sağlanması, işletme ve bakım talimatları, makinelere ait kataloglar, personel eğitimi, bakım gerekleri, teknik destek, teknolojik iyileştirme ve geliştirmeler (yardımcı makineler, bakım yazılımları) gibi konularla ilgili olarak satıcı firmadan garantiler alınmalı ve bunlar alım sözleşmesinde açık bir şekilde belirtilmelidir (Sevim Korkut, 2005).

Sektörde faaliyet gösteren birçok işletme üretim sistemine uygun olmayan makineleri satın alarak ve bunun sonucunda da düşük verimlilik, kullanışsızlık, personel eksikliği, yedek parça eksikliği vb. nedenlerden dolayı makineden beklenen verim alınmayabilmiştir.

İşleme merkezi seçim kriterleri işletmeci açısından bakıldığında aşağıdaki sınıflara ayrılarak incelenebilir (Mertoğlu ve Erer, 2006).

- İhtiyaca uygunluk,
- Hassasiyet değerlerinin uzun yıllar boyunca sağlanması,
- Kullanma kolaylığı,
- Proses kontrolü ve izlenilebilirlik,
- Yapılan işlerin kontrolü (süper kontrol),
- Geri ödeme süresi,
- Eğitim, servis ve yedek parça temininde süreklilik vb.

2.7.5. CNC Tezgahların Avantajları ve Dezavantajları

CNC makinelerinin genel olarak avantajlarını ve dezavantajlarını değerlendirmek gerekirse makinelerin işletmelere etkisini bu açıdan da görmek gerekmektedir.

Daha önce NC tezgahları, konvansiyonel veya mekanik otomat tezgahlara göre fizibilite, yani hangi durumlarda bunların kullanılması karlı olacağı hesapları yapılabilmektedir. Fizibilite çalışması yapılmadan satın alınan makineler çoğunlukla atıl durumda kalabilmektedir.

CNC tezgahlarının avantajları şu şekilde sayılabilir;

- Yardımcı ve hazırlık zamanları düşüktür,
- Verimliliğin artması ile maliyet azalır,
- Daha yüksek ve özellikle sabit kalite ürün elde edilir,
- Daha az ve basit tutturma tertibatlarına gereksinim duyulur,
- Çok karmaşık parçaları, yüksek bir doğrulukla işleyebilir,
- Yeni iş durumlarına çok çabuk uyum sağlar,
- İş güvenliği açısından yüksek güvenirliliktir,
- İşlenen parçaların ölçü ve şekil tamlığı yüksektir. Bu nedenle bozuk parça sayısı çok düşüktür ve kalite kontrolü kolaydır.
- Özel takım ve iş bağlama aparatlarına duyulan ihtiyaç azdır. Bu nedenle takım ve aparat stoklama sorunu azdır.
- CNC tezgahlarda çok sayıda işlem aynı anda (bir bağlamada) yapılabileceğinden tezgahlar arasındaki iş parçası akışı azdır.
- İşlem süreleri sabit olduğundan, üretim takibi yapmak, planlamak, denetlemek ve önceden zaman tespiti yapmak (elle veya bilgisayarla programlama imkanı ile) mümkündür. Bu da, imalat seçeneklerinin tespit edilebilmesi ve üretim planlamasıyla iş parçasının işlem maliyetinin belirlenme kolaylığını sağlar.
- Programdaki esneklikler ve çabuk müdahalelerle dizayn değişiklikleri (ölçü-şekil) oldukça hızlı ve kolay olacaktır (Pehlivanoğlu ve Batı, 2002).
- Kesici takım teknolojisinde ve kesme yağlarının performansında elde edilen gelişmelerle elektromekanik gelişmeler parça imalat sürelerinin çok düşük seviyelere inmesine yol açmıştır (Erer, 2010).

CNC tezgahlarının dezavantajları da şu şekilde sayılabilir;

- Hassas olması ve fiziki çevrenin çok özenli düzenlenmeler gerektirmesi,
- Bozulma ihtimallerinin daha büyük olması ve uzman servis ihtiyacı,
- Programlama ve kullanma için kalifiye eleman gereksinimi,
- İşletmelere ilk yatırım maliyetinin yüksekliği,
- Kesici ve yedek parça maliyetinin yüksekliği,
- İhtiyaç duyulan enerji beslemesinin sürekliliği ve kalitesi,
- Servis hizmetlerinin sınırlı olması,
- Garanti şartları ve sigorta bedellerinin pahalı olması,
- Tezgah programcı ve kullanıcıların özel eğitim ihtiyaçları,
- Elektrik ve elektronik donanımlarının bakım-onarım maliyeti yüksekliği ve bu tür işlemler için kalifiye personel gerekmektedir,
- Kesici takımların seçilmesi, kesme şartlarının belirlenmesi, magazine yerleştirilmesi ve ölçülerin belirlenmesinde daha fazla dikkat istemesi,
- Teknik resimlerin hazırlanması ve kalite kontrol aşamalarının tespiti bu tezgahların özelliklerine göre yapılması gerekir.

CNC tezgah kullanıcılarının dikkat etmesi gereken hususlar;

- Tüm bölümlerin ve özellikle CNC tezgahı ile yakın ilişkisi olan personelin, CNC tezgahlar hakkında personelin eğitilmesine önem verilmelidir.
- Teknik tasarımcılar imalat resimlerini CNC'nin özelliklerine göre hazırlamalıdır.
- Takım ve tutturma tertibatlarının CNC tezgahta kullanmak üzere bir sistemizasyonu yapılmalıdır.

CNC tezgahlarının kullanılma durumlarının ve uygun özelliklerdeki makinelerin seçiminde fizibilite çalışması uzman kişiler tarafından yapılmalıdır.

2.7.6.CNC Tezgahlarının İlk Yatırım Maliyeti ve İşletmeye Etkisi

İşletmelerin teknoloji satın alırken en çok dikkat ettikleri ve ilgilendikleri konuların başında teknolojinin ilk yatırım maliyetleri gelir. Bu açıdan bakıldığında işletme ölçekleri göz önünde tutulunca ülkemizde bulunan işletmelerin yarısından fazlası orta ve küçük ölçekli işletme olduğu düşünülürse ilk yatırım ve sermaye miktarı arasındaki ilişki önem arz etmektedir. İşletmeler sermaye veya kredi imkanlarına uygun ölçekte bu tür teknolojilere sahip olamaya çalışmaktadır. İşletmelerin makinelere yaptığı yatırımlar işletmeler için büyük yük getirebilmektedir.

İşletmelere ilk yatırım maliyet giderlerini şu şekilde sıralanabilir;

- Makine alış fiyatı,
- Makinede kullanılacak yazılım programları,
- Taşıma ve sevkiyatı,
- Fabrika sahasındaki zemin ve alan hazırlıkları,
- Elektrik ve hava tesisatı,
- Kompresör ve temizlik fanlarının kurulumu,
- Ortam sıcaklığını sağlayacak ısıtma sistemi,

İşletmeler ilk yatırım maliyet yükünün altına girmekten korktukları için çok gerekli durumlarda CNC ve bunlara benzer yüksek teknoloji içeren makine ve donanım alımından uzak durmaktadırlar. Ama son yıllarda Türkiye Mobilya endüstrisi göz önüne alındığında görülüyor ki birçok işletme yüksek teknoloji içeren makinelere sahip olmuşlardır (Koç, 1993; Kurtoğlu ve diğ., 1997b; Erdinler, 2005).

Bu tip işletmeler ilk yatırım maliyeti handikabını kredi veya özkaynaklarından kullanarak bir şekilde aşmış ve CNC gibi teknolojilere sahip olmuştur. Ama birçok KÖİ ve OÖİ'de ise ihtiyacı olduğu halde yeteri kadar kredi veya özkaynak bulamadığından dolayı bu teknolojiye sahip olamamışlardır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. MATERYAL

3.1.1. Araştırma Yapılan İşletme Hakkında Genel Bilgiler

Çalışmada materyal olarak 2002 yılında kurulan ve kompozit malzemelerden lüks tekne üreterek, teknelere ait tüm mobilyaların üretimini kendi bünyesinde yapmakta olan, Numarine Denizcilik A.Ş firması ele alınmıştır. Gerek tasarım gerek teknoloji açısından Dünyanın önde gelen firmalarından biri olma amacıyla yola çıkan Numarine bu yolda İtalyan tasarımcı ve mühendislerle çalışma yolunu seçmiştir ve kısa sürede hedeflerine ulaşmıştır. Firma 2004 yılında Cannes’da düzenlenen Avrupa Yat Trophy’sin de en iyi ikinci yat ödülünü almıştır. Gebze Plastikçiler Organize Sanayi Bölgesinde yer alan işletme 15000 m² kapalı, 14000 m²,de açık alan olmak üzere toplam 29000 m²,lik bir alana sahiptir. İşletme alan içinde mobilya bölümü (2000 m²), kalıp ve laminasyon bölümü (3000 m²), krom ve metal aksam bölümü (2000 m²) ile hangarlar bulunmaktadır.

İşletme öncelikle pazarı en geniş olan yat serisini bulmak için pazar araştırmasında bulunmuştur. Araştırma sonucunda 50 ve 100 feet arası yatların dünyanın en çok satan yatları olduğunu tespit ederek ve bu segmente hitap eden yatlar üretmeye karar verilmiştir. İşletme teknoloji ve fiyat avantajını kullanarak kısa sürede sektörde bir yer edinebilmiştir.

5 boyda yat üretilmekte olan şirketin ürün gamında; 55 feet (16.5 metre), 68 feet (20.4 metre), 78 feet (23.4 metre) , 102 feet (31 metre) ve 130 feet (39.6 metre) boylarında yatlar bulunmaktadır. Yıllık 50 tekne kapasitesi olan işletme yatları, vakum destekli infüzyon teknolojisi ve son teknoloji kompozit malzemelerle üretilmekte olup, özel tasarlanmış mobilyalarla yüksek kaliteye sahip lüks yatlar üretmektedir.

Personel bakımından 2008–2009 küresel krizinden önce 380 kişi çalışmakta iken 2010 yılı itibari ile toplam 185 personeli ile üretime devam etmektedir. Mavi ve beyaz yakalı personele yönelik farklı konularda eğitimler verilmektedir. Tekne fiyatları boylarına bağlı olarak 645 bin Euro’dan 5.8 milyon Euro’ya kadar farklılık göstermektedir.

3.1.2. Mobilya Fabrikası ve Üretim Yapısı

Numarına bünyesinde üretilen tüm teknelerin iç dekorasyon elemanları ve mobilyaların imalatı bu fabrikada gerçekleştirilmektedir. Mobilya fabrikası; makine bölümü, imalat bölümü, tik (teak) imalat bölümü, kaplama bölümü, montaj bölümü, cila hane bölümü, kalıp bölümü, depo ve ofis kısımlarından oluşmaktadır. Mobilya fabrikasında toplam 36 personel görev yapmaktadır. Tüm personele yönelik 6 ayda bir teknik eğitim (proje okuma, makine kullanımı, iş güvenliği, yeni ürünlerin kullanımı konusu vb.) verilmektedir. Mobilya bölümündeki personel sayısı son iki yıldır değişmemiştir.

Üretimde kullanılan makineler bakımından Şerit Testere, Daire Testere, Kalınlık, Planya, Freze, Kenar bantlama, Dikey Matkap, Çoklu Delik Makinesi gibi geleneksel (konvansiyonel) makinelerin yanında, CNC işlem merkezi ve bilgisayarlı kalibre zımpara makinesi de makine parkurunda bulunmaktadır.

Değişen talep sayısına uygun esnekliği sağlamak için mobilya imalat sistemini hücreli ve grup teknolojisine uygun yapılandırılmıştır. Firmanın üretim sistemi proje tipi üretim sistemine göre düzenlenmiştir.

Mobilya üretimini etkileyen en önemli unsurlar ise; pahalı ve özel tekneler olduğu için müşteri talepleri doğrultusunda kaplama, renk, cila, kumaş çeşitlerinde değişiklikler istenebilmektedir. Bazı durumlarda ise malzemelerin renklerinde değişiklik olabilmektedir. Mümkün olduğunca ana mobilya elemanlarında değişiklik yapılmadan standart mobilyaların üretilmesi sağlanmakta ve sadece malzemelerin görsel özelliklerinde opsiyon tanınmaktadır.

CNC makinesi ile üretim iş akışında değişiklik olmuş ve iş adımları kısalmıştır. Matrix tabanlı CNC makinesi sayesinde ebatlama, kesme, delik delme, kanal açma, lamba açma, frezeleme gibi birçok farklı işlem aynı makine üzerinde işlenebilmektedir. CNC makinesinin üretim sistemine dahil edilmesiyle diğer makinelerin üzerindeki yoğunluk azalmıştır. İşletmede mevcut olan sistemler; CNC makinesi alınmadan önceki ve sonrasındaki imalat prosesleri Şekil 3.1 ve 3.2’de gösterilmiştir.

İmalat prosesleri arasında oluşan temel farklar GÜ sisteminde ebatlama, kenar işleme, lamba açma, kanal açma, delik delme gibi işlemler farklı konvansiyonel makineler arasında taşınarak birden fazla personel ile emek yoğun bir şekilde gerçekleştirilmektedir. BDÜ sisteminde ise işlemlerin tamamı CNC makinesi üzerinde tek merkezde yapılarak; fazla iş gücüne ihtiyaç duyulmadan, kısa zamanda, düşük tolerans değerleriyle, standart ve yüksek kalitede gerçekleştirilmektedir. BDÜ sisteminde işlemler arası geçişte duruş süreleri yok denecek kadar azdır. Takım değiştirme kesici ayarı, sevk hızı, parça yükleme ve boşaltma gibi toplam üretim zamanını artıracak işlemler çok kısa sürede otomatik olarak gerçekleştirilir. Makine bir operatör tarafından kumanda yardımıyla kullanılmaktadır.

3.1.2.1.İşletmedeki Geleneksel Üretim Uygulamaları

Geleneksel üretim yöntemi ile yat ve tekne mobilyalarının üretilmesi emek yoğun olan işlerin gerçekleşmesi ile meydana gelmektedir. Geleneksel üretim yöntemleri ile özel tasarımı yat ve tekne mobilyalarının üretilmesinde bazı üretim sorunları ve zorlukları ile karşılaşılmaktadır. Üretim süresinin uzun olması ve kalite standardizasyonunun tam olarak sağlanamaması gibi nedenler bu zorlukların olumsuz sonuçları olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle ileri teknoloji kullanımı kaliteyi standart hale getirilmesinde ve üretimin süresinin kısaltılmasında işletmelere büyük kolaylıklar sağlayabilmektedir.

Üretim sisteminde bulunan 5-6 kişilik imalat takımları, ilk olarak tekne mobilyalarının teknik resimlerini alarak, mobilyaların üretimini konvansiyonel makinelerde gerçekleştirmektedir. Üretim takımlarında usta/ustalar bağımsız olarak mobilyanın imalatını gerçekleştirip ilk montajı yapmakta ve bir sonraki bölüme iletmektedir. Bu süreci üst yüzey işlemleri ve montaj hattı takip etmektedir. Yapılan çalışmada mobilyaya ait üst yüzey işlemleri araştırma kapsamına alınmamıştır. Çünkü üst yüzey işlemleri BDÜ ve GÜ sistemlerinde ortak özellikler göstermekte ve bu imalat süreçlerini etkilememektedir. GÜ sistemindeki işlemler Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1: GÜ sisteminde imalat akış prosesleri

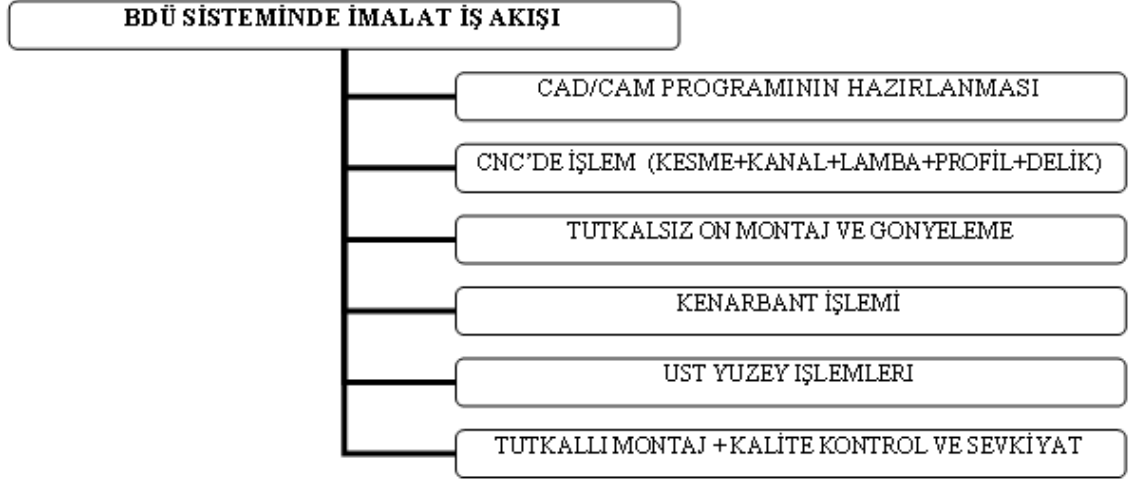
Konvansiyonel makinelerde çalışan personel genellikle çalışma güvenliğini sağlamak için yardımcı personele ihtiyaç duyabilmektedir. İlk ebatlama yaparken makine önünde ve arkasında olmak üzere iki kişi ile levhaların kesilmesi mümkün olmakta buna bağlı olarak adam/saat artmaktadır. Makineler arası parça taşımalar, bıçak söküp takmalar ve ayar zamanları, personelin kimi zaman tek, kimi zaman yardımcı personele ihtiyaç duyması gibi nedenlerden dolayı, ürünün toplam imalat zamanında beklenmedik ve standart olmayan zamanlar çıkabilmektedir.

Montaj kısmında ise üretilmiş parçaların üst yüzey atölyesine göndermeden önce ilk montajları yapılarak gönyelenmektedir. Bu aşamada çıkan problemler giderilmez ise vernik cila uygulamasından sonra giderilmesi çok daha güçleşmektedir. Bu nedenle vernik cila işlemleri görmemiş parçaların tutkalsız montajı gerçekleştirilmekte ve imalatın doğru olup olmadığının kontrolü de bu sayede yapılmaktadır.

3.1.2.2. İşletmedeki Bilgisayar Destekli Üretim Uygulamaları

İşletmede dolaylı bilgisayar desteği ve dolaysız bilgisayar desteği şeklinde faydalanılmaktadır. Dolaylı bilgisayar desteği etkileri kısa vadede ortaya çıkan uygulamalardır. Görünürde olan kısım ise daha çok dolaysız bilgisayar desteği olan CNC makinesinin bilgisayar ünitesi ve CAD/CAM programlarının kullanıldığı sistemlerdir.

Mobilya üretiminde de tüm sektörlerde olduğu gibi bilgisayar ve bilişim teknolojileri kullanılmaktadır. İşletmede mevcut kullanılan makineler ile oluşturulan makine hattı ve iş akışı Şekil.3.2' de verilmiştir.



Şekil 3.2: BDÜ sisteminde imalat akış prosesleri

Mobilya işletmesinde bilgisayar desteği CAD/CAM programlarının ve CNC makinesinin kullanılmasıyla sağlanmaktadır. Bu işlemlerin işletmelere sağladığı faydalar bilinmekte iken, işletmelere getirdiği külfet göz ardı edilmemelidir. İşletmelere ilk yatırım maliyeti yüksek gelmekte ve makinenin kendi kendini amorti etmesi üretim kapasitesine ve kullanım süresine, verimli işler yapmasına vb. etkenlere bağlıdır.

İşletme içerisinde CNC makinesinde kullanılacak programların daha önceden hazırlanmış olan .dwg uzantılı AutoCAD dosyalarındaki çizimlerin önce .dxf olarak kaydedilerek ve daha sonrada CAM programındaki işlemlerin yapılarak .mpr uzantılı kaydedilmesiyle hazırlanmaktadır. Daha sonra bu programlar üzerinden takım tanımlamaları ve diğer değişkenler tanımlanarak makinede kullanılacak hale getirilmektedir. Hazırlanan mpr uzantılı dosya ile çalışmak için hazır olan makineye yüklenerek bir operatörün Şekil 3.3'teki kontrol ünitesinden start vermesiyle makine işleme başlar ve çalışma esnasında makine uzaktan kumanda sistemi ile kontrol edilebilmektedir.

İşlemleri biten iş parçaları makinenin otomatik toplama ünitesi tarafından hareketli bant üzerine kadar sevk edilir. Makinenin bant kısmında ise ikinci bir personel banttan gelen parçaları elindeki yerleşim kılavuzuna göre numaralandırarak toplar.

CNC makinesinde ebatlama, delik delme, kenar frezeleme, pah kırma, menteşe yuvası açma, kanal, kuniş, profil açma gibi birçok farklı işlemi magazin üzerinde bulunan çeşitli bıçaklar yardımıyla seri bir şekilde gerçekleştirmektedir.



Şekil 3. 3: Homag CNC makinesi ve özellikleri

3.1.3. Yat Mobilyalarının Genel Özellikleri ve HT 78 Modeli

Yat kelimesi İngilizcedeki "yacht" kelimesinden Türkçe'ye yat şeklinde geçmiştir. En genel anlamı ile özel gezinti deniz aracı olarak tanımlanabilir. Kimisi yelkenli kimisi motor gücü ile hareket eden deniz araçlarıdır. Yat ve teknelerin iç mekanlarında kullanılacak mobilyaların taşınması gereken birçok özellik bulunmaktadır. Mobilyaların ergonomiklik, fonksiyonellik, sağlamlık, estetiklik vb. özellikleri bulundurması gerekir.

Yat mobilyalarında aranan en temel özelliğin başında gelen nitelikten biri fonksiyonelliktir. Tasarımın ilkelerinden en fazla bu faktör ön plana çıkmaktadır. Dar alanların kullanımını sağlamak için bazı durumlarda şekilleri çok farklı olan ancak açıldığı veya kullanıma uygun konuma getirildiği zaman gerçek fonksiyonlarını yerine getirmektedirler.

Bunun yanında konstrüksiyon olarak ise kullanılacağı mekan itibari ile seyir sırasında dalgalardan ve teknenin yüksek manevra kabiliyetinden dolayı dinamik kuvvetlerle ve deniz aracının karakteristik özellikleri ile karşılaşacağı için daha sağlam ve değişen fiziksel ortam şartlarına uygun şekilde imal edilmelidir. Performans motor yatlarda kullanılacak mobilyalar yüksek hız esnasında çeşitli fiziksel kuvvetlerle karşı karşıya kalmaktadır. Mobilyada güvenlik konusunu da dikkate alarak kenar ve köşeler uygun formlarda yapılmalıdır. Yat iç tasarımında, mekan ve mobilya elemanlarının yapımında kullanılan malzemeler, aksesuarlar ve tesisat konusu da tasarımcılar tarafından bilinmesi gereken önemli konulardır (Tokol, 2010a).

Mobilyaların imalatı sırasında tekne gövdesindeki tesisat, gövde iç formuna vb. elemanlarına uygun form ve ölçüde ve teknenin iç hacmine uygun olarak imal edilir (Tokol, 2010b). Üretilen bu mobilyaların malzemeleri de deniz araç ve gereçlerinde kullanılan marina kontra veya benzeri hafif ve neme karşı dayanıklı kompozit levhalardan üretilmektedir (Güler ve Ulay, 2010).

Tekne gövde malzemesi ne olursa olsun, iç dekorasyon için büyük bir çoğunlukla ahşap ve türevi ürünler kullanılır. Aksi takdirde tekne içinde sıcak ve rahat ortam oluşturulamaz. İç mobilya herhangi bir yük taşıyıcı fonksiyon üstlenmediğinden aşırı sağlam ve ağır ölçülendirilmemelidir, kayıcı tipte hızlı teknelerde bu hususa çok dikkat edilmeli, tekne deplasman teknesi bile olsa, fazladan taşınan yük daima performans kaybına neden olacaktır (Tokol, 2010b).

Ağırlığa önem verilen kayıcı tipteki motor yatlar ve performans yelkenli mobilyalarında daha hafif konstrüksiyonlar sağlayabilmek üzere, köpük (poliüretan) ve honeycomb (polipropilen) esaslı (sandviç) kompozit levhalar üzerine çok ince ahşaplar kaplanarak, ahşabın görüntüsünü koruyarak daha hafif levhalar kullanılabilir (Güler ve Ulay, 2009; 2010).

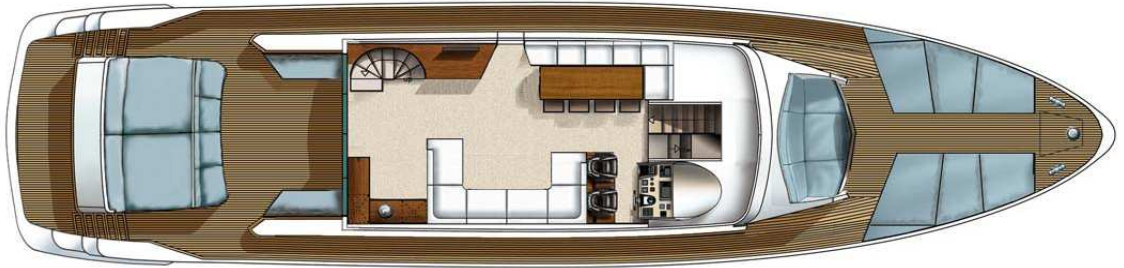
Hardtop 78 Modeli

Genel tasarım özelliklerini tanımlamak gerekirse agresif ve yırtıcı kavramları tasarım konseptini oluşturmaktadır. Teknenin büyük pencereleri ve açılır-kapanır tavanı ile doğal aydınlatmayı sağlamaktadır. Ana güverte modern ve havalı açık alan planı stilinden ödün verilmeden kişiye rahatlık hissi verecek şekilde düzenlenmiştir. Mutfak alt katta kış tarafta ve mürettebat kabini yanında bulunmaktadır. Misafirlerin yaşam alanına geçişi ise ön taraftaki giriş bölümünden aşağı inen merdivenlerden sağlanarak, buradan küçük ana lobiye ve iki yanındaki, banyosu içinde ikiz yataklı kamaralara ulaşabilmektedir. VIP süiti baş tarafta, teknenin tüm enine oturan master kamara ise vasatta yer alırken daha kış tarafta ise içinde banyosu olan çift kişilik Master kamara bulunmaktadır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: HT 78 teknesi lower deck yerleşim planı

Güverte gayet sade tutularak, bot garajının üzerine güneşlenme bölümü, havuzlukta sabit bir koltuk ve sabitlenmemiş sandalyelerle kullanılan bir masa vardır. Aynı zamanda baş üstünde öne bakan bir oturma bölümü ve minderleri olan bir güneşlenme bölümü mevcuttur (Şekil 3.5).

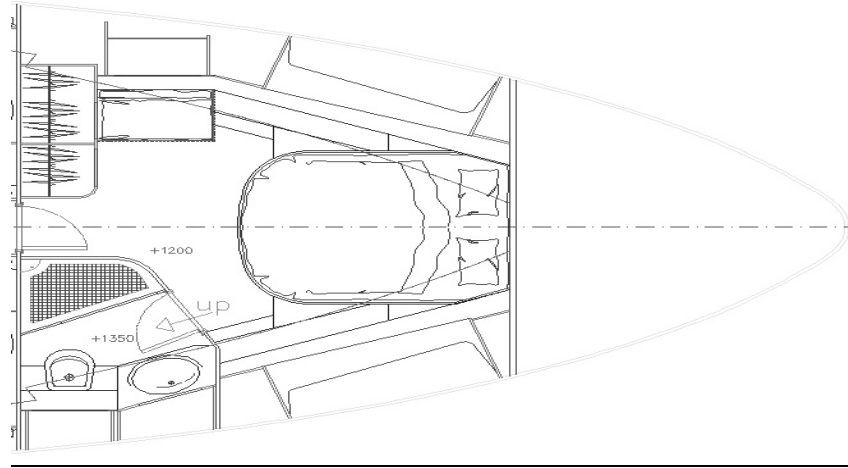


Şekil 3.5: HT 78 teknesi main deck yerleşim planı

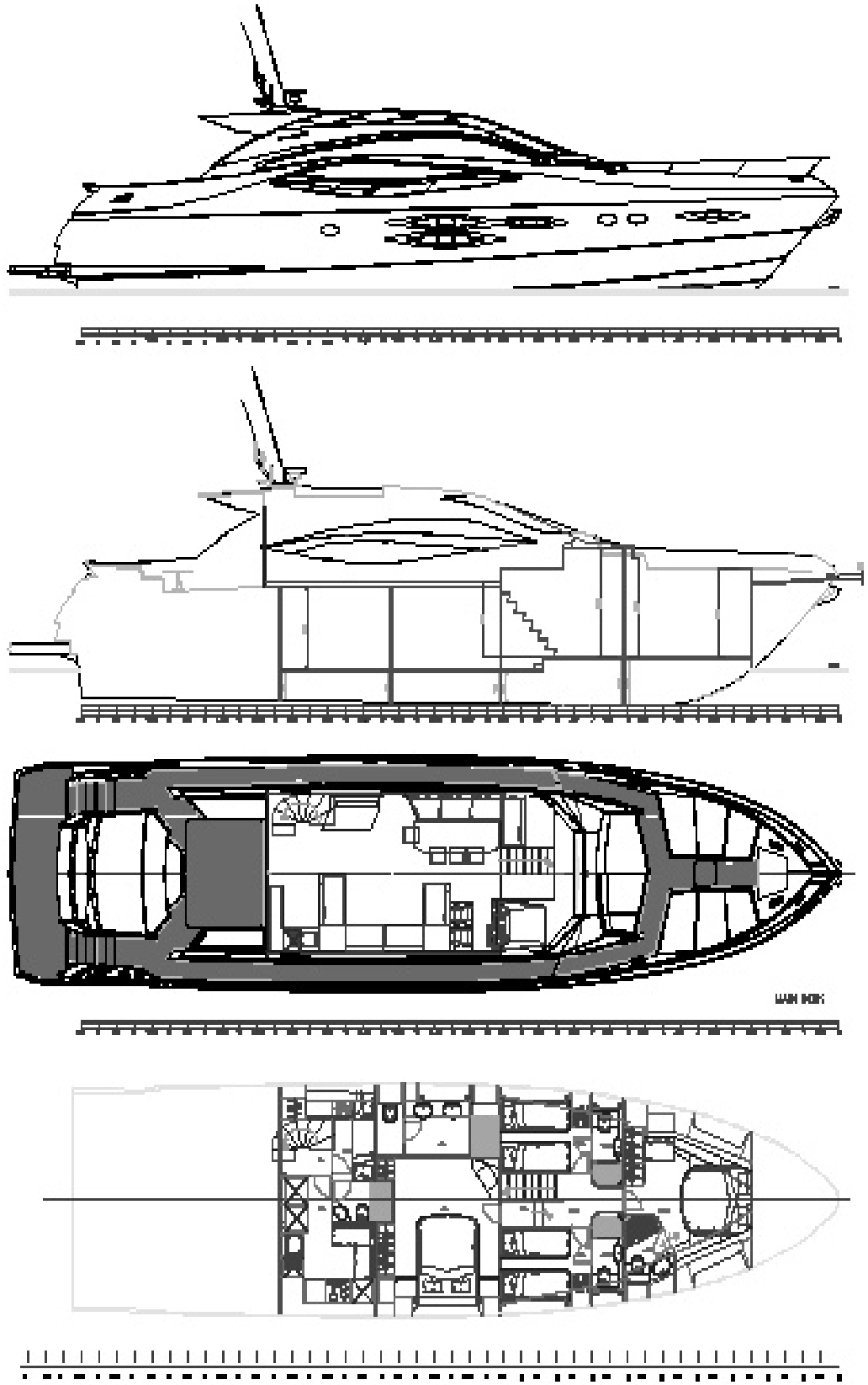
78 Hardtop teknesinin makineleri ise 1.224 beygir veya 1.5550 beygir “V” şanzımanlı MAN makine seçenekleri sunmaktadır. Büyük makinelerle maksimum sürat 38 knot.

Seyir sürati 28 knot ve seyir menzili 400 mil'dir. Tekne tam boy: 23.98 metre (78 feet) ve 4+1 kamaraya sahiptir.

VIP kamaraya ait olan ve imalatı gerçekleştirilen mobilyaların yerleşim planı Şekil 3.6'de yer almaktadır. Bu kamara teknenin baş tarafında yer alır ve çift taraflı lumboz setleri bulunmaktadır. Gardırop ve oturma ünitesi, sancak tarafta ise alabanda dolabı mevcuttur. Yatak baş tarafta ve lumboz raf setlerinin arasında bulunup baş perdeye yaslanmıştır. Ayrıca VIP banyo ve WC içerisinde ise iki adet üst dolap ve bir adet lavabo alt dolap mevcuttur (Şekil 3.6 ve 3.7).



Şekil 3.6: HT 78 teknesi VIP kamara yerleşim planı



Şekil 3.7: HT 78 teknesine ait genel yerleşim planı

3.1.4. Yat Mobilyalarında Kullanılan Ahşap Esaslı Levhaların Özellikleri

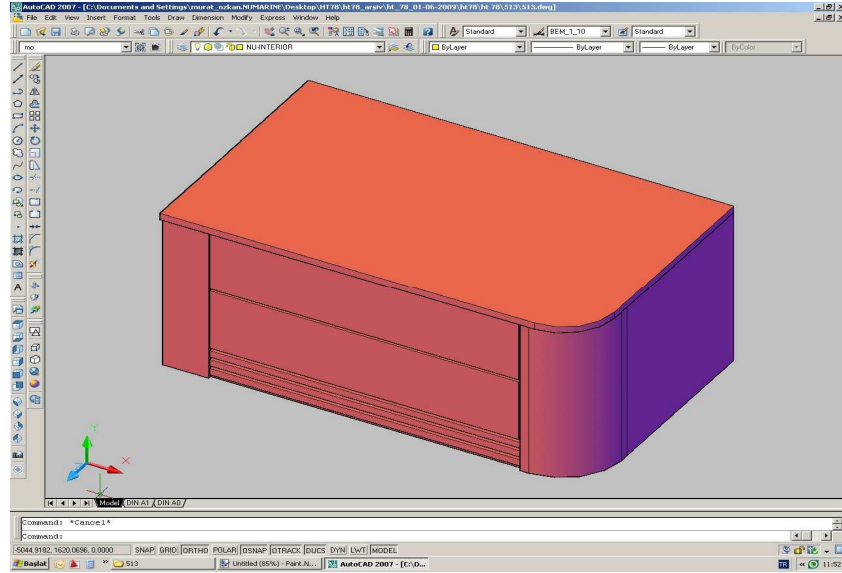
Ahşap levha ürünlerinde ürün çeşitliliği gün geçtikçe artmaktadır. Köpük (PUR) ve petek (PP) yapıları kompozit (sandviç) malzemelerin kontrplak ve diğer levhalara göre %40-70 daha hafif, esnek ve kullanım yerine uygun direnç özellikleri göstermesi açısından denizcilik, yat dizayn, mobilya, iç dekorasyon ve diğer endüstri kollarında tercih edilmeye başlanmıştır (Ulay ve Güler, 2010).

Yat mobilyası imalatında daha hafif ve dayanıklı kompozit panellerde kullanılmaktadır. Bunlar; köpüklü kompozitler (Güler ve Ulay, 2010), petekli kompozitler (Güler ve Ulay, 2009), ahşap esaslı kompozitler, GRP, Cam Elyafı, Polyester vb. levhalar kullanılmaktadır. Her bir malzemenin kendine özgü özellikleri vardır. Her birinin kullanım yeri farklıdır ve farklı teknolojik özellikler göstermektedirler. Levhaların kullanımını maliyet, tedarik süreleri, teknolojik özellik (basınç, esneklik, eğilme dirençleri gibi), neme karşı dayanıklılık, ağırlık, yoğunluk, yüzey malzemesi, işlenebilirlik özelliği, ebatları, kullanılan malzeme vb. özellikler kullanılacak levhayı etkilemektedir. Kullanımı sınırlı olmasına karşın, suyla temas ihtimali çok düşük olan alanlarda MDF kontratabla ve diğer ahşap türevi ve ahşap masif malzemeler kullanılmaktadır.

Sektörde yaygın olarak kullanılan kontrplaklar çalışma (uzama, kısılma, çarpılma) eğilimi göstermezler ve elyaf yönüne dik çekme mukavemetleri masiften yüksektir. Daima tek sayılı katmanlardan (3,5,7 gibi) meydana gelir. Bu katlar daima elyaf yönleri birbirlerine göre 90 derece dik gelecek şekilde yerleştirilir ve özel bir yapıştırıcı ile birbirine bağlanır. Tekne inşasında kullanılacak kontrplak özel şartlara sahip olup, pahalıdır. İngiliz standartlarına göre BS 1088 veya Alman normlarında AW 100 işaretli kontrplaklar teknenin karinası dahil, tüm yapı parçalarında kullanılabilir. Bu özellikte olmayan kontrplakların en iyisi bile ancak tekne iç mobilyasında kullanılabilir. Kalitesi yeterli olmayan kontrplak 2 saatlik suda kaynatma deneyi ile anlaşılabilir. İyi kontrplağın iç katlarında da malzeme bozukluğu, malzemede boşluk veya çatlaklıklar vs. olmamalı, dış kat kalınlığı 1,5 mm iç katlar azami 2,6 mm olmalıdır. Sektörde yüzeyleri vernikli veya kaplanmış hazır levhalarda mevcuttur (San, 2003).

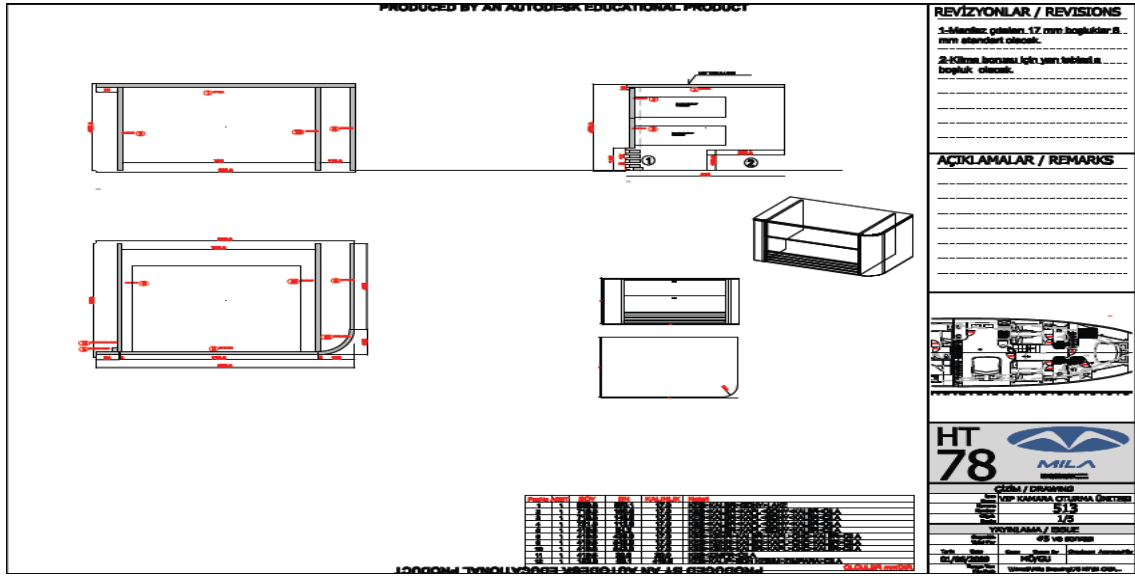
3.1.5.Yat Mobilyalarında Tasarım ve Üretim

İşletmede üretilen tekne iç tasarımları firma dışındaki Avrupalı ve Türk tasarımcılar tarafından yapılmaktadır. 3D olarak hazırlanan modeller firma içerisinde bulunan tasarım ekibi tarafından 2D olarak teknik resimleri (Şekil 3.7) ve üretim detayları oluşturulmasıyla imalata hazırlanmaktadır. Bu mobilyaların tasarımlarında grup mobilya olmasına, mekanların işlevlerine, mekan alanlarına, teknenin boyutlarına bağlı olarak mobilya nicelik ve nitelik özellikleri belirginleşmektedir. Aynı zamanda tasarımcının stili ve teknenin konseptine uygun olarak mobilyaların bütünlüğü sağlanmaktadır. Tasarlanan her mobilyanın üretimi de kolay olmamakta, özel mobilyalar özel imalat teknikleri gerektirmektedir. Örneğin prizma olmayan, kutu mobilyaların dışında özellikler taşıyan mobilyalar laminasyon teknolojisi gerektirmektedir. Bu işlem ise üretim sürelerini ve üretimde kullanılan takım ve teçhizatı çeşitlendirmekte aynı zamanda çalışma alanına kadar çeşitli üretim kalemlerine etki etmektedir.



Şekil 3.8:VIP kamaraya ait bir mobilyanın 3D tasarımı

Şekil 3.8’de görüldüğü gibi 3D olarak tasarımı yapılan mobilyalara daha sonra imalat için 2D olarak Şekil 3.9’daki gibi teknik resimleri çizilmektedir. Bu çizimler yardımı ile GÜ sisteminde imalat gerçekleştirilmektedir. BDÜ sisteminde ise parça listesini ve montaj resmi yeterli olmaktadır.



Şekil 3.9:Yat mobilyasına ait teknik çizim örneği

Bu konuda üretim sürelerini kısaltmak, tekne özelliklerini de geliştirmek için malzeme, teknoloji, imalat süreci vb. üretim değişkenlerini basitleştirerek süreci hızlandırma çalışmaları devam etmektedir.

Son zamanlarda üretim teknolojilerinin gelişmesi, teknolojik makinelerin çoğalması ve nitelikli personel gibi imkânların kullanılmasıyla gelişen yat ve tekne pazarında imalat tekniği GÜ sisteminden kurtulup artık modern üretim sistemlerini kendi bünyesinde oluşturmaya çalışmaktadır.

3.1.6. Üretim Sürecinde Kullanılan Makine ve Programlar

Mobilya işletmesinde imalat için olması gereken temel makineler bulunmaktadır. İşletme parkurunda bulunan makineler ve özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir. Bu makinelerin içerisinde sadece bir makine bilgisayar nümerik kontrollü (CNC) özellik taşımaktadır. Bunun dışındaki makineler konvansiyonel makineler diye sınıflandırabileceğimiz GÜ sisteminin elemanlarıdır.

Konvansiyonel makinelerin kullanılmasında; enerji ve iş gücü ile üretim sağlanabilir. Bakım ve yedek parça fiyatları daha ucuz, temini kolaydır buna karşın kapasitesi düşüktür. Yedek parça ve servis ihtiyacı olduğunda genelde kolayca temin edilebilmektedir. Kullanılmasında çok fazla teknik bilgiye ihtiyaç olmaksızın normal bir personelin çalıştırabileceği şekilde düzenlenmiştir.

Makinelerin satın alınması ile birlikte yapılması gereken alt yapı hazırlıkları da makineden makineye değişmekle birlikte işletmenin fiziksel alt yapısıyla da ilgilidir.

Çizelge 3.1:Mobilya Fabrikasında Bulunan Ana Makineler ve Ölçüleri

MARKA	MAKİNE İSMİ	EBATLARI (mm)
As Metal	Pres (sıcak-soğuk)	4500X2500X1900
Baylar	Altendorf Daire Testere Makinesi (2 ad)	4700X3600X1550
Paoloni	Planya Makinesi	2750X1700X1200
Paoloni	Kalınlık Makinesi	1200X1100X1350
As Metal	Çoklu Delik Makinesi	1100X1100X1500
Törk	Freze Makinesi	1200X1000X1400
Törk	Şerit Testere Makinesi	1500X900X2300
Törk	Palet Zımpara Makinesi	3800X1800X1500
Törk	Kaplama Dikme Makinesi	4700X1200X1800
Törk	Kaplama Kesme Makinesi	4700X1200X1800
Törk	Kenar Bantlama Makinesi	3900X1000X1500
Törk	Freze Makinesi Robot Sürücü	500X500X900
Heesemann	Kalibre Makinesi MFA-6	3000X2250X4250
Homag (CNC)	BOF 14L CNC Makinesi	7500X4500X3000

Gün geçtikçe üretim sistemine daha teknolojik makineler dahil edilmektedir. Bu makinelere ek olarak montaj ve portatif el makineleri mevcuttur. Portatif makineler işlemleri çok kolaylaştırdığı gibi alandan tasarruf etmek ve yat içerisinde montaj yapılacak işlemler için de gayet uygundur.

3.1.6.1. Homag BOF Vantage 14 L Model CNC Makinesi

Bilgisayar kontrollü makine imalatçılarının son yıllarda piyasaya sürmüş olduğu matrix tabanlı CNC makinelerinin üstünlüğü mobilya üretilecek olan levha malzemesinin makine tablasına yatırılarak işleyebilmesidir (Şekil 3.16). Mobilya imalatındaki tüm kesme, ebatlama, delik delme, profil açma, radius açma, kanal-kiniş-lamba açma gibi birçok işlemi farklı kesiciler ile çok hızlı bir şekilde gerçekleştirmektedir.



Şekil 3.10: Freze (Nesting) Ünitesi



Şekil 3.11: Testere ve Matkap Ünitesi

Makine tablası (Şekil 3.14) maksimum 3660x1830 mm ebatlarındaki levhaları tek seferde işlemeye elverişlidir. Daha küçük ebatlardaki levhalar da kolaylıkla işlenmektedir. Makineye bu özelliğinden dolayı tek başına bir fabrika da denilmektedir. Makine tek seferde yaptığı işlemler sonucunda mobilya montaj safhasına gelmektedir. Bu makine iki yıl garantili olarak satın alınmıştır.



Şekil 3.12: Yatay Delik (Kilit) Ünitesi



Şekil 3.13: Dikey ve Yatay Delik Ünitesi



Şekil 3.14:Homag BOF Vantage 14 L model CNC makinesi

Bunun yanında bu makineye eklenmiş olan otomatik levha yükleme asansörü ve otomatik parça boşaltma bandı sayesinde seri üretime uygun hale getirilmiştir. Makinede bulunan magazinde 9 adet ayrı kesici (Şekil 3.10- 3.11- 3.12- 3.13) aynı parça üzerinde işlem yapmaya elverişlidir. Parça stabilizesi ise matrix tabla içinde (Şekil 3.14) bulunan vakum ünitesinden sağlanmaktadır.

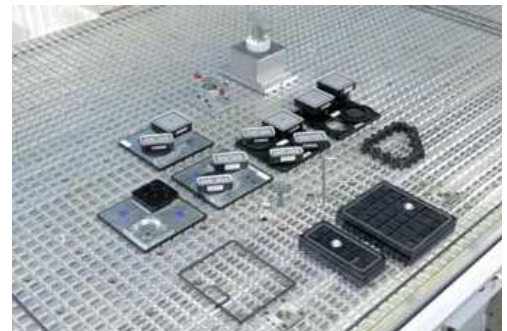


Şekil 3.15:CNC makinesinde kullanılan programlarda ara yüzleri

Makinenin en büyük özelliklerinden birisi internet destekli servis işlemleri (Şekil 3.15) için gerektiğinde Almanya'dan destek (tele servis hizmeti) verilebilmektedir. Makinenin çalışma şartlarına uyumu ise alt yapı hazırlıklarının oluşmasına bağlıdır. Toz emme sistemi, vakum sistemi, hava sistemi, enerji sistemi, fiziksel koşullar yetersiz olduğu durumlarda makinede sık sık duruşlar (hata/arıza) meydana gelebilmektedir.



Şekil 3.16:İş Parçası ve Vakum İşlemi



Şekil 3.17:Tabla ve Vakum Fincanlar

Makine tablası üzerinde vakum fincanları (Şekil 3.17) konulmasıyla tekil parçaların işlenmesine (Şekil 3.18) olanak sağlamaktadır. Bu özellik makinenin kısmen de olsa özel işlem makinesi özelliklerini de taşıdığını gösterir. Tekil parçaları özel olarak işleyebildiği gibi bir veya daha fazla levhayı ebatlama (Şekil 3.19) işleminden başlayarak mobilya oluşturulmasındaki işlemlerin tümünü gerçekleştirebilmektedir.



Şekil 3.18: Tekil Parça İşleme



Şekil 3.19: Nesting işlemi ve koruma ünitesi

Makine firmasının müşterilerinden istediği temel şartlar bulunmaktadır. Bunlar; makinenin montajının yapılacağı yerin zemininde standartlara uygun sertlikte beton, toz ve talaş iletim boruları, elektrik tesisatı, hava tesisatı, internet tesisatı, vakum tesisatı, toz boruları askı tertibatı gibi hizmetlerin daha önceden makine kurulacak sahada hazır edilmesini şart koşmaktadır.

3.1.6.2. AUTOCAD 2007 Programı

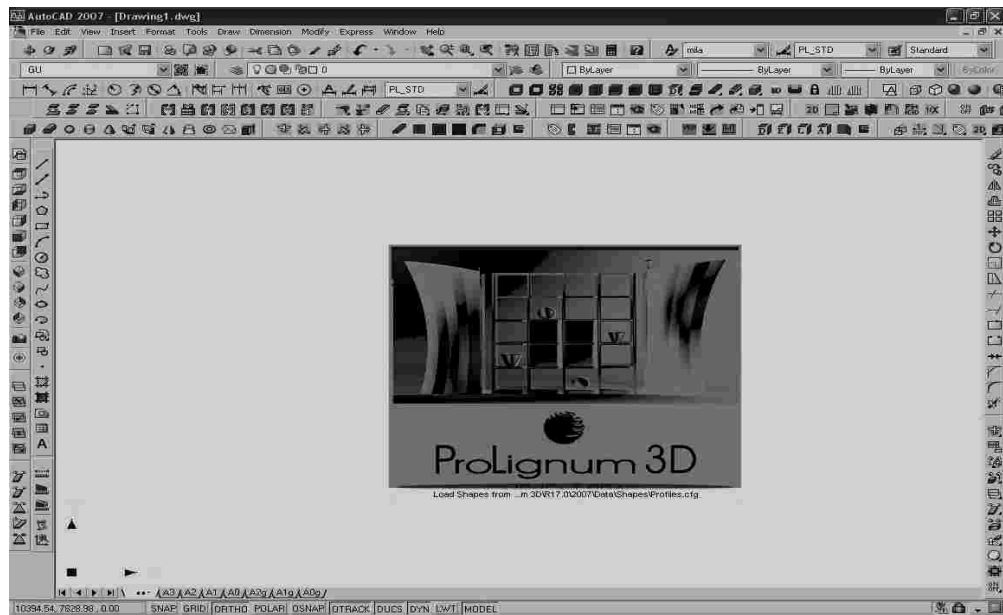
Günümüzde en yaygın kullanılan BDT programı olan AutoCAD programıdır. Bu programların daha çok 2D özelliği kullanılarak mobilyaların ön üst yan resimlerinin çizilerek ölçülendirilmesi, detaylandırılması ve teknik resmin tanımlanmasında kullanılmaktadır. Ayrıca diğer CAM ve Optimizasyon programları ile birlikte entegre olarak kullanılmaktadır. 3D Prolignum isimindeki Paket programda AutoCAD üzerine kurulduğu ve iki programın özelliklerinin bir arada kullanılması da AutoCAD programının çok geniş bir kullanım alanı yelpazesi olduğunu göstermektedir.

Ayrıca AutoCAD programında hazırlanmış teknik resimler WoodWOP isimli CAM programında da kolayca kullanılmaktadır. AutoCAD programında kullanılan .dwg uzantılı çizimlerin .dxf uzantılı olarak kaydedilmesi ile WoodWOP 5.0 programında kolaylıkla CAM programları yapılabilmektedir.

Bu ve benzeri programların işletmeye faydası dokümantasyon sisteminin oluşturulması ve verilerin ortak olarak farklı birimler tarafından kullanılabilmesine olanak sağlamaktadır. GÜ sisteminin gerçekleştirilmesi için yapılan hazırlık çalışmalarında çok önemli yeri tutan dizayn ve teknik resimlerin oluşturulması safhasında kullanılmıştır. Bu süreçte oluşturulan teknik resimler GÜ sistemi ile BDÜ sistemi ile mobilyaların imal edilmesi süreçlerinin her ikisinde de aynı veriler kullanılmıştır. Kullanılan bu çizimlerin hem standart olmasında hem de tekrar bir işçilik oluşturmaması açısından bu programların kullanılmasındaki fayda görülmektedir.

3.1.6.3. 3D Prolignum Tasarım ve Üretim Programı

Mobilya fabrikasında kullanılmakta olan 3D Prolignum isimli (Şekil 3.20) bir program olup Kiwi Software yazılım firmasının İngilizce ve Almanca dili ile çalışan bir üründür. İşletmede 3 adet lisans mevcuttur ve diğer personellerin PC'lerine kurulamamaktadır. Program çok fonksiyonel olup 2D ve 3D modeller tasarlanabilmekte aynı zamanda bu tasarlanan mobilyaların parça listelerinin hazırlanması, toplam malzeme miktarlarının belirlenmesi için malzeme listelerini, kaplama listelerini, levha listelerini, kenarbant miktarlarını, ham levha kaba ve net ölçü listelerini ve tolerans miktarlarını verebilmektedir. Yüzey malzemelerine göre tanımlanan malzemeleri gösteren render alınabilmektedir

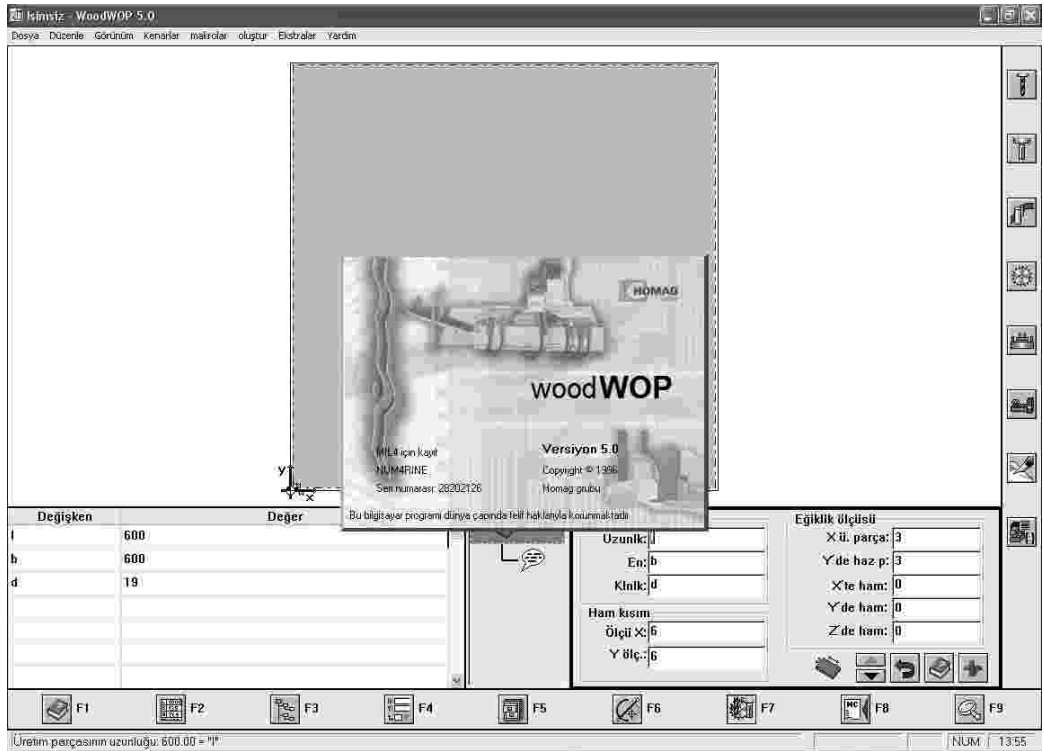


Şekil 3.20:3D Prolignum programında çalışma sayfası

Prolignum programı bünyesinde parçaların tek tek tanımlanarak değişkenlerin veri tabanında tutulması ilk hazırlıklar için 2D çizimlerin hazırlanmasına oranla gayet zahmetlidir. Fakat bu programda da 3D çizimlerden otomatik olarak 2D çizimlerin çıkarılması sağlanabilmektedir. Bundan dolayı tasarımı yapılan mobilyaların üzerinde yapılan revizyonlarda veri tabanını güncel tutmak için 3D çizimlerde revizyonların yapılması ve tekrar yeni bir 2D çiziminin otomatik olarak oluşturulması gerekmektedir.

3.1.6.4. Wood WOP 5.0 CAM Programı

Wood WOP program makine ile birlikte üretici firmadan makinenin satın alması yapılırken temin edilmiştir. Program Türkçe dili ile de çalışmaktadır. Program .mpr uzantılı dosyalar ile çalışmaktadır. AutoCAD programından aktarılmış çizimlerin yada bu program üzerinde oluşturulan takım yolunun gerekli tanımlamaları yaparak .mpr uzantılı kaydedilerek her parçanın CAM dosyası oluşturularak kaydedilip saklanmaktadır. İşlenecek parçanın kesici takım tanımlamaları ve gerekli değişkenleri ayarlandıktan sonra bu .mpr dosyalarının kullanıma hazır halde saklanmakta veya direkt makineye aktarılarak ilgili parçanın işlenmesi sağlanabilmektedir.

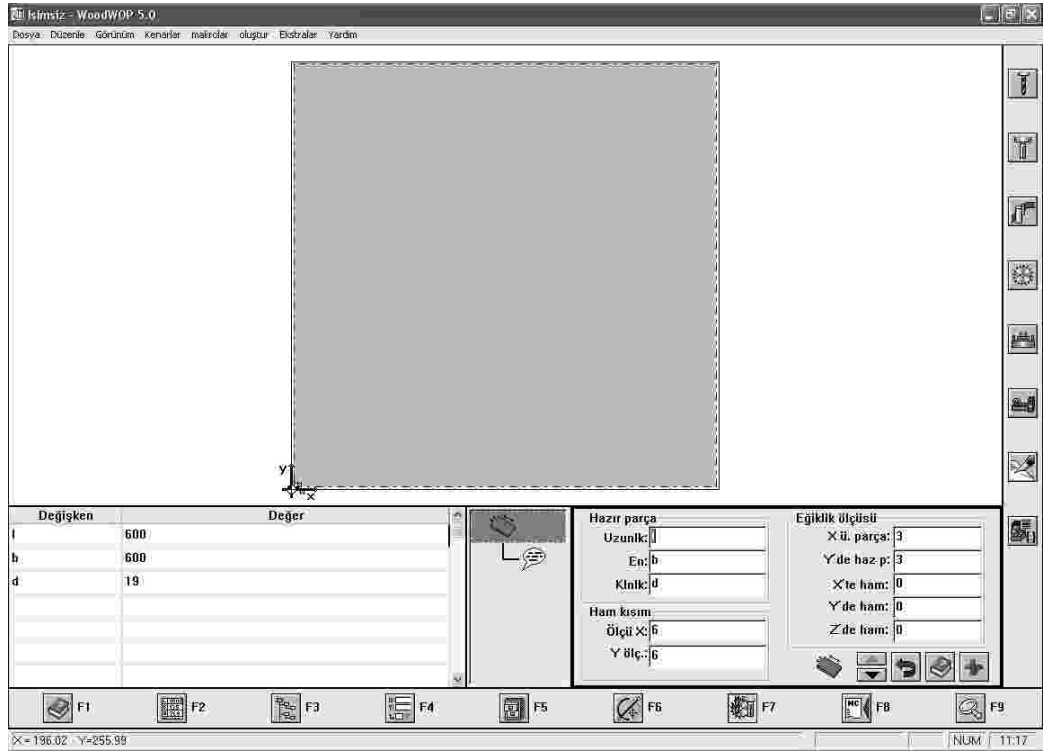


Şekil 3.21: WoodWOP 5.0 CAM programının başlama ara yüzü

CAM programı CAD çizimlerinin. dxf formatında kaydedilerek işlenebildiği gibi program sayesinde sıfırdan parçalar boyutlandırılarak ve takım işlem yolları çizilerek parça oluşturulabilmektedir (Şekil 3.21). Hazırlanan programların hatalı olup olmadığı NC komutundan kontrol edilebilmektedir.

İki boyut olarak çizilmiş. dxf dosyasındaki parçalara kesici tanımlamak mümkündür. Kesicilerde makinede bulunan tüm takımları tanımlanması gerekmektedir. Bunlar; daire testere, dikey ve yatay delik, menteşe bıçağı, freze ucu, radius ve diğer formdaki kesicileri kodlar vererek tanımlanmaktadır. Yine bu programda kesicilerin sevk hızı, dönüş yönü, talaş kaldırma mesafesi, başlama ve bitiş yeri, başlama ve duruş şekli gibi birçok işlemler ile ilgili tüm değişkenlerin tanımlanarak makineye yön verilmesi mümkündür.

Makinenin besleme ve boşaltma yani programdaki istif komutunu kullanarak ünitelerinin makinede işlenecek olan levhaların otomatik olarak yüklemesi ve boşaltması parametrelerin girilmesi ile sağlanabilmektedir.



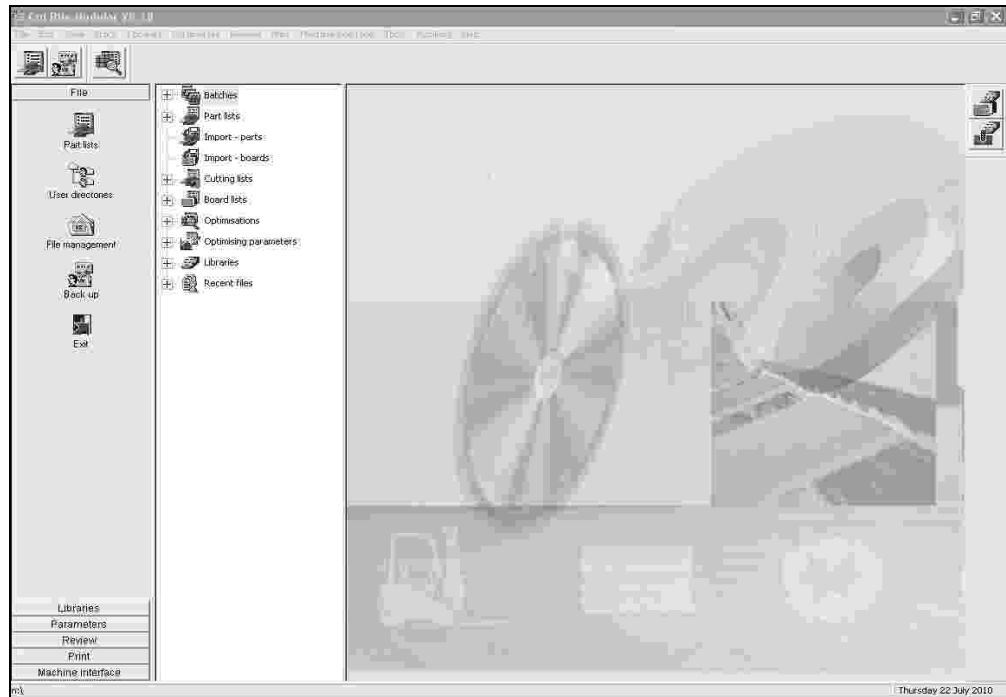
Şekil 3.22: WoodWOP 5.0 CAM programının takım tanımlama ara yüzü

CAM programında hazırlanmış olan parçaların tek tek .mpr dosyalarının hazırlanabildiği gibi istenildiği takdirde tekil .mpr dosyaları optimizasyon program kullanılarak levha üzerinde kesim planının hazırlanmasında da kullanılmaktadır. Bu işlemde örneğin bir mobilya 30 parçadan oluşuyorsa bu 30 adet .mpr dosyalarının bir klasör içinde toplanarak kaç tane 3660x1830x18 mm ebatlarındaki veya farklı ebatlardaki levha üzerine yerleştirilerek toplam levha miktarı hesaplanabilmekte ve bu levhalar da CNC makinesinde mobilyanın üretilmesinde kullanılmaktadır.

Programın içerisinde genel olarak işlemlerden bahsedecek olursak (Şekil 3.22) F1 komutu yardım, F2 komutu değişken tanımlama, F3 komutu makrolar ve kenar listesi, F4 komutu makro ve kenar işlemi, F5 komutu dosya işlemleri, F6 komutu kenar programlama, F7 komutu takım ve kesici tanımlama, F8 komutu NC programlama işlemleri, F9 komutu ise büyütme ve görüntüleme işlemlerini gerçekleştirmektedir.

3.1.6.5. CUT RITE 7.0 Kesim ve Optimizasyon Programı

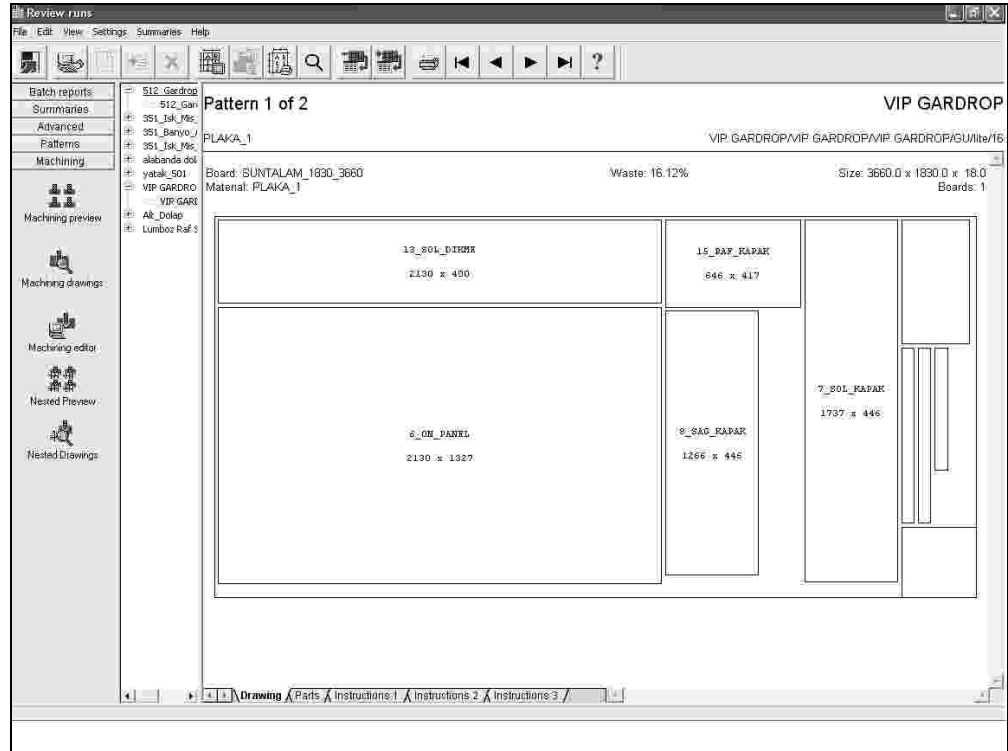
Program Holzma panel ebatlama makinesi için piyasaya sürülmüş olan bir optimizasyon paket programdır (Şekil 3.23). Homag makine firması CNC makinesini satarken uygun program ve aksesuarlar ile birlikte satışa sunması müşteriler için kolaylık sağlamaktadır.



Şekil 3.23: Cut Rite V81 optimizasyon programının çalışma ara yüzü

Programı kullanmak için CAM programında hazırlanan. mpr uzantılı mobilya parçaları bir araya getirilerek aynı levha üzerinde toplanarak kesim optimizasyon listesini ve diğer yönetim parametrelerini ortaya çıkarmaktadır. Kesim optimizasyon listesi ya da planı hazırlanmış gruplardan istenildiği takdirde istenilen parça adet bakımından çoğaltılabilir veya azaltılabilir.

Üretilmesinden vazgeçilen parçalar istenildiğinde iptal edilerek kalan parçalar ile tekrar yeni bir optimizasyon yerleşimi hazırlanabilir. Örneğin Şekil 3.24'deki 3660x1830 ebatlarındaki bir levhanın üzerine optimize edilmiş mobilya parçaları program tarafından otomatik olarak yerleştirilmiştir. Bu yerleştirme işleminde iki değişik seçenek sunulmaktadır. Seçenekler hazırlanmış olan parçaların geometrik şekillerini dikkate alarak fire oranını azaltmak için kullanılmaktadır.



Şekil 3.24: Cut Rite V81 Programında 3660x1830x18 mm Levha Kesim Planı

Programın etkili kullanılması halinde üretim sistemi ve üretim yönetimi verimlilik gibi hatta departmanlar bazında üretim planlama ve depo, satın alma gibi malzeme sayımı ile ilgili bölümler için veri elde edilmesi için birçok olanak sunmaktadır.

3.2. YÖNTEM

Lüks yat ve tekne imalatı yapılan bir firmanın mobilya işletmesinde, 23.4 metre uzunluğundaki HT 78 teknesine ait mobilyaların üretilmesinde uygulanan, geleneksel yöntemi (konvansiyonel makinelerin kullanıldığı imalat süreci) ile bilgisayar destekli üretim yöntemi; (CNC ile CAD/CAM teknolojisinin birlikte kullanıldığı imalat süreci) karşılaştırılmıştır. Yat ve tekne mobilyalarının her iki yöntemle üretilme durumlarının ortaya çıkarılarak, farklı üretim sistemlerine ait verilerin elde edilmesi amaçlanmıştır.

3.2.1.Yöntem Yaklaşımı

Yat mobilyalarının üretimi yat siparişine dayalı ve proje tipi üretim olduğundan dolayı aynı mobilyadan birçok adet üretim, ancak aynı anda birden fazla yat siparişi alındığında yapılabilmektedir. Bu çalışmanın evreni Türkiye Denizcilik Müsteşarlığı tarafından açıklanan verilere göre 117 adet Marmara bölgesinde, 157'si Ege bölgesi, 69'u Akdeniz bölgesinde, 36'sı Karadeniz bölgesinde olmak üzere Türkiye de toplam 366 adet üretici koduna sahip, 152 adet ise üretici koduna sahip olmayan yat/tekne imalatçısını kapsamaktadır (Anon, 2010b; DM, 2010). Sektör içinde yer alan ve kurulduğu günden bu yana sekiz yıl gibi bir süre geçmesine rağmen yurt içi ve yurt dışı yat ve tekne sektöründe hızlı bir gelişim göstererek 2008-2009 krizinde sektörde birçok firma kapanırken ayakta kalmayı başararak yeni ürünler ve yatırımlarla yoluna devam eden Numarine firması seçilmiştir. Yat ve yat mobilyalarının imalatını günümüz teknolojik imkanlarını takip eden ve imalat aşamasında uygulayan "Numarine A.Ş" araştırmada uygulama işletmesi olarak belirlenmiştir. Örnekleme ise Numarine firmasının önemli modellerinden olan ve şimdiye kadar 4 adet satılan ve yakın gelecekte müşteriler tarafından daha çok tercih edileceği düşünülen HT 78 modelli teknesine ait mobilya grubu olarak belirlenmiştir. Firmaya yeni alınan CNC makinesi ile CAD/CAM yazılımlarının bütünleşik yapıda kullanılmasıyla üretim sisteminin yapısında değişikliğe gidilerek geleneksel sisteme alternatif oluşturulmuştur.

Bu çalışma da CNC makinesi ve kenarbant makinesinden oluşturulan BDÜ sistemi ile, işletmedeki mevcut konvansiyonel makineler ile yapılan GÜ sisteminin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda, CNC makinesinin özelliklerinin ve üretim teknolojisinin tekne mobilyalarının üretilmesine uygunluk durumunun, üretim sistemine etkisi, HT 78 modelli tekneye ait VIP kamara mobilyaları ve üretim tekniği benzer özellikler taşıyan diğer deney mobilyaları ölçeğinde ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

4 adet HT 78 projesine ait mobilyaların GÜ sisteminde konvansiyonel makineler kullanılarak gerçekleştirilen üretimde standart üretim zamanları elde edilmiştir.

CNC takımının üyeleri operatörlük ve programlama eğitimlerini makine firmasında teorik ve uygulamalı olarak almışlardır (Ek-2). Makine bıçak ve kesicilerini tanımaları, kullanmaları ayarları makine üzerinde gösterilmiştir. Bu süreçte makine ile ilgili çalışma kuralları, bakım, satın alma, yedek parça siparişi, programlama, servis talebi, güvenlik gibi birçok konuda bilgi edinilmiştir.

BDÜ sisteminde üretim için öncelikle tüm mobilyaların konstrüksiyon detayları belirlenerek imalatları yapılmıştır. Üretilen mobilyalara ait verileri elde ederek, gelecekte üretilecek olan mobilyalar için daha sağlıklı öngörülerde bulunulması amaçlanmıştır. BDÜ'de yat mobilyalarına ait üretim sürelerinin ve üretilebilecek miktarın bilinmesi ile daha uygulanabilir ve güvenilir üretim planları yapılabilecektir.

Tüm dünyayı etkileyen 2008-2009 küresel ekonomik krizi nedeni ile daralan yat ve tekne sektöründe %50'ye varan küçülmeden etkilenen işletme de bu süreçte HT 78 ve diğer modellerden yeni sipariş alamamıştır. Bu durum daha önceden öngörülemeyen bazı kısıtlar ortaya çıkarmıştır. Çalışmanın başında HT 78 teknesinin tüm mobilyaların üretimi amaçlanmıştır. Ancak kısıtlar, uygulamanın VIP kamaraya ait mobilyaların tamamı ve diğer deney mobilyalarıyla sınırlı kalmasına neden olmuştur. VIP kamara mobilyası dışındaki diğer deney mobilyaları konstrüksiyon ve üretim tekniği açısından tekne mobilyaları ile benzer özellikler taşımaktadır.

3.2.2. Geleneksel Yöntem İle Üretim Süreci ve Zaman Ölçümleri

Geleneksel imalat ile dört adet HT 78 teknesinin mobilyaları üretilerek, üretim süreleri doldurulan puantaj formları (Ek-3) yardımıyla planlama sorumlusu tarafından MS Project 2007 programına kaydedilmiştir. Her mobilyanın tek tek toplam üretim süreleri Excel programına kaydedilerek bir mobilyaya ait dört adet üretim süresi elde edilmiştir.

Dört tekneye ait olan aynı mobilyaların üretim sürelerinin aritmetik ortalaması alınarak her bir mobilya ait standart üretim süresi belirlenmiştir. Tekneye ait mobilyaların üretim zamanlarının toplanmasıyla tekne mobilyalarına ait toplam üretim zamanı elde edilmiştir.

GÜ'de elde edilen üretim sürelerinde, çalışan kişinin yetenek, deneyim, tecrübe veya niteliğine bakılmaksızın, o mobilyanın üretiminde kaç saat çalıştığı adam/saat olarak puantaj formuna yazılmıştır. Gerek kayıp zamanlar gerekse bekleme zamanları toplam zaman içinde yer almaktadır. Bunun nedeni ise bir adet mobilyaya ait üretim zamanın yüz saat veya daha fazla bir sürede olması yani yaklaşık 10 iş günü sürebilmesi standart zaman etüdü işlemlerinin işletme şartlarında uygulanabilir olmadığından dolayı bu yöntem seçilmiştir.

GÜ sisteminde üretimin gerçekleştirilmesi ile elde edilen toplam zamanların işlem zamanlarına ayrılması örnekleme oluşturan mobilyaların imalatında oluşan işlem zamanlarının toplam birim zaman içindeki oranları sabit kat sayılar olarak kabul edilmesiyle işlem zamanları elde edilmiştir.

GÜ sisteminde AutoCAD 2007 ve 3D Prolognum programı kullanılarak teknik resimler oluşturulmuş ve resimler yardımıyla konvansiyonel makinelerde imalat gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte bilgisayar desteği dolaylı olarak sağlanmasıyla teknik tasarım kısmında kullanılmıştır. GÜ'de mobilyalar Şekil 3.1'de görülen işlem basamakları uygulanarak imalat yapılmıştır. GÜ sisteminde kullanılan makine özellikleri ve markaları Çizelge 3.1'de verilmiştir.

3.2.3.Bilgisayar Destekli Üretim Süreci ve Zaman Ölçümleri

Tekne mobilyalarının imalatında karşılaştırılacak olan süreçlerden birisi olan BDÜ yöntemi bir adet Homag BOF Vantage 14L modelinde makine ve kenar yapıştırma makinesinden meydana gelmektedir. Makinenin kullanılması için gerekli bilgisayar yazılımı ve donanımı makine ile birlikte temin edilmiştir.

Makinede öncelikle deneme üretimleri yapılarak işletme içerisinde gerekli olan dolaplar üretilmiş ve konstrüksiyon detayları, makine özellikleri, malzemelerin özellikleri, kesici özelliklerini, makine hız ve diğer özelliklerini, fiziksel koşulların yeterliliği, programlama işlemleri gibi CNC'de imalat için gereken tüm şartların Şekil 3.2'de görülen işlem basamakları uygulanarak imalat yapılmıştır.

İşletmede kullanılan levha malzemelerine özgü CNC işleme parametrelerinin; kontrplak, suntalam ve diğer kompozit levhalara göre kesme hızları ve kesim kalitesi kontrol edilerek kullanıcı standartların belirlenme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlemlerin sonunda deneme üretimlerine başlanmıştır. Üretim için daha önceden AutoCAD 2007'de hazırlanmış .dwg dosyalarındaki mobilya çizimleri değiştirilerek WoodWOP5.0 programında .mpr uzantılı CAM programları tüm parçaların tek tek programları hazırlanarak ilgili mobilyanın veri klasörlerine kaydedildi. CUT Rite V81 programı kullanılarak. mpr uzantılı dosyalar kullanılacak olan 3660x1830x18mm ebatlarındaki levha üzerine kesim yerleşimi optimize edilerek kaydedildi. Dosyalar flaş bellek yardımıyla CNC makinesine aktarılarak imalat gerçekleştirildi.

BDÜ'de gerçekleşen üretim zamanları görevli personel tarafından elektronik bir saat kullanarak şirket bünyesinde kullanılan puantaj formunun (Ek-4) ilgili bölümüne dolduruldu.

Bu süreçte gerçekleştirilen tüm işlemlerin süreleri bir kişi tarafından kayıt altına alınarak işlemler gerçekleştirildi. Makinede çalışma süresi makinenin ekranındaki program bilgilerini gösteren kısımdan operatör tarafından ilgili forma (Ek-4) kaydedildi. Levha yükleme ve boşaltma ünitesi otomatik olarak çalıştırıldı. İşlenen parçalar kenarbant makinesine iletilerek kenarbant yapıştırma işlemleri gerçekleştirildi. Burada da çalışılan süre ve kişi sayısı bir kişi tarafından tutuldu. Üretim zamanı

üretimde çalışan personel sayısı ile çarpılarak toplam zaman hesaplandı. Buradan işlem adımlarına ait zamanlar belirlenmesiyle GÜ ile benzer iş adımları karşılaştırılmak üzere üretime ait zamanlar Çizelge 4.4’de verildi.

BDÜ sisteminde üretilen örneklem mobilyalarına ait veriler örneğin; toplam levha m², parça m², toplam m³, parça m³, fire miktarı yüzdesi, toplam levha adeti, kalan levha alanı, levha yerleşim planı, kesim raporu, toplam levha sayısı, parça listesi gibi verileri CUT Rite programından elde edilebilmektedir. BDÜ sisteminde üretilmemiş olan örnekleme oluşturan grubun dışındaki mobilyalara ait veriler imalatı bitmiş mobilyalar üzerinden ve teknik resimlerinin incelenmesi ile elde edilerek analiz tabloları oluşturulmuştur.

Çizelge 3.2: Yat Mobilyasının Üretilirlik Durumuna Ait Örnek Analiz Çizelgesi.

151	Master Yatak					BDÜ’de üretime uygunluk durumu		
	Üretim Tipi	İşlenebilen Parça Sayısı (Adet)	Adet (%)	Kullanılan Levha M ²	M ² (%)	Toplam Fire (%)	Üretilir	Kısmen Üretilir
BDÜ	9	82	3,0	84	14	Üretilir	Kısmen Üretilir	Üretilmez
GÜ	2	18	0,58	16	20-35			
TOPLAM	11	100	3,6	100		0*	1*	0

0* : Hayır ve 1*: Evet

Çizelge 3.2’deki örnek üzerinden BDÜ’de üretilen ve örnekleme oluşturan VIP kamaraya ait mobilyalar ve diğer deney mobilyalarına ait veriler CUT Rite V81 programından elde edilmiştir. GÜ sistemindeki üretilen tüm tekne mobilyalarının ki ise modeller ve teknik resimlerin incelenmesiyle elde edilen veriler, mobilyalara ait analiz çizelgeleri oluşturularak sonuçlar Çizelge 4.1; Çizelge 4.2; Çizelge 4.3’de verilmiştir.

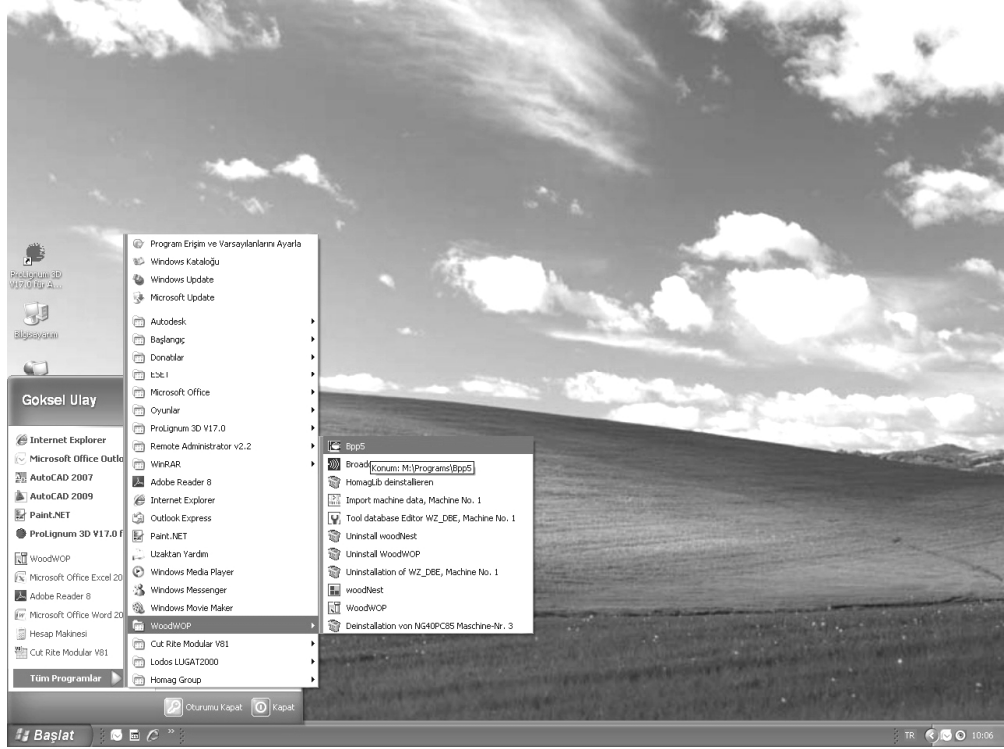
3.2.4.CAD/CAM ve Optimizasyon İşlemlerinde Programlama

GÜ yöntemi ile üretimde kullanılan. dwg uzantılı çizimler BDÜ’de kullanılarak onlar üzerinden. mpr uzantılı CAM programları hazırlanmıştır. Bu hazırlanan dosyalar optimizasyon programında kullanılarak kesim listeleri ve nesting programları oluşturulmuştur.

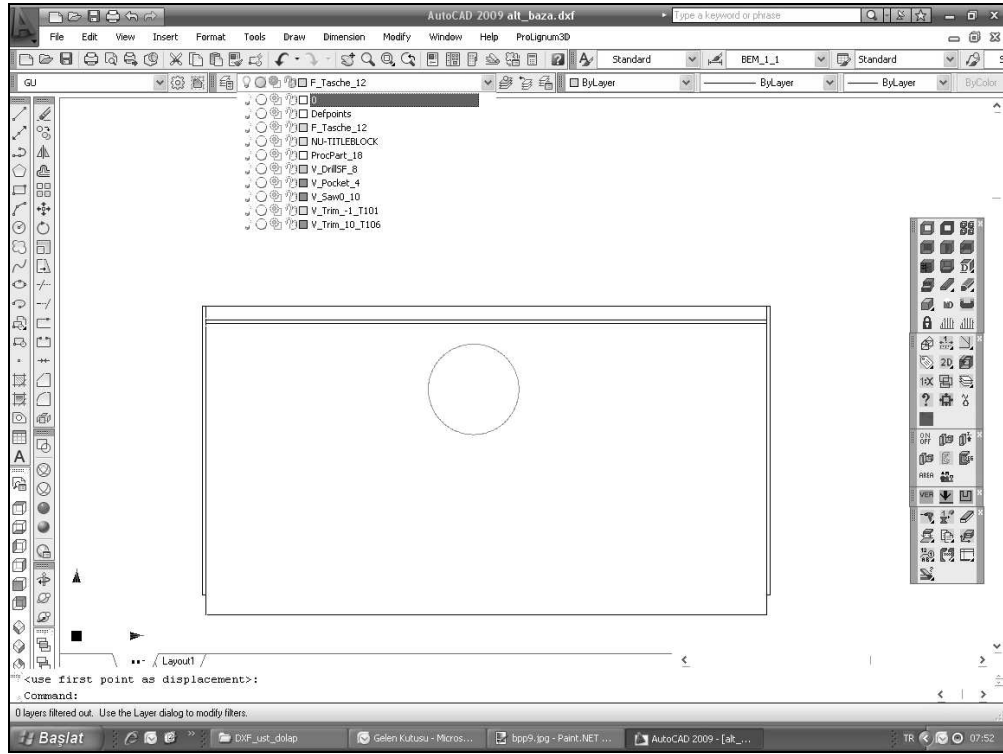
BDÜ sisteminde üretilen mobilyalara ilişkin veriler bu formattaki dosyalardan elde edilerek Çizelge 4.1’de ve devamında verilmiştir. BDÜ sisteminde imalatı yapılamayan parçalar geleneksel yöntemle yapılarak mobilyaların eksik kısımları tamamlanmıştır.

Şekil 3.25 ile Şekil 3.46 arasında bir mutfak dolabının BDÜ’de üretilmesi için yapılan programlama işlemleri sıralı olarak verilmiştir. Bu işlemlerin sonucunda da elde edilen veriler çalışmanın bulgular kısmında kullanılmıştır. Program çıktıları 918 nolu mutfak dolabına ait bilgilerdir. BDÜ sisteminde üretilen diğer mobilyalara ait aynı formattaki dosyalar elde edilerek veri sistemine eklenmiştir.

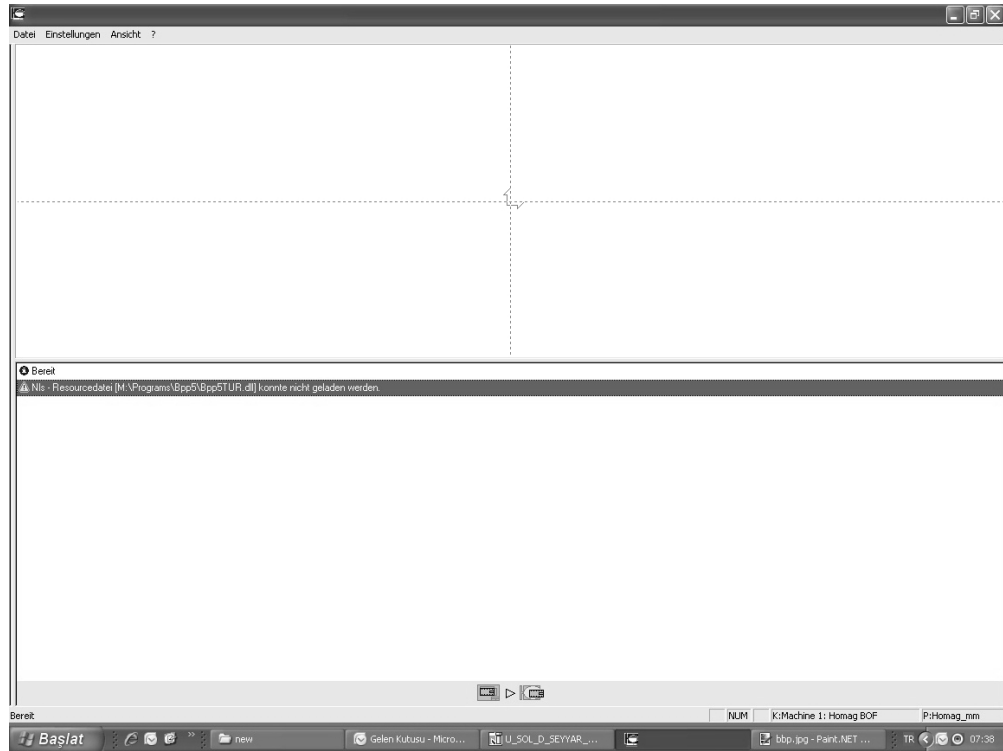
918 nolu Mutfak mobilyasına ait CAD/CAM ve optimizasyon sürecine ilişkin veriler;



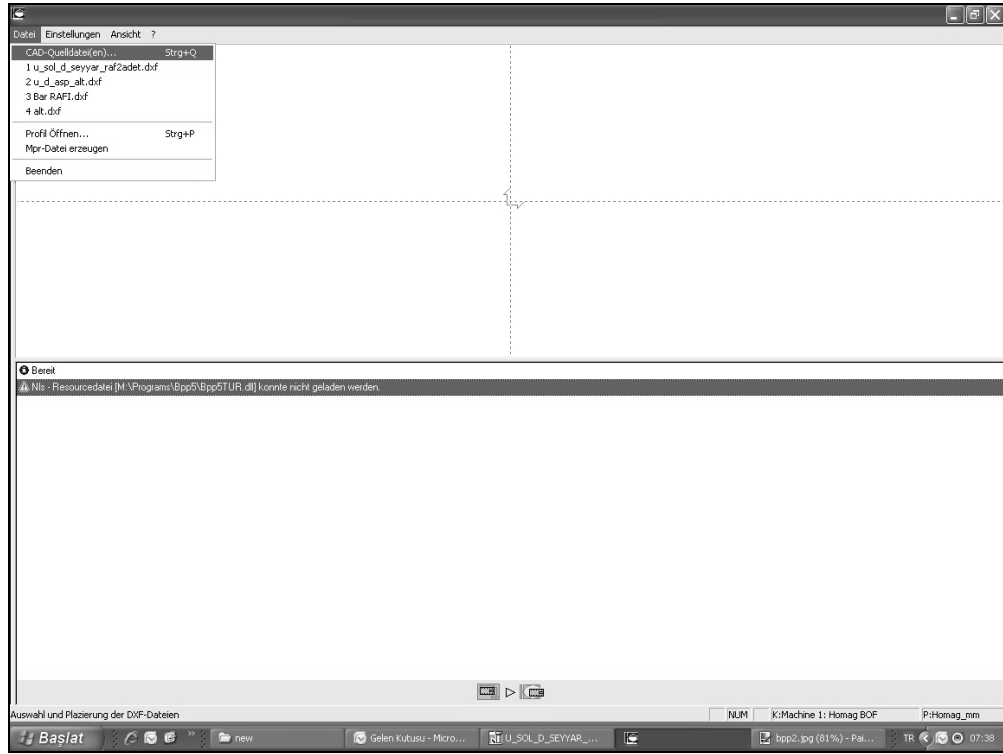
Şekil 3.25: CAM programının açılma arayüzü



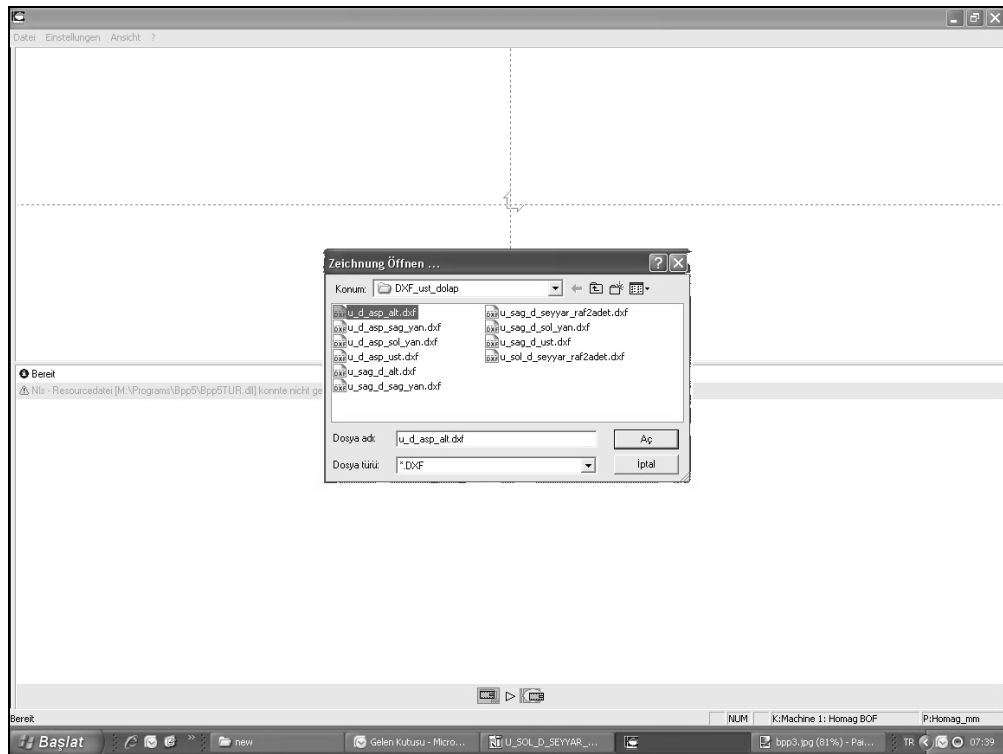
Şekil 3.26: AutoCAD programında .DXF uzantılı dosyada layer tanımlanması



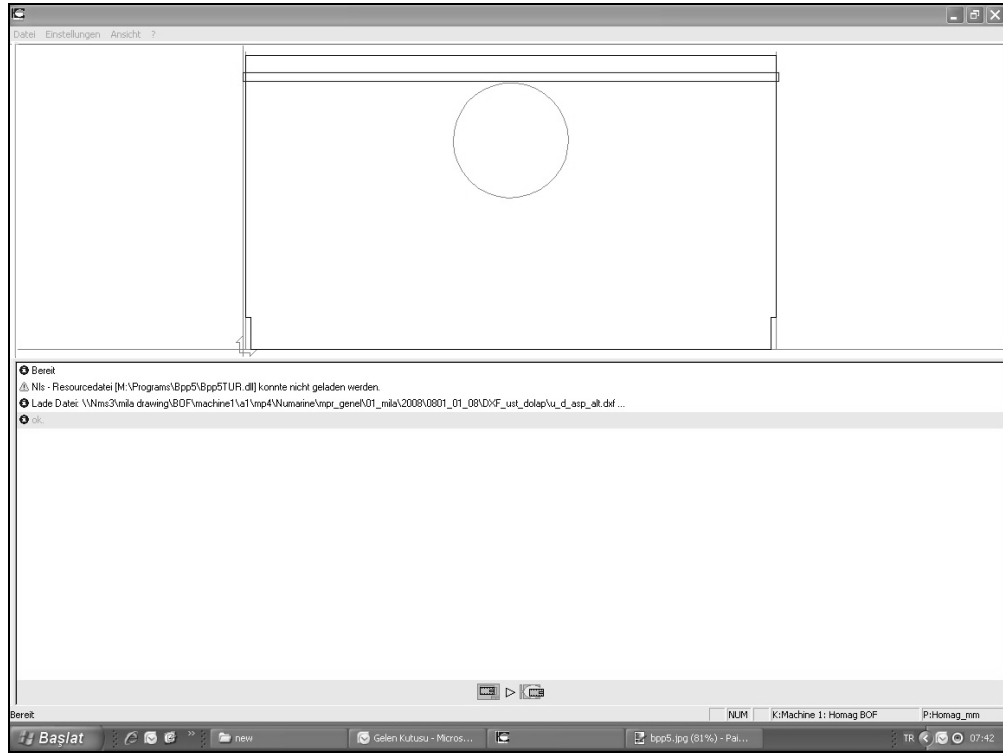
Şekil 3.27: CAM programının çalışma arayüzü



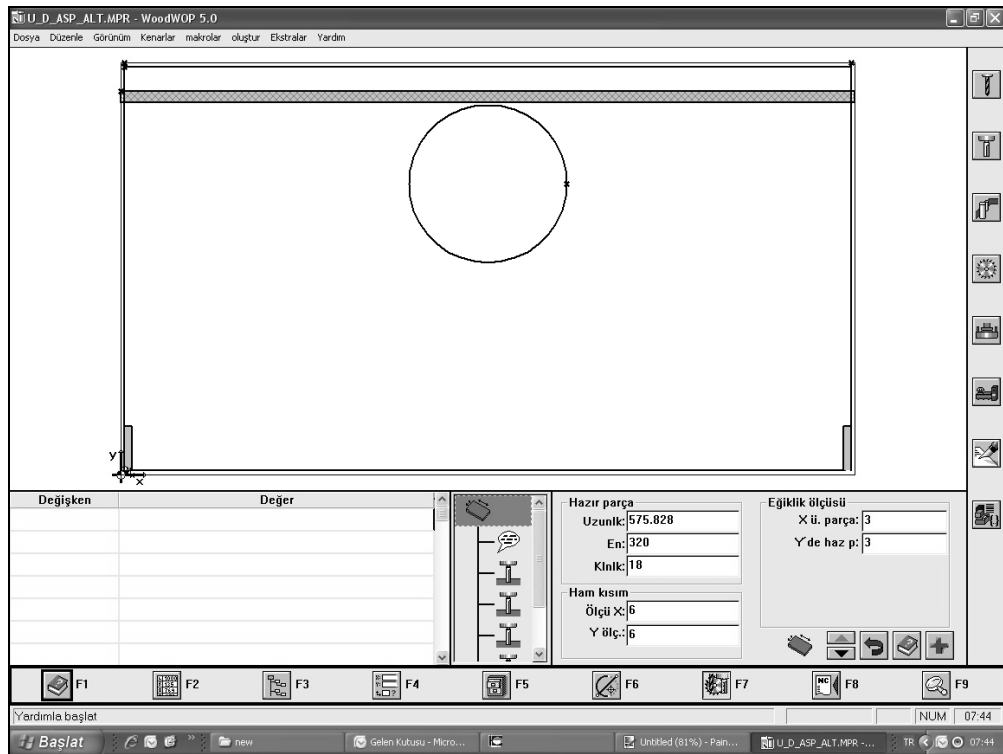
Şekil 3.28: CAM programına .DXF dosyasının transfer edilmesi



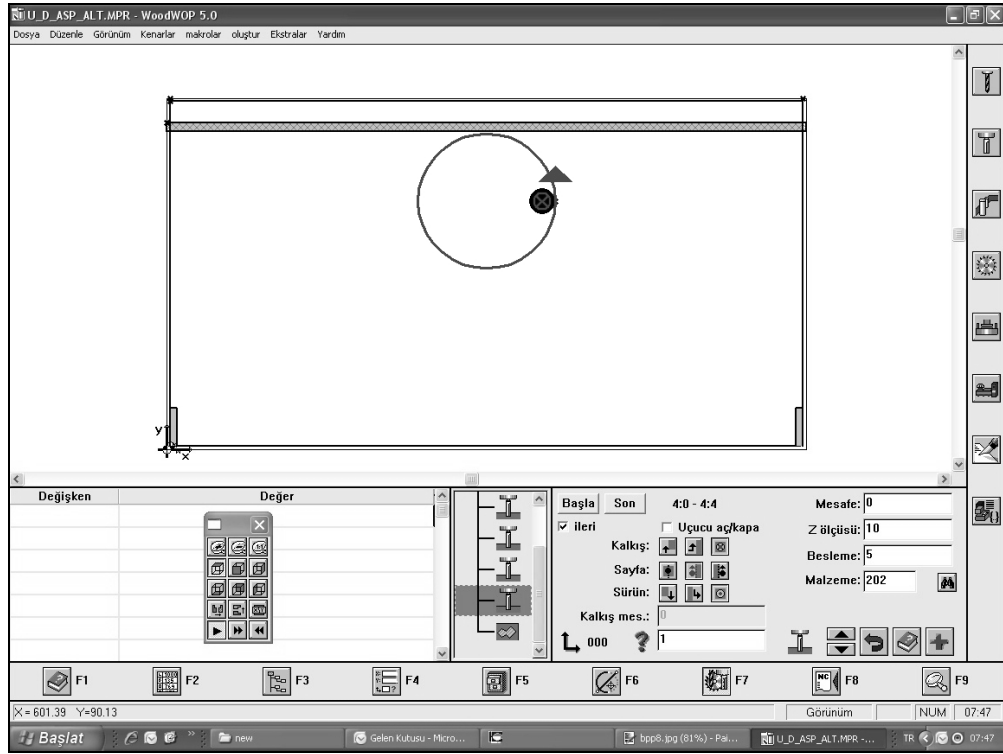
Şekil 3.29: CAM programına .DXF uzantılı dosyanın seçilmesi



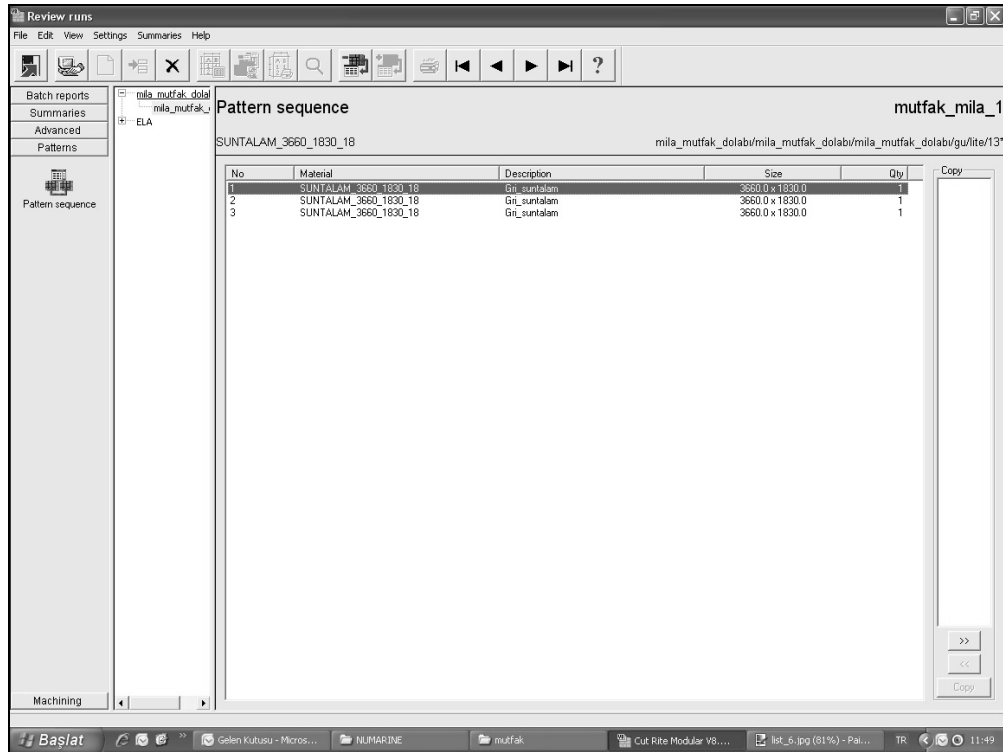
Şekil 3.30: CAM programında .DXF uzantılı dosyanın .MPR dosyasına çevrilmesi



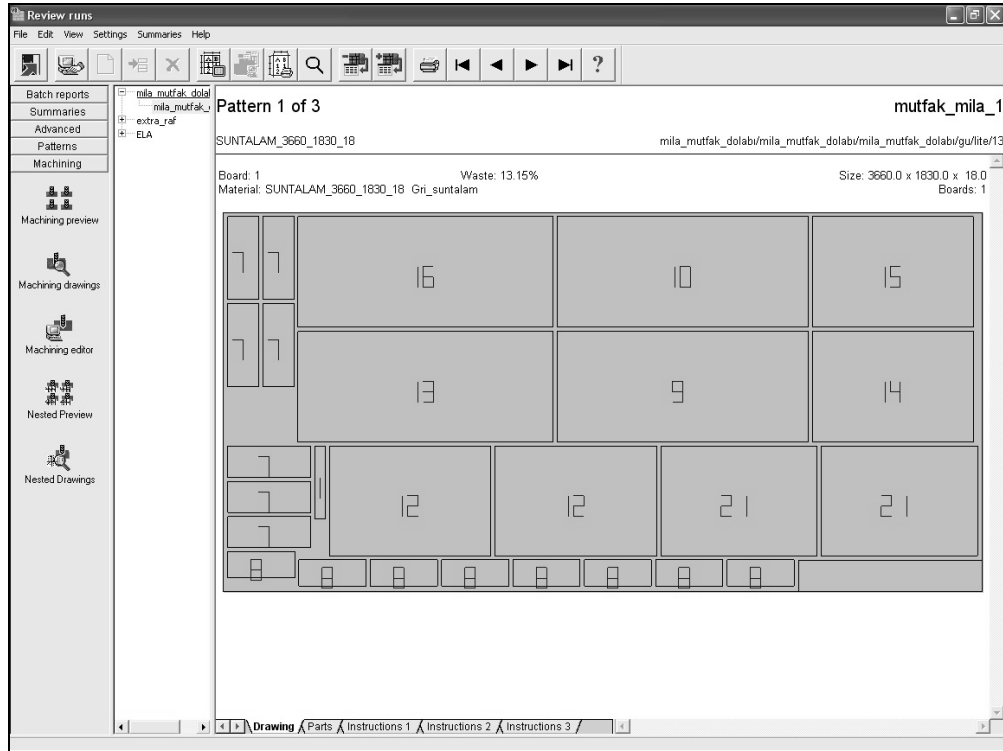
Şekil 3.31: WoodWOP programında .MPR dosyasının açılması



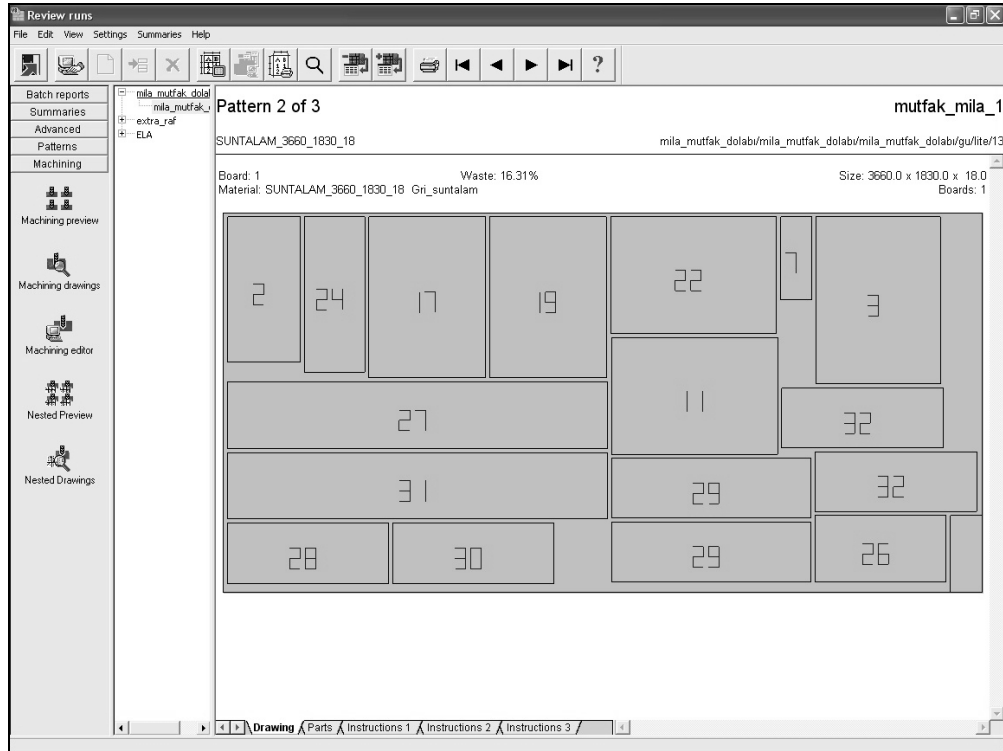
Şekil 3.32: MPR dosyasında kesici takım tanımlama ve kaydetme işlemi



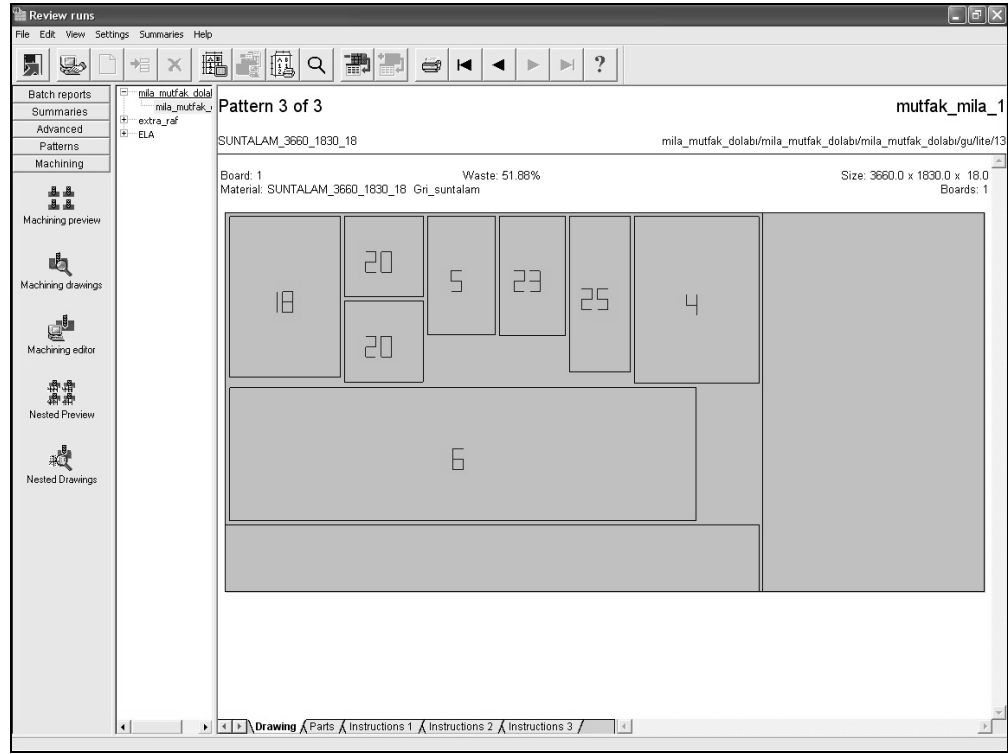
Şekil 3.33: Cut Rite v8.1 programında kullanılacak levha miktarı ve özellikleri



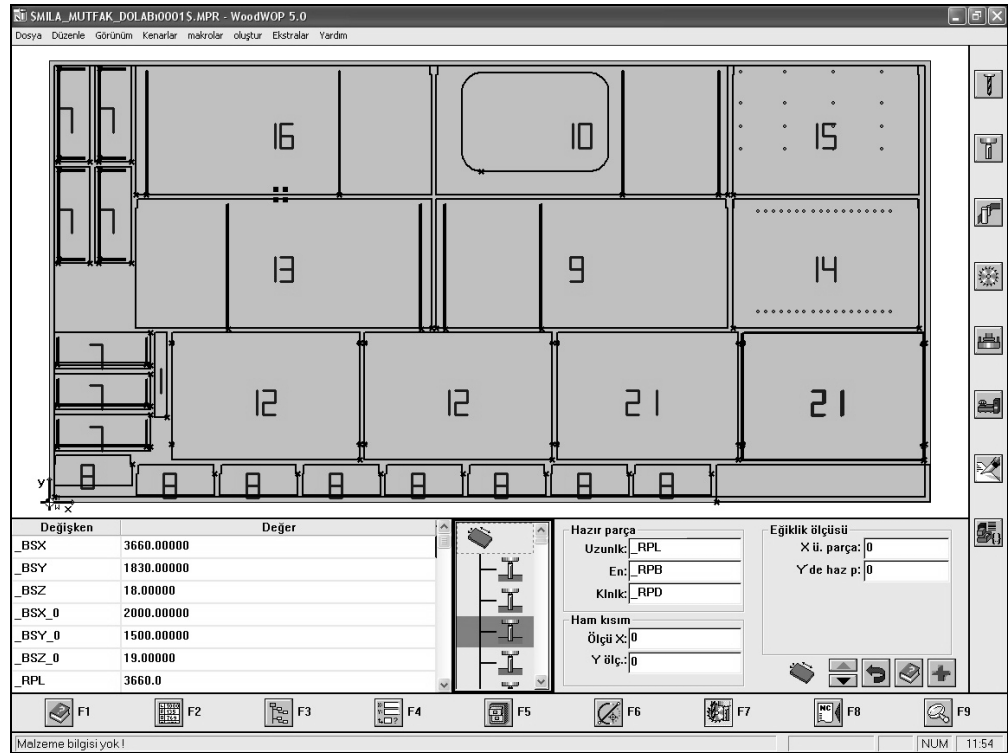
Şekil 3.34: MPR dosyalarının Cut Ritev81 programında levha optimizasyonu



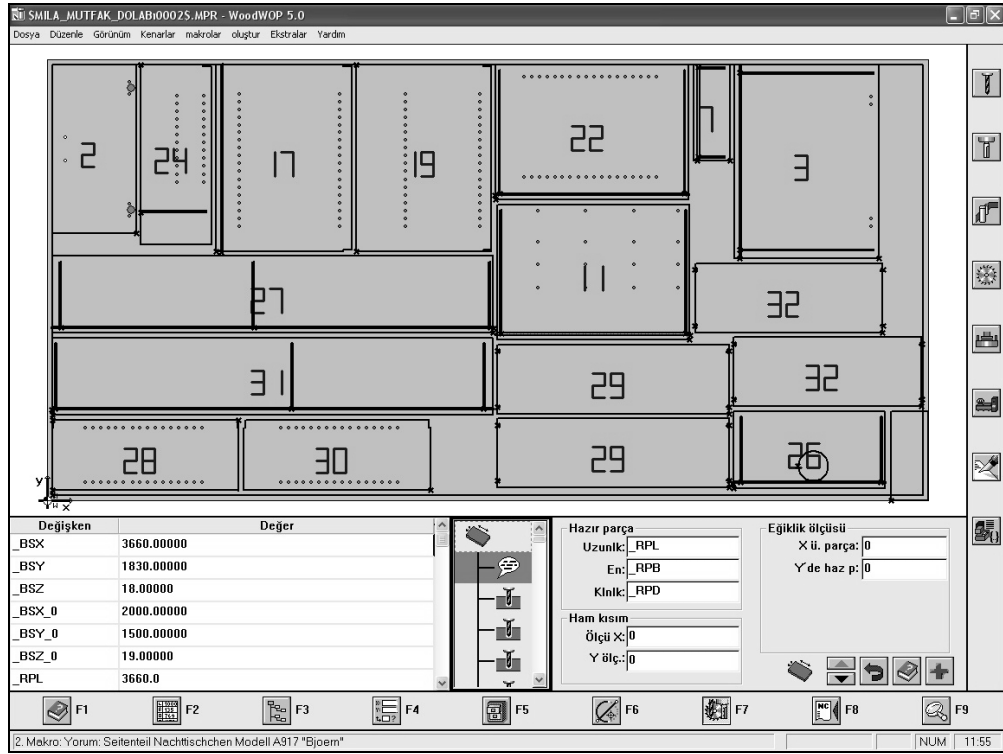
Şekil 3.35: MPR dosyalarının Cut Ritev81 programında levha optimizasyonu



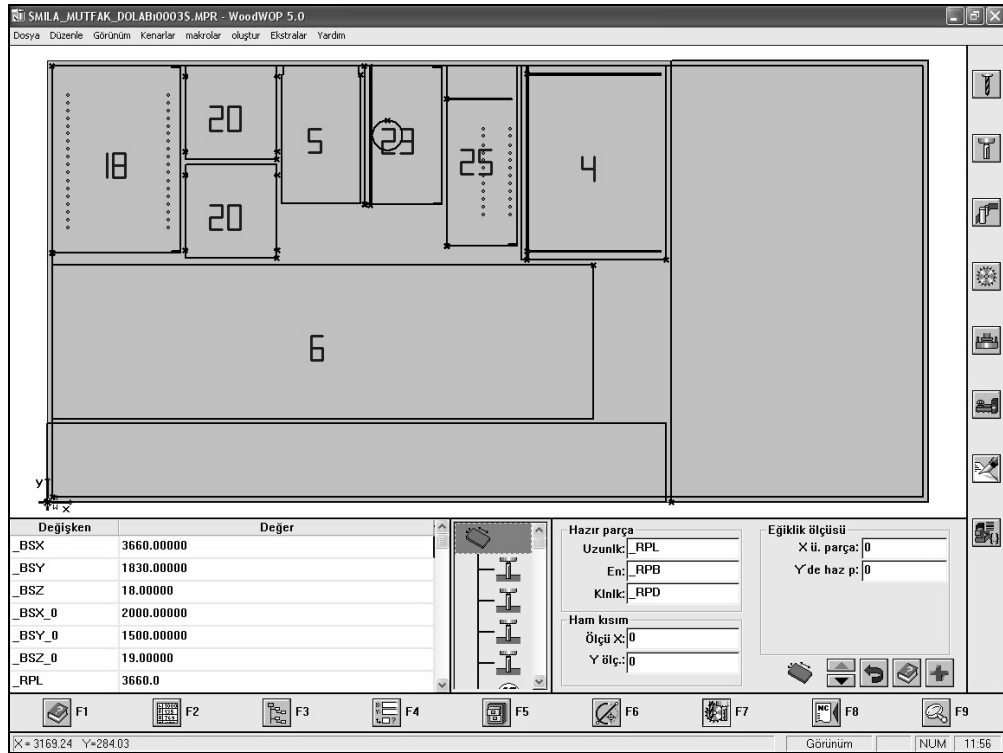
Şekil 3.36:MPR dosyalarının Cut Ritev81 programında levha optimizasyonu



Şekil 3.37:MPR dosyalarının takım tanımlamaları ve levha optimizasyonu



Şekil 3.38:MPR dosyalarının takım tanımlamaları ve levha optimizasyonu



Şekil 3.39:MPR dosyalarının takım tanımlamaları ve levha optimizasyonu

Review runs

File Edit View Settings Summaries Help

Batch reports Summaries

Management summary

Part summary

Sundry parts

Board summary

Pattern summary

Input summary

Material summary

Advanced

Patterns

Machining

mutfak_mila_1

SUNTALAM_3660_1830_18

Description	Quantity	m2	m3	Percent	Rate	Cost	Statistic	Value
Required parts	51	14.64	0.26	72.87%			Number of patterns	3
Plus/Over parts	1	0.40	0.01	1.99%			Headcut patterns	0
Offcuts	4	2.98	0.05	14.83%			Rotated patterns	0
Scrap	2.07	0.04	10.30%				Recut patterns	0
Core trim	0.00	0.00	0.00%				Number of cycles	3
Boards	3	20.09	0.36	100.00%			Cutting length	0.0
							Throughput (M3/Hr)	0.0
							Waste (%Parts)	33.58%
							Waste (%Boards)	25.14%
Boards		20.09	0.36	100.00%	0.000	0.00		
Offcuts		-2.98	-0.05	-14.83%	0.000	-0.00		
Net material used		17.11	0.31	85.17%		0.00		
Cutting time	0.00Hr					0.000		0.00
Total parts	52	15.04	0.27	74.86%	0.000	0.00		

Başlat

Şekil 3.40:Cut RiteV81 programında optimizasyon hakkında sayısal veriler

Review runs

File Edit View Settings Summaries Help

Batch reports Summaries

Management summary

Part summary

Sundry parts

Board summary

Pattern summary

Input summary

Material summary

Advanced

Patterns

Machining

mutfak_mila_1

SUNTALAM_3660_1830_18

No	Part / Description	Length mm	Width mm	Total Req	From Stock	Over Under	Total Prod	m2 / Part	Total Material cost /Part	Material cost Total
SUNTALAM_3660_1830_18 Gri_suntalam.Thickness 18.0 Book 1										
1.	1B_SAGIR	350.0	50.0	1	0		1	0.018	0.02	0.00
2.	2B_KAPAK	700.5	350.0	1	0		1	0.245	0.25	0.00
3.	3B_UST	806.0	600.0	1	0		1	0.484	0.48	0.00
4.	4B_ALT	806.0	600.0	1	0		1	0.484	0.48	0.00
5.	5B_A_YAN	326.0	572.0	1	0		1	0.186	0.19	0.00
6.	6B_BUZDOLAP_AR...	2250.0	640.0	1	0		1	1.440	1.44	0.00
7.	A_T2_CEKMECE_Y...	400.0	150.0	8	0		8	0.060	0.48	0.00
8.	A_I3_CEKMECE_O...	324.0	125.0	8	0		8	0.040	0.32	0.00
9.	A_D_SAGS_ALT	1210.7	534.0	1	0		1	0.646	0.65	0.00
10.	A_D_SAGS_UST	1210.7	534.0	1	0		1	0.646	0.65	0.00
11.	A_D_SAGS_YAN	800.0	562.0	1	0		1	0.450	0.45	0.00
12.	A_D_SEYYAR_RAF...	779.8	529.0	2	0		2	0.412	0.82	0.00
13.	A_D_SOL_ALT	1228.3	534.0	1	0		1	0.656	0.66	0.00
14.	A_D_SOL_ORTA_DI...	776.0	534.0	1	0		1	0.414	0.41	0.00
15.	A_D_SOL_ORTA_DI...	776.0	534.0	1	0		1	0.414	0.41	0.00
16.	A_D_SOL_UST	1228.3	534.0	1	0		1	0.656	0.66	0.00
17.	A_D_SOL_YAN	776.0	562.0	1	0		1	0.436	0.44	0.00
18.	A_SAG_D_ORTA_D...	776.0	534.0	1	0		1	0.414	0.41	0.00
19.	A_SAG_D_SAGS_YAN	776.0	562.0	1	0		1	0.436	0.44	0.00
20.	A_SAG_D_SEYYA...	379.9	369.0	2	0		2	0.146	0.30	0.00
21.	A_SAG_D_SEYYA...	753.2	529.0	2	0		3	0.398	1.20	0.00
22.	A_SAG_D_SOL_YAN	800.0	562.0	1	0		1	0.450	0.45	0.00
23.	U_D_ASP_ALT	575.8	320.0	1	0		1	0.184	0.18	0.00
24.	U_D_ASP_SAGS_YAN	748.0	292.0	1	0		1	0.218	0.22	0.00
25.	U_D_ASP_SOL_YAN	748.0	292.0	1	0		1	0.218	0.22	0.00
26.	U_D_ASP_UST	631.8	320.0	1	0		1	0.202	0.20	0.00
27.	U_SAG_D_ALT	1831.2	320.0	1	0		1	0.586	0.59	0.00
28.	U_SAG_D_SAGS_YAN	776.0	292.0	1	0		1	0.226	0.23	0.00
29.	U_SAG_D_SEYYA...	961.4	287.0	2	0		2	0.276	0.55	0.00
30.	U_SAG_D_SOL_YAN	776.0	292.0	1	0		1	0.226	0.23	0.00
31.	U_SAG_D_UST	1831.2	320.0	1	0		1	0.586	0.59	0.00
32.	U_SOL_D_SEYYAR...	779.5	287.0	2	0		2	0.224	0.45	0.00
				51			52	15.04		0.00

Başlat

Şekil 3.41:Cut RiteV81 programında optimizasyonu yapılan parça listesi

Board summary mutfak_mila_1

SUNTALAM_3660_1830_18 mila_mutfak_dolab/mila_mutfak_dolab/mila_mutfak_dolab/gu/ite/13*

No	Board	Length mm	Width mm	Information	Qty in Stock	Qty Used	Length m	Area m2	Cost m2	Total Cost	Parameters	Cost / Board
SUNTALAM_3660_1830_18 Gri_suntalam.Thickness 18.0 Book 1												
1.	1	3660.0	1830.0		99999	3		20.09	0.000	0.00		0.000
						3		20.09		0.00		
Total						3		20.09		0.00		

Şekil 3.42:Cut RiteV81 programında optimizasyonda kullanılan levha listesi

Pattern summary mutfak_mila_1

SUNTALAM_3660_1830_18 mila_mutfak_dolab/mila_mutfak_dolab/mila_mutfak_dolab/gu/ite/13*

Ptn No	Board	Length mm	Width mm	Waste %	Board Qty	No Cyc	No Rip	No Xct	Cycle mm:ss	Total hh:mm:ss	Open Part	Cut Reference	Dividing hh:mm:ss	Machining hh:mm:ss
Average book 1.0 (18.0) Bundle loading and pattern setup time 0:00:00														
SUNTALAM_3660_1830_18 Gri_suntalam.Thickness 18.0 Book 1														
1	1	3660.0	1830.0	7.28	1	1	0	0	0:01	0:00:01	11	00000007*	0:00:01	0:00:00
2	1	3660.0	1830.0	16.34	1	1	0	0	0:01	0:00:01	15	00000008*	0:00:01	0:00:00
3	1	3660.0	1830.0	51.90	1	1	0	0	0:02	0:00:02	7	00000009*	0:00:02	0:00:00
Total				25.17	3	3			0:01	0:00:04			0:00:04	0:00:00

Şekil 3.43:Cut RiteV81 programında optimizasyonda kullanılan levha bilgileri

Material summary mutfak_mila_1

SUNTALAM_3660_1830_18 mila_mutfak_dolab/mila_mutfak_dolab/mila_mutfak_dolab/gu/ite/13*

Part No	Part m	Part m2	Part m3	Board No	Board m2	Board m3	Cyc	Ptn	Time hh:mm	Cost	Av Waste	Material
SUNTALAM_3660_1830_18	Gri_suntalam	Thickness	18.0	Book	1							
52	15.04	0.27		3	20.09	0.36	3	3	0:00	0.00	25.14	SUNTALAM_3660_1830_18
52	15.04	0.27		3	20.09	0.36	3	3	0:00	0.00	25.14	

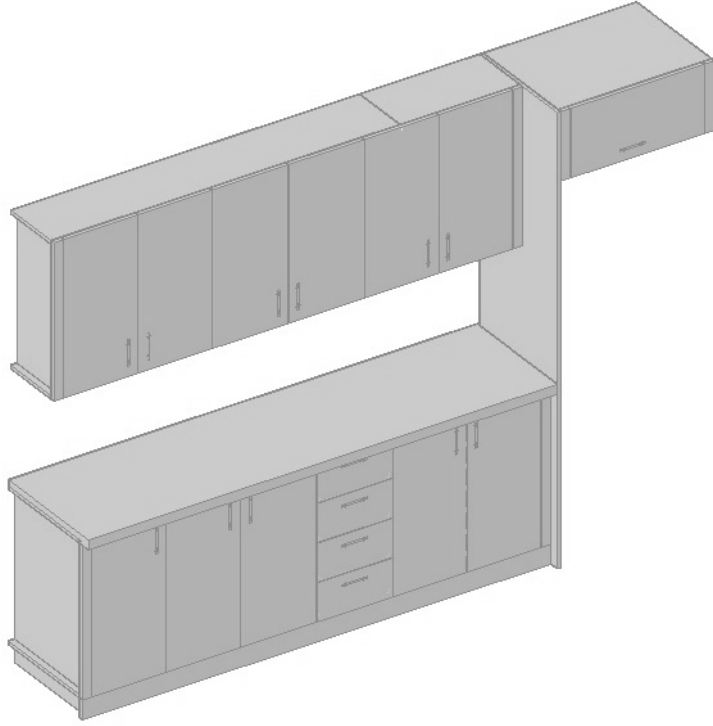
Şekil 3.44:Cut RiteV81 programında optimizasyonda levha özet bilgileri

Material summary mutfak_mila_1

SUNTALAM_3660_1830_18 mila_mutfak_dolab/mila_mutfak_dolab/mila_mutfak_dolab/gu/ite/13*

Part No	Part m	Part m2	Part m3	Board No	Board m2	Board m3	Cyc	Ptn	Time hh:mm	Cost	Av Waste	Material
SUNTALAM_3660_1830_18	Gri_suntalam	Thickness	18.0	Book	1							
52	15.04	0.27		3	20.09	0.36	3	3	0:00	0.00	25.14	SUNTALAM_3660_1830_18
52	15.04	0.27		3	20.09	0.36	3	3	0:00	0.00	25.14	

Şekil 3.45:Cut RiteV81 programında optimizasyonda fire miktarı özet bilgileri



Şekil 3.46:CAD/CAM işlemleri yapılan mutfak dolabının perspektifi

4. BULGULAR

Yat mobilyalarının üretimine ilişkin sayısal verilere yer verilmiştir. Çizelge 4.1’de yat mobilyalarının üretilebilirlik durumları, Çizelge 4.2’de üretilebilirlik durumlarının özet bilgileri, Çizelge 4.3’de BDÜ ve GÜ işlem süreçlerinin karşılaştırılması, Çizelge 4.4’de mobilyalara ilişkin üretim zamanları, Çizelge 4.5’de ise GÜ ve BDÜ sisteminde kullanılan makinelerin maliyetlerine ilişkin bulgulara yer verilmiştir.

Genel olarak tüm mobilyalara ait mobilya kodu, mobilya ismi, üretim tipi, BDÜ’de işlenebilen parça sayısı, işlenemeyen parça sayısı, yüzdelik oranı, kullanılan levha m²’si, fire miktarı ve BDÜ sisteminde üretime uygunluk durumlarına ilişkin bilgiler yer almaktadır. Bu bilgilerden faydalanarak HT 78 isimli teknede bulunan mobilyalara ait toplam parça ve mobilya sayısının, levha miktarının yüzde kaçının BDÜ’de üretilebilir olduğu bilgisine yer verilmiştir.

4.1. HT 78 MODELİNE AİT MOBİLYALARIN BDÜ’DE ÜRETİLEBİLİRLİK VERİLERİ

Yat mobilyalarının tümü GÜ’de üretilebilmekte olduğu için BDÜ’deki üretilebilirlik durumlarını ortaya çıkararak GÜ’de üretilmesi zorunlu olan parçaların tüm parça sayısına olan oranı belirlenmiştir. Bu verilere bakarak bir mobilyanın kaç adet parçası GÜ sisteminde üretilmesi zorunlu olduğu ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 4,1’deki veriler yat mobilyalarının CNC ile üretimini ve mevcut ürün yapısına uygunluk durumunu (işlenebilmesini) göstermektedir. CNC’de üretimi uygun olan parça adetinin artması makine kapasitesinin de daha yüksek oranlarda kullanılmasını sağlayacaktır. CNC de üretilebilir parça sayısının artmasına bağlı olarak üretim zamanlarına ve diğer değişkenlere olumlu etki yapacaktır.

Çizelge 4.1’deki veriler; yat mobilyalarına ait projelerin ve imalatı tamamlanmış mobilyaların tek tek incelenmesiyle m² hesaplamaları, parça sayılarının bulunması ve BDÜ’de üretime uygunluğunun değerlendirilmesi yapılmıştır. Her bir mobilyaya ait bu bilgilerin yer aldığı (Çizelge 3.2) örnek analiz çizelgeleri oluşturulmuştur. Tüm mobilyalara ait analiz çizelgeleri ve üretilebilirlik durumları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1: Yat Mobilyalarının Üretilirlik Durumlarına Ait Çizelge

HT 78 Mobilyalarına Ait Üretilirlik Durumları								BDÜ'de Üretime Uygunluğu		
Kod	Mobilya İsmi	Üretim Tipi	İşlenebilen Parça (Adet)	Adet (%)	Kullanılan Levha (m ²)	m ² (%)	BDÜ Fire (%)	Üretilir	Kısmen üretilir	Üretilmez
151	Master Yatak	BDÜ	9	82	3,0	84	-	1	0	0
		GELENEKSEL	2	18	0,58	16				
152	Master Komodin	BDÜ	19	90	3,8	100	-	0	1	0
		GELENEKSEL	2	10	0	0				
153-A	Master Gardırop	BDÜ	40	100	9,7	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
153-B	Master Gardırop	BDÜ	19	100	3,8	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
154	Master Yatakbaşı	BDÜ	22	92	9,1	79	-	0	1	0
		GELENEKSEL	2	8	2,35	21				
251	Master Banyo Alt Dolap	BDÜ	30	100	5,5	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
253	Master Banyo Üst Dolap	BDÜ	11	100	3,8	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
254	Master Banyo Üst Dolap	BDÜ	17	100	2,9	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
255	Master Banyo Duş Dolap	BDÜ	19	100	3,2	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
301	İskele Misafir Yatak -A	BDÜ	7	78	3,1	56	-	0	1	0
		GELENEKSEL	2	22	2,47	44				
301	İskele Misafir Yatak - B	BDÜ	7	78	3,1	56	-	0	1	0
		GELENEKSEL	2	22	2,47	44				
302	İskele Ayna Çerçevesi	BDÜ	2	100	0,1	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
303	İskele Alabanda Dol.	BDÜ	22	92	3,3	68	-	0	1	0
		GELENEKSEL	2	8	1,5	32				
304	İskele Misafir Gardırop	BDÜ	14	100	6,5	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
305	İskele Misafir Komodin	BDÜ	11	100	0,5	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
306	İskele Misafir Üst dolap	BDÜ	14	100	2,4	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
307	İskele Misafir Menfez	BDÜ	6	100	2,8	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
351	İskele Banyo Alt Dolap	BDÜ	20	100	2,5	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
353	Banyo Üst Dolap	BDÜ	15	100	4,0	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
401	Sancak Yatak A	BDÜ	7	78	3,1	56	-	0	1	0
		GELENEKSEL	2	22	2,47	44				
402	Sancak Yatak B	BDÜ	7	78	3,1	56	-	0	1	0
		GELENEKSEL	2	22	2,47	44				
403	Misafir Ayna Çerçevesi	BDÜ	2	100	0,1	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
404	Misafir Alabanda Dolabı	BDÜ	22	92	3,3	68	-	0	1	0
		GELENEKSEL	2	8	1,5	32				

Çizelge 4.1'in Devamı.

HT 78 Mobilyalarına Ait Üretilebilirlik Durumları								BDÜ'de Üretime Uygunluğu		
Kod	Mobilya İsmi	Üretim Tipi	İşlenebilen Parça (Adet)	Adet (%)	Kullanılan Levha (m ²)	m ² (%)	BDÜ Fire (%)	Üretilebilir	Kısmen üretilebilir	Üretilemez
405	Sancak Gardırop	BDÜ	14	100	6,5	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
406	Sancak Komodin	BDÜ	11	100	0,5	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
407	Sancak Üst Dolap	BDÜ	14	100	2,4	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
408	Sancak Menfez	BDÜ	6	100	2,8	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
451	Sancak Banyo Alt Dolap	BDÜ	20	100	2,5	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
453	Sancak Banyo Üst D.	BDÜ	15	100	4,0	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
501	VIP Yatak	BDÜ	13	87	4,9	65	18	0	1	0
		GELENEKSEL	2	13	2,6	35				
502	VIP Lumboz Raf Seti	BDÜ	11	85	11,3	89	15	0	1	0
		GELENEKSEL	2	15	1,4	11				
503	VIP Lumboz Raf Seti	BDÜ	11	85	11,3	89	15	0	1	0
		GELENEKSEL	2	15	1,4	11				
512	VIP Gardırop	BDÜ	19	95	10,3	93	20	0	1	0
		GELENEKSEL	1	5	0,8	7				
513	VIP Oturma Ünitesi	BDÜ	21	95	2,4	95	14	0	1	0
		GELENEKSEL	1	5	0,1	5				
514	VIP Alabanda Dolabı	BDÜ	16	100	4,1	85	10	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
601	VIP Banyo Alt Dolap	BDÜ	15	88	2,3	85	14	0	1	0
		GELENEKSEL	2	12	0,4	15				
602	VIP Banyo Üst Dolap -A	BDÜ	11	85	2,8	75	14	0	1	0
		GELENEKSEL	2	15	0,9	25				
603	VIP Banyo Üst Dolap - B	BDÜ	10	100	3,7	100	14	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
701	Mutfak Ocak Altı Dolap	BDÜ	21	100	5,8	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
702	Mutfak Eviye Altı Dolap	BDÜ	16	100	5,7	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
703	Mutfak Ocak Üst Dolap	BDÜ	15	100	4,1	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
704	Mutfak Eviye Üstü Dolap	BDÜ	17	100	3,2	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
705	Buzdolabı Kutusu	BDÜ	14	100	6,7	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
706	Mutfak Boy Dolap	BDÜ	25	100	6,2	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
707	Mutfak Koltuk	BDÜ	22	100	4,7	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
802	Salon Bar D	BDÜ	45	100	10,1	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
803	Salon Üst Bar Dolap	BDÜ	13	100	2,9	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				

Çizelge 4.1'in Devamı

HT 78 Mobilyalarına Ait Üretilbilirlik Durumları								BDÜ 'de Üretim Uygunluğu		
Kod	Mobilya İsmi	Üretim Tipi	İşlenebilen Parça (Adet)	Adet (%)	Kullanılan Levha (m ²)	m ² (%)	BDÜ Fire (%)	Üretilbilir	Kısmen üretilbilir	Üretilmez
804	Salon Kaptan Dolap	BDÜ	19	100	4,6	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
805	Salon TV Dolap	BDÜ	22	85	7,2	91	-	0	1	0
		GELENEKSEL	4	15	0,74	9				
806	Salon Dinette Koltuk	BDÜ	23	100	8,4	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	3	0	0	0				
808	Salon Harita Dolap	BDÜ	8	100	2,3	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
901	Müret. Alt Yatak	BDÜ	9	100	4,2	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
902	Müret. Üst Yatak	BDÜ	6	100	3,4	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
903	Müret. Yatak Alt Dolap	BDÜ	15	100	3,6	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
904	Müret. Yatak Alt Dolap	BDÜ	7	100	6,6	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
905	Müret. Lavabo Alt Dolap	BDÜ	6	38	1,2	80	-	0	1	0
		GELENEKSEL	10	63	0,3	20				
906	Müret. Lavabo Üst Dolap	BDÜ	9	82	0,8	97	-	0	1	0
		GELENEKSEL	2	18	0,02	3				
907	Müret. Üst Dolap	BDÜ	16	100	3,5	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
908	Müret. Menfez	BDÜ	10	100	1,8	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
909	Müret. Menfez	BDÜ	17	100	4,6	100	-	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
910	Müret. Elektrik Dolap	BDÜ	18	100	5,2	100	12	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
911	Keson	BDÜ	22	100	2,7	100	13	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
912	Takım Dolabı	BDÜ	22	100	2,7	100	10	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
913	Alt Dolap	BDÜ	20	100	3,0	100	9	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
914	Servis Arabası	BDÜ	24	100	7,2	100	8	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
915	Bebek Satış Ofis	BDÜ	17	100	10,3	100	23	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
916	Masa	BDÜ	23	100	7,2	100	8	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
917	Lera Dolap	BDÜ	26	100	11,4	100	11	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				
918	Mutfak Ofis	BDÜ	61	100	17,4	100	15	1	0	0
		GELENEKSEL	0	0	0	0				

Çizelge 4,1'deki veriler kullanılarak Çizelge 4,2'de yat mobilyalarının tümüne ait özet çizelge oluşturulmuştur.

Çizelge 4.2: Yat Mobilyalarının Üretilirliğine Ait Özet Çizelge.

TÜM MOBİLYALAR						BDÜ'de Üretilmeye Uygunluk Durumu			
Üretim Tipi	İşlenebilen Parça (Adet)	Adet (%)	Kullanılan Levha (m ²)	M ² (%)	Toplam Fire (%)	Üretilir	Kısmen üretilir	Üretilmez	Toplam
BDÜ	894	95	253	91	14				
GÜ	49	5	24	9	20-35	41	19	0	60
TOPLAM	943	100	277	100	-	68%	32%	0%	100%

HT 78 teknesinin mobilyaları 943 adet parçadan meydana gelmektedir. Toplam parça sayısının %95'i (894 adet) BDÜ'de üretilmektedir. Toplam parça sayısının %5'i ise (49 adet) zorunlu olarak GÜ sisteminde üretilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.

Mobilyaların tamamı 277 m² levha kullanılarak imal edilebilmektedir. Kullanılan levha miktarı (m²) baz alındığında kullanılan levhanın %91'i (253 m²) BDÜ sisteminde üretilmektedir. Toplam levha miktarının %9'u (24 m²) ise BDÜ sisteminde üretilmemektedir. Bu nedenle %9'luk kısım zorunlu olarak sadece GÜ sisteminde üretilbildiği tespit edilmiştir.

HT 78 teknesi mobilya grubu 60 adet farklı mobilyadan meydana gelmektedir. Mobilya sayısına göre üretilirlik durumları incelendiğinde 60 adet farklı mobilyanın %68'i (41 adeti) %100 olarak BDÜ sisteminde üretilmeye uygun olduğu tespit edilmiştir. Mobilyaların %32'si (19 adet) ise kısmen BDÜ sisteminde üretilmeye uygundur.

Yat mobilyalarının üretim sistemlerindeki levha fire oranları karşılaştırıldığında, BDÜ sisteminde ortalama %14 ve GÜ sisteminde ise %20-35 arasında olduğu ortaya çıkmıştır. BDÜ sistemindeki oranın düşük olması levha kesim optimizasyon işlemleri CUTRite programı tarafından gerçekleştirildiğinden daha sistematik bir şekilde yapılmasından kaynaklanmaktadır. GÜ'de ise kesimi yapan personelin becerisine bağlı olduğundan, kesim planı hazırlanmadan yapılan kesimden, hatalı kesim işleminden vb. nedenlerden dolayı fire oranlarının BDÜ'ye göre daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır.

4.2. HT 78 MODELİNE AİT MOBİLYALARIN ÜRETİMİNDEKİ TOPLAM ZAMANLARI VE İŞLEM SÜREÇLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Örnekleme oluşturan yat mobilyalarının imalatında işlem adımlarına ait üretim sürelerinin toplanmasıyla standart üretim zamanları elde edilerek Çizelge 4.4’de verilmiştir. Bu çizelgeden elde edilen sonuçlar üzerinden BDÜ ve GÜ sisteminin hazırlık süreleri, işlem süreleri, montaj süreleri elde edilmiştir. Bu sayede, iki sistem arasında süreçlere ait toplam zamanlar içindeki oranlarının karşılaştırılmasına olanak sağlayan Çizelge 4.3 oluşturulmuştur.

Çizelge 4.3: Yat Mobilyalarının İki Üretim Sistemindeki İşlem Süreçlerinin Karşılaştırılmasına Ait Çizelge

Üretim Tipi	HAZIRLIK		İŞLEM		MONTAJ		TOPLAM	
	Adam saat	Yüzde (%)	Adam saat	Yüzde (%)	Adam saat	Yüzde (%)	Adam saat	Yüzde (%)
BDÜ	67.1	45	47.8	32	33.5	23	148.4	100
GÜ	174.6	24	371.1	51	181.9	25	727.7	100

Çizelge 4.3’te örnekleme oluşturan yat mobilyalarının imalatı gerçekleştirilerek BDÜ ve GÜ sisteminin ortak süreçlere ayrılmasıyla; hazırlık süresi, işlem süresi ve montaj süresi olmak üzere üç kısımda karşılaştırılarak toplam zaman içindeki oranları ortaya çıkmıştır.

GÜ’de hazırlık (proje ve kesim listelerinin hazırlanması) süresi toplam birim zamanın %24’ü, işlem (ebatlama, lamba ve kanal açma, delik delme, kenarbant, gönyeleme işlemleri) süresi toplam birim zamanın %51’i ve montaj süresi ise toplam birim zamanın %25’ni oluşturmaktadır.

BDÜ’de hazırlık (CAD ve CAM programlarının hazırlanması ve levha yükleme) süresi toplam birim zamanın %45’ni, işlem (ebatlama, lamba ve kanal açma, delik delme, kenarbant, levha boşaltma, gönyeleme işlemleri) süresi toplam birim zamanın %32’si ve montaj süresi ise toplam birim zamanın %23’nü oluşturmaktadır.

BDÜ’de hazırlık süresinin toplam zamana oranı %45’tir. Bu oranlardan da anlaşılacağı gibi toplam zaman içindeki oranına bakılarak BDÜ’de hazırlık işlemlerine harcanan sürenin toplam zamana oranı, GÜ’de hazırlık süresine harcanan zamanın (%24), toplam zamana oranından daha fazladır. Hazırlık sürecinde sistemler arasındaki oransal farkın nedeni; BDÜ’de hazırlık sürecindeki gerekli CAD/CAM programları ve optimizasyon işlemlerinin hazırlıklarına harcanan zamanın fazla olmasıdır. GÜ’de hazırlık işlemleri proje ve kesim listelerinin hazırlanması işlemlerinden oluşmakta ve BDÜ’deki hazırlık işlemlerine göre daha basit işlemleri içermesinden dolayı daha kısa zaman da gerçekleşmektedir.

Hazırlık süresinin bu kadar uzun olmasından dolayı BDÜ sisteminin avantajı ilk üretimde toplam zaman açısından çok fazla bir etki etmemesine karşın aynı ürün grubunun tekrar üretilmesinde toplam üretim zamanı %45 oranında daha kısa zamanda gerçekleşebilecektir. Çünkü hazırlık aşamasında yapılan CAD/CAM programları bilgisayarlara kaydedilerek saklanmaktadır. Aynı mobilyaların üretiminde hazırlık işlemleri tekrar yapılmadan üretim gerçekleştirilecektir.

İşlem süresine harcanan zamanın toplam birim zamandaki payı BDÜ’de %32 ve GÜ’de ise %51’dir. Bu süreçlerin farklı oranlarda gerçekleşmesinin nedeni BDÜ sistemindeki işlemler (kanal, lamba, delik, kesme, profil açma vb.) tek makine üzerinde yapılırken takım ve kesici ayarları gibi işlemler hazırlık sürecinde tamamlanmaktadır. GÜ sisteminde ise işlemler farklı konvansiyonel makinelerde birden fazla personel ile yapılması ve her mobilya işlemlerinin farklı zamanda yapılmasından dolayı çalışan personelin her işlem için makineye ayrı ayar yapılması, birden fazla kişinin bir parçanın imalatında çalışması gibi nedenlerden dolayı üretim daha uzun zamanda gerçekleşmektedir.

Montaj süresinin toplam zaman içindeki oranları karşılaştırıldığında BDÜ’de (%23) ve GÜ’de (%25) oranında gerçekleştirilmiştir. BDÜ’deki oranın GÜ’den daha düşük olarak gerçekleşmesinin nedenleri; CNC makinesindeki kesim kalitesinin yüksek oluşu, parçalardaki ölçü standardizasyonun sağlanması, düşük tolerans değerlerine sahip olması ve hassas kesim yapılmış parçaların montajı için gerekli personel sayısının az olması montaj süresinin daha kısa zamanda gerçekleşmesine neden olmuştur. Ayrıca

BDÜ'de hatasız ve eksiksiz yapılan bir hazırlık sürecine bağlı olarak gerçekleştirilen üretimde parçaların tek seferde montajı yapılmakta ve gönyeleme, aksesuar montajı vb. işlemleri işleme kalitesine bağlı olarak hatasız gerçekleştirilebilmektedir.

GÜ'de ise konvansiyonel makinelerde gerçekleştirilen kesim, delik, kanal, pah kırma gibi işlemlerin kalitesi, ölçü standardizasyonun olmaması, tolerans değerlerinin sabit olmayışı montaj süresinin uzamasına ve aynı zamanda da ürün kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Örneğin menteşe yuvası, raf pimi, kilit vb. aksesuarların montajı esnasında, konvansiyonel makinelerde gerçekleştirilen üretimden doğan kusurların telafi edilmesiyle toplam montaj zamanları daha uzun sürmektedir. BDÜ'de doğru programlama ve uygun kesicilerin seçildiği takdirde bu tür işçilik kusurları oluşmamaktadır.

4.3. HT 78 MODELİNE AİT MOBİLYALARIN BDÜ VE GÜ'DEKİ ÜRETİM ZAMANLARI

BDÜ'de ve GÜ'de üretimi gerçekleştirilen mobilyaların üretim zamanları dakika olarak işlem basamaklarına göre ayrılarak ara zamanlar elde edilmiştir. Bu işlem zamanlarının toplanması ile toplam zamanları elde edilmiştir. Örneklem içinde yer alan her bir mobilya için GÜ'de gerçekleştirilmiş olan üretim zamanları ve BDÜ'de gerçekleştirilmiş üretim zamanları Çizelge 4.4'de birlikte verilmiştir.

Çizelge 4.4'de verilen işlemlerden BDÜ sisteminde üretimi gerçekleştirilen yat mobilyalarına ait üretim zamanları işlem zamanlarına göre dakika cinsinden, toplam zamanları ise adam/saat olarak verilmiştir. GÜ sistemindeki toplam zamanlar ise farklı zamanlarda üretilen dört adet aynı mobilyaya ait üretim zamanlarının aritmetik ortalaması alınarak standart zamanları belirlenmiştir. Çizelge 4.4'deki standart zamanlar kullanılarak mobilyaların maliyetlerinin hesaplanmasında da kullanılabilir.

Çizelge 4.4: BDÜ ve GÜ'deki Gerçekleşen İmalata Ait Zaman Analiz Çizelgesi

MOBİLYA KODU	MOBİLYA ADI	BDÜ (dakika)						TOPLAM (adam/saat)	GÜ (dakika)						TOPLAM (adam/saat)
		CAD & CAM Prog. Haz.	Levha Yükleme	Levha Boşaltma	İşleme Süresi	Kenar Bantlama	Montaj		Proje ve Kesim liste	Levha Ebatlama	Kiniş-Lamba Açma	Kenar bantlama	Deliklerin Delinmesi	Montaj	
151	Master Yatak								1037	778	605	173	648	1080	72.0
152	Master komodin								302	227	176	50	189	315	21.0
153A	Master Gardırop								2203	1652	1285	367	1377	2295	153.0
153B	Master Gardırop								1469	1102	857	245	918	1530	102.0
154	Master Yatakbaşı								2995	2246	1747	499	1872	3120	208.0
251	Master Banyo Alt D.								979	734	571	163	612	1020	68.0
253	Master Banyo Üst D.								1138	853	664	190	711	1185	79.0
254	Master Banyo Üst D.								403	302	235	67	252	420	28.0
255	Master Banyo Duş D.								418	313	244	70	261	435	29.0
301A	İskele Misafir Yatak								734	551	428	122	459	765	51.0
301B	İskele Misafir Yatak								734	551	428	122	459	765	51.0

Çizelge 4.4'ün Devamı.

MOBİLYA KODU	MOBİLYA ADI	BDÜ (dakika)						TOPLAM(adam/saat)	GÜ (dakika)						TOPLAM(adam/saat)
		CAD & CAM Prog. Haz.	Levha Yükleme	Levha Boşaltma	İşleme Süresi	Kenar Bantlama	Montaj		Proje ve Kesim liste	Levha Ebatlama	Kiniş-Lamba Açma	Kenar bantlama	Deliklerin Delinmesi	Montaj	
302	İskele Misafir Ayna Çer.								43	32	25	7	27	45	3.0
303	İskele Misf. Alabanda D.								1166	875	680	194	729	1215	81.0
304	İskele Misafir Gardırop								1224	918	714	204	765	1275	85.0
305	İskele Misafir Komodin								202	151	118	34	126	210	14.0
306	İskele Misafir Üst dolap								778	583	454	130	486	810	54.0
307	İskele Misafir Menfez								331	248	193	55	207	345	23.0
351	İskele Banyo Alt dolap								576	432	336	96	360	600	40.0
353	İskele Banyo Üst dolap								461	346	269	77	288	480	32.0
A401	Sancak Misafir Yatak								734	551	428	122	459	765	51.0
B402	Sancak Misafir Yatak								734	551	428	122	459	765	51.0
403	Sancak Misafir Ayna								14	11	8	2	9	15	1.0
404	Sancak Mis. Alabanda								1166	875	680	194	729	1215	81.0
405	Sancak Misafir Gardırop								1224	918	714	204	765	1275	85.0
406	Sancak Mis. Komodin								202	151	118	34	126	210	14.0
407	Sancak Misafir Üst D.								778	583	454	130	486	810	54.0
408	Sancak Misafir Menfez								331	248	193	55	207	345	23.0
451	Sancak Banyo Alt dolap								576	432	336	96	360	600	40.0
453	Sancak Banyo Üst D.								461	346	269	77	288	480	32.0
501	VIP Yatak	428	4	4	248	57	219	15.9	1210	907	706	202	756	1260	84.0
502	VIP Lumboz Raf Seti	369	4	4	213	49	189	13.7	893	670	521	149	558	930	62.0
503	VIP Lumboz Raf Seti	369	4	4	213	49	189	13.7	893	670	521	149	558	930	62.0
512	VIP Gardırop	725	4	4	419	97	371	26.9	1598	1199	932	266	999	1665	111.0
513	VIP Oturma Ünitesi	191	4	4	110	25	98	7.1	1138	853	664	190	711	1185	79.0
514	VIP Alabanda Dolabı	161	4	4	93	21	82	6.0	547	410	319	91	342	570	38.0
601	VIP Banyo Alt Dolap	215	4	4	124	29	110	8.0	763	572	445	127	477	795	53.0
602	VIP Banyo Üst Dolap-A	164	4	4	95	22	84	6.1	792	594	462	132	495	825	55.0
603	VIP Banyo Üst Dolap-B	280	4	4	162	37	143	10.4	734	551	428	122	459	765	51.0
701	Mutfak Ocak Altı D.								965	724	563	161	603	1005	67.0
702	Mutfak Eviye Altı Dolap								533	400	311	89	333	555	37.0
703	Mutfak Ocak Üst D.								749	562	437	125	468	780	52.0
704	Mutfak Eviye Üst D.								590	443	344	98	369	615	41.0
705	Buzdolabı Kutusu								302	227	176	50	189	315	21.0
706	Mutfak Boy Dolap								475	356	277	79	297	495	33.0
707	Mutfak Oturma Ünitesi								662	497	386	110	414	690	46.0

Çizelge 4.4'ün Devamı.

MOBİLYA KODU	MOBİLYA ADI	BDÜ (dakika)						TOPLAM (adam/saat)	GÜ (dakika)						TOPLAM(adam/saat)
		CAD & CAM Prog. Haz.	Levha Yükleme	Levha Boşaltma	İşleme Süresi	Kenar Bantlama	Montaj		Proje ve Kesim liste	Levha Ebatlama	Kiniş-Lamba Açma	Kenar bantlama	Deliklerin Delinmesi	Montaj	
802	Salon Bar Dolap								1699	1274	991	283	1062	1770	118.0
803	Salon Üst Bar Dolap								1037	778	605	173	648	1080	72.0
804	Salon Kaptan Dolap								1152	864	672	192	720	1200	80.0
805	Salon TV Dolap								1483	1112	865	247	927	1545	103.0
806	Salon Dinette Koltuk								1282	961	748	214	801	1335	89.0
808	Salon Harita Dolap								216	162	126	36	135	225	15.0
901	Mürett.Alt Yatak								475	356	277	79	297	495	33.0
902	Mürett.Üst Yatak								288	216	168	48	180	300	20.0
903	Mürett.Yatak Altı D.								403	302	235	67	252	420	28.0
904	Mürett.Yatak Başı D.								403	302	235	67	252	420	28.0
905	Mürett.Lavabo Alt D.								590	443	344	98	369	615	41.0
906	Mürett. Lavabo Üst D.								317	238	185	53	198	330	22.0
907	Mürett. Üst Dolap								504	378	294	84	315	525	35.0
908	Mürett. Menfez								274	205	160	46	171	285	19.0
909	Mürett. Menfez								101	76	59	17	63	105	7.0
910	Mürett. Elektrik D.								504	378	294	84	315	525	35.0
911	Keson	104	4	4	60	14	53	3.9	104	78	60	17	65	108	7.2
912	Takım Dolap	145	4	4	84	19	74	5.4	327	245	191	54	204	341	22.7
913	Alt Dolap	45	4	4	26	6	23	1.7	62	46	36	10	39	65	4.3
914	Servis Arabası	158	4	4	92	21	81	5.9	408	306	238	68	255	425	28.3
915	Bebek Ofis Mobilyası	129	4	4	74	17	66	4.8	239	179	139	40	149	249	16.6
916	Masa	126	4	4	73	17	64	4.7	207	156	121	35	130	216	14.4
917	Lera Dolap	121	4	4	70	16	62	4.5	193	145	113	32	121	201	13.4
918	Mutfak	207	4	4	120	28	106	7.7	372	279	217	62	232	387	25.8
	TOPLAM (Adam saat)	66	1.1	1.1	37.9	8.8	33.5	148.4	815	611	475	136	509	849	3396

Üretimi gerçekleştirilen mobilyaların belirlenmesi aşamasında diğer 78 modelli (FLY 78) teknede aynı mobilyalara sahip olan VIP kamara seçilmiştir. Bu kamaranın özelliği tekne karinasının baş kısmında bulunmasından dolayı iç mekanın hacmi daha dar olmasıyla da tekne mobilyası özelliklerini; dar hacimlere uygun formda, radüslü ve karakteristik özellikler taşıyan mobilyalar bulundurmasıdır.

4.4. GÜ VE BDÜ SİSTEMİNDE KULLANILAN MAKİNELERİN İŞLETMEYE İLK YATIRIM MALİYETİ

Bu bölümdeki bilgilerin CNC ve benzeri teknolojilere sahip olmayı düşünen işletmeler ve ilgili yöneticilerine işletmelerine gerekli olan makinelerin veya sistemlerin ilk yatırımın kararlarının alınması sürecinde ilgili kişilere faydalı olacağı düşünülmektedir.

Yat mobilyası üreten işletmede GÜ sisteminde kullanılan konvansiyonel makinelerin oluşturduğu makine parkurunun toplam maliyeti ile BDÜ sisteminde kullanılan makinelerin ilk yatırım maliyeti ortaya çıkarılarak GÜ ve BDÜ sistemlerinin makine maliyetleri ölçeğinde karşılaştırılması hedeflenmiştir.

Mobilya işletmesinde bulunan makineler 2006-2008 yılları arasında satın alınmıştır. Makinelerin satın alındığı tarihteki fiyatları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Çizelgede; makinelerin işletmeye maliyeti, adetleri, markaları ve isimlerine yer verilmiştir.

Çizelge 4.5: GÜ ve BDÜ'de Kullanılan Makinelerin Maliyetine Ait Çizelge (2006-2008 yılı).

Marka	Makine İsmi	KDV (%)	Adet	Maliyet Euro (€)
*** AsMetal	Hidrolik, Isıtımlı Pres	18	1	21.684
* Baylar	Altendorf çizili yatar Model WA8	18	2	32.821
* Paoloni	Planya	18	1	6.305
* Paoloni	Kalınlık	18	1	7.230
* As Metal	Çoklu Delik Makinesi	18	1	5.789
* Törk Makine	AC FK 1100 Freze makine	18	1	3.390
* Törk Makine	60 lık Şerit Testere	18	1	2.147
* Törk Makine	Palet Zımpara	18	1	3.051
*** Törk Makine	Kaplama Ekleme Mak. 1000	18	1	960
*** Törk Makine	Kaplama Kesme - Manual	18	1	4.294
*** Törk Makine	Kenar Bantlama Makinesi	18	1	18.588
* Törk Makine	Freze Makinesi Robot Sürücü	18	1	734
** Heesemann	Kalibre Zımpara MFA6 (PC'li)		1	143.503
** Homag	CNC İşlem Merkezi ve Programlar		1	179.000
Toplam				429.496 €

* GÜ sisteminde kullanılan makineler (2006), ** BDÜ sisteminde kullanılan makineler (2008).

*** GÜ ve BDÜ sistemlerinde kullanılan makineler (2006-2008).

CNC makinesinin satın alındığında, işletme de PC kontrollü Kalibre Zımpara makinesi mevcuttu. İşletmede bulunan diğer makineler ise konvansiyonel makinedir. İşletmeye maliyetleri incelendiğinde PC'li kalibre makinesi dışındaki 13 adet konvansiyonel makinenin toplam maliyeti; 106.993 € olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte işletme teknolojisini yenileyerek artacak üretim kapasitesine yeni bir makine ile destek vermek amaçlı Hessemann MFA6 modelli otomatik kontrollü kalibre zımpara makinesini satın almıştır. İşletmeye maliyeti 143.503 € olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmada kullanılan CNC makinesi bir mobilyanın imalatında çalışan personel sayısının azalmasını sağlarken aynı zamanda imalat süresinin kısalmasını, kalitesini yükselterek standart olmasını, kısaca imalatın farklı parametrelerinde pozitif yönde değişiklik yapılması amaçlanarak 179.000 €'ya satın alınmıştır. Bu fiyat içerisine 4 personelin Almanyadaki merkezde eğitimi, CAM ve optimizasyon programları ayrıca makinenin 2 yıl parça ve servis garantisi de dahildir.

BDÜ sistemine geçişte yeni alınan makineler; CNC makinesi; 179.000 €, Kalibre Zımpara makinesi; 143.503 € ve mevcut olan kenarbant makinesi; 15.588 € olmak üzere BDÜ'yü oluşturan makinelerin toplam maliyeti; 341.091 € olduğu tespit edilmiştir.

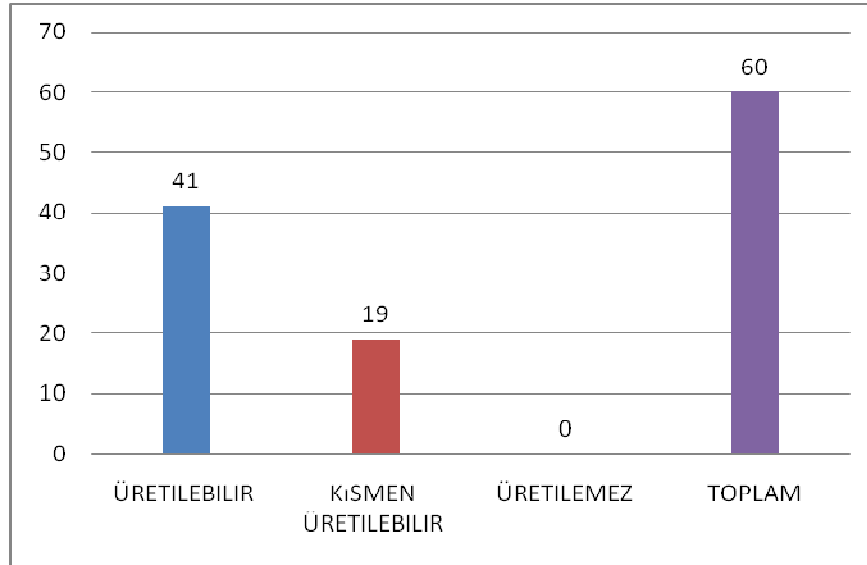
GÜ'de kullanılan makine maliyetleri / BDÜ'de kullanılan makine maliyetleri = % 31.4 daha fazladır. ($106.993 \text{ €} / 341.091 \text{ €} = 0.314$) Bu sonuçlar göstermektedir ki bir işletmenin GÜ sisteminden BDÜ sistemine geçerken makine ilk yatırım maliyetleri %318 oranında artmaktadır.

Bu sonuçlar göz önünde tutulduğunda CNC ve benzeri ileri teknoloji makinelere sahip olduğunda işletmelere getirdiği maliyet çok yüksek oranlarda gerçekleşmektedir. Bu da bu tür yatırımların kararının verilmesi sürecinde çok ciddi değerlendirmelerin yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Yapılacak değerlendirmeler ne kadar ciddi ve özenli yapılırsa işletmenin o yatırımlardan beklentilerini karşılama düzeyi de o kadar yüksek olacaktır.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Mobilya sektöründe geniş bir kullanım alanına sahip olan ve gün geçtikçe daha çok yaygınlaşan BDÜ sistemi özel mobilyalar grubuna giren yat mobilyalarının üretiminde de önemli bir yer tutmaktadır. Araştırmada HT 78 teknesine ait yat mobilya grubunun hem CNC tezgahta hem de konvansiyonel makinelerle imalatı incelenmiştir. Mobilyaların CNC teknolojisinde üretime uygunluğu Hardtop 78 isimli 23 metre boyundaki lüks bir tekneye ait mobilyalar ölçeğinde mobilya sayısı, parça sayısı, levha miktarı ve üretim süresine bakılarak incelenmiştir. Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'deki verilerden mobilya sayısı, parça sayısı, kullanılan levha miktarı, ve Çizelge 4.3'den ise toplam zaman içindeki süreçlere harcanan zamanların oranları, Çizelge 4.4'den üretim sürelerine ait ara zamanlar verilmiştir.

HT 78 teknesi toplam 60 adet farklı mobilyadan meydana gelmektedir.



Şekil 5.1: Mobilya adetlerine göre BDÜ’de üretilebilirlik durumu

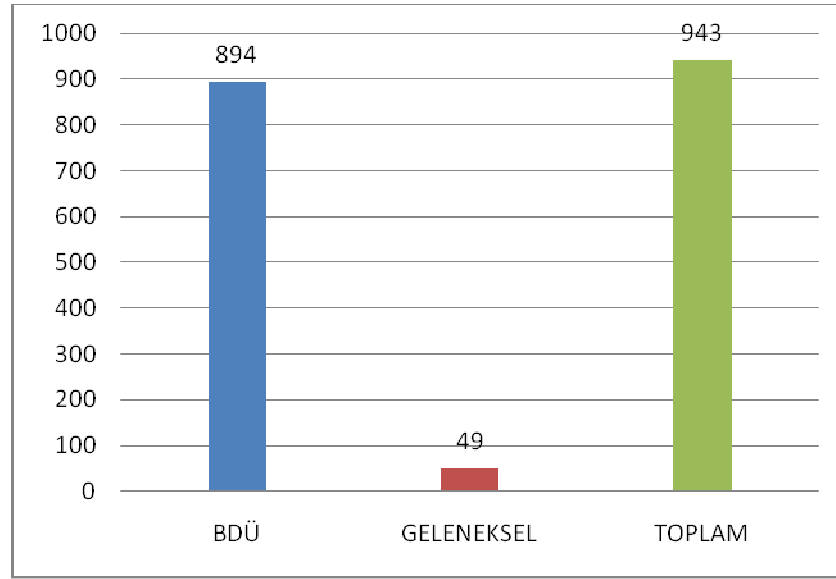
Araştırma sonucunda; HT 78 teknesine ait 60 adet farklı mobilyanın %68’i (41 adet) %100 olarak BDÜ sisteminde üretilebilmektedir. Tüm mobilyaların %32’si (19 adet) ise kısmen BDÜ sisteminde üretilebildiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlara bakıldığında CNC makinesi her tür mobilyanın %100’ünde avantaj sağlayamamaktadır. BDÜ’de kısmen üretilebilir olan mobilyalar için CNC makinesi katkısının sınırlı olmasının nedeni mobilyayı oluşturan parça formu ve konstrüksiyonundan kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Literatürde bulunan çalışmalarda BDÜ sistemlerinin kullanılmasını öneren çalışmalara rastlanmaktadır. Koç (1998)'un yaptığı çalışmada; Prekwinkel; odun endüstrisinde daha kısa periyotlarda değişen talep karşısında, üretimde verimlilik artışını, esnekliği sağlayabilmek ve ürün kalitesini daha da iyileştirebilmek amacıyla CAD sistemi ile ilişkili CNC tezgahların kullanılmasının önerildiğini bildirmiştir. Yat mobilyalarının tamamının %100 üretiminin BDÜ'de mümkün olmadığından dolayı bazı mobilyaların GÜ'de üretilmesine devam edilmesi gerekmektedir.

Üç eksenli ve matrix tablalı makinenin (Şekil 3.3) fiziksel ve teknolojik özellikleri yat mobilyalarının %68'nin %100 üretimine, mobilyaların %32'sinin ise kısmen üretilmesine olanak sağlamıştır. İşletmelerin CNC makinesinden ve BDÜ sistemlerinden beklentileri dikkate alındığında makinenin ileri teknoloji veya pahalı olması tek başına bu beklentileri karşılamak için yeterli olmadığı düşünülmektedir. İşletmeler CNC makine seçimi sürecinde kendi ürünlerinin özelliklerini gözden geçirip, imalat fizibilitesini yaparak bu sonuçlar doğrultusunda kararlar almaları gerekmektedir.

Matrix tablalı nesting yapabilen CNC makine türlerinde sadece kutu tipi (levha konstrüksiyonlar) mobilyaların işlenebileceği söylenebilir. Fakat işlenen levhaların iki yüzeyine de işlem yapılması gerektiğinde makine bu esnekliği sağlayamamaktadır. Ayrıca bu tip makinalar da üretilecek mobilyaların birleştirme konstrüksiyonun (kavelalı, bisküvili, lambalı, yabancı çitalı, minifiksli, düz vb.) belirlenmesinde makinenin işleyebilme ve mobilyaların da mukavemet özellikleri bir arada düşünüldüğünde en uygunun kanallı birleştirme tekniğinin uygun olduğu ortaya çıkmıştır. Bisküvili birleştirme tekniğininde gerekli durumlarda kolayca uygulanabilir olduğu ortaya çıkmıştır.

HT 78 teknesindeki tüm mobilyalara ait parça sayısına göre BDÜ ile üretilme durumları Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'den elde edilerek Şekil 5.2'de verilmiştir. HT 78 teknesine ait mobilyalar toplam 943 adet parçadan oluşmaktadır. Toplam parça sayısının %95'i (894 adet) BDÜ'de üretilmektedir. Toplam parça sayısının %5'inin (49 adet) ise sadece GÜ'de üretilbildiği tespit edilmiştir.

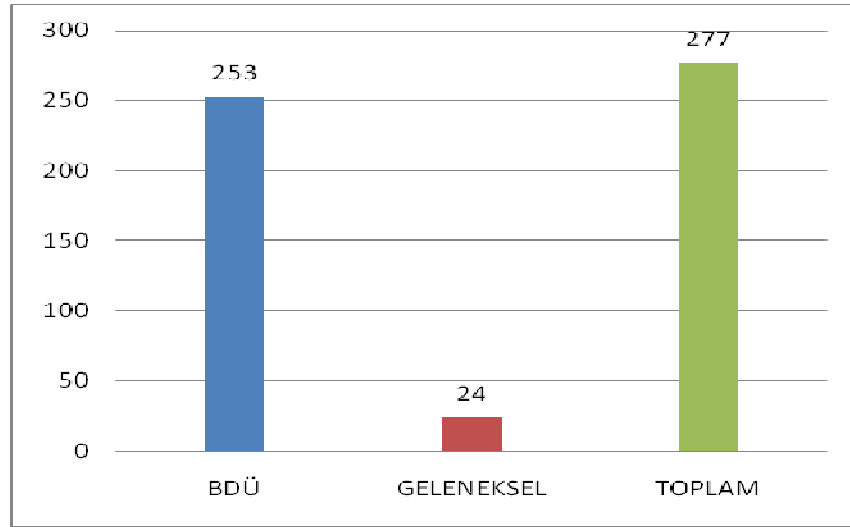


Şekil 5.2: Mobilya parça adetlerine göre BDÜ'de üretilebilirlik durumu

Parça sayısına bakıldığında CNC makinesi yat mobilyalarının üretilmesi için uygun bir makine özelliği göstermektedir. Ancak sayıları toplam parçaların %5'ini oluşturan eğrisel yüzeyli, büyük radüse sahip vb. olan daha çok dairesel formlara sahip parçaların üretiminde CNC makinesi kullanılmamaktadır. Bu tür parçalar zorunlu olarak GÜ sisteminde üretilmektedir. Bu parçaların da CNC'de üretilebilmeleri, ancak tasarımda revizyonlara gidilerek dairesel ve yuvarlak formlar yerine düz formlar tercih edilmesiyle mümkün olabilir.

Yatak yanları, radüslü duvar panelleri, dairesel lumboz raf setleri, radüslü dolap parçaları, form ve konstrüksiyonları nedeni ile CNC makinesinde üretilemeyen parçalardan bazılarıdır. Bu parçaların tasarımcılar ve üretim geliştirme personeli tarafından ele alınarak, iyileştirmeler yapılarak CNC'de üretim için uygun hale getirilebilir.

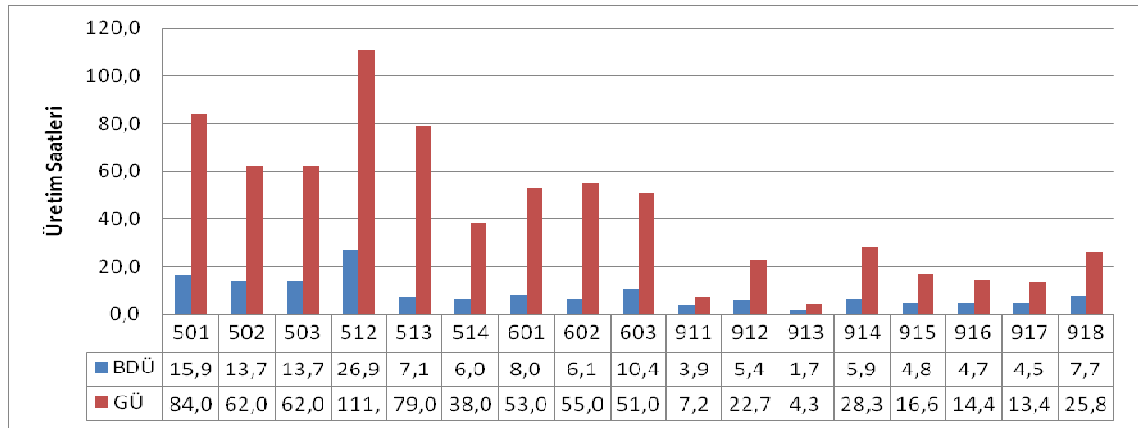
HT 78 teknesine ait tüm mobilyalarda kullanılan levha alanına göre (m^2) araştırma sonuçları (Çizelge 4.1 ve 4.2) Şekil 5.3'de verilmiştir. Tekne mobilyaları toplam $277 m^2$ levha kullanılarak elde edilmiştir. Toplam levha miktarının %91'i ($253 m^2$) BDÜ'de üretilebilmektedir. Toplam levha miktarının %9'u ($24 m^2$) ise, sadece GÜ sisteminde üretilebilir olduğu ortaya çıkmıştır.



Şekil 5.3: Levha m² miktarına göre BDÜ’de üretilebilirlik durumu

Levha miktarına bakıldığında teknenin tüm mobilyalarını oluşturan levhaların %9’unun, radyüslü ve yuvarlak formlara sahip olan parçalardır. Teknede kullanılan toplam levhanın %9’unun bir tekne mobilyası için çok yüksek bir oran olmadığı söylenebilir. Günümüzde teknelere özgü yapılan mobilyaların bu teknenin mobilyalarına göre daha çok dairesel formlarda mobilyalar kullanılabilmektedir. Tekne mobilyalarında düz hatlara sahip mobilyalar tasarlanması BDÜ için bir avantaj sağlarken, işletmeye üretim zamanı, CNC’de işlenebilirlik, malzeme ve işçilik açısından karlılık sağlayabilecektir.

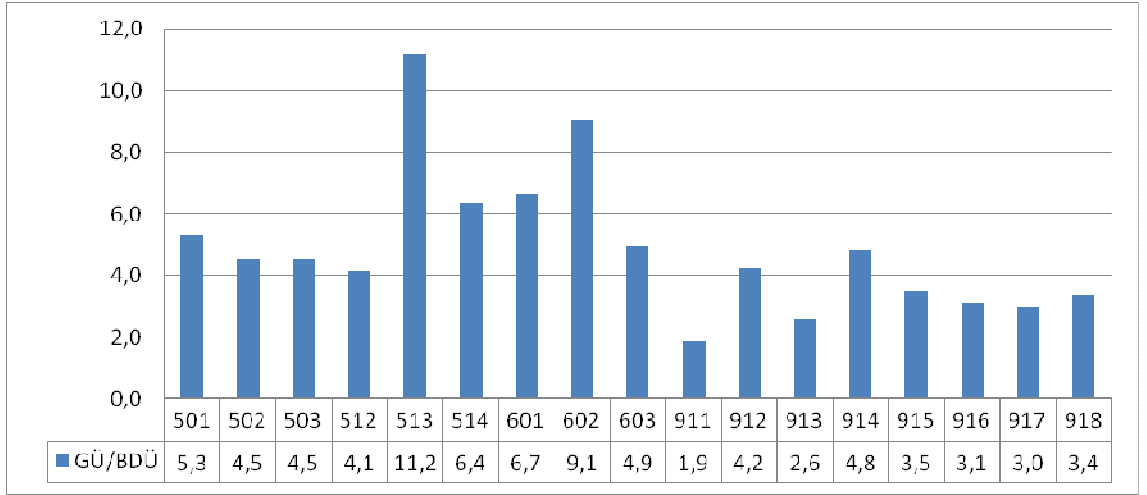
Şekil 5.4’de yer alan veriler Çizelge 4.4’den elde edilerek sadece örneklem kısmını oluşturan mobilyalara ait grafik oluşturulmuştur. Bu grafiklerden elde edilecek bilgiler HT 78 modelli teknenin VIP kamarasının ve diğer deney mobilyalarına ait toplam zamanları içermektedir.



Şekil 5.4: BDÜ ve GÜ sisteminde üretilen mobilyalara ait toplam zaman karşılaştırılması.

Yat mobilyalarının GÜ ve BDÜ’de üretilmesiyle elde edilen toplam zamanların karşılaştırılmasında üretim zamanlarındaki farklılıklar ortaya çıkmıştır. BDÜ sistemindeki sürelerin GÜ sisteminden daha kısa olduğu tespit edilmiştir. Fakat yat mobilyalarının karakteristik özelliklerinden dolayı mobilyaların üretim süreleri form ve konstrüksiyon özelliklerine göre farklılık arz etmektedir. Formlarındaki farklılıktan dolayı mobilyaların iki üretim sisteminde gerçekleşen üretim süreleri her mobilyada farklı oranlarda gerçekleşmiştir.

BDÜ ve GÜ’de imalatı gerçekleştirilen mobilyaların üretim zamanları arasındaki oranlar (Şekil 5.5)’de verildiği gibi sırasıyla 5.3 kat, 4.5 kat, 4.5 kat, 4.1 kat, 11.2 kat, 6.4 kat, 6.7 kat, 9.1 kat, 4.9 kat, 1.9 kat, 4.2 kat, 2.6 kat, 4.8 kat, 3.5 kat, 3.1 kat, 3 kat ve 3.4 kat gibi değişik oranlarda farklar ortaya çıkmıştır.



Şekil 5.5: GÜ ve BDÜ’de gerçekleşen toplam üretim zamanlarının oranlanması.

Şekil 5.5’te görüldüğü üzere 513 numaralı mobilyanın BDÜ sisteminde GÜ sisteminden 11,2 kat daha kısa sürede üretildiği ortaya çıkmıştır. Bu oran sabit olmamakla birlikte farklı özellikteki mobilyaların üretim süreleri arasındaki oranlar değişmektedir. Toplam üretim zamanları karşılaştırıldığında ortalama olarak BDÜ’de yapılan imalat GÜ’de yapılan imalattan 4.9 kat daha kısa zamanda yapılabilirdiği ortaya çıkmıştır.

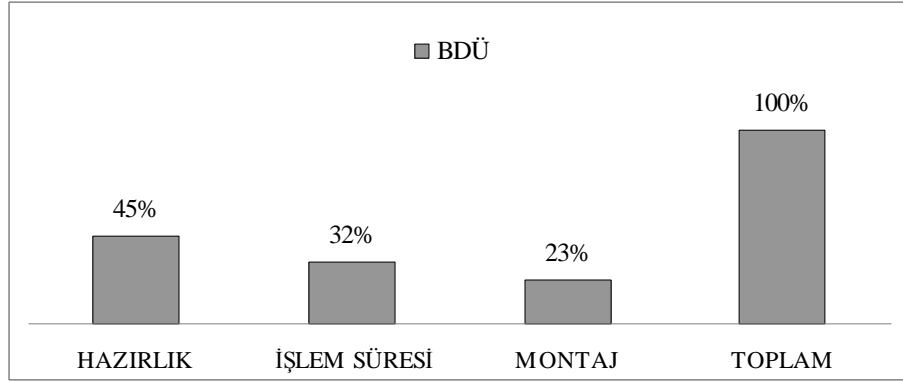
Yat mobilyalarının tümünün üretimi düşünüldüğünde; GÜ’de gerçekleşen üretime ait toplam zamanı 3396 adam/saat (Çizelge 4.4), BDÜ sisteminde ise aynı mobilyalar 4.9 kat daha kısa zamanda yani 693 adam/saatte gerçekleştirilebilecektir.

GÜ sistemine göre 2703 adam/saat daha kısa zamanda gerçekleştirilebilecektir. İşletme içerisinde mobilya maliyet hesaplarında kullanılan adam/saat ücreti 20 €'dur. HT 78 teknesine ait mobilyaların BDÜ sisteminde üretilmesi durumunda maliyet miktarı; $2703 \text{ (adam/saat)} \times 20 \text{ € (saat ücreti)} = 54.060 \text{ €}$ işçilik maliyetleri azalacaktır.

BDÜ sisteminin işletmeye etkisi bir tekneye ait mobilya maliyetleri ölçeğinde değerlendirilirse üretim zamanı parametresine bağlı olarak, GÜ'ye göre işçilik maliyetlerinden 54.060 € kazanç sağlayacaktır.

BDÜ ve GÜ sistemlerinin süreçleri incelendiğinde önemli bir fark toplam zamanı oluşturan işlem süreçlerinin oranlarında görülmektedir. Toplam zaman hazırlık süresi, işlem süresi ve montaj süresine ayrılan zamanların toplamından oluşmaktadır. BDÜ sisteminin en kritik süreç hazırlık işlemleridir. Bunun nedeni ise, diğer işlemlerin hatasız gerçekleşmesi için bu süreçte titiz ve hatasız bir çalışma gerektirmesidir. Bu gerçeklerin göz ardı edildiği durumlarda ileriki süreçlerde problemlerin çıkabileceği ve buna bağlı olarak imalat süreci aksayabilecektir. GÜ'deki gibi hazırlanan mobilya teknik çiziminin ustaya verilerek üretime başlanması kadar basit değildir. Aksine

BDÜ'de hazırlık işlemleri en kritik süreçtir ve daha uzun zaman alır. Bu süreçte; çizimi hazırlanan mobilyaların CAM programlarının hazırlanması, takım tanımlaması, optimizasyonun yapılarak makineye aktarılması daha sonra ise gerekli takımların makineye takılması, işlenecek levhaların asansöre taşınması, makinenin hazır hale getirilmesi ve makinenin çalıştırılmasından oluşur. İşlem süreci ise; parçanın işlenmesi, işlenen parçaların boşaltma bandına gönderilmesi, makineden alınması ve kenar bantlama gibi işlemlerden oluştuğu tespit edilmiştir. BDÜ ve GÜ sistemlerindeki ortak olan hazırlık, işlem ve montaj süreçlerinin toplam zaman içindeki oranları karşılaştırılarak Şekil 5.6'da ve 5.7'de verilmiştir.



Şekil 5.6: BDÜ’deki üretim süreçlerinin analizi ve toplam zamandaki oranları.

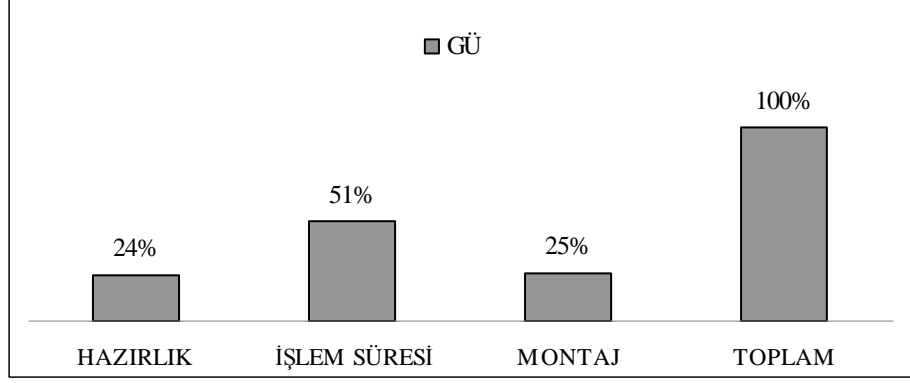
Yat mobilyalarından elde edilen sonuçlara göre, BDÜ’de harcanan zamanlar incelendiğinde; GÜ’ye göre hazırlık süresinin daha uzun, işlem süresinin daha kısa ve montaj süresinin de daha kısa olmasına karşın montaj süresinin oranı GÜ’deki toplam birim zaman içindeki oranlarda çok fazla bir fark olmadığı görülmektedir.

Yat mobilyalarının BDÜ’deki üretiminde hazırlık süresi toplam zamanın %45’ni oluşturmaktadır (Şekil 5.6). Bir mobilya grubunun üretimi için harcanan hazırlık zamanı toplam birim zamanın %45’i gibi büyük bir kısmını oluşturmaya karşın, aynı mobilyaların tekrar üretilmesi gerektiğinde hazırlık sürecinde oluşturulan programların tekrar kullanılabilmesinden aynı işlemler tekrar edilmeyecek ve buna bağlı olarak toplam üretim süresi %45 oranında kısılacağı tespit edilmiştir.

BDÜ sisteminde üretim zamanlarının kısa olması; çeşitli işlemlerin (kesme, frezeleme, kanal açma, delik delme, radüs vb.) tek makinede yapılıyor olması ve makineler arası taşıma, takım değiştirme, makine kesici ayarı, güvenlik önlemi ayarları, parça sevk ve kontrolü vb. işlemlerinin birçoğuna gerek duyulması gibi nedenlerdendir. BDÜ’deki toplam birim zamandaki işlem zamanı GÜ’ye göre %21 oranında daha kısa olduğu tespit edilmiştir.

BDÜ’deki gerçekleşen üretimde, montaj süresinin toplam birim zamandaki oranı %23 ve GÜ’de ise bu oran %25 olarak tespit edilmiştir. Aynı mobilyalara ait bu sonuçların farklı olmasının nedeni; GÜ sisteminde gerçekleşen mobilyaların montaj süresi üretim sürelerine bağlı olarak uzun sürede gerçekleşmektedir. Kesim kalitesine, tolerans miktarına bağlı olarak montaj süresi uzayabilmektedir.

BDÜ sisteminde hazırlık sürecindeki hassas çalışmaya bağlı olarak parça işleme yüksek kalitede ve düşük tolerans miktarlarıyla gerçekleşmesi sonucunda yapılan montaj işlemleri GÜ sistemine göre daha kolay ve kısa zamanda gerçekleşebilmektedir.



Şekil 5.7: GÜ’deki üretim süreçlerinin analizi ve toplam zamandaki oranları.

Uygulamadaki gözlemler de dikkate alındığında hazırlık sürecinde görev alan personelin daha nitelikli olması gerektiği düşünülmektedir. Programlama ve çizim yapan kişilerin hızlı ve hatasız, aynı zamanda da imalat deneyimi olan kişilerden oluştuğu takdirde hazırlık süresi minimize edilebilir. Literatürde yer alan bilgiler bu sonuçlarla örtüşmektedir. Tutar’a (2008) göre BDÜ tasarımı ve üretimi kolaylaştırmasına rağmen, insan faktörünün yine en önemli etken olmaya devam ettiğini ve üretimi yapılacak ürün tasarım aşamasındayken hazırlık işlemlerini yapan kullanıcının parçaların CNC’deki üretimini göremedikleri takdirde bu tür kullanıcılara sistemin getirdiği hiçbir fayda bulunmadığını bildirerek, kullanıcı niteliklerine vurgu yapmıştır.

BDÜ’ye geçişin avantajlarının, rekabet gücünün artmasına, üretim sistemine etkisine, müşteri taleplerine kısa zamanda cevap verebilme kabiliyetine, işletmenin rakiplerine karşı üstünlük sağlamasına (Koç, 1993), talep ve pazar hareketlerine karşın esnekliğe, yüksek teknolojiyle, kalite ve kalite standartlarının yükselmesine etki ettiği (Erdinler, 2005) gibi işletmelerin ve şirketlerin mali durumlarına yani bütçelerine de büyük etkiler yaptığı göz ardı edilemez bir gerçek olduğu bildirilmiştir (Kurtoglu ve diğ. 1997c). Bilgisayar destekli üretimin; tasarımın oluşturulmasını kolaylaştırarak, analizlerin daha doğru yapılmasını sağladığı bildirilmiştir. Bunun yanında iş gücünü azalttığı gibi üretim süresini kısalttığı da belirtilmiştir (Damğa, 2006).

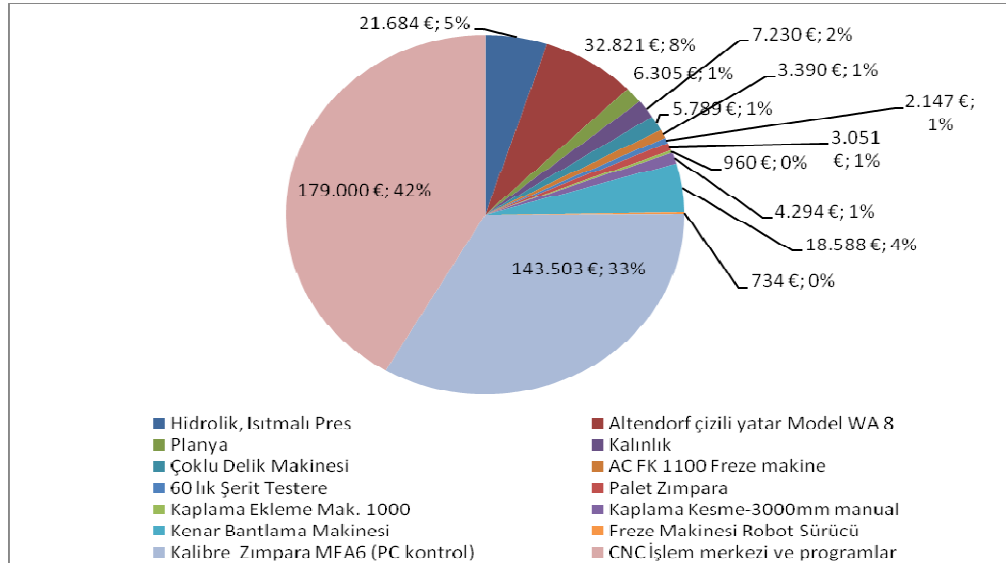
Yat ve tekne mobilyası endüstrisine yönelik olarak yapılan bu çalışmanın sonucunda, özel mekanlar (kamara vb.) için tasarlanan mobilyaların imal edilmesinde CNC teknolojisi kullanımının HT 78 modeline ait mobilyalar kapsamında incelendiğinde %68'lik gibi büyük bir kısmının %100 üretilmesi için kullanılabileceği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar göstermektedir ki, yat mobilyaları karakteristik özellikler taşıyan mobilyalar olsa da, imalat teknolojisi bakımından genel kullanıma ait mobilya grupları ile benzer özellikler göstermektedir. Bu sonuçlara dayanarak, yat ve tekne mobilyalarının birçoğunun üretiminde CNC makinelerinin kullanılabileceği ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar literatürde yer alan bilgiler ile örtüşmektedir. Kahveci (1991) yaptığı bir çalışmada; XILON üretim tekniği bakımından mobilya üretim ünitelerinde CNC yüzey işleme makineleri ve diğer CNC sistemler üzerinde yapılan çalışmalara dayanarak bu tür makinelerin mobilya endüstrisinde de kullanılabileceğini tespit ettiğini bildirmiştir.

Yat dekorasyon projeleri çok sayıdaki farklı mobilyalardan meydana gelmekte ve bu mobilyaların CNC'de üretilmesi için CAM programlarının ve optimizasyon işlemlerinin bitirilmesi gerekmektedir. Bu işlemler ise biraz uzun soluklu işlemler olduğu için yöneticilerin oluşturulacak CNC takımını bir arada tutarak projelere odaklanılmasını ve üretim için tüm hazırlıkların önceden tamamlanmasını sağlamalıdır. Daha sonra yapılabilecek revizyon vb. değişiklikler yapılması durumunda önceden hazırlanan programlar kullanılamayacağı için harcanan işgücünün boşa gideceği unutulmamalıdır. Ürünlerin standartlaşması ve aynı CAD/CAM programlarının tekrar tekrar kullanılması amaçlanarak verimliliğin artırılması sağlanabilecektir.

CNC makinesinin kullanıldığı iki yıl içinde meydana gelen arızalarda servisten faydalanılmıştır. Kullanıcı kusurları dışındaki tüm arıza durumlarının onarılması tekik servis tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu arızalar arasında imalatın durmasına neden olan; iki defa kontrol panelinde çıkan arıza sonucunda ana bilgisayarın 2 defa değiştirilmesi gerekmiştir. Bu sistem bilgisayarları yaklaşık 15.000 €'dur. Garantili olması ile şirket büyük bir yükten kurtulurken, garantinin gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu süreçte arızalı parçanın sökülüp gönderilmesi ve yenisinin getirilip takılması yaklaşık 30 gün sürmüştür ve bu sürede makine kullanılamamıştır. Bu gibi durumların yaşanması sırasında iş yükünün yoğun olduğu düşünülürse, üretimde darboğazlar

oluşacağı ve üretimin aksayacağı ortaya çıkmıştır. Bu konuda teknik servislerin bakım ve tamir işlemlerindeki hizmet kalitelerini yükselterek müşterileri memnuniyetlerini sağlamalı aynı zamanda da üretimin durması sorununa çözümler üretebilmelidirler.

Araştırmanın yapıldığı işletmede bulunan makine maliyetlerinin işletmeye etkisi ve toplam makine maliyetlerinin incelenmesiyle elde edilen sonuçlar Çizelge 4.5'te verilmiştir. İşletmedeki makine maliyetleri CNC makinesi satın alınmadan önceki ve alındıktan sonraki maliyet miktarının karşılaştırılması mümkün olmuştur. Araştırma sonuçlarına göre konvansiyonel makinelerin bulunduğu makine parkına bilgisayar kontrollü iki yeni makine daha eklenmesiyle toplam makine yatırım miktarının yaklaşık 3.18 kat (%318) kadar arttığı tespit edilmiştir. Bu sonuç literatürde (Sevim Korkut, 2005) yer alan KÖİ ve OÖİ için ilk yatırım maliyeti handikabının oluşmasındaki nedeni ortaya koymaktadır.



Şekil 5.8: GÜ ve BDÜ'deki makinelerin maliyeti (2006-2008 yılları).

İşletmenin makinelere ayırmış olduğu toplam sermaye miktarı ve toplam makine yatırımı içindeki oranı Şekil 5.8'deki grafikte verilmiştir. İşletmedeki toplam makine yatırım maliyeti 429.496 €'dur.

Toplam makine yatırım maliyetlerinin %77'sini (341.091 €) BDÜ'de kullanılan 3 adet makineye aittir. BDÜ makineleri toplam maliyetin %42'si (179.000 €) CNC İşlem

merkezine ait, %33'ü (143.503 €) otomatik kontrollü kalibre zımpara makinesine, %4'ü (18.588 €) ise kenar bant makinesine aittir. Toplam makine yatırım maliyetinin %23'ü (106.993 €) ise GÜ'de kullanılan 13 adet konvansiyonel makineye aittir.

KÖİ ve OÖİ' in belirli bir düzeyde maliyete katlanmayı göze alarak bilgisayarla entegre üretim sistemlerine geçebileceğini ve ileri teknoloji uygulamalarının bu endüstride önemli bir kullanım alanı bulacağı bildirilmiştir (Koç, 1993; Kurtoğlu ve diğ., 1997a).

Üretilen ürünlerde kalite büyük bir önem taşıdığından, işletmelere düşen görev gelişen teknolojiyi sürekli izleyerek uygulamaktır. Ancak, literatürde mobilya sektöründe CNC tezgahlarla üretimin yeterli düzeyde olmadığı bildirilmiştir. İşletmelerin %53'ünde CNC tezgah bulunmadığı ve bunun nedeni ise ilk yatırım giderlerinin yüksek olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Sevim Korkut, 2005).

Yeni alınan teknolojik makinelerden beklenen verim sağlanması için düzenli üretim yaparak yüksek kapasite ile kullanılması ve atıl durumda bırakılmaması gerekmektedir. Fakat yat imalatı yapan bir işletmenin proje tipi üretim yaptığı düşünülürse ve aynı zamanda bugünlerde pazardaki daralmanın da etkisi ile çok kısa vadede CNC ve benzeri makinelerden bu süreçte beklenen düzeyde verim elde edilemeyebilir.

Literatürde mobilya işletmelerinin % 80'i tam kapasite ile çalışmamakta olup, mobilya sanayi kapasite kullanım oranları; 2006 yılında % 84,3, 2007 yılında % 80,1 2008 yılında % 75,2 ve 2009 yılında 63,3 olarak gerçekleşmiştir. Mobilya sanayi kapasite kullanım oranları 2009 yılı nisan ayında, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizi de etkileyen küresel mali kriz nedeniyle 2008 yılının aynı dönemine göre % 13,8 azalmıştır (Anon, 2010c). Tam kapasite ile çalışmama nedenleri içerisinde talep yetersizliği (%47) en önemli nedeni oluşturmaktadır. Aslında ekonomik şartlar ön planda olmasına karşın, işletmelerin piyasa koşulları gereği bunu daha az gündeme getirme eğiliminde buldukları bildirilmiştir (Sevim Korkut, 2005).

Düşük talep (sipariş) olmasına karşın marine sektöründeki ürün fiyatlarının çok yüksek rakamlarda olması bu sektördeki işletmelerin kar olanakları diğer mobilya işletmelerine oranla daha yüksek olabilmektedir. Kaliteli ve lüks ürünlerin üretimi kısa sürede ve aynı zamanda esnekliğe sahip bir üretim sistemi ancak ileri teknoloji ürünleri ile mümkün

olabileceği düşünülmektedir. Bu bilgiler literatürdeki bilgilerle de örtüşmektedir. Altuğ ve Nalbant (2008)'a göre; üretimde verimlilik artışını etkileyen faktörler içerisinde teknoloji faktörünün önemli bir yere sahiptir. Bugün Dünya üzerindeki firmaların rekabet gücünü belirleyen iki temel ve önemli faktörün, ucuz ham madde ve işçilik ile teknolojik gelişme düzeyi olduğu bildirilmiştir.

Pazarda tüketicilere yönelik olarak devam eden çeşitli satış pazarlama ve reklam çalışmaları gereği işletme sahiplerinin, yöneticilerinin ve diğer mühendislerin CNC teknolojileri ile ilgili eksik ve kısmen yanlış bilgilere sahip olmalarına neden olmuştur. Bunun sonucunda ise sektörde şöyle bir algının varlığından söz edilebilir; “CNC teknolojisi her türlü işi hızlı ve kaliteli yapar” ya da “CNC makinesi her işletmeye gereklidir” gibi yanlış ön kabullerin sektördeki birçok çalışanda ve yöneticilerde mevcut olduğu gözlenmiştir.

Araştırmanın hazırlık kısmında literatür ve sektördeki firmalar incelendiğinde birçok işletmelerdeki CNC ve benzeri yüksek teknolojiye sahip makineler yeterli oranda kullanılmadığı ve çeşitli sebeplerden dolayı atıl durumda kaldığı tespit edilmiştir. Literatürde de bu konuya yer verilmiştir (Erdinler, 2005). Bunun nedeni; yöneticilerdeki teknik bilgi yetersizliği, kullanıcıların eğitim eksikliği, teknik personel olmayışı, makinenin bozulmasından korkulması, makinenin çok pahalı olmasından dolayı hata yapmamak için makineyi kullanmaktan kaçınma, hata maliyetinin yüksek olması ve sonucunda kullanıcıya yöneticiler tarafından yaptırım uygulanmasından korkulması, yedek parçaların ve kesicilerin pahalı olmasından iş parçalarının diğer konvansiyonel makinelerde işlenmesi, makinelerin bakım ve servis giderlerinden kaçınmak, servis ve yedek parça temininde zorlanması, uygun CAD/ CAM programlarının alınmaması vb. nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu sorunların temeli ve en önemlisi olan bilgi eksikliği sorununu nitelikli eğitim ile deneyim sahibi personel ve yöneticilerle çalışılarak çözülmesi gerekmektedir.

5.1. ÖNERİLER

Bu araştırmanın sonuçları dikkate alındığında, uygun makine belirlenmesi ve mobilyaların üretilebilirlik analizini yapacak olan işletmelere yol gösterici olacağı düşünülmektedir. CNC ve benzeri ileri teknoloji makinaları alacak olan işletmeler öncelikle ürün gruplarının alınacak makinelerde üretilebilirlik durumlarının çalışmadaki yöntemle benzer şekilde veya yeni yöntemler kullanarak analizlerin yapılması önerilmektedir.

CNC ve benzeri makinelerin etkin kullanılması için programlama ve makine kullanımı çok kritik ve önemli bir konudur. Eğitim almış nitelikli personellere iş sözleşmesi imzalatılmalı ve ani işten ayrılmaların önüne geçerek makinenin etkin bir şekilde kullanılması önerilmektedir.

Mobilyalarda gerekli olan revizyonlar ve konstrüksiyon değişiklikleri hazırlık sürecinde yapılarak en son standart model oluşturulmalıdır. Bu işlemler iş akış sürecine uygun olarak yapıldıktan sonra son aşamada CAM programları hazırlanmalıdır. Modeller üzerindeki en ufak değişikliğin maliyeti ve imalata olan olumsuz etkisi her zaman göz önünde tutulmalıdır.

Farklı modellere ait tekne mobilyalarındaki konstrüksiyon detayları standart detaylara benzetilmeli ve işletme bünyesinde üretilen tüm mobilyaların mümkün olduğu kadar CNC’de üretime elverişli hale getirilmelidir. Böylelikle CNC’de üretilebilen parça ve mobilya sayısının artırılmasıyla makinenin daha etkin bir şekilde kullanımı sağlanabilecektir.

Ahşap ve kompozit levhaların CNC’de üretilmesi düşünüldüğünde; bir mobilyada mümkün olduğunca aynı kalınlıkta levhalar kullanılmalıdır. Aksi takdirde parça ebatlama işlemi (nesting) birkaç farklı levhada ancak mümkün olacaktır. Mobilyalarda standart kalınlıktaki levhalar kullanılarak işlem adımlarının azaltılmasıyla üretim hızının artırılması sağlanmalıdır.

Türkiye mobilya sektöründeki mevcut düşük kapasite kullanım oranları ve makine kapasitelerinden yeterince yararlanılmadığı göz önünde tutularak, yeni alınacak makineden ne kadar verim alınabileceğinin ortaya konulması ve bunun sonucunda,

gerekli görülürse yeni makine alınması önerilmektedir. Maliyet unsurları göz önünde tutulurken makinenin kesicileri, programları, personel eğitim masrafları, bakımı, alt yapı vb. unsurlar hep birlikte düşünülerek toplam maliyet makine satın alınmadan önce ortaya konularak tartışılması gerekmektedir.

CNC türü makinelerde sadece makinenin fiziki ve mekanik özellikleri ile yetinilmemesi gerektiği düşünülmektedir. Makinenin raporlama, yazılım, animasyon, teleservis vb. özelliklerinden faydalanılmalı örneğin; hata sayısı, duruş süresi, arıza süreleri, çalışma zamanı, bakım süresi, vardiya bilgisi, yükleme boşaltma zamanı gibi birçok üretime ait veriler elde edilmesi için gerekli entegre yazılım programlarının alınmasından kaçınılmamalıdır.

Tekne projelerinin mobilya özelliklerine göre hangi sistemde üretilerek verimliliği yükselteceği hazırlık çalışması yapılarak öngörülmelidir. Eğer CNC teknolojisine uygun olmayan form veya konstrüksiyonlar çoğunlukta ise o tür projelerin geleneksel sistemde üretiliminin tercih edilmesi önerilmektedir.

İşlem süreçlerinin uzun olmaması için etkili planlama ile iyi bir hazırlık süreci geçirilmelidir. Hazırlık sürecinde geçen uzun zamana karşın bu işlemlere daha çok önem gösterilmelidir. İşlemlerin tekrarının önlenmesi ile tüm kayıpların önüne geçileceği düşünülmektedir.

CNC ve benzeri türdeki makineleri sıklıkla atıl durumda kalan işletmelerin imalat bölümdeki yöneticilerine, makine kullanımı ve programlamaya yapacak teknik personellerin teorik ve uygulamalı olarak nitelikli bir eğitime katılmalarının sağlanması önerilmektedir. Eğitim içeriğinde; programlama, operatörlük, kesici ve diğer takımlar, bakım, servis, yedek parça tedarik etme vb. konuların bulunmasına dikkat edilmelidir.

İşletmeler çok yüksek ücretler ödeyip aldıkları CNC ve benzeri ileri teknoloji makinaları kullanan personellerinin seçiminde; eğitim durumları, nitelikleri, ücretleri, süreklilikleri, gibi konularda daha dikkatli seçimler yapılmalıdır. Fen bilimleri alanındaki teorik ve imalat bilgisi yüksek olan mühendis ve teknikerlere görev verilmelidir.

KAYNAKLAR

- ACAR, N., 1989, Üretim Planlaması Yöntem ve Uygulamaları, *MPM Yayınları*, Ankara, 9-15, 204-207.
- AKIN, H. B., 2001, *Yeni Ekonomi, Strateji Rekabet Teknoloji Yönetimi*, Çizgi Kitapevi Yayınları, Konya, 163-252.
- AKKURT, M., 1996, *Bilgisayar Destekli Takım Tezgahları (CNC) ve Bilgisayar Destekli Tasarım ve İmalat (CAD/CAM) Sistemleri*, İTÜ, Makine Fakültesi, Birsen Yayınevi, İstanbul, 61.
- ALCORTA, 1992, The Impact of Technologies on Seal in Manufacturing Industry: Issues and Evidence, *UNU/ INTECH Working Paper*.
- ALTUĞ, M., NALBANT, M., 2008, *Makine İmalat Sektöründe Faaliyet Gösteren Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerin Rekabet Gücünün Artırılmasında İleri İmalat Teknolojileri ve Bir Alan Araştırması*, *Politeknik Dergisi*, Cilt:11 No:1, 19-29.
- ANLAĞAN, Ö., KILINÇ, İ., 2003, Bilgisayar Tümlşik Üretim, *Mühendis ve Makine Teknolojisi*, *TMMOB Yayınları*, Cilt:33, No: 384, 14-21.
- ANON, 2010a, Tasarım Süreci, [online], <http://www.gelisenbeyin.net/tasarim-sureci.html> , Erişim Tarihi:[17/08/2010]
- ANON, 2010b, Yat ve Tekne Endüstrisi Raporu, Yat ve Tekne Federasyonu, [online], <http://www.yatef.org.tr/?p=1> , Erişim Tarihi:[21/12/2010].
- ANON, 2010c, Türkiye Mobilya Sanayi 2010 Raporu, Sanayi Genel Müdürlüğü.
- ANSAL, H., ÇETİNDAMAR, D., 1993, Teknolojik Gelişmelerin Ölçek Ekonomisine Etkileri, *1993 Sanayi Kongresi*, *TMMOB, Bildiriler Kitabı*, 1. Cilt, Yayın No.160, Ankara, 173-188.
- ARIKAN, M. A. S., 1997, Sayısal Denetim, Bilgisayarlı Sayısal Denetim Takım Tezgahları ve Modern İmalat Sistemleri, *İşletmelerde CAD/CAM Yazılımlarının Etkin Kullanımı Semineri Notları*, Ankara, 1-80.
- ARSLAN, H., 1996, *Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) ve Nümerik Kontrollü (NC) Tezgahların Entegrasyonu*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- ASM INTERNATIONAL, 1989, Metals Handbook Ninth Edition, Volume 16.
- ATALAY, N., BİRBİL, D., DEMİR, N., YILDIRIM, Ş., 1998, *Kobi'lerin Esnek Üretim Sistemleri Yönünden İncelenmesi ve Bir Uygulama*, *MPM Yayınları*:632, Ankara.

- AYDOĞAN, E., SEMİZ, S., 2004, İşletmelerde Teknoloji Yönetimi Bağlamında İleri Üretim Teknolojileri ve Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama, Selçuk Üniversitesi, *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11, 115-133.
- BEYAZIT, Ö., 2001, *Esnek Üretim Sistemleri ve Türkiye Uygulaması*, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- BÜYÜKALAN, U., 2005, *3 Eksenli CNC Tezgâh Tasarımı ve Uygulaması*, T.C. Yıldız Teknik Üniversitesi, FBE, Makine Mühendisliği A.B.D., Yüksek Lisans Tezi.
- CHANG, Ç., MELKANOF, M., A., 1994, *CNC Makine Programcılığı ve Program Tasarımı*, Ders Kitabı, M.E.B. Ankara.
- ÇELİKÇAPA, F., O., 2000, *Üretim Yönetimi ve Teknikleri*, Alfa Yayınları, 82-90.
- ÇELİKLİAY, G., 2000, *CAD/CAM Sistemlerinin Seçimi*, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- DAMĞA, S., 2006, *Deri Giyim Üretim Optimizasyonunda CAD/CAM Sistemlerinin Kullanımı Üzerine Araştırmalar*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- DEMİRCİ, S., 2005, Türkiye Mobilya Endüstrisinin Sorunları ve Çözüm Önerileri, *Politeknik Dergisi*, Cilt: 8(4), 369-379.
- DEMİRCİ, S., EFE, H., 2006, Türkiye Mobilya Endüstrisinin Yapısı ve Bölgesel Dağılımı, *Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt: 6(1), 120-134.
- DERELİ, T., BAYKAŞOĞLU A., 2005, *Tersine Mühendislik*, [online], <http://www.turkcadcam.net/rapor/tersine-muh/index.html>, Erişim Tarihi:[29/08/2009].
- DİNÇEL, M., 1999, *CNC Takım Tezgahları*, [online], <http://www.turkcadcam.net/rapor/cnc-md/index.html>, Tekirdağ, Trakya Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri Bölümü, Erişim Tarihi: [25/06/2010].
- DOĞAN, M., 2002, *İşletme Ekonomisi ve Yönetimi*, Anadolu Matbaacılık, İzmir.
- DM, 2010, Dünden Bugüne Gemi İnşa Sanayimiz , T.C Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı Yayınları, Gemi İnşa ve Tersaneler Genel Müd., [online], <http://www.denizcilik.gov.tr/dm/yayinlar/> , Erişim Tarihi:[02/12/2010].
- DPTM, 2007, (Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı) Özel İhtisas Raporu, *Ağaç Ürünleri ve Mobilya Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, Yayın No: 2745-ÖİK:693, Ankara.
- EFE, H., 1994, *Modern Mobilya Çerçeve Konstrüksiyon Tasarımında Geleneksel Ve Alternatif Bağlantı Tekniklerinin Mekanik Davranış Özellikleri*, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.

- ERDİNLER, E. S., 2005, *CAD Sistemleri ve Türkiye Mobilya Endüstrisinde Uygulanma Etkinliğinin Analizi*, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- ERECEK, A., 1993, *BDT/BDÜ Uygulamaları ve Bir Yazılım Sisteminin Tanıtımı*, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- ERER, H., 2010, *Takım Tezgahları ve CNC Takım Tezgahlarının Gelişimi*, [online], <http://www.turkcadcam.net/rapor/cnc-ttg/index.html>, Erişim Tarihi: [7/08/2010].
- EROĞLU, F., 2007, *Ankara Mobilyacılar Sitesinde Faaliyet Gösteren küçük ve Orta Ölçekli Mobilya İşletmelerinin analizi ve Çözüm Önerileri*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- GÖRGÜÇ, B., 2009, Mobilya Sanayi ve İşadamları Derneği, 2008 Yılı Mobilya Sektörü Raporu, *Mobilya Dekorasyon Dergisi*, Sayı: 91, 96-98.
- GÜLER, C., ULAY, G., 2009, Petekli (Honeycomb) Kompozit Levhalar, *Mobilya Dekorasyon Dergisi*, Sayı:90, 78-96.
- GÜLER, C., ULAY, G., 2010, Köpüklü Kompozit (Sandviç) Levhaların Bazı Teknolojik Özellikleri, SDÜ, Orman Fakültesi, *Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, Sayı: 2, ISSN: 1302-7085, 88-96.
- GÜLTEKİN, O., 2000, *Panel Mobilya Üretim Hatlarının Optimizasyonunu Gerektirmeye Yönelik Yeni Bir Seçim Modeli İle Bilgisayar Destekli (CNC) Makinelerin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- GÜRPINAR, K., 2007, *Türk Mobilya Sektörünün Rekabet Gücü Üzerine Bir Araştırma*, Doktora Tezi, Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- KAHVECİ, M., 1991, Orman Endüstrisi Makineleri Üretimi Üzerine İncelemeler, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, İ. Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- KAZAN, H., UYGUN, M., 1997, *Bilişim Teknolojilerine Geçiş Sürecince Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi İşletmelerinin Temel Üretim ve Yönetim Sorunları: Aksaray Örneği*, Niğde Üniversitesi.
- KOBU, B., 2003, *Üretim Yönetimi*, Avcıol Basım Yayın, 47-49.
- KOÇ, H. K., 1993, *Bilgisayar Destekli Üretim ve Orman Ürünleri Sanayinde Uygulanması*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- KOÇ, H., K., AKSU, B., 1995, Küçük Ölçekli Bir Mobilya İşletmesinde Üretim Sürecinin Analizi, İÜ, *Orman Fakültesi Dergisi*, A-45 (2), 79-91.

- KOÇ, H., K., 1998, Modern İmalat Sisteminin Mobilya Endüstrisinde Verimliliğe Etkisi, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, Çeviri, Cilt: 9 (1), 18-26.
- KOÇ, H. K., KOÇ, R., 2005, Bilgisayar Destekli Üretim ve Türkiye Mobilya Endüstrisinin Geleceği, *Mobilya Dekorasyon Dergisi*, Ağustos, 67.
- KURTOĞLU, A ., KOÇ, H. K., ÖNER, Ü., 1997a , CAM Sistemleri, CNC Tezgahlar ve Türkiye Mobilya Endüstrisi, *Makina-Metal Teknolojisi Dergisi*, Sayı 66, 114-120.
- KURTOĞLU, A., KOÇ, H. K., AKSU, B., 1997b, Avrupa Topluluğu İle Gümrük Birliği Sonrası Türkiye Mobilya Sanayinin Rekabet Düzeyi, *I. Ulusal Mobilya Kongresi Bildiri Kitabı*, 17-18 Kasım 1997, Ankara, 21-31.
- KURTOĞLU, A., KOÇ, H. K., AKSU, B., 1997c, Türkiye Ahşap Mobilya Endüstrisinin Dış Ticaret Analizi, *I. Ulusal Mobilya Kongresi Bildiri Kitabı*, 17-18 Kasım 1997, Ankara, 45-58.
- KURTOĞLU, A., KOÇ, H. K., ERDİNLER, S. E., SOFUOĞLU, D. S., 2009, Türkiye Orman Endüstrisinin Yapısal ve Eğitsel Sorunları, *II.Orman Endüstrisinde Sosyo- Ekonomik Sorunlar Kongresi Bildiri Kitabı*, 19-21 Şubat 2009, Isparta, 176-186.
- MERTOĞLU, T., ERER, H., 2006, *CNC Tezgahlar ve Seçim Kriterleri*, [online], <http://www.turkcadcam.net/rapor/cnc-secim-kr/index.html>, İstanbul, Erişim Tarihi: [1/08/2009].
- MODY, A., SURİ, R, SANDERS, J., 1992, Keeping Face with Change: *Organizational and Technological Imperatives*, World Development, V: 20(12).
- OAİB, 2006, Genel Sekreterliği (Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri), DTM (Dış Ticaret Müsteşarlığı) ,*Mobilya Sektörü Değerlendirme Raporu*, Kayseri.
- ÖZBEK, M., 1988, *Kesikli Üretim Sistem Sistemlerinde Üretim Planlaması ve Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- ÖZTÜRK, F., 1991, Bilgisayar Destekli Tasarım ve Grafik Standartları, Mühendis ve Makine, *TMMOB Yayınları* (375),21-30.
- PEHLİVANOĞLU, V., BATI, M., 2002, *CNC Takım Tezgahları ve DNC*, [online], <http://www.turkcadcam.net/rapor/cnc-tezgahlar/index.html> ,Marmara Üniv. Teknik Eğ. Fak. Makine Böl. İstanbul. Erişim Tarihi: [28.09.2010].
- PİKE, R., SHARP,J., PRICE, D., 1988, AMT Investment in the Larger UK Firm, *International Journal of Operations and Production Management*.
- SAN, A., 2003, *Yelkenli ve Motor Yatlar,Tekne Yapım Yöntemleri*, [online], <http://www.denizce.com/alisan007.asp> , Erişim Tarihi: [19 /07 /2010].

- SEMİZ, S., 1999, *Endüstri İşletmelerinde Esnek Üretim Sistemlerinin Verimlilik Ve Etkinlik Üzerindeki Etkileri İle İlgili Bir Araştırma*, Yüksek lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- SEVİM KORKUT, D., 2005, *Toplam Bakım Yönetimi ve Orman Ürünleri İşletmesinde Uygulanması*, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimler Enstitüsü.
- SOBA, M., 2006, *Esnek Üretim Sistemlerinin İşletme Performansına Etkileri ve Vestel Elektronik A.Ş Örneği*, Doktora Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- SÜMEN, H., 2003, Hızlı Yeni Ürün Geliştirmenin Avantajları, *Makine Teknoloji Dergisi*, Sayı 67, <http://www.turkcadcam.net/rapor>.
- ŞENSOY, E., 1996, *CAD/CAM, CNC Sistemleri ve CNC Torna Tezgahları İçin CAD/CAM Programı Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- TABAR, G., 2005, *Total Dişsiz Hastalar İçin İmplant Destekli Sabit Protetik Restorasyonların Tedavi Planlamasında Ve Uygulamasında Kullanılan Bilgisayar Destekli Dizayn Ve Üretim (Cad-Cam) Yönteminin Geleneksel Yöntemle Karşılaştırılması*, Doktora Tezi, İÜ, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- TEKİN, M., 2005, *Üretim Yönetimi*, Selçuk Üniversitesi Yayınları, Cilt 2, Konya, 113.
- TOKOL, T., 2010a, Yat İç Mekan Tasarımı–2, *İçmimari, Tasarım ve Yaşam Kültürü Dergisi*, Sayı: 20, 95-100.
- TOKOL, T., 2010b, Yat İç Mekan Tasarımı –3, *İçmimari, Tasarım ve Yaşam Kültürü Dergisi*, Sayı: 21, 92-97.
- TUNÇEL, S., BURDURLU, E., 2002, Bilgisayar Teknolojilerinin Mobilya Endüstrisi Firmalarının Organizasyonel Yapılarına Etkileri, HÜ, Ağaçişleri Endüstri Mühendisliği, Beytepe, *Teknoloji Dergisi*, No:1-2, 9-20, Ankara.
- TUTAR, M., 2008, CAD/CAM'in CNC Takım Tezgahlarına Entegrasyonu, *UOS 2008 / Teknik Eğitim Fakülteleri VII. Öğrenci Sempozyumu*, Pamukkale Üniversitesi, TEF, Makine Eğitimi Bölümü, Denizli.
- TÜRKÖZ, E., 2002, *Avrupa Birliği Ticaret Politikasına Türk Mobilya Sanayinin Uyumu*, Yüksek Lisans Tezi, İİBF İktisat Bölümü.
- ULAY, G., GÜLER, C., 2010, *Köpüklü (Poliüretan) ve Petekli (Honeycomb) Kompozit Lamine Malzemelerin Bazı Teknolojik Özelliklerinin İncelenmesi*, Kaynaşlı MYO, Ulusal Meslek Yüksekokulları Öğrenci Sempozyumu Bildiri Kitabı, 80.
- UZUNALAN, M., 1998, *Bilgisayar Destekli Tasarım- Analiz- İmalat: Endüstriyel Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.

- ÜNVER, E., 1994, *CNC Torna Tezgahlarında Kesme Parametrelerinin Teorik ve Deneysel Analizi ve Parça Programı Optimizasyonu*, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- ÜRETEN, S.,1999, *Üretim İşlemler/Yönetimi*, Başar Ofset, Ankara.
- VAROL, R., YALÇIN, B., YILMAZ, N., 2005, *Bilgisayar Destekli İmalatta (Cam), Cam Programı Kullanılarak Parça İmalatının Gerçekleştirilmesi*, Teknik Not, *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, Sayı:(3), 47-57, ISSN:1304 – 4141.
- YAĞMUR, L., 2004, *Tasarım ve imalatta CNC ve CAD/CAM sistemlerinin fonksiyonları*, TÜBİTAK–UME, <http://www.turkcadcam.net/rapor/imalatta-cadcam/index.html> Erişim Tarihi: [10 /04 /2008].
- YAKIN, M., 1998, *Mekanik Endüstride CAD/CAM Sistemleri Seçimi ve Etkin Kullanımı*, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- YAZGAN, E., 1989, *Türkiye’de Konfeksiyon İhracatı ve Sorunları*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ULAY, Göksel

Uyruğu : T.C.

Doğum tarihi ve yeri : 13.06.1981, Kadıköy

Medeni hali : Bekar

Telefon : 0 262 641 54 57

GSM : 0 505 835 78 49

e-mail : gokselulay@gmail.com

Eğitim Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Düzce Üniversitesi Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı	2008-.
Lisans	Abant İzzet Baysal Üniversitesi / TEF Mobilya Dekorasyon Eğitimi Bölümü	2007
Lise	Gebze Endüstri Meslek Lisesi Mobilya Dekorasyon Bölümü	1998

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2007 - Halen	Numarine Denizcilik San. Tic. A.Ş	Tasarım ve Geliştirme Müh.
2007- (1 ay)	Diker Ahşap San ve Mimarlık Ltd. Şti.	Üniversite Stajyer
2006- (3 ay)	Mc Donalds Resturant / ABD-Colorado	Satış Sorumlusu
2006- (3 ay)	Highland Paint&Contracting Proceş Comp./ABD	Teknik Uzman
2004- (1 ay)	Oksay Ahşap San. Tic. Ltd. Şti .	Üniversite Stajyer
1998-2001	Galsan Plastik ve Kalıp San. Tic. A.Ş	Takım Lideri
1997-1998	Eczacıbaşı A.Ş (İntema Mutfak)	M. Lisesi Stajyer

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Gürleyen, L., Çakıcıer, N., **Ulay, G.**, 2008: Mobilya Sektöründeki İşletmelerde Hizmet İçi Eğitim Uygulanmasına Yönelik Mevcut Durum Tespiti, D.Ü, *Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, Sayı:1-2, Cilt: 4, Sayfa:56-68.
2. Sevim Korkut, D., Çakıcıer, N., Erdinler, E. S., **Ulay, G.**, Doğan, M., A., 2009: 5S activities and its application at a sample company, *African Journal of Biotechnology* Vol. 8 (8), pp. 1720-1728.
3. Güler, C., **Ulay, G.**, 2009: *Honeycomb(Petekli) Kompozit Levhalar, Mobilya Dekorasyon Dergisi*, Sayı :90 , ISSN:1302-3179, Sayfa: 78-96.
4. Güler, C., **Ulay, G.**, 2010: Köpüklü Kompozit (Sandviç) Levhaların Bazı Teknolojik Özellikleri, SDÜ, Orman Fakültesi, *Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, Sayı: 2, ISSN: 1302-7085, Sayfa: 88-96
5. Gürleyen, L., Çakıcıer, N., **Ulay, G.**, 2010: Mobilya İşletmelerinde Hizmet-içi Eğitimin İncelenmesi, *Mobilya Dekorasyon Dergisi*, Sayı:95, ISSN:1302-3179, Sayfa: 118-138.
6. **Ulay, G.**, Güler, C., 2010: Köpüklü (poliüretan) ve Petekli (honeycomb) Kompozit Lamine Malzemelerin Bazı Teknolojik Özelliklerinin İncelenmesi, Kaynaşlı MYO, *Ulusal Meslek Yüksekokulları Öğrenci Sempozyumu Bildiri Kitabı*, Sayfa:80.
7. Cakicier, N., Erdinler, S., **Ulay, G.**, Korkut, S., 2010: The effect of protective dye layer applied with different thicknesses on the paper coated blockboard to the roughness and color characteristics, *International Journal of the Physical Sciences*, Vol. 5(14), pp. 2143-2149.
8. **Ulay, G.**, 2011: Mobilya Sektörü ve Nitelikli Personel İstihdamının İncelenmesi, *Mobilya Dekorasyon Dergisi*, Sayı:101, ISSN:1302-3179, Sayfa: 130-152.

Hobiler

Kitap Okumak, Turistik Gezi, Futbol, Yüzmek.



22 /10/ 2010

DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Numarine Denizcilik A.Ş bünyesindeki mobilya fabrikalarımızda yürütülmekte olan“Yat Mobilyaları İmalatında Geleneksel Üretim Sistemi ile Bilgisayar Destekli Üretim Sistemlerinin Karşılaştırılması” isimli yüksek lisans tezinde HT 78 teknesinin mobilyalarına ait teknik resimleri ve üretim verilerinin bilimsel amaçla kullanılması şirketimizce uygun bulunmuştur.

Şirketimizde görev yapmakta olan Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Orman End. Mühendisliği ABD’ da Yüksek Lisans Öğrencisi Göksel Ulay’ın isteği üzerine bu izin belgesi düzenlenmiştir.

Bilgilerinize sunulur.

Yahya ARKADAŞ
İnsan Kaynakları Müdürü



Numarine Denizcilik San. Tic A.Ş.
Gebze Plastikçiler Organize Sanayi
İnönü Mahallesi, Balçık Yolu,
Gebze 41400
Kocaeli/Türkiye

T. +90(262) 751 06 82 pbx
F. +90(262) 751 06 91

T
A
K
I
F
I
T
R
E
W
N



Training
Schulung
Fortbildung

Ulay Göksel

from Numarine Denizcilik San. Tic. A.S.
has successfully participated the training

**8673 BOF 200/300 Machine operation and programming
8698 Nesting (woodNest Professional)**

at HOMAG Training Center from 03.11.08 to 07.11.08

He has acquired special knowledge
about service from HOMAG woodworking machines,
lines or systems.


Holzverarbeitungssysteme AG
—TRAINING SERVICES—
72296 Schopfloch · DEUTSCHLAND
Homagstr. 1-5 · Fon +49 7443 13-2477
Schopfloch, 07.11.08

i. V. 
Manager Training Services

i. A. 
Trainer

MACHINES, LINES AND SYSTEMS FOR THE WOODWORKING INDUSTRY

