İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

CAD SİSTEMLERİ VE TÜRKİYE MOBİLYA ENDÜSTRİSİNDE UYGULANMA ETKİNLİĞİNİN ANALİZİ

Orm. End. Yük. Müh. Emine Seda GÖZLÜKLÜOĞLU ERDİNLER
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Orman Endüstrisi Makinaları ve İşletme Programı

Danışman
Doç.Dr. K. Hüseyin KOÇ

Temmuz, 2005

İSTANBUL

ÖNSÖZ

"CAD Sistemleri ve Türkiye Mobilya Endüstrisinde Uygulanma Etkinliğinin Analizi" adlı bu çalışma İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Endüstrisi Makinaları ve İşletme Programı'nda Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır.

Bilgisayar Destekli Tasarım, tasarımda kalite ve verimliliği sağlamak için tasarımda bilgisayardan yaralanılması demektir. Bu tez çalışmasında; 1960'lı yıllarda Amerika'da geliştirilip bugün tüm gelişmiş ülkelerde uygulanan ve Türkiye mobilya sektörü için de önemli bir uygulama alanı oluşturan CAD sistemleri, endüstrideki uygulamanın daha etkin hale getirilmesi ve uygulama koşullarının değerlendirilmesi amacıyla ele alınmıştır.

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde beni teşvik ederek araştırma yapma şevki kazandıran, çalışmamım yürütülmesinde her zaman bilimsel görüşlerinden yararlandığım, değerli hocam Doç. Dr. K. Hüseyin KOÇ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın her aşamasında, yakın ilgi ve yardımlarını esirgemeyen Sayın hocam Prof. Dr. Ahmet KURTOĞLU'na en içten şükranlarımı sunarım. Çalışmamın yürütülmesinde gerekli öneri ve yönlendirmeleri ile yardımcı olan değerli hocalarım Prof.Dr. Aytül ERÇİL, Prof. Dr. Adnan DİKİCİOĞLU'na, Prof. Dr. Tahsin AKALP'e, doktora çalışmam boyunca bilimsel tecrübesinden yararlandığım Doç. Dr. Ercan TANRITANIR'a ve Yrd. Doç. Dr. Tuncer DİLİK'e teşekkürlerimi sunarım.

Uygulama çalışmalarımın gerçekleştirildiği Saraylar (Modeksan) Mobilya San. ve Tic. Ltd. Şirketi'ne, Evren Mobilya A.Ş'ye ve fabrika çalışanlarına teşekkür ederim. Ayrıca Marmara Bölgesi'nde anket çalışması yaptığım tüm mobilya fabrikalarının yöneticilerine gösterdikleri yakın ilgiden dolayı teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Çalışmamın her aşamasında yakın işbirliği içinde olduğum, çalışmada emeği geçen, arkadaşım Araş. Gör. Derya SEVİM KORKUT'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmalarım sırasında yardımlarını benden esirgemeyen çalışma arkadaşlarım Arş. Gör. M. Özgür KUŞCUOĞLU'na ve Arş. Gör. S. Dündar SOFUOĞLU'na teşekkür ederim. Anket çalışmalarımda bana yardıma koşan meslektaşlarım Sami DARTAR, Ethem UĞUR, İlker ÖZTÜRK ve Zafer ÜNSAL'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam süresince manevi desteği ile beni teşvik eden eşim Doç. Dr. İzzet ERDİNLER'e ve bu aşamaya gelmemde büyük katkıları olan annem Suzan GÖZLÜKLÜOĞLU ve babam Şadi GÖZLÜKLÜOĞLU'na minnet ve şükranlarımı sunarım. Çok sevgili, biricik kızım S.Alara ERDİNLER'e bu çalışmam sırasında bensiz geçirdiği günlerinde gösterdiği sabır ve anlayıştan dolayı teşekkürlerimi sunuyorum.

Temmuz 2005, İstanbul Emine Seda GÖZLÜKLÜOĞLU ERDİNLER

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ ..... **i**

İÇİNDEKİLER ..... **ii**

ŞEKİL LİSTESİ ..... **vi**

TABLO LİSTESİ ..... **vii**

ÖZET ..... **ix**

SUMMARY ..... **xi**

1.GİRİŞ **1**

2. GENEL KISIMLAR **7**

2.1. Bilgisayar Destekli Tasarım Konusunda Yapılmış Çalışmalar 7

2.2. Tasarım Kavramı 11

2.2.1. Tasarım Nedir? 11

2.2.2. Tasarım Aşamaları 11

2.2.3. Üretim İçin Tasarım 12

2.2.4. Toplam Tasarım 14

2.2.5. Endüstriyel Tasarım 16

2.2.6. Mobilya Endüstrisinde Tasarım 18

2.3. Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) Kavramı 19

2.3.1. Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) Nedir? 19

2.3.2. CAD Sistemlerinin Tarihçesi 21

2.3.3. CAD Sistemlerini Kullanmanın Gerektirdiği Donanım ve Yazılım 23

2.3.3.1. Donanım 23

2.3.3.2. Yazılım 24

2.3.4. Bilgisayar Destekli Tasarım Süreci..... 25
2.3.4.1. Geometrik Modelleme..... 28
2.3.4.2.Mühendislik Analizi..... 32
2.3.4.3. Değerlendirme ve Gözden Geçirme..... 32
2.3.4.4. Sunum..... 32
2.3.5. Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) Sistemlerinin Avantajları..... 33
2.3.6. Bilgisayar Destekli Tasarım Sistemlerinin Tercih Edilme Sebepleri..... 34
2.3.7. CAD Sistemlerinin Seçimi..... 34
2.4. Mobilya Endüstrisinde Kullanılan CAD Sistemleri..... 36
2.4.1. AutoCAD..... 36
2.4.2. Solidworks..... 39
2.4.3. DesignCAD..... 41
2.4.4. 3D MAX..... 41
2.4.5. CATIA..... 42
2.4.6. CorelDraw..... 44
2.4.7. Rhino..... 44
2.4.8. Arcon..... 44
2.4.8.1. ArCAD..... 47
2.4.8.2. Ar Mutfak..... 47
2.4.8.3. Ar Dolap..... 47
2.4.9. ImosCAD..... 47
2.4.10. Kitchen Draw..... 51
2.4.11. CopyCAD..... 51
2.4.12. PYTHA..... 52
2.4.13. Vudi (Woody)..... 53
2.4.14 ArchiCAD..... 55
2.4.15 Cabinet Vision..... 55
2.5. Bilgisayar Destekli Tasarım Sistemlerinin Etkin Kullanımı..... 55
2.5.1. CAD Sistemlerinin İş Dünyasına Katkıları..... 55
2.5.2. CAD Sistemi Yatırımının Geri Dönüşü..... 60
2.5.3. CAD Sistemlerinin Eğitimi..... 61
2.6. CAD/CAM Sistemlerine Kısa Bakış..... 66
2.6.1. CAD/CAM Sistemleri Nedir?..... 67
2.6.2. CAD ve CAM Arasındaki Uyum..... 68
2.6.3. CAD/CAM Sistemlerinin Faydaları..... 69
2.6.4 CAD/CAM Sistemlerinin Seçimi..... 70

3. MALZEME VE YÖNTEM..... 73
3.1. Malzeme..... 73
3.1.1. Türkiye Orman Ürünleri Endüstrisi..... 73
3.1.2. Türkiye Mobilya Endüstrisi..... 74
3.1.3. Endüstriyel Uygulama 1 Hakkında Genel Bilgi..... 77
3.1.3.1. İşletmenin Üretim Sistemi..... 77
3.1.3.2. İşletmenin Üretim Yapısı..... 78
3.1.3.3. İşletmedeki Otomasyon Takip Sistemi..... 81
3.1.4 Endüstriyel Uygulama 2 Hakkında Genel Bilgi..... 84
3.2. Yöntem..... 85
3.2.1. Genel Yaklaşım..... 85
3.2.2. Endüstriyel Durum Tespiti..... 85
3.2.3. İstatistiksel Değerlendirme..... 87
3.2.4. Endüstriyel Uygulama Örnekleri..... 88

4. BULGULAR..... 90
4.1. Türkiye Mobilya Endüstrisi ve CAD Sistemleri..... 90
4.1.1. İşletmelerin Tanıtımı ve Yapısal Özellikleri..... 90
4.1.1.1. BÖM İşletmelerinin İllere Göre Dağılımı..... 90
4.1.1.2. BÖM İşletmelerinin Kuruluş Tarihleri..... *92*
4.1.1.3. BÖM İşletmelerinde Hukuki Yapı..... *93*
4.1.1.4. BÖM İşletmelerinde Çalışanların Durumu..... *94*
4.1.1.5. BÖM İşletmelerinde Mesleki Eğitim Görmüş Teknik Elemanların Dağılımı..... *97*
4.1.1.6. BÖM İşletmelerinin Kurulu Kapasiteleri..... *100*
..4.1.1.7. BÖM İşletmelerinde Üretilen Ürünler..... *101*
4.1.1.8. BÖM İşletmelerinin Üretim Şekli..... *102*
4.1.2. Tasarım Faaliyetleri..... 103
4.1.2.1. BÖM İşletmelerinde Üretilen Ürünlerin Tasarımına Yönelik Yapılan Çalışmalar.. 103
4.1.2.2. BÖM İşletmelerinde Tasarım Biriminde Çalışanların Konumu..... 104
4.1.2.3. BÖM İşletmelerinde Tasarım Faaliyetlerinde Bilgisayar Desteği Alma Durumu... 105
4.1.3. Kullanılan CAD Sistemleri..... 107
4.1.3.1. BÖM İşletmelerinin Kullandıkları Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) Programından Beklentileri..... 107
4.1.3.2. BÖM İşletmelerinin Kullandıkları CAD Programını Seçmelerinde Etkili Olan Faktörler..... 108
4.1.3.3. BÖM İşletmelerinde CAD Sistemlerinin Tercih Edilme Sebepleri..... 109
4.1.3.4. BÖM İşletmelerinde Tercih Edilen Programların Teknik Özellikleri..... 109

4.1.3.5. BÖM İşletmelerinde Kullanılan Programın Tüm Modüllerinin Satın Alınma Durumu ... 111
4.1.3.6. BÖM İşletmelerinde Kullanılan Programların Verimliliği ... 112
4.1.3.7. BÖM İşletmelerinin Programı Kullanırken Karşılaştıkları Sorunlar ... 113
4.1.3.8. BÖM İşletmelerinin Kullandıkları Programların Kullanıcı Sayısı ... 114
4.1.4.CAD Sistemlerinin İşletmelere Katkısı ... 116
4.1.4.1. BÖM İşletmelerinde CAD/CAM Entegrasyonu ... 116
4.1.4.2. BÖM İşletmelerinde Tasarım ve Üretim Entegrasyonunu Kolaylaştıran Faktörler ... 116
4.1.4.3. BÖM İşletmelerinde Kullanılan Programların Faydaları ... 117
4.1.4.4. BÖM İşletmelerinde Kullanılan Bilgisayar Destekli Tasarım Sisteminin Değerlendirilmesi ... 118
4.1.4.5. BÖM İşletmelerinde CAD Programı Kullanılarak Üretilen Ürünlerin Üstünlükleri ... 119
4.1.5. CAD Sistemleri Hakkında Genel Görüşler ... 120
4.1.6. Araştırmanın Güvenilirliği ve İstatistiksel Değerlendirme ... 121
4.2. Endüstriyel Uygulama Örnekleri ... 122
4.2.1. Uygulama Örneği 1 ... 122
4.2.2 Uygulama Örneği 2 ... 123
4.2.2.1 CAD Uygulamasının Sipariş Karşılama Süresine Etkisi ... 124
4.2.2.2 CAD Uygulamasının Üretim Miktarına Etkisi ... 124
4.2.2.3 CAD Uygulamasının Malzeme Tedarik Süresine Etkisi ... 126

5. TARTIŞMA VE SONUÇ ... 128

6. KAYNAKLAR ... 141

7. EKLER ... 147
7.1. EK-A: Anket Formu ... 147
7.2. EK-B: Anket Uygulanan Marmara Bölgesindeki Büyük Ölçekli Mobilya (BÖM) İşletmeleri ... 152

8. ÖZGEÇMİŞ ... 154

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 : Toplam tasarım basamakları..... 15
Şekil 2.2 : CAD sistemleri..... 23
Şekil 2.3 : Shigley'e göre genel tasarım süreci..... 27
Şekil 2.4 : Bilgisayarların tasarım sürecine uygulanması..... 28
Şekil 2.5 : Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT) sistemi seçiminde izlenecek strateji..... 35
Şekil 2.6 : CATIA ile yapılmış ofis tasarımı..... 44
Şekil 2.7 : ArCon ile tasarlanmış bir mutfak..... 46
Şekil 2.8 : Phyta ile yapılmış bir tasarım..... 53
Şekil 2.9 : Vudi ile hazırlanmış renkli montaj şeması..... 54
Şekil 2.10 : İşletmelerin CAD sistemine geçişten sonraki üretkenlikleri..... 60
Şekil 2.11 : CAD sistemine geçtikten sonraki üretkenlik kaybının değişkenlerle açıklanması..... 62
Şekil 2.12 : CAD eğitimi süresince hesaplanan üretkenlik kayıpları..... 63
Şekil 2.13 : Önceki çizim metodu üretkenliği seviyesine AutoCAD ile ulaşmanın zamanı..... 63
Şekil 2.14 : Diğer metoda göre AutoCAD ile çalışmanın verimliliğe etkisi..... 64
Şekil 2.15 : Eğitim almış ve almamış kullanıcılar arasındaki üretkenlik analizleri..... 65
Şekil 2.16 : Eğitim almış ve almamış kullanıcılar arasındaki üretkenlik analizleri..... 65
Şekil 2.17 : CAD/CAM sistemlerinin ürünün meydana getirilmesi basamaklarına uygulanması..... 68
Şekil 2.18 : CAD/CAM arasındaki uyum..... 69
Şekil 3.1 : İşletmenin organizasyon yapısı..... 77
Şekil 3.2 : İşletmelerde iş akışı..... 79
Şekil 3.3 : Otomasyon takip sistemi..... 83
Şekil 4.1 : BÖM işletmelerinin illere göre dağılımı..... 92
Şekil 4.2 : BÖM işletmelerinin kuruluş tarihleri..... 93
Şekil 4.3 : BÖM işletmelerinin hukuki yapıları..... 94
Şekil 4.4 : BÖM işletmelerinde toplam çalışan sayısı..... 95
Şekil 4.5 : BÖM işletmelerinin üretim bölümünde çalışan sayısı..... 96
Şekil 4.6 : BÖM işletmelerinin tasarım bölümünde çalışan sayısı..... 97
Şekil 4.7 : BÖM işletmelerinin üretim şekilleri..... 102
Şekil 4.8 : CAD uygulamasının sipariş karşılama süresine etkisi..... 124
Şekil 4.9 : CAD uygulamasının aylık sehpa üretim miktarına etkisi..... 125
Şekil 4.10 : CAD uygulamasının levha sipariş sürelerine etkileri..... 126

TABLO LİSTESİ

Tablo 4.1 : BÖM işletmelerinin illere göre dağılımı..... 91
Tablo 4.2 : BÖM işletmelerinin kuruluş tarihleri..... 92
Tablo 4.3 : BÖM işletmelerinin hukuki yapıları..... 93
Tablo 4.4 : BÖM işletmelerinde çalışan sayıları..... 94
Tablo 4.5 : BÖM işletmelerinin tasarım bölümünde çalışan sayısı..... 96
Tablo 4.6 : BÖM işletmelerinde çalışan Orman Endüstri Mühendisi sayısı.... 98
Tablo 4.7 : BÖM işletmelerinde çalışan Ağaç İşleri Endüstri Mühendisi sayısı..... 98
Tablo 4.8 : BÖM işletmelerinde çalışan Mimar sayısı..... 99
Tablo 4.9 : BÖM işletmelerinde çalışan Endüstriyel Tasarımcı sayısı..... 99
Tablo 4.10 : BÖM işletmelerinin kurulu yıllık kapasiteleri..... 100
Tablo 4.11 : BÖM işletmelerinde kapasite kullanım durumu..... 101
Tablo 4.12 : BÖM işletmelerinde üretilen ürünler..... 101
Tablo 4.13 : BÖM işletmelerinin üretim şekilleri..... 102
Tablo 4.14 : BÖM işletmelerinde üretilen ürünlerin tasarımına yönelik yapılan çalışmalar..... 103
Tablo 4.15 : BÖM işletmelerinde tasarım bölümünün durumu..... 104
Tablo 4.16 : BÖM işletmelerinde tasarım biriminde çalışanların konumu..... 105
Tablo 4.17 : BÖM işletmelerinde tasarım da bilgisayar desteği alınması..... 105
Tablo 4.18 : BÖM işletmelerinde tasarım da bilgisayar desteği almama nedenleri..... 106
Tablo 4.19 : BÖM işletmelerinin tasarım faaliyetlerinde bilgisayar desteği almaya başlama tarihleri..... 106
Tablo 4.20 : BÖM işletmelerinin tasarım faaliyetlerinde kullandıkları programlar..... 107
Tablo 4.21 : BÖM işletmelerinin kullandıkları Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) programından beklentileri..... 108
Tablo 4.22 : BÖM işletmelerinin kullandıkları CAD Programını seçmelerinde etkili olan faktörler..... 108
Tablo 4.23 : BÖM işletmelerinde CAD sistemlerinin tercih edilme sebepleri... 109
Tablo 4.24 : BÖM işletmelerinde tercih edilen programların grafiksel özellikleri..... 110
Tablo 4.25 : BÖM işletmelerinde tercih edilen programların genel yetenekleri 111
Tablo 4.26 : BÖM işletmelerinde kullanılan programın tüm modüllerinin satın alınma durumu..... 112
Tablo 4.27 : BÖM işletmelerinde programların verimli kullanımı..... 113
Tablo 4.28 : BÖM işletmelerinin programı kullanırken karşılaştıkları sorunlar 113
Tablo 4.29 : BÖM işletmelerinin programı kullanırken karşılaştıkları sorunların kaynağı..... 114
Tablo 4.30 : BÖM işletmelerinin kullandıkları programların kullanıcı sayısı... 115

Tablo 4.31 : BÖM işletmelerinde kullanılan program için personelin eğitim alma durumu..... 115
Tablo 4.32 : BÖM işletmelerinde CAD/CAM entegrasyonu..... 116
Tablo 4.33 : BÖM işletmelerinde tasarım ve üretim entegrasyonunu kolaylaştıran faktörler..... 117
Tablo 4.34 : BÖM işletmelerinde kullanılan programların sağladığı faydalar... 117
Tablo 4.35 : Tasarım kalitesini arttırma oranı..... 118
Tablo 4.36 : Siparişi karşılama süresinde azalma oranı..... 118
Tablo 4.37 : Ürün çeşitliliğinde artış oranı..... 119
Tablo 4.38 : CAD programı kullanılarak üretilen ürünlerin üstünlükleri..... 119
Tablo 4.39 : İşletmelerin CAD sistemlerinin kullanımı hakkındaki düşünceleri..... 120
Tablo 4.40 : İşletme büyüklüğü ile diğer değişkenler arasındaki ilişki analizi özet sonuçları..... 122

ÖZET

CAD SİSTEMLERİ VE TÜRKİYE MOBİLYA ENDÜSTRİSİNDE UYGULANMA ETKİNLİĞİNİN ANALİZİ

Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) bir mühendislik tasarımının değiştirilmesi, analiz edilmesi ya da geliştirilmesinde bilgisayardan faydalanılan tüm tasarım aktivitelerini içermektedir. CAD sistemlerinin kullanıldığı işletmelere hem zaman, hem kalite hem de ekonomik yönden kazanç sağladığı pek çok araştırma ve uygulama ile kanıtlanmıştır. Önemli olan bu sistemleri olabildiğince doğru, eğitimli ve ihtiyaca yönelik kullanmayı bilmektir.

CAD sistemleri gelişmiş ülkelerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışma ile de Türkiye Mobilya Endüstrisinde CAD sistemlerinin kullanım etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın amacı ve bu amaç doğrultusunda bu güne dek yapılan çalışmalar, Türkiye mobilya endüstrisinin genel durumu, CAD sistemleri ile ilgili endüstriyel uygulama örnekleri ve değerlendirme olarak 4 ana başlıkta toplanmıştır.

Literatür çalışması ile elde edilen bilgilerin sonucunda yapılacak olan çalışmanın genel çerçevesi çizilmiş, yöntem ve uygulama koşulları planlanmıştır.

Türkiye Orman Ürünleri Endüstrisinde CAD sistemleri kullanımı ile ilgili genel durum değerlendirilmesi amacıyla Marmara Bölgesindeki Büyük Ölçekli Mobilya işletmelerini kapsayan bir anket çalışması yapılmıştır. Yüz yüze anket ve yerinde gözlem yöntemi ile bölgede yer alan 98 işletmeden %64'ünün ankete katılımı sağlanmıştır. Anketler SPSS istatistik programı ile değerlendirilmiştir.

Endüstriyel uygulama örneklerinin gerçekleştirilmesi amacıyla seri üretimle çalışan ve sipariş tipi üretim sistemiyle çalışan iki örnek işletme seçilmiştir. Seçilen mobilya işletmelerinde ilk etapta kullanılan CAD programları incelenmiş ve tanınmıştır. Daha sonraki aşamalarda işletme çalışanlarının bu programları nasıl kullandıkları gözlemlenmiştir. Gözlemler sonucunda programların etkin bir şekilde kullanılmadığı belirlenmiştir.

Araştırmada; anket uygulaması sonucuna göre, Marmara Bölgesindeki Türkiye Büyük Ölçekli Mobilya (BÖM) işletmelerinin % 38'inde tasarım bölümü organizasyon şeması içinde bağımsız bir birim olarak yer almaktadır. İşletmelerin kullandığı programlar arasında popüler olmasından dolayı AutoCAD % 43 ile en çok kullanılan program olarak saptanmıştır. Bu programı 3DMAX (%9.1), Photoshop (%8.1) ve ArCon (%8.1) takip etmektedir. İşletmelerin sadece % 8'inde tasarım işlemlerinde bilgisayar desteği alınmamaktadır.
Endüstriyel uygulama örneklerinden alınan veriler sonucunda CAD uygulaması ile siparişi karşılama süresi 4 gün (% 57) azalarak 7 günden 3 güne düşmüştür. CAD sisteminin doğrudan katkısı ile siparişi karşılama süresinde %57 azalma sağlanmıştır. CAD sistemlerinin CAM sistemleri ile entegrasyonunun sağlanmadığı durumlarda CAD sistemleri üretim miktarını doğrudan etkilemese de dolaylı olarak üretim miktarında artış gözlemlenmiştir. Uygulama yapılan işletmede CAD sistemi kullanımı ile üretim miktarında 4 aylık süreçte dolaylı olarak % 34 artış sağlandığı saptanmıştır. Aynı işletmede AutoCAD kullanımı ile sipariş karşılama işlemlerinin kısa sürede

karşılanmasına bağlı olarak malzeme sipariş süresi 1 aydan 1 haftaya inmiştir. Malzeme tedarik süresinde %90 azalma görülmüştür. Bu sonuç, üretim miktarında olduğu gibi CAD sisteminin işletmede oluşturduğu dolaylı bir etkiden kaynaklanmaktadır.

Elde edilen sonuçlar değerlendirilerek Türkiye Mobilya Endüstrisi için öneriler getirilmiştir.

SUMMARY

CAD SYSTEMS AND ANALYSES OF ITS APPLICATION EFFICIENCY IN TURKISH FURNITURE INDUSTRY

Computer Aided Design involves any type of design activity which makes use of computers to develop, analyze or modify an engineering design.CAD systems bring the benefits of quality, time and money to the enterprises. The important thing is to use these systems correctly and with regard to the needs.

CAD systems are used widely in developed countries.In this study, it is aimed to determine the application efficiency of CAD systems in Turkish Furniture Industry.

The aim of the study and the method can be summarized under four titles: Previous studies, general status of Turkish furniture industry, Industrial application examples about CAD systems and common evaluation.

Method and application conditions were planned and the general frame of the study was determined by the literature and evaluation of data.

In the companies chosen, CAD programs were observed and studied as a first step. In further steps the observations of how the CAD systems were used have taken place. As a result, it is observed that the CAD systems are not used efficiently .

In the study, face-to-face inquiry and observation in the company place methods were applied to large-scaled enterprises in the Marmara Region. 64 % of 98 enterprises have answered the questions. The questionnaires were evaluated by SPSS.

As a result of the questionnaire; in 38 % of the Turkish furniture industry enterprises, the design department takes place in the orgnization tree. AutoCAD has been the most popular and mostly used program by 43 %. In 8 % of the enterprises computers do not take place in the design activities. As a result of the observations in the industrial application examples it is determined that the use of CAD application decreases the time to respond to orders by 57 %. Application of CAD systems do not affect production amounts directly but, the use of CAD system in the enterprises has increased the production 34 % indirectly. In the same enterprise as the result of the decrease of time in responding the orders, the raw material ordering period is decreased by 90 % Finally, suggestions were made for Turkish Furniture Industry.

1.GİRİŞ

Bugünün dünyası artık klasik anlamdaki işletmecilikten uzaklaşıp, modern işletmeciliğe hızlı bir şekilde yönelmektedir. Türkiye'de bu anlamda önemli gelişmeler görülmektedir. Başta bilgisayar kullanımı olmak üzere otomasyon ağının gelişmesiyle dünya üzerinde her tarafa kısa zamanda ulaşılması kolaylaşmış ve bugünkü bilgisayar anlayışı ile bilgi akışı hızlanmıştır.

Özellikle son yıllarda olağanüstü hızla gelişen bilgisayar teknolojisini bazı bilim adamları "yeni uygarlıkları oluşturan dalgalar" olarak nitelendirmektedir [1]. İşletmeler ve işletmecilik açısından bilgisayar kullanımı artık mutlak bir ihtiyaç halini almıştır. Sonuçta, teknolojiyi yakalayamayan ve bu yarıştan geri kalan işletmeler için bulunduğu piyasadan silinmek kaçınılmaz olmuştur.

Günümüzde sayısal yöntemlerin ve teknoloji dünyasındaki gelişmelerin sonucu olarak geleneksel endüstriyel üretim tekniklerinde de köklü değişmeler olmaktadır. Bilgisayarlar ise, üretimin hemen her aşamasında devreye girmektedir. Bu gelişmeye paralel olarak işletmeler arası rekabet, bölgesel düzeylerden uluslararası düzeylere ulaşmaktadır.

Teknolojik gelişim büyük bir hızla devam ederken, tüketicilerin bilinçli tercihleri, üreticileri de daha bilinçli üretime zorlamaktadır. Sonuç olarak, üreticiler tüketicilerin ihtiyaçlarını istenilen düzeyde ve kalitede karşılayacak, daha fonksiyonel ve daha düşük maliyetli, zamanında teslim edilebilecek ürünler üretmek ihtiyacını daha çok hissetmektedirler. Bu nedenle, söz konusu ihtiyaçların karşılanması için ileri teknoloji sistemleri kullanılması kaçınılmaz olmuştur.

Özellikle günümüz endüstri dünyasında ürünlerin tasarımı için bilgisayar vazgeçilmez bir araç olmuştur. Bilişim teknolojilerinin gelişimi ile tasarım ve üretim süreçlerinde büyük yenilikler sağlanırken. Standart, kalite, ergonomi, teknik ve teknolojik

yeniliklerden toplam kalite yönetimi gibi kavramlarda hızla uygulamaya konulmuştur. Bunların hepsi daha iyi ürün ve daha iyi hizmet içindir. Tasarımı yapılan ürün mutlaka bir ihtiyacı karşılayacak, birileri tarafından bir yerlerde kullanılacaktır.

Ürün ortaya konulmadan önce kullanıcının isteği ve beklentileri doğrultusunda bir araştırma yapmak gereklidir. Yapılan araştırmalar bilişim teknolojileri ile yazılı olarak tasarım istemlerinin tanımlanması şeklinde belgelendirilebilir. Tasarım, bir elemanın görevinin belirtilmesi, taşıdığı fiziksel prensiplerin saptanması, boyutlarının belirlenmesi, montaj ve parça resimlerinin hazırlanması ve kağıt üzerinde bir şeklin ortaya çıkmasıdır. Hazırlanan yazılı istemler doğrultusunda ürün tasarım ve şekillendirilmesini yapmak sonra detay tasarımını ve üretim sürecini hazırlamak, son olarak satış ve yönetimini gerçekleştirmek ideal ürün ve üretimlerin alt yapısını oluşturmaktadır. Sıralanan bu aşamaların hepsinin bir araya gelmesi ile "toplam tasarım" kavramı oluşmaktadır [2]. Toplam tasarım, kullanıcı ihtiyaçları ve Pazar araştırması, tasarım istemleri, kavramsal tasarım, detay tasarım, imalat, satış ve yönetim gibi basamakları içermektedir.

Bilgisayar ortamında düşünülen parçaların üç ya da iki boyutta tasarlanması ve modellenmesi, tasarlanan parçaların teknik çizimlerinin üretilmesi Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) işlemidir.

Başka bir deyişle, Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD), tasarımın yapılmasını kolaylaştırmak, hızlandırmak, kalitesini yükseltmek gibi amaçlara ulaşmak için araç olarak bilgisayardan yararlanma eylemidir. Genel olarak CAD üzerine beklentiler; üretkenlik, hassasiyet ve uyumluluk olarak özetlenebilir.

Bir ürünün tasarlanması; modellenmesinden itibaren zorlu işlemleri gerektirmektedir. Çıplak gözle konvansiyonel masalar üzerinde teknik ressamların ürünün çizimini yapması oldukça emek isteyen bir iştir. Geçmişte, konvansiyonel masalarda çizilen tasarımlar en fazla iki boyutlu yönleriyle detaylandırılıp bu şekilde proje müdürlüğüne aktarılmaktaydı. Bu çizimlerin yapılması günler, haftalar belki de aylar almaktaydı. Bu zorlukları ortadan kaldıran bugünün bilgisayar teknolojisi sağladığı olağanüstü kolaylaştırıcı ortamla istenen kalite düzeyinde ürünler sunulmasını sağlamaktadır.

Bilgisayar teknolojisinin yazılım paketleri insandan milyonlarca defa daha hızlı hareket etmesi sonucu insanın klasik anlamda aylarca üzerinde durduğu tasarımları anında ekrana getirebilmekte, üzerinde değişikliklerin yapılmasına olanak vermektedir. Bu görüntüler tasarımın yeterli düzeye geldiğinin belirlenmesi ile printer ve plotterlar aracılığı ile çok kısa zamanda kağıda dökülebilmektedir.

CAD sadece bir çizim aracı değildir. Tasarımcı çizim sürecinde kazandıklarını, tasarımını geliştirmek için yararlı bilgilere çevirebildiği ve bilgisayarın, veri biriktirme, hesaplama, programlanabilme, görselleştirme gibi yeteneklerinden yeterince yararlanabildiği zaman, bilgisayar ortamında çalışmak verimli olacaktır. Tasarım tamamlandığında nasıl bir ürünün ortaya çıkacağını önceden görüp, ona göre tasarımını geliştirebilen kişi bilgisayardan gerekli desteği alabilmektedir.

Bilgisayar Destekli Tasarım, bir tasarım probleminin girdi ve çıktılarının etkileşimli olarak sağlanmasını, problemin matematiksel bir tabana dayalı olarak ve bilgi bankası kullanılarak geliştirilmesini, seçilen tasarım kriterlerine göre modelin optimize edilmesine yardımcı olur.

Bilgisayar desteği ile ürün tasarımı yapmak oldukça kolaydır. Yanlış yapılan bir yerde anında ve kolayca değiştirme ve düzeltme olanağı tanınmakta ve modellenen ürünü 2 boyutlu çizip 3 boyuta dönüştürme ya da 3 boyutlu çizip 2 boyuta dönüştürmek mümkündür. Birbirinden ayrı olarak çizilen parçaların bilgisayar ile ekranda birleştirilmesi tasarım açısından oldukça önem taşımaktadır.

Bilgisayar Destekli Ürün Tasarımının işletme açısından önemi büyüktür. Bir ürün tasarlanırken, ürünün hedef kitlesinin ekonomik ve demografik özellikleri mutlaka göz önüne alınmalıdır. Ürüne olan talebin hangi yönde geliştiği analiz edilmelidir. Bu analiz ve pazar araştırmasının ardından ürün tasarımına geçilmesi idealdir.

Ürünün uluslarası pazarda yer alması düşünülüyorsa, bu ürünün rekabet şansını, ürün tasarımı, kalitesi ve fiyatı belirlemektedir. İnsanların özlerinde bulunan hoşlanma duygusuna göre, ortaya zevkler, tercihler ya da eğilimler göz önünde bulundurularak ürün tasarımlarının tüketici zevklerine göre gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Toplumlar

arası kültürlerin farklılık göstermesi bunu en önemli gerekçelerindendir. Ürün tasarım ve üretiminde uzman görüşlerinin alınması da önemlidir. Elde edilen tecrübeler ile bilgi birikimini zenginleştirilebilir. Ürünün uluslararası piyasalarda kolayca rekabet edebilmesi için, söz konusu ilkeler doğrultusunda tasarlanarak ve üretilmesi gereklidir [1].

CAD sistemleri kullanımında ortaya çıkan büyüme çok geniş alanda ve farklı uygulama alanlarına sahip yazılım paketlerinin hızlı bir şekilde gelişmesini mümkün kılmıştır. Kullanıcı yazılımı aldığında, bu yazılımı çalıştırma sorumluluğunun kullanıcıda olması, ilk sistemlerin karakteristik özelliğidir. Bu durum son 30 yılda değişmiş ve 1970'li yılların başından itibaren kullanıcıyı yazılım problemlerinden kurtaran paket programlar üretilmiştir [2].

Değişim, hayatımızın her alanında çıkan bir olgudur. CAD kullanımının bu kadar yaygınlaşacağını bundan 20 yıl önce tahmin etmek mümkün değildi. İlk ortaya çıktığında ABD'de bile "geçici bir heves" gibi görülen CAD istasyonları şu anda çizim masalarını hemen hemen yok etmiş durumdadır [3]. Sonuçta, teknik resmi üretmek için kullanılan araç gereç teknolojik gelişime paralel olarak değişmektedir.

Günümüzün teknik resim araçları CAD yazılımlarıdır. CAD yazılımları eski teknik resim araçları ile ulaşılamayacak hız, hassasiyet, kalite ve hesaplama kolaylıkları sağlamanın yanında, içerdikleri bir çok farklı işlev ile Teknik Resmin, tasarımdan gerçekleştirmeye uzanan üretim sürecindeki konumunu, işlevini, içeriğini ve biçimini de değiştirmektedir.

CAD sistemleri bir üretim sürecinin bütünüyle yeniden yapılandırılması ile anlamını bulmaktadır. CAD'e geçiş kavramı çizimde-teknik resimde CAD'e geçmek değil, üretim sisteminde CAD kullanımına geçmek ve CAD kullanımının yeniden belirlediği Teknik Resmi tanımlamak ve ortaya koymak olarak düşünmek daha doğru bir yaklaşım olmaktadır [4].

Gelişmiş ülkelerde orta ve büyük ölçekli işletmelerde tam olarak kullanılan CAD sistemlerinin, ülkemizde orman ürünleri sanayii içerisinde yer alan mobilya

endüstrisinde özellikle büyük ölçekli işletmeler tarafından kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Ancak yine de gelişmiş ülkeler düzeyinde değildir. CAD sistemlerinin kullanım düzeyini artırmak ve konu hakkında bilgi eksikliğini gidermek bu çalışmaya başlamanın temel gerekçelerini oluşturmaktadır.

Türkiye orman ürünleri sanayiinin alt sektörleri arasında en büyük payı oluşturan ve önemli girdilerini bu sanayiden sağlayan mobilya işletmeleri, gelişmiş ülkelerin mobilya endüstrisindeki daralmanın aksine ülkemizde son yıllara dinamik bir gelişim sürecini yaşamaktadır [5, 6]. Ancak mobilya sanayiinin genel imalat sanayiine benzer şekilde, önemli işletmecilik problemleri bulunmaktadır. Orta ölçekli işletmelerin % 67'si işletme sermayesi ve teknolojik gelişmeleri izleme açısından finans sıkıntısı çekmektedir [7]. Özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerde ileri uygulama teknolojilerine pek rastlanmamaktadır. Sadece büyük ölçekli işletmelerde ve nadiren orta ölçekli işletmelerde üretimin belli aşamalarında ileri teknoloji uygulamalarına rastlanmaktadır [5].

Ülkemizde teknolojik bulguların kullanımına gün geçtikçe daha çok yer verilmektedir. Geleneksel üretim yöntemleri yerini bilgisayar kontrollü üretime bırakmaktadır. Bilgisayar Destekli Tasarım sektörün gelişmesine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır.

Bu çalışma ile; gelişmiş birçok ülkede yer alan modern işletmelerde kullanılan CAD sistemlerinin Türkiye Mobilya Endüstrisi'nde kullanım etkinliğini analiz etmek amaçlanmıştır.

Çalışma amacının ve gerekçesinin yer aldığı giriş bölümünden sonra; ikinci bölümde geleneksel tasarım kavramı, Bilgisayar destekli tasarım kavramı, CAD ile ilgili konular, CAD/CAM sistemleri hakkında bilgilere yer verilmiştir.

Araştırmanın malzeme ve yöntem bölümü; çalışmanın amacı ve bu amaç doğrultusunda uygulanan araştırma yöntemi "teorik çalışmalar, genel endüstriyel durumun belirlenmesi ve değerlendirilmesi" ve kullanılan malzeme hakkında bilgiler içermektedir.

Bulgular bölümünde; Marmara Bölgesi'ndeki Büyük Ölçekli Mobilya işletmelerine uygulanan anket sonuçlarının ve endüstriyel uygulama örneklerinin değerlendirilmesi yapılmıştır.

Tartışma ve sonuç bölümünde; literatür çalışmaları, araştırma ile elde edilen bulgular ve endüstriyel durumun değerlendirilmesi ile CAD sistemlerinin Türkiye Mobilya Endüstrisi'ndeki kullanım etkinliğinin artırılması amacına yönelik öneriler getirilmiştir.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM KONUSUNDA YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) konusunda yapılmış çalışmalardan çalışma kapsamı içerisinde önemli ve gerekli görülenler aşağıda özetlenmiştir.

Ssemakula (1986) Bilgisayar Destekli Tasarım ve Süreç Planlama ile ilgili çalışmasında Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim sistemlerinin entegre kullanımının gerekliliğini vurgulamıştır. Süreç planlamanın bu aşamalar için önemi, gerekliliği ve ödevleri hakkında bilgilere yer vermiştir [8].

Erecek (1993) yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında; Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim uygulamaları, bu programların yararları, programların seçiminde izlenecek yöntemler hakkında bilgiler vermiş ve bazı yazılımların tanıtımını yapmıştır [2].

Kazan (1993) yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında Bilgisayar Destekli Tasarım tanımını, Bilgisayar Destekli Üretim tanımını yapmış ve bir uygulama ile bu kavramları açıklamıştır [1].

Koç (1993) yaptığı doktora çalışmasında; Orman Ürünleri Sanayiinde 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 sanayiinde ulaşılan teknolojik gelişmenin araştırılmasından sonra,

bilgisayar kontrollu 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 uygulamasının işletmeye sağlayacağı yararlar gösterilmek üzere 330 adet mutfak takımı üretimi incelenmiştir. 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 sağlamaya çalışmaları gereği vurgulanmıştır [9].

Ünver (1994) yaptığı doktora tez çalışmasında; bilgisayar destekli tasarım ve üretim 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 [10].

Wiebe and Summey (1995) North Carolina Universitesinde yer alan Mobilya Üretim Merkezinin katkılarıyla gerçekleştirdiği çalışmalarında Mobilya endüstrisinde Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim ile ilgili mevcut eğilimleri değerlendirmişlerdir. Bu eğilimleri endüstriye uygulanan anketler, fabrika ziyaretleri, kullanılan bilgisayar sistemlerinin incelenmesi, raporlanması ve bunlarla ilgili seminerlerin hazırlanmasına dair önerilerle 6 adım da değerlendirmişlerdir [11].

Arslan (1996)yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında; Bilgisayar Destekli Tasarım ve Nümerik Kontrollu Tezgahların Entegrasyonu konusunda çalışmıştır. Çalışmada CNC tezgahların üretimdeki yeri ve önemi vurgulanmıştır. CNC programı için gerekli olan veriler CAD çizim programından alınmış ve CNC tezgahına uygun parça programı komutlarına dönüştürülmüştür [12].

Bilgin (1996) yaptığı yüksek lisans tez çalışması ile; Bilgisayar Destekli Tasarımda AUTOLISP dilinin kullanımı ile faydalarını irdelemiştir. AutoCAD kullanıcılarının AUTOLISP'ten nasıl faydalanılacağı, bu konu hakkında yeterli bilgi sahibi olmanın önemi bu çalışma içinde vurgulanmıştır. Parametrik dişli kutusu projelendirmesi esas alınarak, AUTOLISP yardımı ile uygulama yapılmıştır [13].

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 CAD/CAM uygulamaları için ekonominin önemli bir faktör olduğu belirlenmiştir. CNC tezgah kullanımının ülkemiz için de kaçınılmaz olduğu bununla beraber CAD/CAM sistemlerinin de durumunun aynı olduğu açıklanmıştır. Buradaki en önemli aşamanın bu sistemlerin yerli üretim olması ve ekonominin bu şekilde sağlanması olduğu anlatılmaktadır [14].

Wiebe et al. (1997), mobilya endüstrisinde CAD entegrasyonu ve ürün veri yönetimi araçlarının organizasyonel değerlendirmesini yapmışlardır. Çalışmada CAD ve Ürün veri yönetimi entegrasyonunun geçişleri incelenmiştir [15].

Kertlioğlu (1998) tarafından yapılan yüksek lisans tez çalışmasında; üretim için tasarım yaklaşımı ve bu konuda bir araştırma çalışmasının raporu üzerinde çalışmıştır. Kolay imalat kuralları ve ilgili verilere dayalı bir programlama yöntemi geliştirmiştir [16].

Uzunalan (1998) Yüksek lisans tez çalışmasında; Bilgisayar Destekli Tasarım, faydaları, Bilgisayar Destekli Üretim hakkında bilgi vermiştir. Endüstriyel bir uygulama ile analizleri sonuçlandırmıştır. CAD/CAM sistemlerine yönelmeleri ve üretimde bilgisayar desteğini hızla sağlamaya çalışmaları gereği vurgulanmıştır [17].

Yakın (1998) yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında; CAD/CAM sistemlerini tanıtmış, faydalarından bahsetmiş ve Bilgisayar Bütünleşik Üretim (CIM) anlayışını vurgulamıştır. Araştırmacı, üretim sektöründe makine endüstrisini ele alarak, sistemin sektördeki yeri hakkında bilgi vermiş ve sisteme geçiş kararı alan firmaların sağlıklı seçim yapabilmesi için geçmesi gereken aşamaları, yapması gereken faaliyetleri ele almıştır. Çalışmada CAD/CAM sistemlerine geçişte eğitim ve CAD/CAM yazılımları hakkında bilgiler verilmiştir. Bu bilgiler ışığında yazılım seçimi uygulamasıyla konuya netlik getirilmiştir [18].

Wiebe et al. (1998), mobilya işletmelerinde 2 boyutlu CAD sistemlerinden 3 boyutlu CAD sistemlerine geçişleri ve bilgi yönetim sistemlerini ele almışlardır. Mevcut

işletmelerin bu sistemlere geçiş için uygunluklarını irdelemiş CAD sistemleri için güncel eğilimleri analiz etmişlerdir [19].

Sevinç (1999) tarafından yapılan yüksek lisans tez çalışması; başarılı bir ürün geliştirmede kullanılan metodları bir araya getiren toplam tasarımı içermektedir. Tez kapsamında yapılan çalışma sekiz bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde toplam tasarım konusunun seçilme amacı ve toplam tasarımı oluşturan basamaklar ile toplam tasarım yaklaşımı hakkında yapılan literatür araştırmaları verilmiştir. İkinci bölümde toplam tasarım tanımlanmış, toplam tasarım faaliyet alanları açıklanmış ve bazı somut ürünler toplam tasarıma örnek gösterilmiştir. Üçüncü bölümde pazar araştırması yapılarak kullanıcıdan ürün hakkında bilgi toplama, toplanan bilgilerin analiz yolları açıklanmıştır. Dördüncü bölümde üründen beklenen özellikler ve spesifik değerlerin ne olduğu açıklanmış,ürün alt sistem ve parça için ürün tasarım sistemleri hazırlanmıştır. Beşinci bölümde tasarım istemlerine göre tasarlanmış kavramsal ürünlerin değerlendirme matrisleri açıklanmış, seçim yapılmıştır. Altıncı bölümde detay tasarım açıklanmıştır. Yedinci bölümde imalat için tasarım anlatılmıştır. Sekizinci ve son bölümde statik ve dinamik ürünlerin tasarım yönetimi, tasarımın gözden geçirme gerekliliği ve parti büyüklüğüne göre üretim konuları işlenmiştir [20].

Çelikliay (2000) yaptığı yüksek lisans tez çalışması ile; Otomotiv sanayine yan sanayi olarak hizmet veren bir firmadaki Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim sistemlerinin seçim süreçlerini incelemiştir. Mevcut sistemin değiştirilme nedenlerinin ortaya konulmasının ardından, sistem seçimi için bölüm sorumlularından ve kullanıcılardan oluşan bir değerlendirme ekibi yapılandırılmıştır. Sonuçlar Analitik Hiyerarşi Yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir [21].

2.2. TASARIM KAVRAMI

2.2.1. Tasarım Nedir?

Dilimizde “Tasarım” sözcüğü 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. Güzel sanatlar alanında yaratıcı sürecin kendisi olarak ele alınabilmekte, mühendislikte tasarım için yeterli görülen “belirli kavramların ve tecrübelerin somutlaşması” olayı, mimari tasarımda veya endüstri ürünleri tasarımı içinde yeterli bir çerçeve oluşturulmaktadır.

Bütün bu tanımlamalar yaratma, seçme ve karar verme gibi eylemleri kapsamaktadır.

Sonuç olarak tasarım, bir ürünün üretilebilmesi için düşüncenin çizim olarak aktarılmasından üretilmesine kadar geçen süre içindeki yaratma, seçme ve karar verme gibi eylemlerin tümüdür.

2.2.2. Tasarım Aşamaları

Tasarım süreci ürünün yaratıcı düşünceden çizim dokümantasyonuna kadar geçen tüm çalışmalardır. Tasarım, ürün kapsamı fikriyle ortaya çıkar. Bu fikir tasarımcının kendi fikri olabildiği gibi pazar araştırması sonucunda da belirlenebilmektedir [22].

Bir ürün tasarlanırken sırayla uygulanması gereken aşamalar bulunmaktadır. Üretilecek ürünün ön tasarımının yapılması, daha sonra ayrıntılı tasarımına geçilmesi gerekir. Bu aşamada ürünün fonksiyonel tasarımı, şekilsel tasarımı ve üretim tasarımı yapılmaktadır. Daha sonra çizimler ve ürüne ait özellikler belirtilerek tasarıma onay alınması gerekmektedir [1].

Ürün tasarımında geleneksel tasarım sürecinde izlenmesi gereken önemli adımlar bulunmaktadır. Bunlar;

- Karar

- Eskiz
- İki boyutlu tasarım
- Üç boyutlu eskiz ve tasarım
- Üç boyutlu çizim
- Prototip model üretimi
- Hata var ise önceki aşamalardan birine geri dönüş
- Tezgah programlama
- Üretim.

Bilgisayar desteği almaksızın yapılan geleneksel tasarım sürecinde tezgah programlama ve üretimden önce prototip üretimi ile tasarım sürecinde meydana gelen hatalar tespit edilir. Doğru ve hatasız tasarım elde edilene kadar önceki aşamalar tekrarlanır [18].

Özet olarak tasarım faaliyetleri genel olarak 4 aşamada incelenebilir [16]:
1- *Amacın netleştirilmesi* : Tasarım problem tanımını (ihtiyaç listesi) iyi yapabilmek için gerekli tüm bilgilerin derlenmesi;
2- *Kavramsal tasarım* : Bir dizi farklı tasarım çözümlerinin oluşturularak aralarından biri ya da bir kaçının seçilmesi;
3- *Şekillendirme tasarımı* : Seçilen kavramların geliştirilmesi, tasarım oluşum ve imalat işleminin belirlenmesi
4- *Ayrıntılı tasarım* : Geometrik şekil, boyutlar, yüzey pürüzlülüğü, toleranslar ve bireysel parçalara ait diğer özelliklerle birlikte genel montaj yapısının belirlenmesi.

Bu aşamalar her zaman her ürün için geçerli olmayabilir. Geçerliliği ürünün tamamen yeni bir ürün olması yada mevcut bir ürün üzerinde yeniden tasarım yapılması ile değişkenlik gösterebilir [22].

2.2.3. Üretim İçin Tasarım

Tasarlanan ürünlerin ilk üretim aşamasında fonksiyonel ihtiyaçları karşılamada yetersiz kalabileceği ve bir çok zorluklar çıkabileceği belirtilmiştir [16]. Böyle durumlarda gerekli düzeltme ve değişikleri yapmak üzere yeniden tasarım işlemi uygulanması gerekmektedir. Bu da, üretim süreç ve maliyetinde artışlara sebep olacaktır. Bu nedenle

kolay üretilebilirlik, kolay montaj, düşük maliyet, kolay şekillendirme gibi konuların tasarım sırasında göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu ise ; üretim için tasarım yaklaşımı ile mümkündür. Üretim için tasarım yaklaşımı; kolay, hızlı ve güvenilir ürün geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Üretim için tasarım yaklaşımı, genel olarak; kolay üretilebilir geometriye sahip parça tasarlama ve kolay montaj için tasarım konularını içermektedir. Kolay üretilebilir geometriye sahip parça tasarlamada en az talaş kaldırma ve işlemeyi mümkün kılan, fonksiyonel ihtiyaçları karşılayacak, basit ve uygun parça geometrisi, malzeme, temel ve mevcut işleme takımlarına göre en uygun tezgahın ve en uygun üretim yöntemlerinin seçimi amaçlanmaktadır. Kolay montaj için tasarımda ise tasarımı inceleme, gereksiz parçaları çıkartma, montaj etkinliğini iyileştirme ve maliyeti azaltma hedeflenmektedir. Bu şekilde manuel ya da otomatik montaj etkinleri tasarım sürecinde dikkate alınarak maliyette düşme sağlanacaktır. Buradaki temel fikir tasarımcının bakış açısıyla üretim bilgisini belirlemektir. Anılan üretim bilgisi iki gruba ayrılmaktadır. Doğrudan üretim bilgisi ve dolaylı üretim bilgisi. Doğrudan üretim bilgisi içinde parça ve montaj için tasarımcıya gereken veriler, dolaylı üretim bilgisi içinde ise üretilebilirliği iyileştirmede değerlendirme ve değiştirme amaçlı kullanılan bilgi bulunmaktadır.

Pugh'a göre üretim için tasarım ile ilgili ve detay tasarımında dikkat edilmesi gereken noktalar aşağıdaki gibi belirtilmektedir [20];

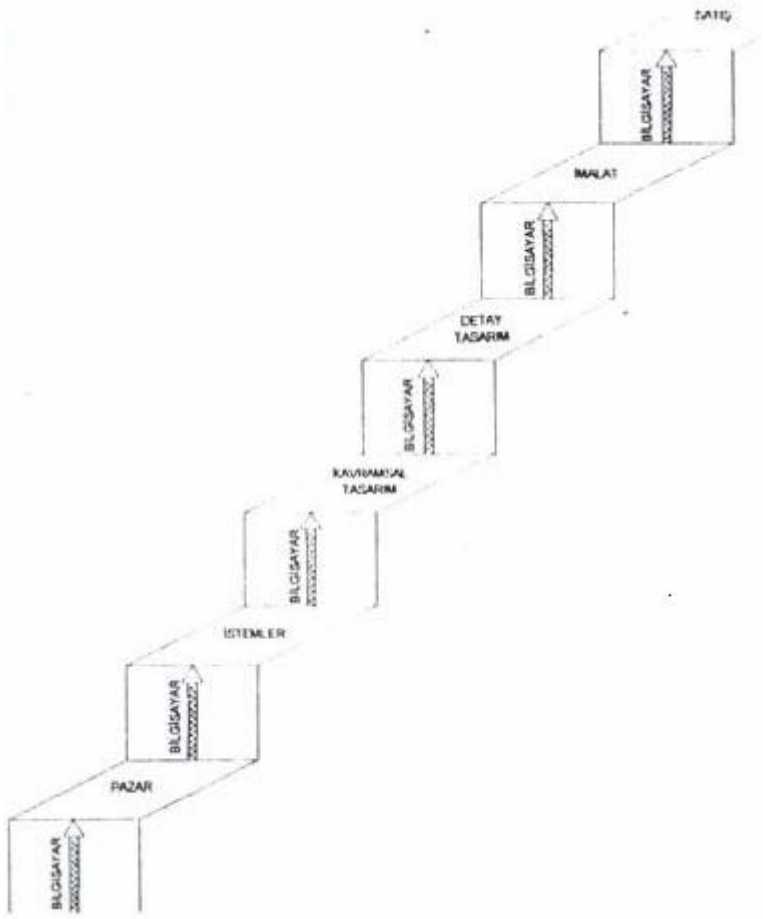
- En basit ve ucuz parça tasarımı, toplam anlamı içinde her zaman en ekonomik olmayabilir.
- En basit ve en ucuz parça tasarımı, sadece parça tasarımı tanım kapsamında gerçekleştirilebilir.
- Genelde parça çeşidindeki bir azaltma, daha kısa elde etme süresi ve minimum maliyet verecektir.
- Parçaların üretilebileceği yollar düşünülür. Mevcut atölye, fabrika imkanlarıyla yapılabilecek parçalar tasarlanır.
- Daha basit yollar sorgulanır.
- Tasarımın diğer imalat yöntemleri ile nasıl üretilebileceği araştırılır.
- Parça ya da fonksiyonların birleştirilebileceği incelenir.

2.2.4. Toplam Tasarım

1980' li yılların ortalarına kadar gelişmiş ülkelerdeki büyük endüstri firmaları, sıralı ya da birbirini izleyen mühendislik veya ürün geliştirme yaklaşımını benimsemişlerdi. Bu yaklaşıma göre tasarım ve üretim bölümleri birbirinden bağımsız birimler olarak çalışmaktaydı. Ancak bu durum, yeni bir ürün geliştirme sürecinde tasarımdan imalata geçişte zaman ve ürün maliyetinde kayıplara sebep olmaktaydı. Pugh [23], bu problemlerin üstesinden gelmek için iki yöntem önermiştir. Bunlardan biri üretim için tasarım yaklaşımını kullanma, diğeri ise, toplam tasarım ve metodlarını imalat işlemleri tasarlamada kullanmadır. Üretim için tasarım ve imalat işlemleri tasarımında toplam tasarım yaklaşımı, makine, elektrik, elektronik ya da bunların bir arada kullanıldığı üretim alanları ile ilişkilidir.

Toplam tasarım, pazar ya da kullanıcılar tarafından bildirilen ihtiyaca göre başarılı ürünleri piyasaya sürebilmek için yapılan sistematik bir faaliyettir. Aynı zamanda toplam tasarım, ürün, proses, insan ve organizasyon tarafından kuşatılmış bir faaliyettir Ürünler var olmadan işlerde var olmayacaktır. Bu bazen ürün dağıtım prosesi ya da ürün geliştirme prosesi olarak tanımlanır. Toplam tasarım ile teknik ve teknolojik konularda malzemeye etkili ve verimli bir şekilde ulaşılabilir, operasyon yapısına tam hakim olmayı arttırır. Konunun tamamının başlangıçta anlaşılması ve ne yapıldığının keşfedilmesi çok önemlidir.

Toplam tasarım, faaliyetlerinin bütünü basamaklardan oluşan bir merdiven olarak yorumlanabilir ve toplam tasarım basamakları bütün tasarımlar için zorunludur. Bu merdiven basamakları pazar, istemler, kavramsal tasarım, detay tasarım, imalat ve satıştan oluşur. Bütün tasarımlar ihtiyaçlara göre başlamalı ve bu ihtiyaçlar sağlanmalı daha sonra kendine özgü bir pazar bulunmalıdır. İhtiyaç tanımlamaları yani ürün tasarım istemleri formüle edildikten sonra tasarlanmalıdır. Bu yapılan işlem kolu bir merdivenin ilk basamağı gibi bütün sonraki basamakları yönlendirir. Ürün tasarım istemleri bu yüzden toplam tasarımı kontrol edici olarak davranır, çünkü bir sonraki tasarımlar bunun üzerinde yer alır [20].



Şekil 2.1 Toplam tasarım basamakları [23]

Kavramsal tasarım ürün tasarım istemleri üzerine kurulur ve tüm aşamalara uygulanır. Bu işlem, merdiven basamaklarını çıkmaya benzer. Şekil 2.1'de, herhangi ürünün tasarım basamaklarını açıklanmaktadır. Tasarım basamakları tekrarlayıcı bir prosestir. Örneğin; yeni bir kavram çıktığında, belki ürün detay tasarımına ulaşılmış olabilir. Eğer bu kavram tasarım istemlerinin yerine getirilmesinde etkili bir çözüm gibi görünüyorsa ve zaman izin veriyorsa kavram basamağından geri dönülecek ve mümkün olan tasarımlar uygulanacaktır.

Etkili, verimli, pratik bir tasarımı mümkün kılabilmek için değişik tekniklerin kullanılması, tasarımcıya ve tasarım ekibine tasarım basamaklarına işlenebilmesi için tasarım operasyonu gerekli olur. Bu teknikler tasarım basamaklarıyla doğrudan ilgilidir ve bunlar yapılacak tasarımın elde edilmesini sağlar. Bunlar; analiz, sentez, karar verme, modelleme tekniklerdir [23].

Bir ürün tasarımı iki özellikten gelen girdilere sahiptir. Bunlar; teknik ve teknolojik adımlar olarak sınıflandırılabilir. Burada geniş kapsamlı bir teknoloji içeren ve bütün bir tasarım faaliyetlerini hayata geçirmek söz konusudur.

2.2.5. Endüstriyel Tasarım

Tasarım, üretim sürecinin her aşamasından sorumlu olan üreticinin doğal ve kişisel bir davranışı olarak süregelmiştir. Endüstriyel tasarımın oluşumuna ihtiyaç gösteren kaynaklar, özelleştirilmiş ve üretim sürecinden ayrılmış bir basamak olarak tanımlanabilirler [24].

Tasarımcı sanıldığının aksine ürünleri estetik gösteren sanatçı değil, pazarlama ve üretimle birlikte çalışan ürün geliştirme süreci içinde önemli bir yere sahip olan bir takımın parçasıdır. Özellikle firmalar bu endüstri düzeni içerisinde ekibin bir parçası olabilecek tasarımcılar aramaktadırlar. İyi bir tasarım; taklitten uzak, ürüne artı değer katan, yenilikçi bir anlayışı yansıtmalıdır. İyi tasarlanmış bir endüstriyel ürünün arkasında ise standardizasyon, hızlı üretim, düşük maliyet, ergonomi, uygun malzeme, segmentasyon, pazar bilgisi, müşteri hizmetleri gibi kavramlar bulunmaktadır. Bunun yanında kullanışlı, anlaşılır, estetik, uzun ömürlü ve tüm ayrıntıları ile düşünülmüş olması gerekmektedir. Bir endüstriyel üründe tasarımcı hem müşteri hem de üretici yönünden düşünüp ortak sonuçlar elde edebiliyor ve bunları sentezleyerek ürüne yansıtabiliyor olmalıdır. Kısaca tasarımcı sürekli değişen ihtiyaçları yeni ürünlere ve fikirlere dönüştürme uğraşında olan bir sentezcidir.

Tasarımcı, ekonomik yani satış fiyatı düşük bir ürün tasarımı yapıyorsa ürüne öyle kozmetik bir tasarım yapmalıdır ki tüketici ürünü gördüğünde kolayca fiyat-kalite ilişkisini kurabilmelidir. Üretici açısından bakıldığında ürünlerin taşıdığı çizgiler üretimini kolaylaştırmalı, kolay monte edilmeli, kolay paketlenmelidir. Benzer ürünlerde ortak parça kullanımına dikkat edilmeli böylece üretim hızı arttırılarak maliyet düşürülmelidir. Tüketici açısından bakıldığında ise, ürün diğerlerinden farklılaşmış kendine özgü bir kişilik ve stil kazanmış olmalıdır. Çizgisiyle “trend”i yakalamış ama özgünlüğünü koruyabilmiş, estetik yönü kuvvetli ve farklı olmalıdır.

Endüstriyel tasarım çok bilinmeyenli denklem gibidir. Başarı da bu denklemi çözmek ve ortaya iyi bir ürün koyabilmektir. Bu denklemin temel faktörlerinden bazıları aşağıdaki gibidir;

- Ürün ile pazarın hangi kesimi hedefleniyor?
- Ürünün, ürün yelpazesi içerisindeki görevleri,
- Müşteri gözü ile ulaşılması amaçlanan pazar içindeki lider ürün tanımı nedir?
- Rekabetçi pazar koşulları içerisinde, öne geçmenin yöntemleri,
- Müşteri istekleri hangi ölçüde karşılanabiliyor?
- Ürünün ömrü, yerine yenisinin konulabilme süresi.

Endüstriyel bir tasarımın oluşması için gereken bazı aşamalar bulunmaktadır. Bu aşamalar için öncelikle pazarlamadan ve müşteriden gelen talepler doğrultusunda ürün fikri oluşur . Ürün fikri oluşması ile birlikte sınırlar ve amaçlar belirlenir ve sonra bilgi toplama çalışmalarına başlanır.

Bilgi toplama çalışmalarında ilk etapta araştırma ve gözlem yer alır. Bu kapsam da rakip firmaların ürünlerinin incelenmesi, kullanıcı ve satış gözlemleri, servis arıza bilgileri, tüketici hizmetlerinden şikayet ve isteklerin listelerinin toparlanması ve pazar araştırma raporları yer almaktadır.

Daha sonra ürün ile pazarın hangi kesimi hedefleniyor sorusuna cevap aranır. Müşteri kesimi belirlenir, fiyat aralığı belirlenir, maliyetlendirme çalışmaları yapılır.

Analiz ve sentez aşamasında elde edilen verilerle ihtiyaçlar belirlenir. Üretilmesi gereken ürünün ne olduğuna karar verilir.

Yeni fikir oluşturma aşamasında yeni fikirler için ekipler belirlenir ve yaratılan fikirler anlatım teknikleri ile görselleştirilir. Fikirler farklı başlıklar altında gruplandırılır.

Oluşturulan fikirler arasından üretilmeye ve tüketiciye en çok hitap edeceği düşünülen model seçilir. Burada son fikirleri yaratma, karar alma ve üç boyutlu modellerin hazırlanması, ergonomik incelemeler, tasarım girdileri ve ürünün bilgisayar ortamında

canlandırılması ile ön sunuş aşamaları tamamlanır. pazar araştırmaları ve anketler ile müşteri taleplerinin karşılanabilirliği tanımlanmaktadır.

Son tasarım aşamasında üç boyutlu tasarım modellerinin oluşturulması, katı modellerin oluşturulması ve tasarım ürününün onaya sunulması yer almaktadır [25].

Tüm bu aşamaların sonucunda tasarlanan ürünün üretilmesi sonrasında tasarımın yeni ve ayırt edici niteliklere sahip olması durumunda tasarımların korunması söz konusu olmaktadır.

Bugün piyasada bir çok firma bilerek ya da bilmeyerek ürünleri taklit sonucunda haksız rekabete sebebiyet vermektedirler. Bu bir anlamda başkasına ait tescilli marka–tasarım ve patentleri kullanmak anlamına gelmektedir. Bir tasarımın tescilli tasarım olabilmesi için piyasaya sunulmasından sonra en geç 12 ay içerisinde tescil için müracaat etmesi gerekmektedir [26].

Türkiye'de endüstriyel tasarımların korunması hakkında yeni ve ayırt edici niteliğe sahip tasarımlar yararlanabilmektedir. Tescilli tasarımların koruma süreleri başvuru tarihinden itibaren 5 yıldır. Bu süre her 5 yılda bir eklenerek 25 yıla çıkartılabilir. Tescilli bir tasarımın kullanılması hak ve yetkisi sadece tasarım hakkı sahibinindir. Üçüncü kişiler tasarım hakkı sahibinin izni olmadan koruma kapsamındaki tasarlanmış bir ürünü üretememekte, piyasaya sunamamakta, satamamakta, sözleşme yapmak için teklifte bulunamamakta, ithal edememekte ve ticari amaçla kullanamamaktadır.

2.2.6. Mobilya Endüstrisinde Tasarım

Mobilyada tasarımın ilk adımı mobilyanın orijinal fikir yada kataloglardan esinlenerek perspektifinin eskizle çizilmesidir [27].

Tıpkı giyim gibi mobilya da tarz değişimlerine ait bir konudur. Mobilya tasarımları sosyal statülerin önemli bir göstergesidir.

Diğer birçok ürün gibi mobilya da moda olgusu ile bütünleşen bir tasarım eseridir. Üreticiler sürekli olarak yeni tasarımlar, model değişimleri ve yenilemeler ile piyasada

kendilerini göstermek ihtiyacındadırlar. Kluge tarafından 1983 yılında mobilya tarzlarındaki değişikliğin yaklaşık 3-5 yıl ara ile gerçekleştiği bildirilmiştir. Mobilya tasarımı her ülkenin kendi geleneksel tarzını yansıttığı ve kültüründen izler bulunduran bir tasarımı bünyesinde taşımaktadır [24]. El yapımı oymalar ile cilalama teknikleri ile Türkiye sınırları içinde bile il il değişim gösteren tasarımlar bulunmaktadır. Modern mobilyalar genellikle levha ürünlerinden üretilmektedir. Levha ürünlerin üretimi masif ürünlere göre çok daha ucuza mal edilmekte ve satışta da fiyatı daha çok düşürmekte böylece alım gücünü zorlamamaktadır.

2.3 BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM (CAD) KAVRAMI

2.3.1. Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) nedir?

İsminden de anlaşılacağı üzere Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD), tasarım işlemlerinin bilgisayar yardımı ile gerçekleştirilmesidir [28]. İngilizcesi Computer Aided Design olan Bilgisayar Destekli Tasarım, uluslararası platformda kısaca bu kelimelerin baş harflerinden oluşan CAD terimi ile anılmaktadır. Bilgisayar destekli tasarımda da önemli olan faktör insan faktörüdür. Her ne kadar bilgisayarı yönlendiren ve yöneten insan olsa da bilgisayar desteği ile grafiklerin oluşturulması, yüksek hız ile karmaşık tasarım analizlerinin yapılabilmesi, tasarımların saklanabilmesi ve yapılan işlemlerin saklanıp yeniden kullanılabilir olması çok daha rahat ve hızlı bir biçimde gerçekleştirile bilinmektedir. CAD, bir anlamda tasarım problemlerine bilgisayar uygulamalı çözümler olarak ta yorumlanabilmektedir [29].

Literatürde CAD (Computer Aided Design) olarak adlandırılan Bilgisayar Destekli Tasarım, genel bir tanımlama ile bir mühendislik tasarımının yaratılması, değiştirilmesi ya da dökuman haline getirilmesinde etkili bir bilgisayar kullanımı içeren tasarım faaliyeti olarak tanımlanır [9].

Bilgisayar Destekli Tasarım, geleneksel araç ve yöntemlere alternatif olarak ortaya çıkmış bir düşünce tarzıdır. Her türlü tasarım ve çizim konularında bilgisayardan yararlanmayı ve bilgisayarların desteklediği çizimleri içermektedir [9].

Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD), bazı araştırmacılar tarafından değişik şekillerde tanımlanmıştır.

Filiz ve Dereli'ye göre; genel anlamda CAD bilgisayarlar ile yapılan tasarım ve üretimi de içine alan çeşitli mühendislik fonksiyonlarıdır [30]. CAD daha çok üretime destek ve alt yapı oluşturan bir sistemdir.

Bir başka çalışmada CAD, kağıt ve kalemle yapılan tasarım kısmının bilgisayar, bilgisayar ekranı, klavye ve mouse ile yer değiştirmesi olarak tanımlanmıştır. Tasarım Yazılımı ile birlikte bilgisayar, verileri alır, bilgileri yönlendirir ve diğer bilgisayar bölümlerinin bir arada çalışması için direktifler oluşturur. Bilgisayar verileri bilgisayara bir tasarım bölümünün nasıl çizileceğini bildirir ve ekran da 2 yada 3 boyutlu olarak ve renkleriyle birlikte bu çizimi gösterir [31].

CAD, bilgisayar teknolojisi ile mekanik çizim işlemlerini bir araya getirmektedir. Ancak tasarımın en önemli unsuru ona yön verecek olan insan faktörüdür. Bugün, ışıklı kalemler, görüntü işlemcileri, fare(mouse), klavye, digitizer, optik levhalar tamamıyla kullanıcı rahatlığı düşünülerek oluşturulan ürünlerdir. İleride yararlanıla bilinecek biçimde çizimler oluşturulup bunların saklanması, çizim işlerinde sürekli kullanılan standart tasarımlarla bir kütüphane oluşturulması, elle çizim ve hesaplaması saatler alabilecek çizim ve boyutlandırma işlemlerinin yapılması, bunlara bir veri tabanı oluşturulması işlemleri CAD yardımı ile basit olarak gerçekleşebilmektedir [1].

CAD, karmaşık şekillerin bilgisayar yardımıyla üç boyutlu şekillerini oluşturarak iki boyutlu ekranda herhangi bir perspektiften istenen ölçülerde gösterilmesi olarak da tanımlanmaktadır [1].

Makine parçası tasarımcılarına göre CAD, imalatı düşünülen makine elemanlarının, geleneksel çizim takımları yerine, bilgisayar ve makine çevre ekipmanları kullanılarak ilgili standartlara uygun olarak tasarlanması ve çizilmesi esasına dayanmaktadır [12].

Modern anlamda CAD, karmaşık bilgisayar grafik tekniklerinin yazılım paketleriyle desteklenerek analitik, gelişimsel, ekonomik ve ergonomik olarak tasarım ile

bütünleşmesidir [33]. CAD başka bir deyişle, bir mühendislik tasarımının bilgisayar ile geliştirilmesi, analiz edilmesi ve değiştirilmesidir [33].

CAD sistemlerinin esası geometrik modelleme ve grafik uygulamalardır. Renklendirme, geometrik değişimler bu özelliklerdendir [34].

CAD yazılım sektörüne hitap eden bir çok firma bulunmaktadır. Bu firmaların her birinin kendilerine ait yazılımları olup bunları dünya pazarına sunmaktadırlar. Geniş pazar payına sahip yazılımlar modüler yapıda tasarlanmıştır. Modüler yapıda tasarlanan yazılımlarda ihtiyaç yönünde yazılımın kullanım alanı arttırılabilmektedir.

CAD sistemleri sadece mühendislik sistemlerinin iyileşmesi değil aynı zamanda sistem fonksiyonlarının işlediği organizasyonel içeriğin de yeniden tasarlanması ile ilgilenmektedir [11].

2.3.2. CAD Sistemlerinin Tarihçesi

Bilgisayarlı grafik sistemlerinin, dijital bilgisayarlarla birlikte ortaya çıkıp çıkmadığı çok tartışılmıştır [2].

Tasarım ve üretim mühendisliğinde bilgisayar kullanımının tarihi, ilk bilgisayarların çıktığı 50'li yılların başlarına kadar uzanmaktadır. İlk olarak Amerika'da devlet desteği ile gerçekleştirilen benzetim (simulasyon) ve radar projeleri gibi araştırma-geliştirme çalışmaları ile ortaya çıkmıştır. Bu alandaki çalışmalar ilk kez 1949- 1952 yıllarında ABD hava kuvvetlerinin Massachusettes Institute of Technology (MIT)'e verdiği proje ile uçak sanayiine yönelik olarak geliştirilmiştir. İlk sistemlerde karmaşık, uzun ve masraflı, Batch (toplu) işlevli programlar büyük işlemcilere dayalı bilgisayarlarda çalıştırılıyordu. 1955-1959 yılarında MIT'de sürdürülen çalışmalar sırasında D.T.Roos ilk defa Bilgisayar Destekli Tasarım (Computer Aided Design) terimini kullanmıştır.

Akademik düzeyde Bilgisayar Destekli Tasarım sistemine ilk adım 1963 yılında I.E. Sutherland'ın MIT'de ki doktora tezi ile atılmıştır. "Sketchpad" adı verilen sistemde uygun programlama teknikleri ve veri yapılarıyla yenileme/refresh (görüntüyü sürekli yeniden üreten) ekranda etkileşimli bir çalışma sergilenmiştir. Bu çalışma sistemi

bilgisayar teknolojisine “Interactive Graphics” olarak geçti. Böyle bir sistemin pahalılığı onu sadece havacılık sanayii gibi karşılığın fazlasıyla alınabileceği büyük endüstrilerde kullanılmaya zorladı. Daha sonra devlet desteğinin olmadığı havacılık ve otomobil endüstrilerinde de bu sistemin kullanıldığı görülmüştür. Böylece o zamana kadar, sadece bilgi işlem hizmetlerini yürüten mikro bilgisayarlar, mühendis ve üreticilere yeni hizmetler sunmuş oldu.

Altmışlı yılların ikinci yarısı, donanım ve yazılım alanında bir dizi gelişmeye tanık olmuştur. Donanımda mini bilgisayarlar (1964) ve dağınık işlem daha ucuz bellek ekranlar (1968), yazılımda aygıttan bağımsız ilk grafik görüntü sistemi (1966), analitik olmayan yüzeylerin programlanması gerçekleşmiştir.

Yetmişli yılların ilk yarısında mikro işlemciler, üretimde programlanabilir denetim aygıtları, ilk anahtar teslim sistemi(1971) görülmüştür. Anahtar teslim sistemleri mini bilgisayarlar, bellek, grafik ekran ve belli bir uygulama alanında bağımsız yazılımlardan oluşuyor ve ucuza mal oluyordu. Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim üzerine çok sayıda konferansa ve yayının yapıldığı yetmişli yıllarda, bilgisayar gücü artarken fiyatlar düşüp buna karşılık kullanım yaygınlaşmıştır.

Bundan dolayı tüm sektörlerde olmasa da bazı sektörlerde bilgisayar kullanılması sanayi için güç kaynağı olmuştur. Sistemlerin tüm sektörlerde yaygınlaşması seksenli yıllara gerçekleşmeye başlamıştır. İlk mikro bilgisayarlar, kişisel bilgisayarlar tarama ekranlar, daha güçlü daha ucuz elektronik, artan deneyim ve rekabet, kullanımın yaygınlaşmasında büyük rol oynamıştır. Bu gelişmelerin yanı sıra 1982 yılında Apollo ilk mikro bilgisayar temelli iş istasyonunu geliştirmiştir. 1980-1985 yılları arasında az da olsa sanayide kullanımına geçilmiştir. Aynı yıllarda gözlemlenen diğer bir gelişimde piyasa şartları sonucu farklı donanım ve yazılım kullanan şirketlerin üretim sürecinde bütünleşik bilgi işleme ihtiyacında olmasıydı. Böylece yeni donanım ve yazılım ara birimleri ve standartları geliştirilmeye başlandı.

1960’larda yüzyılın en önemli teknolojik gelişmelerinden biri olarak kabul edilen CAD/CAM (Bilgisayar Destekli Tasarım ve Bilgisayar Destekli Üretim) tekniği bugün basit bilgisayar grafiği kavramının oldukça ilerisinde bulunmaktadır.

CAD (Bilgisayar Destekli Tasarım), bilgisayar teknolojisi ile mekanik çizim işleminin bir araya getirilmesidir. Ancak tasarımın en önemli unsuru ona yön verecek insan faktörüdür.

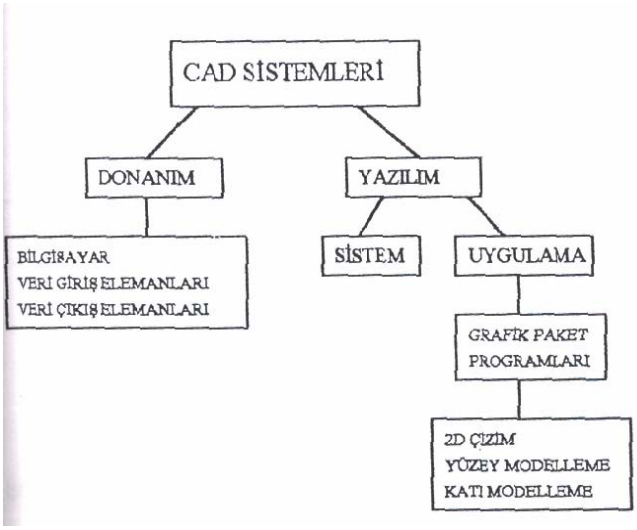
Bilgisayar donanımı, insan faktörüne en fazla yardımcı olacak şekilde sunulmaya çalışılmaktadır. İleride yararlanılabilecek şekilde çizimler yapılıp bunların saklanması, çizim işlerinde sürekli kullanılan standart şekillerle bir kütüphane oluşturulması, elle çizim ve hesaplaması saatler sürebilecek çizim ve boyutlandırma işlemlerinin yapılması, bunlarla bir veri tabanı oluşturulması işlemleri CAD yardımı ile kolayca yapılabilmektedir. Bilgisayar Destekli tasarım özellikle geometri ve yüzey modellemesi, üç boyutlu modelleme, yapı ve dayanıklılık analizleri alanlarında elle yapılan tasarıma göre avantajlar sağlamaktadır [1, 2, 10, 19, 21, 28].

2.3.3. CAD Sistemlerini Kullanmanın Gerektirdiği Donanım ve Yazılım

Bilgisayar Destekli Tasarım Sistemleri donanım ve yazılım olarak iki kısımdan meydana gelmektedir.

2.3.3.1. Donanım

Donanım genelde elektronik teknolojisine dayanmaktadır. Sistemin makine ve ekipman kısmı bu bölümü oluşturmaktadır. Donanım elemanları; bilgisayar, veri giriş elemanları ve veri çıkış elemanlarından meydana gelmektedir [17].



Şekil.2.2 CAD sistemleri [12]

Bilgisayar : Kullanım amaçlarına göre analog veya sayısal olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Günümüzde genellikle sayısal özellikli bilgisayarlar kullanılmaktadır. Genel anlamda bilgisayar, program olarak bilinen bir takım komutlara göre matematiksel ve mantıksal işlemleri yapabilen ayrıca verileri işleyebilen elektro mekanik cihazdır. Herhangi bir bilgisayar, merkezi işlem ünitesi, bellek ve veri giriş/çıkış ünitesinden meydana gelmektedir.

Veri Giriş Elemanları : Giriş elemanları klavye, grafik tablet, fare(mouse), ses, ışıklı kalemdir. Klavye, alfa ve sayısal bilgilerin girilmesi için kullanılır. Grafik tablet, grafiksel bilgilerin koordinatlarının bilgisayara girilmesi ve ekran üzerindeki sembolün yerini değiştirmesi için kullanılır. Fare, düz bir yüzey altında bulunan iki dik tekerleğin hareket ettirilmesi sonucu ekrandaki sembollere kumanda esilerek yazma ve seçme işlemlerini yapmaktadır. Işıklı kalem, ekran üzerine yazı yazmak, grafik ve mevcut görüntüde değişiklik yapmak için kullanılır.

Veri Çıkış Elemanları : Grafik ekran, yazıcı ve çizici en yaygın olarak kullanılan veri çıkış elemanlarıdır. Bu elemanların tamamı bir sistemde buluna bildiği gibi birkaçı da bir sistemde bulunabilir. Ancak bunlardan bilgisayar, ekran ve klavyenin kesinlikle böyle bir sistemde bulunma zorunluluğu vardır. Diğer veri giriş ve çıkış elemanları sisteme ilave edilebilir.

2.3.3.2. Yazılım

Tüm yazılımların kullanımlarındaki temel amaç, donanım sisteminin çalıştırılması için gerekli olan programlanmış komutların sağlanmasıdır. Yazılım olmadan donanım elemanlarını çalıştırmak mümkün değildir. Kısaca yazılım ya da program, bilgisayara belirli işlemlerin yaptırılmasını amaçlayan komutlar topluluğu olarak da tanımlanabilir.

Yazılımlar dil bakımından düşük seviyeli diller, yüksek seviyeli diller olmak üzere ikiye ayrılırlar.

Yazılım, sistem ve uygulama olarak iki gruba ayrılır. Sistem programları kullanıcı ile bilgisayar ve bilgisayar ile çevre birimleri arasında iletişimi sağlar. Ayrıca belleklerde saklama, bilgileri geri çağırma, bellekler arası bilgi transfer etme gibi işlemler de sistem

programları ile yapılır. Sistem programı olmadan bilgisayarı çalıştırmak mümkün değildir.

Uygulama programları belirli bir amaca yönelik programlardır. Amaçlarına göre bu programlar Grafik Paket Programları ve Genel Amaçlı Paket Programlar olarak ikiye ayrılmaktadır. Genel amaçlı paket programları; her çeşit işte kullanılabilen programlardır. Bunlara örnek olarak kelime işlemciler, masa üstü yayıncılık, tablolama programları verilebilir [12].

Grafik paket programları, grafik etkileşim özelliği olan programlardır. Grafik etkileşim klavye, fare veya başka veri giriş elemanı ile girilen bilgilerin ekran üzerinde çizizme dönüştürülmesi, düzeltilmesi ve bir çizici ya da yazıcı aracılığı ile kağıda aktarılması olarak açıklanabilir. Grafik etkileşim programları, grafik oluşturma ve Bilgisayar Destekli Tasarım olarak ikiye ayrılır. Grafik oluşturma programları, basit resim çizme veya üç boyutlu resim meydana getirme işlemidir. Böylece çizgi, daire, dikdörtgen gibi geometrik elemanlar çizilebilir. Bu çizimlerin yardımı ile çeşitli iş parçası çizimleri yapılabilir.

Günümüzde grafik etkileşim programları mühendislik, sanat ve tıp dahil her türlü meslek alanlarında kullanılmaktadır. Bilgisayar Destekli Tasarım programları mühendislik alanına yönelik programlardır. Bunlar iki boyutlu ya da 3 boyutlu olabilmektedirler.

2.3.4. Bilgisayar Destekli Tasarım Süreci

Bir nesneyi tasarlama süreci Shigley [33] tarafından 6 basamakta tanımlanmıştır.

- İhtiyacın tanınması
- Problemin tanımı
- Sentez
- Analiz ve optimizasyon
- Değerlendirme
- Sunum

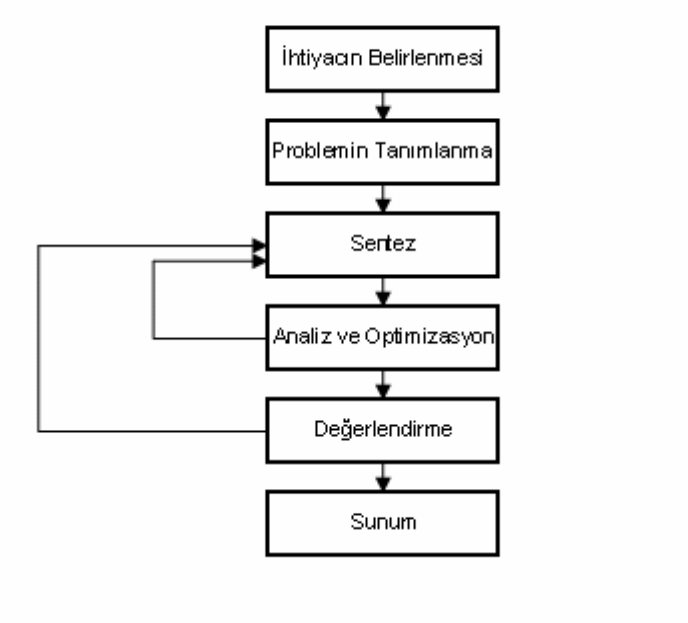
İhtiyacın tanınması; bir problemin varlığının bir kişi tarafından fark edilip düzeltilmesi için gereken hareketin yapılması için harekete geçilen aşamadır. Bu, üretilmiş bir parçada bulunan herhangi bir hatanın ilgili mühendis, pazarlamacı ya da başka biri tarafından fark edilmesi ve düzeltilmesi için bir şeyler yapılması gerektiğinin vurgulamasıdır.

Problemin tanımlanmasında nesnenin tasarımındaki spesifikasyonlar temel oluşturmaktadır. Bu spesifikasyonlar fiziksel ve fonksiyonel özellikleri, maliyet,kalite ve performansı içermektedir.

Sentez ve analiz daha çok tasarım süreciyle bağlantılıdır. Tasarımcı tarafından bir bileşen yada sistemin tümünde bir kavramsallaşma analiz konusuna girmektedir. Sentez, tasarımcının optimum tasarıma eriştiğini hissetmesine kadar tekrar eden adımlardır.

Değerlendirme tasarımın problem tanımındaki spesifikasyonlarına göre durumunun ölçülmesi ile ilgilidir. Değerlendirme aşamasında fabrikasyon özellikleri ve prototiplerin testleri yer almaktadır. Kalite, güvenilirlik ve diğer kriterler de bu aşamada göz önüne alınmaktadır.

Tasarım sürecinin son aşaması ise tasarımın sunulmasıdır. Burada tasarımın çizimlerle, malzeme özellikleri ile, listeleri ile tüm dokümantasyonu bulunmaktadır. Tasarım dokümantasyonu temel olarak tasarım veri tabanının oluşturulmasını ön görmektedir.

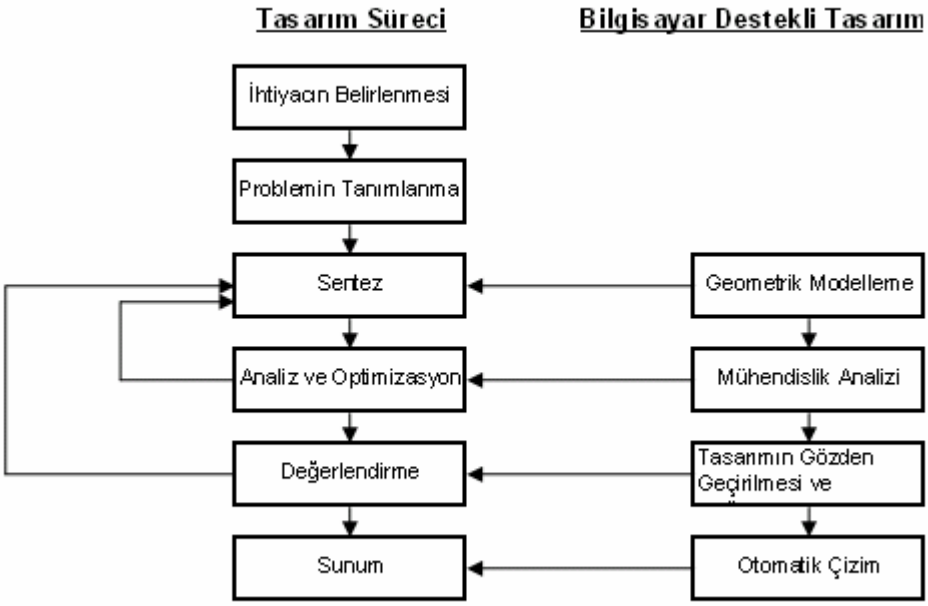


Şekil 2.3: Shigley'e göre genel tasarım süreci [33]

Bilgisayar Destekli Tasarım süreci dört fonksiyonel sistemde gruplandırılır.

- Geometrik modelleme
- Mühendislik analizi
- Tasarımın değerlendirilmesi
- Otomatik çizim

Bu dört alan Shigley'in modelindeki son dört aşamaya eklenmektedir. Bu ilişkilendirme Şekil 2.4'te gösterilmektedir.



Şekil 2.4. Bilgisayarların tasarım sürecine uygulanması [33]

Geometrik modelleme, fiziksel tasarım projesinin sistem üzerinde formunun oluştuğu sentez aşamasına karşılık gelmektedir. Mühendislik analizi, analiz ve optimizasyon safhasına, tasarımın değerlendirilmesi genel tasarım işlemine ve otomatik çizim ise tasarımın bilgisayar ortamında sunumuna çevrilmesine karşılık gelmektedir [33].

2.3.4.1. Geometrik Modelleme

Geometrik modelleme, nesne geometrik tanımlarının bilgisayar ortamında nasıl yapılacağını ele alan bir bilim dalıdır. Bu geometrik tanım; yüzey ve kenarlarla bunlara ait boyut ve toleransları içermektedir. Geleneksel olarak teknik resimlerde bulunan bu bilgiler, günümüzde üretim işlemini gerçekleştirmek için doğrudan bilgisayar destekli tasarım veri tabanından bilgisayar destekli üretim veri tabanına aktarılmaktadır. Bir Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) sisteminde önemli bir yer tutan geometrik modelleme; parça temsil tamlığı, kullanım kolaylığı, hızlı erişim ve gösterim özelliklerine sahip olmalıdır [16].

Bir ürünü fiziksel olarak gerçekleştirmenin başlıca iki aşaması tasarım ve üretimdir. Bir parçanın geometrik bilgileri, parçanın yüzeyleri, kenarları, bunların boyutları ve toleranslarıdır [21].

Geleneksel çizimlerde, bir parça iki boyutlu olarak çeşitli görünüşlerde tarif edilmektedir. Bir parçayı tamamen anlatmak için üç görünüşe ihtiyaç vardır; plan, ön görünüş ve yan görünüş. Bu görünüşlerde geometrik ve konumsal bilgi, değişik açılardan bakılarak elde edilmektedir. Bu tür çizimlerde tecrübe ve bilgi çok önemlidir. Çizimlerde hatalar bulunabilir. Bilgisayar Destekli Tasarımda bilgisayar ekranı kağıt, fare ve klavye kalem olarak kullanılarak iki boyutlu çeşitli görünüşleri içeren çizimler yaygın olarak kullanılmaktadır. Silme, kopyalama, taşıma gibi zaman alıcı işlemler CAD sistemleri ile kısa sürede yapılabilmektedir. Bu durum tasarımcının ve teknik ressamın verimliliğini yüksek oranda arttırmaktadır. Bilgisayarda kullanılan çeşitli tip modeller vardır [9]. Bir sınıflandırma 2 ve 3 boyutlu modeller arasında gerçekleşmektedir. Ancak iki boyutlu çizimlerde NC parça programlama ya da montaj analizi gibi daha sonraki süreçlere veri aktarımı oldukça güç hatta mümkün değildir.

Bu sorunları aşmak için yıllar boyunca çeşitli yöntemler geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu yöntemlerde tasarımcı tarafından doğrudan üç boyutlu tasarım oluşturulur, iki boyutlu çizimler ise bilgisayar tarafından oluşturulur. Bu şekilde üç boyutlu olarak tasarlanan parça bilgileri daha sonraki süreçlere kolaylıkla aktarılabilir.

Üç boyutlu sistemlerde modelleme için üç yöntem bulunmaktadır.

1- Tel kafes modelleme (Wire Frame Modeling)
2- Yüzey modelleme (Surface Modeling)
3- Katı modelleme (Solid Modeling)

Tel Kafes Modelleme : Tel kafese benzediği için bu adı almıştır [12]. Tel Kafes, geometrik modelleme araçlarının en basit ve en temel olanıdır. Geleneksel çizim mantığının bilgisayar ortamına aktarılmış biçimi gibi düşünülebilir. Geleneksel çizim mantığında teknik ressam, resimdeki nesneleri kenar çizgilerini çizerek gösterir. Tel kafes modelde de nesneler noktalar, doğrular, eğriler, daireler ve yaylar kullanılarak yine kenar çizgileri ile gösterilirler. Çizimin yazıcı yada plotter'a gönderilerek kağıda basılı kopyası elde edilebilmektedir.

Tel kafes modelleme de nesneleri tanımlamak için noktalar, doğrular, eğriler ve yayların koordinat değerleri (x, y, z) olarak girilerek üç boyutlu tel kafes modeller elde edilmektedir.

Tel kafes modellemenin bir çok kısıtlamaları bulunmaktadır;

- Mühendislik uygulamaları açısından bakıldığında, tasarımın hacim, kütle, ağırlık merkezi, atalet momenti gibi değerleri hesaplanamaz. NC programlama gibi uygulamalarda ise parçanın işlenebilmesi için ek tanımlamalar yapılması zorunlu olur. Tel kafes modelin sadece noktalardan, doğrulardan ve eğrilerden oluşması sebebi ile süreç planlama gibi uygulamalarda ek bilgilerin verilmesi gerekmektedir.
- Tel kafes gösterimde nesnelerin şekli tam olarak gösterilemez. Örneğin iki daire ve bir doğru ile tanımlanan silindirin üç kenarı tanımlanmıştır. Bu şekildeki nesnelerin çokluğu tasarımın anlaşılmasını zorlaştırmaktadır, olası hataların görülmesini engellemektedir.
- Büyük ve karmaşık parçaların tel kafes modellerinin oluşturulması ve düzenlenmesi diğer modelleme tekniklerinden daha zordur ve tasarımcıyı uğraştırır.

Yüzey Modelleme : Tel kafes modellemede, basit yüzeysel oluşumlar gerçekleştirilebilir. Ancak düzlemin ortasından bölgesel tepeler, çukurlar gibi şekilsel değişikliklerin yapılması mümkün değildir. Oysa, arabalar, mobilyalar, uçaklar, gemiler sadece standart silindir ve düzlemler oluşturarak tasarlanamaz. Bu yüzden bu tür tasarımlarda yetersizliğinden dolayı tel kafes modelleme kullanılamamaktadır.

Yüzey modelleme yaygın olarak kullanılan bir modelleme tekniğidir. Yüzey modelleme yüzey ve eğrilerin tanımlarının yapılabilmesine olanak tanımaktadır. Sadece eğrilerden oluşan tel kafes bilgilerinin değil, yüzeylerin birleşimi gibi bilgileri de içerir. Yüzey modellerinden takım yolları oluşturulabilir. Yüzey modelleme sistemlerinde, tasarımcı yüzeyi tanımlayan eğrileri oluşturarak adım adım yüzeyleri oluşturur.

Yüzey modellemenin tel kafes modellemeye göre daha gelişmiş olmasına rağmen, eksik yönleri de bulunmaktadır. Detaylı yüzeylerin bellekte çok yer kaplaması ve bu

yüzeylerle işlem yapmanın bilgisayar kaynaklarını zorlaması verilebilecek örneklerdendir.

Yüzey nesneleri 5 çeşittir Bunlar aşağıdaki gibi açıklanabilir [21];

Düzlem Yüzey : Üç farklı nokta ile tanımlanabilen en basit yüzeydir.

Düz Yüzey : İki eğri arasında doğrusal interpolasyon ile tanımlanır. İki eğri arasının düz bir yüzeyle kaplanmasıdır.

Döndürülmüş Yüzey : Düzlemsel bir eğrini uzayda bir eksen etrafına belirli açıda döndürülmesiyle oluşturulur

Ötelenmiş Yüzey : Bu yüzey bir eğrinin uzayda belirli bir yönde ötelenmesiyle oluşutrulmaktadır.

Bezier ve B-Spline Yüzey : Bu yüzeylerin ikisi de yapay yüzeylerdir. Yapay eğriler gibi yapay yüzeylerde 3 boyutlu uzayda verilen noktalara yakınsayarak yüzey oluştururlar. Bu yüzeyler bükülebilir ve kıvrılabilirler. Aralarındaki fark ise B-spline yüzeylerin noktasal ve bölgesel kontrolüne izin vermesi, benzer yüzeylerin buna izin vermemesidir.

Katı Modelleme : Katı modelleme ile cismin gerçek anlamda iç ve dış geometrisinin tanımı yapılmış olmaktadır. Tel kafes ve yüzey modelleme yöntemlerinin zayıf kaldığı pek çok nokta bu yöntemle giderilmektedir. Katı modellemenin önemli özelliği, görüntü ötesinde cismin iç ve dış geometrisinin bilgi bloğu şeklinde bilgisayara geçmesidir. Cismi oluşturan kenarlar, yüzeyler ile bu kenar ve yüzeylerin ne şekilde ilişkili oldukları tanımlanmaktadır. Cismin delikli olup olmadığı, bu şekilde iç ve dış geometrisi belirlenir. Katı modelleme diğer tekniklere göre önemli üstünlük sağlamaktadır. Modelin tasarlanması ile sunulmasında yanılgı ve karışıklığı önler. Ağırlık, ağırlık merkezi, hacim gibi kütlesel özellikleri de kolayca hesaplanabilir. Katı modelleme paketlerinde modellerin oluşturulmasında temel elemanlar veya süpürme yöntemiyle oluşturulan elemanlar kullanılır. Bu seçilen elemanlara küme işlemleri olan kesişim, bileşim, fark alma işlemleri tekrarlanarak uygulanabilir ve istenilen model tasarlanır [12].

Parametrik tasarım : Tasarlanan nesneler ve montaj gruplarına ait ölçülerin, birer sabit değer değil, istenilen durumda değiştirilebilen parametereler olarak tanımlandığı

tasarım sistemidir. Parametrik tasarım, tasarım sürecindeki araştırma ve çözüm tekniklerinin sınırlayıcı şartlar ve denklemler kullanılarak ürünün boyutlarına aktarılması ve tasarımın parametrik hale getirilmesidir. Bu teknik ile dikdörtgenin bir kenarının boyu diğer kenarına bağımlı olarak ta tanımlanabilir. Kenarlardan birisi değiştirildiğinde ona bağlı olarak tanımlanmış diğer kenarda otomatik olarak değişmektedir. Bu şekilde boyutları birbirine bağlı olarak tanımlanmış ürün üzerinde değişiklik yapmak kolaylaşmaktadır. Geleneksel yöntemde bir parçanın boyutunu değiştirmek için yeniden çizmek gerekirdi. Parametrikliğin getirdiği bir diğer avantaj ise, standart olarak kullanılan parçaların, bir kez tasarlandıktan sonra kolaylıkla parça ailelerinin oluşturulması ya da başka bir deyişle birbirine benzeyen ürün gruplarının bir kez genel olarak tasarlandıktan sonra temel modül üzerinde yapılan modifikasyonlar ile değişik ürün tiplerinin en az zaman ve emek harcanarak en iyi şekilde geliştirilmesine olanak sağlamaktır. Parametrik tasarım ile kendi kendini türetebilen ve geliştirebilen akıllı tasarımlar elde edilebilmektedir [18, 21].

2.3.4.2. Mühendislik Analizi

Bilgisayar Destekli Tasarım sürecinde geometrik modellemeden sonra gelen mühendislik analizi ile bir nesneye ait dayanım hesapları, ısı transfer analizleri ve dinamik simulasyonlar düşünülmelidir. Tasarımda bilgisayar desteğinin sağlanmasından önce bu işlemler oldukça karmaşık ve zaman kaybettiren işlemlerdi.

2.3.4.3. Değerlendirme ve Gözden Geçirme

Tasarım sürecinde, değerlendirme ve yeniden gözden geçirme özelliği bilgisayar destekli tasarım sistemiyle hızla arttırılabilmektedir. Tanımlanan geometrik bir modelde, yüzeyler arası uzaklıklar (boyutlandırmalar) otomatik olarak yapılmaktadır. Mekaniksel bağ işlemlerini test etmede kullanılan yöntemler CAD sistemlerinde bulunmaktadır. Bunlar CAD sistemlerinin animasyon yeteneklerini ve tasarımın yeniden değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır [9].

2.3.4.4. Sunum

Tasarım sürecinin son aşamasında, tasarım dokümantasyonunun bilgisayar desteği ile sunulması yer almaktadır. CAD sistemleri mühendislik tasarımlarını oldukça hızlı bir şekilde gerçekleştirebilmektedir.

2.3.5. Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) Sistemlerinin Avantajları

- *Çizim üretiminde daha yüksek hız :* Ortalama olarak CAD sistemi kullanan bir tasarımcının çizim masasında yaptığı çalışmanın 3 katı daha hızlı çalıştığı saptanmıştır [32]. Bu da tüm tasarım sürecini hızlandırmakta ve ürünün pazara sunumunu çabuklaştırmaktadır.

- *Çizimlerde daha yüksek doğruluk :* Elle yapılan çizimlerde tasarımcı yada teknik ressamın gözü ve kullanılan kurşun kalemin uç kalınlığı çizimin doğruluğunu tespit etmektedir. Buna tam ters olarak CAD çizimlerinde noktalar kesin pozisyonlarda ve tekniklerle yerleştirilmektedir. Özellikle "zoom" (yakınlaştırma) ile çizimin her hangi bir noktası detaylı bir şekilde incelene bilmektedir.

- *Temiz çizim :*Elle yapılmış bir çizimin sunumu tamamen teknik ressamın çizgi kalitesine ve kabiliyetine bağlıdır. Oysa CAD sistemlerinde yüksek çizgi ve yazım kalitesi ile plotterlar kullanıcısı kim olursa olsun temiz ve net çizimlerin sunulmasını sağlamaktadır.

- Çizimlerin tekrar edilmemesi: bir çizim yada kısmi bir çizim tamamlandıktan sonra CAD sistemleri ile bilgisayar hafızasına kaydedilerek gelecekte kullanım saplanabilmektedir. Daha önceden kaydedilen çizimler üzerinde yapılacak düzeltmeler ve değişiklikler için çizimi tekrar etmeye gerek yoktur.

- Tasarım hesaplamalarında ve analizlerinde hız: Günümüzde bilgisayar destekli tasarım yazılımlarında entegre tasarım hesaplamaları yapan bir bölüm bulunmakta. Bunlar, tasarımın ölçülendirilmesinden maliyet hesaplarına kadar uzana analiz ve hesaplamalardır. Geleneksel yöntemlerde bu işlemler hem çok karmaşık hem de oldukça uzun süren işlemlerdi.

- Hataların azalması: CAD simulasyon ve analiz teknikleri ile prototip üzerindeki deney ve geliştirme için harcanan zaman ve paradan da ekonomi sağlanmaktadır.

- Tasarımın diğer birimlerle entegrasyonu: Bilgisayar ağı içinde yer alan CAD sistemi ile diğer mühendislik bölümleri ile entegre çalışma mümkün kılınmaktadır. Yapılan

tasarımlar entegre sistemler ile doğrudan kesim listeleri oluşturularak üretime gönderilebilmektedir.

2.3.6. Bilgisayar Destekli Tasarım Sistemlerinin Tercih Edilme Sebepleri

Tasarımcının Verimliliğini Yükseltmesi: Burada tasarımcıya, ürüne ve ürünün bileşenlerine ait kavramların ortaya çıkması, fikirlerin doğmasına yardımcı olması ve tasarımcının kendi kendine destek sağlaması söz konusudur. Bunun sonucunda söz konusu tasarım için gereken sentezleme, analiz ve tasarımın dökümü için gereken süre azalmaktadır.

Tasarım Kalitesinin İyileşmesi: CAD sistemlerinde uygun yazılım ve donanımlar kullanılarak, daha geniş mühendislik analizleri yapılabilmekte ve daha fazla sayı ve farklılıkta tasarım alternatifleri bulunabilmektedir.

Tasarım Dokümantasyonunun Gelişmesi: CAD sistemlerinin grafiksel çıktıları ile daha iyi tasarım dokümantasyonu oluşturulabilmektedir. Bunun sonucunda ad mühendislik çizimlerinde daha yüksek kalite elde edilmiş olur. Çizimler arası standardizasyon daha kolay elde edilir ve daha az taslak çizim hataları ile karşılaşılır.

Üretim Veri Tabanı Yaratılması: Ürün tasarımı (ürünün geometrik özellikleri, bileşenlerin boyutları, malzeme özellikleri) için yaratılan dokümantasyon ile oluşan veri tabanı, aynı zamanda ürünü üretme aşamasında da kullanılmaktadır.

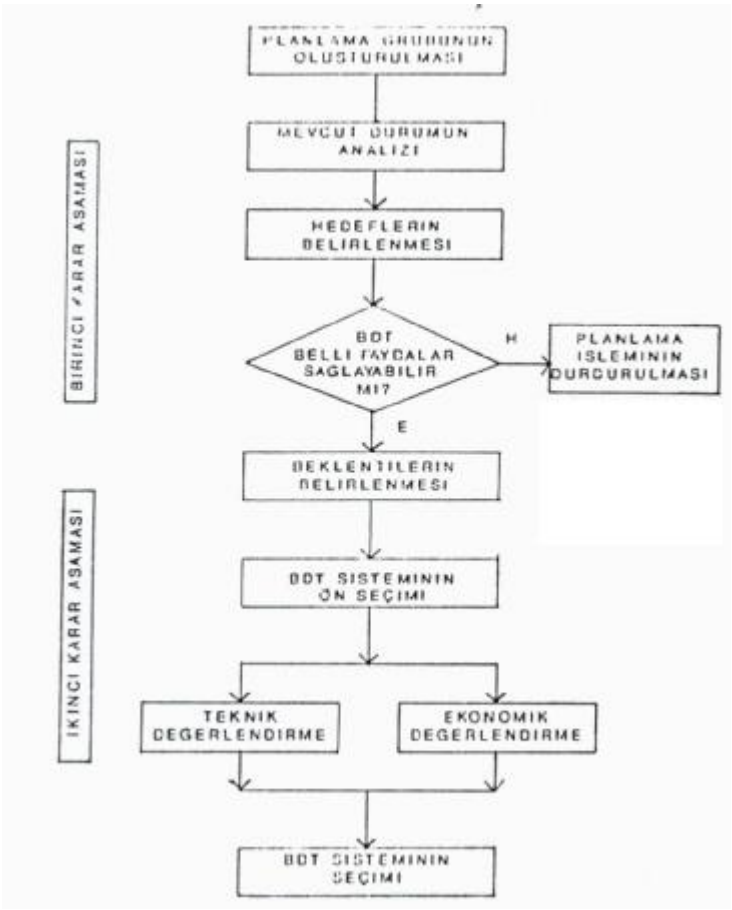
2.3.7. CAD Sistemlerinin Seçimi

Bilgisayar Destekli Tasarım projesi, üretimde deneyimli bir yönetici ile işletmenin mühendislik/tasarım, üretim planlama, üretim, bilgi işlem, finans gibi çeşitli bölümlerinde bulunan sorumluların oluşturacağı bir ekip tarafından ya da proje grubuna dışardan uzman firma ve kişilerin danışmanlığı ile yürütülebilmektedir.

Mevcut durumun analizi, öncelikle tasarım bölümündeki zaman dar boğazı ve problemlerin kaynakları ile bunların nicelik ve nitelik boyutlarını gösteren verilerin toplanmasını sağlamaktadır. Analizde, firmadaki organizasyon yapısı ve bilgi akışının yanı sıra, ağırlıklı olarak tasarım işlemi, ürün yapısı ve çeşitleri ele alınır.

Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) sistemlerinden beklenen yararların bu aşamada belirlenmesi, sistemin cevap süresinin ve kullanım oranının tam olarak bilinmemesi nedeniyle zordur [2].

CAD sistemlerinin seçiminde izlenecek strateji konusunda bir akış şeması Şekil 2.5'de gösterilmektedir [2].



Şekil 2.5: Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT) sistemi seçiminde izlenecek strateji [2]

Yakın [18] tarafından yapılan araştırma sonucunda dünya çapında CAD sistemlerinin seçimi ve etkin kullanımı konusunda söz sahibi olan ve danışmanlık hizmetleri veren firmaların konu hakkındaki tavsiyeleri şöyledir:

- Faaliyet ve teknoloji gereksinimlerinin tümüyle tespit edilmesinden emin olunması gerekmektedir. Planlanmamış bir süreç asla verimli bir şekilde yürümemektedir.
- İki, üç yılı kapsayan bir plan oluşturulması şarttır. Bu süre içerisindeki gelişmeler, ihtiyaçlar kesin olarak çıkarılmalıdır.

- Yazılım ve donanım gelişmeleri yapılan planlar içinde yerini almalıdır. Her yeni gelişim bu sistemlerin işleyişini etkilediğinden gelişmeler planlanmalı ve stratejiler geliştirilmelidir.
- Mühendislik verileri firmanın en değerli hazinesidir. Bu nedenle verileri, yeni sisteme düzgün ve etkin olarak aktarmak ve bu verileri eskisinden daha etkin olarak kullanabilmek son derecede önemlidir.
- En az maliyet tuzağına düşmekten kaçınılmalıdır. Maliyet kuşkusuz önemli bir parametredir. Ancak, önemi listede üçüncü, dördüncü sırada olmalıdır. Öncesinde kullanım ve öğrenim kolaylığı, esnek olması, açıklık gibi konular bulunmalıdır. Dolayısıyla en fazla üretkenlik yaklaşımı çok daha akılcıdır. Sistem gereksinimlerine uygun donanımın alınması çok önemlidir.
- Sistem eğitimi firma bütçesinde sürekli ve gerçek bir maliyet kalemi olarak bulunmalıdır. Sistemin etkin olarak kullanımı eğitimden geçmektedir.
- Yatırım geri dönüş hesabı çıkarılmalıdır. Bu oldukça zor bir hesap olmakla beraber, firma için son derecede önemlidir.
- Sisteme geçişte verimde bir düşme olacağı göz ardı edilmemeli ve bu düşüş süresini kısaltıcı önlemler düşünülmelidir.

2.4. MOBİLYA ENDÜSTRİSİNDE KULLANILAN CAD SİSTEMLERİ

Mobilya endüstrisinde genellikle AutoCAD, SolidWorks, DesignCAD, 3DMAX, CATIA, CorelDraw, Rhino, Arcon, ImosCAD, KitchenDraw, PYTHA, Vudi, ArchiCAD, Cabinet Vision programlarının kullanıldığı bilinmektedir. Aşağıda bu sistemler hakkında öz bilgi verilmektedir.

2.4.1. AutoCAD

AutoCAD, tasarım ve çizimlerin bilgisayar ortamında yapılmasını sağlayan bir bilgisayar destekli çizim ve tasarım paketidir. AutoCAD dwg. uzantılı çizim formatı dünya endüstriyel çizim standardı olarak kabul edilmektedir. AutoCAD çok büyük bir programdır ve hemen her alanlardaki çizimler de profesyonelce kullanılmaktadır [35]. Genel amaçlı bir tasarım ve çizim programı olan AutoCAD programını kullanmak için herhangi bir programlama dilini bilmek ya da başka bir programı kullanmış olmak gerekli değildir. Gelişmiş etkileşimli grafik kullanıcı ekranı ile tüm komutlara

menülerden ya da sembol simgelerden ulaşmak ve çizim, düzenleme vb. komutları kullanmak mümkündür.

AutoCAD genel amaçlı bir çizim programı olarak çok geniş bir yelpaze içerisinde herhangi bir disipline özgü komutlarla kullanıcıyı kısıtlamadığı gibi, açık mimarisi ile istenilen yönde özelleştirilebilmektedir. AutoCAD tüm mimar, mühendis, tasarımcı, grafiker ve kısaca tasarım ve çizim ile ilgili her disiplin tarafından rahatlıkla kullanılabilecek bir programdır. Bugün ülkemizde ve dünyada makine mühendisliğinden güzel sanatlara, mimarlıktan tıbba, şehir planlamadan reklamcılığa, haritacılıktan elektroniğe, uzay araştırmalarından deniz bilim araştırmalarına kadar her alanda AutoCAD'ten temel tasarım ve çizim paketi olarak yararlanılmaktadır [2].

AutoCAD üzerinde referans dosyası kullanımı projelere sağlanan en önemli yardımlardan birisidir. Bir tasarım üzerinde çalışırken, bir başka tasarımı referans olarak çağırıp yeni yada ilgili tasarımda o çizimden yararlanma olasılığı vardır. Örneğin; bir mutfak dolabı çizimi üzerinde çalışan orman endüstri mühendisi dolaba ait bir parçanın çizimini daha önce yapılmış bir çizimden alıyor ya da kendi üretim resmi olarak hazırlıyor olabilir. Bu durumda parçayı dolap çizimi içerisinde referans alarak ufak değişiklikler yapmak yeterli olacaktır. Dolap resmine girildiğinde parçanın son hali otomatik olarak belirecektir. Böylelikle kavramsal tasarım aşamasında değişiklikler ve yenilemeler kolay şekilde sağlanacaktır.

AutoCAD mühendislik için gerekli hesaplamaları yapabilmek için verileri elde edebilmek ve daha ileri tasarımları kolayca gerçekleştirebilmek için gerçek tanımlamaları da sunmaktadır. 2 boyutlu katı modelleme bunlardan başlıcasıdır.

AutoCAD 'in yaygın olarak tercih edilmesinin sebebi, gerek 2, gerekse 3 boyutlu tasarım ve çizim için sağladığı olanaklar ve kullanım kolaylığıdır. AutoCAD gerçek bir 2 ve 3 boyutlu tasarım ve çizim yazılımıdır. AutoCAD programında komut ve menü alanlarında çevrilmiş olan alan kullanıcının tasarım ve çizim alanıdır. Kullanıcı bu pencerede tıpkı 2 boyutta çalıştığı şekilde 3 boyutta da kendi çizim uzayını oluşturup 3 boyutlu tasarım ve çizimler yapabilir. AutoCAD ile çizim yaparken kullanıcı tanımlı çizim elemanlarını kullanabileceği gibi değişik düzenleme komutları ile istediği

karmaşıklıkta geometrilerde oluşturabilir. Çizgi, daire, elips, yay gibi basit çizim elemanları 2 ya da 3 boyutlu spline eğriler, 3 boyutlu yüzeyler, koni, silindir gibi 3 boyutlu ve karmaşık elemanların kullanımı ile 2 boyutlu karmaşık profilleri döndürerek, kesitleri uzatarak ya da 3 boyutlu eğrilerin arasını dokutarak karmaşık 3 boyutlu yüzeyler elde etmek AutoCAD için oldukça kolaydır.

AutoCAD ile çizim düzenleme ve değiştirme komutları ile bir çizimden benzeri çizimleri türetmek ya da saatler sürebilecek bir yenileme işlemi de 1-2 dakika içerisinde gerçekleştirilebilmektedir. AutoCAD tüm çizim elemanlarını kopyalayabilir, taşıyabilir, birleştirebilir. Bir teknik resmin ya da perspektif görünüşün çarpıcılığını çizimin düzeni kadar etkileyen unsurlarda çizgi ve tasarımın kalitesidir. AutoCAD kütüphanesinde yazı stili barındırır.

AutoCAD'in sahip olduğu bir diğer önemli özellik otomatik ölçülendirmedir. Doğrusal ve açısal ölçülendirme, çap ve yarıçap ölçülendirme AutoCAD ile çok kolaydır. Ölçü komutuna girip ölçülendirilmesini istediğiniz nesneyi göstermeniz ve ölçü çizgisini konmasını istediğiniz yeri belirtmek yeterlidir.

Katı modelle ilgili AutoCAD'ten alınabilecek bilgiler sadece geometrik bilgiler ile sınırlı değil, tasarımcı mühendislerin normal yöntemlerle hesaplamak için saatler, bazen günler bazen de hesaplayamayıp, sadece yakın değerler ile yetinecekleri tüm mekanik bilgileri anında elde etmek ve görüntülemek mümkündür.

2 ve 3 boyutlu olarak yaratılan görüntüleri renkli olarak kaplamak da mümkündür. Kaplamalar AutoCAD ile otomatik olarak yapılabilmektedir. Çizimlerle ilgili yazılı veriler daha ileri uygulamalarda kullanılmak üzere AutoCAD ANSI/ISO standardı olarak veri tabanı yönetim sistemleri ile iletişim kurmayı sağlamaktadır. AutoCAD ile çizilen teknik resimlerin bilgileri çeşitli biçimlerde ihraç edilebilir veya veri tabanlarında saklanabilir [36]. AutoCAD sadece veri tabanı yönetim sistemleri ile değil masa üstü yayıncılık sistemleri ile de 2 yönlü kurabilir. Görüntüleri PostScript dosyası olarak okuyabilmesi ve aktarabilmesi AutoCAD'in kullanım alanını daha da genişletmektedir [20].

2.4.2. SolidWorks

SolidWorks Windows grafik kullanıcı ara yüzünden yararlanan, unsur tabanlı bir parametrik katı modelleme tasarım aracıdır. Tasarım amacına ulaşmak için otomatik ya da kullanıcı tanımlı ilişkileri kullanırken, kısıtlamalarla ya da kısıtlamalar olmadan, tam ilişkisel 3 boyutlu katı modeller oluşturulabilir [37].

Bir montajın birkaç ayrı parçadan oluşması gibi, bir SolidWorks modeli de ayrı bileşenlerden oluşur. Bunlara unsur adı verilir. SolidWorks yazılımı kullanılarak bir model oluşturulduğunda delikler, köşe yuvarlatmaları, pah kırmalar gibi kolay anlaşılır unsurlar ile çalışılmaktadır. Unsurlar oluşturuldukça, doğrudan çalışma parçasına uygulanırlar. Unsurlar, tasarlanmış ya da uygulanmış olarak sınıflandırılabilir.

Tasarlanmış unsurlar: 2 boyutlu bir çizime dayalı unsurlardır. Genel olarak bu çizim döndürme, süpürme gibi işlemlerin uygulamalarıyla bir katıya dönüştürülür.

Uygulanmış Unsurlar: Doğrudan katı model üzerinde oluşturulan unsurlardır. Köşe yuvarlatmaları ve pah kırmalar bu tip unsurların örnekleridir.

SolidWorks yazılımı, modelin unsur tabanlı yapısını, Feature Manager tasarım ağacı (Unsur Yönetimi Tasarım Ağacı) adı verilen özel bir pencerede grafiksel olarak gösterir. Feature Manager tasarım ağacı, sadece unsurların hangi sırada oluşturulduklarını göstermekle kalmayıp, aynı zamanda altta yatan tüm ilişkili bilgilere kolay erişimi de sağlamaktadır.

Bir unsuru oluşturmak için kullanılan ölçüler ve ilişkiler modelde yakalanmakta ve depolanmaktadır. Bu sadece tasarım amacına ulaşmayı değil aynı zamanda modelde kolaylıkla ve hızla değişiklikler yapılabilmesini sağlar.

Bir unsuru oluştururken kullanılan ölçüler güden ölçülerdir. Bunlar arasında, çizim geometrisiyle ilişkili ölçülerle birlikte, unsurun kendisiyle ilişkili ölçülerde bulunur. Paralellik, teğetlik ve eşmerkezlilik gibi bu bilgiler ilişkiler arasında bulunmaktadır.

Önceden bu tip bilgiler, teknik resimler üzerinde unsur kontrol sembolleri yardımı ile belirtilirdi. SolidWorks ile bunlar çizim üzerinde yakalanarak, tasarım amacını önceden model içinde tam olarak yakalanabilmesini sağlar.

Katı modelle, CAD sistemlerinde kullanılan en tamamlanmamış haldeki geometrik model tipidir. Modelin kenarlarını ve yüzlerini tam olarak tanımlamak için gerekli olan tüm tel kafes ve yüzey geometrisini içerir. Geometrik bilgilere ek olarak, geometriyi ilişkilendiren, topoloji adlı bilgiye de sahiptir. Topolojiye bir örnek olarak, hangi yüzlerin (yüzeylerin) hangi kenarla (eğriyle) birleştiği bilgisi verilebilir. Bu bilgi, köşe yuvarlatması gibi işlemlerin, bir kenar seçmek ve bir yarıçap belirtmek kadar kolay bir biçimde yapılabilmesini sağlar.

Bir SolidWorks modeli, kendisine referansta bulunan teknik resim ve montajlar ile tam ilişkilidir. Modele yapılan değişiklikler, otomatik olarak ilişkili teknik resim ve montajlara yansıtılır. Benzer şekilde teknik resmin ya da montajın bağlamında da değişiklikler yapılabilir. Bu değişiklikler de modele yansımaktadır.

Paralel, dik, yatay,düşey ve eşmerkezli gibi geometrik ilişkiler, SolidWorks'te desteklenen kısıtlamaların sadece bir kaçıdır. Ayrıca, parametreler arasında matematiksel ilişkiler kurmak için denklemler de kullanılabilir. Kısıtlamaları ve denklemleri kullanarak, delikler boyunca ya da eşit yarıçaplı gibi tasarım kavramlarını korunmaya alınmaktadır.

SolidWorks gibi bir parametrik modelleme aracını verimli olarak kullanabilmek için, modellemeden önce tasarım amacı üzerinde düşünülmelidir. Tasarım amacı, modelin, değiştirildiğinde nasıl davranacağına dair yapılan plandır. Modelin oluşturulma yöntemi, nasıl değiştirileceğini de kapsar. Tasarım amacını yakalama biçimine bir çok faktör etki etmektedir;

- Otomatik ilişkiler : Geometrinin nasıl tasarlandığına bağlı olarak, bu ilişkiler, nesneler arasında paralel, dik, yatay ve düşey gibi yaygın geometrik ilişkiler sağlayabilir.

- Denklemler : Ölçüleri cebirsel olarak ilişkilendirmek için kullanılan denklemler, değişiklikleri zorlamak için harici bir yöntem sağlarlar.
- Eklenen ilişkiler : Model oluşturulurken modele eklenen ilişkiler, ilişkili geometrinin bağlanması için diğer bir yol sağlar. Bazı yaygın ilişkiler arasında eşmerkezli, teğet, çakışan ve doğrusal sayılabilir.
- Ölçülendirme : Çizimin ölçülendirme biçimi, tasarım amacı üzerinde etkilidir. Ölçüleri, nasıl değiştirmek isteniyorsa onu yansıtan bir yolla eklenmesi gerekmektedir.

2.4.3. DesignCAD

DesignCAD 2 boyutlu ve 3 boyutlu çizimlerin oluşturulabildiği bir CAD sistemidir. 3 boyutlu çizimler bu sistemde tel çerçeve görüntüsüyle ve gizli çizgiler çıkarılmış olarak, tam renklendirme ve gölgelendirme ile tüm bakış açıları ile gösterilebilmektedir. Bu program ile çizim içerisinde adım adım gözlenecek biçimde slayt şovları da hazırlamak mümkündür. Yapılan tasarımlara malzeme özelliklerini eklemek, dekoratif dokunuşlarla süslemek de bu programda yapılabilecek işlemler arasındadır. Aynı program içerisinde ya da DesignCAD 2D içerisinde hazırlanmış 2 boyutlu çizimlerden 3 boyutlu çizimlere geçiş ve 3 boyutlu çizimlerden 2 boyutlu çizimlere geçiş bu program dahilinde kolaylıkla yapılabilmektedir [38].

2.4.4. 3D MAX

3D MAX kullanıcıları için iki seçenek bulunmaktadır; DOS üzerinde çalışma ve Windows NT üzerinde çalışma. Böylece kullanıcılar ellerinde bulunan işletim sistemine göre isterlerse her iki yazılımı da kullanabilmektedirler. 3D MAX temel olarak 3 boyutlu modelleme, kaplama ve canlandırma yazılımıdır. Kullanılabileceği yerler ise; sayısal video üretiminden multimedia uygulamalarına, ürün tasarımından eğitim paketlerine, mimari görselleştirmeden mekanik sistemlerin canlandırılmasına kadar 3 boyutlu grafik kullanımının olanaklı olduğu her alan denebilir.

Nesneler 3 boyutlu olarak modellenir, sahnedeki yerlerine yerleştirilir, nesnelerin doku ve ışığa duyarlılık gibi malzeme özellikleri belirlenir, hareket eklenir ve sonuçlar izlenir. 3DMAX tüm bunlar için gerekli araçları sağlamaktadır.

İlk başta göze çarpan özellikleri arasında; nesne yönelimli olması ve sistemde yer alan her şeyin canlandırılabilmesidir. Windows NT işletim sisteminin olanaklarından sonuna kadar yararlanabilmektedir. Birden fazla işlemci desteği, güçlü modelleme, ve canlandırma araçları, modelleme yaparken görünüm alanlarında kaplanmış görüntüler üzerinde gerçek zamanlı olarak çalışabilen etkileşimli bir kullanıcı arabirimi ile genişleyebilen bir yazılımdır. 3D MAX'in çok önemli bir özelliği de AutoCAD modellerini kullanabiliyor olmasıdır.

3D MAX tamamen nesne yönelimli çalışmaktadır. Bundan kasıt programın yazıldığı dil değil programın çalışma mantığıdır. Nesneler, transformasyonlar, nesne değiştiriciler, malzemeler, ışıklar, kameralar, canlandırma adımları, aslında kendi başlarına birer "nesne". Bu nesneler neyi yapıp neyi yapamayacaklarını biliyorlar ve aralarında haberleşiyorlar. Örneğin; bir nesne seçildiğinde ekranda sadece onun parametreleri ve ona ilişkin işlemler belirmektedir.

Çalışma ortamını en zevkli ve işlevsel hale getiren özellik ise anında tepki veren görünüm alanlarıdır. Modeller, kaplanmış görüntüler kullanılarak yaratılmaktadır. Seçilen görünüm alanları, yapılan işlemleri gerçek zamanlı olarak kaplanmış görüntülerle göstermektedir. Bu görüntüler nesneleri sadece basit olarak boyanmış renk tonları ile göstermiyor, ışıklar, görüntü hareketleri, nesnelerin dokuları gibi gerçekçi bileşenler içeriyor.

Bu sistemde nesneler parametrik olarak modellenmektedir. Geometriyi tanımlayan parametreler istendiğinde değiştirilebiliyor. Her nesnenin uğradığı işlemler, nesnenin kendi parametreleri de dahil olmak üzere o nesneye bağlı bir " değişimler" listesinde tutulmaktadır [39].

2.4.5. CATIA

1975'te Dassault Aviation bir Amerikan firması olan Lockheed den 2D çizim paketi olan CADAM'i aldı. 3D geometrik tanımlamalar için bu programa karşılık, gelişimine 1977'de başlanan kendine özgü bir yazılım tasarlandı. Buna da CATIA (Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application) ismi verilmiştir [40].

CATIA gerek kullanım kolaylığı, gerekse sunduğu esneklik, bilgi birikimi değerlendirebilme gibi avantajlar ile pek çok endüstride kullanım alanı bulabilmektedir.

CATIA, bilgi tabanlı tasarım oluşturulmasında önemli rol oynamaktadır. CATIA ile bilgi tabanlı tasarımlar yaratılabilmektedir. CATIA kullanımı ile eksik bilgi ve dikkatsizlikten doğan hatalar çok azalmaktadır. İşe yeni başlayanların öğrenme süreçleri çok hızlanır. Standart işlemler CATIA ile otomatik olarak yapılmaktadır. Bu nedenle tasarımda süre ve hata azalmaları söz konusudur. CATIA ile kontrol işlemleri otomatik olarak yapılıp raporlanabilmektedir. Tüm bilgiler ve değişimler CATIA tarafından elektronik ortamda depolanmaktadır [41].

CATIA ile kullanım ihtiyacına en uygun çözümü en ekonomik şekilde seçebilmek için hazır paketler oluşturmuştur. Bunun özünde ise, modüllerden oluşmuş paket konfigürasyonlar vardır. Konfigürasyonlar 3 ayrı platformda organize edilir. Bunlar, her biri değişik seviyelerdeki müşteri ihtiyacını hedefleyen P1, P2 ve P3 platformlarıdır:
CATIA Platform P1, ileride gelişmiş dijital ürün geliştirme altyapısını hedefleyen küçük ve orta ölçekli firmaları hedeflemektedir. P1 ile üretilen dokümanlar ileride problemsiz olarak P2 veya P3'e aktarılabilir.

CATIA Platform P2, ürün, proses ve kaynak modellemesi ihtiyacı olan ileri tasarım mühendisliği uygulamaları yapan müşterileri hedeflemektedir.

CATIA Platform P3, çok ileri düzeyli bilgi-tabanlı dijital ürün ve proses geliştirme ortamı sunar.

Şekil 2.6: CATIA ile yapılmış ofis tasarımı

2.4.6. CorelDraw

Üç endüstri lideri uygulama içeren tek bir bütünleşik programdır. Kullanımı kolay, grafik suiti güçlü grafik çözümleri sağlamaktadır. Sayfa tasarımları, dijital resim ve hareketli grafikler hazırlanmasını sağlamaktadır. Mobilya endüstrisinde daha çok sunum amaçlı kullanılmaktadır.

2.4.7. Rhino

Bir modelleme yazılımıdır. Rhino ile basit CAD nesneleri hazırlama, bükme ve çevirme işlemlerini gerçekleştirmek çok kolay yapılabilmektedir. Oluşturulan nesneler bir kütüphane de saklanabiliyor ve kopyalanabiliyor.

2.4.8. Arcon

Arcon, başta Almanya olmak üzere tüm Avrupa'da yaygın olarak kullanılan mimari ve dekorasyon programıdır [42].

Arcon, Türkiye'de sektörün hizmetine Türkçe olarak sunulmuştur.

Arcon, plandan kesit ve cepheye, profesyonel merdiven tasarımından çatı tasarımına kadar tüm teknik çizim ve tasarım imkanlarını sunarken dekorasyon ile ilgili her türlü

imkanı kullanıcıya sağlamaktadır. 3000'den fazla boyutlu eşyanın bulunduğu katalog ile renklendirme ve aydınlatmadaki seçenekler kullanıcıya gerçekçi bir tasarım imkanı sağlamaktadır. Katalogda kullanıcının birebir kendi ürünlerini kullanabilmesi ArCon'un kullanıcılarına sunduğu en önemli özelliktir.

Plandan üç boyutlu görüntüye geçiş bir tuşa basılarak kolayca uygulanabilmektedir. Yapılan mekan içinde istendiği gibi gezilebilmektedir.

ArCon ile;

- Çabuk ve profesyonel projelendirme yapılabilmektedir.
- Skeçlerden uygulama projelerine her seviyede çalışma imkanı mümkündür.
- Projenin herhangi bir aşamasında yapılan değişiklik anında tüm projeye yansımaktadır.
- Üç boyutlu görüntüde tüm ışık detayları görüntülenebilmektedir.
- Alan ve hacim hesapları anında yapılabilmektedir
- Kesit, cephe çizimi her yönden otomatik olarak yapılabilmektedir.
- Bitmiş yapının içinde ve etrafında gezinti yaparken istenilen değişiklik anında yapılabilmektedir.
- Yapının görüntüsündeki zamana bağlı ve gezintiye bağlı değişiklikler videoya kayıt edilebilmektedir .

Şekil 2.7: ArCon ile tasarlanmış bir mutfak

ArCon Mobilya sektöründeki en büyük kullanım alanı mağazalarda anında müşteriye 3 boyutlu proje sunma özelliğidir. Mağazada bir bilgisayarda Arcon içinde oluşturulmuş kendi ürünlerini kullanıcı 10 dakikada müşteriye ölçülerini verdiği odanın içine kolayca yerleştirebilmektedir. (Şekil 2.7) Böylece müşteri alacağı ürünün odasına sığıp sığmadığını ve hangi model ve rengin daha güzel gözükeceğinin kararını verebilmekte ve isterse foto gerçekçi görüntülerini resim olarak alabilmektedir. Dolayısı ile hizmet faktörünün önem kazandığı bu dönemde müşteriye sadece mal satmak değil ayrıca dekorasyon hizmeti de vererek, müşterinin kararını çabuklaştırıp satış potansiyelini arttırma imkanı getirmektedir.

Ayrıca mağazada tüm modellerini bulunduramayan, teşhir alanı kısıtlı olan mağazalarda program yardımı ile tüm modelleri gösterme imkanı da sağlanmaktadır.

2.4.8.1. ArCAD

ArCAD mimar, müteahhit ve iç dekoratörlerin gereksinimleri göz önünde bulundurularak hazırlanmış ArCon görsel mimari uyumlu 2 boyutlu çizim programıdır.

ArCAD (e-Lines) mimari ve statik projeleri oluşturmak ve düzenlemek için tüm teknik çizim ve tasarım imkanlarını kullanıcıya sunarken oldukça sadeleştirilmiş ara yüzü ile kullanım kolaylığı sağlamaktadır. ArCAD e-Lines'ta çizilen tüm elemanların çizgi kalınlığı, tip ve rengi değiştirilebilir. Bu program ile çizgi, poligonal çizgi, daire, elips, elips dilimi gibi 2Boyutlu elemanlarda serbest el çizimi etkisi verilebilir. Oluşturulan yüzeylerin dolgu rengi ve tarama tipi kolayca seçilebilir ve değiştirilebilir. Oluşturulan yüzeylerin dolgu rengi ve tarama tipi kolayca seçilebilir ve değiştirilebilir. HPGL, DXF ve WMF formatlı dosyaları ve BMP, TIF, JPG ve PCX formatlı resim dosyalarını ithal edilebilir ve bu resimler folyo olarak kullanılabilir. e-Lines'ta serbest tarama örnekleri oluşturabilir, metin eklenebilir ve metin düzenlenebilir. Windows'un tanıdığı tüm printer ve plotterlardan çıktı alınabilmektedir.

2.4.8.2. Ar Mutfak

Tasarlanan projeleri müşteriye hızlı, kaliteli ve anlaşılabilir bir görüntü oluşturarak sunum yapmayı sağlayan bir programdır. Sunumları alternatif fotoğraf kalitesinde oluşturabilmektedir. Müşteri talebine göre detaylı teklif verilmesinde kolaylıklar ve otomatik sipariş özellikleri bulunmaktadır.

2.3.8.3. Ar Dolap

Windows tabanlı, ArCon görsel mimari programı üzerinde çalışan sürgülü dolap sektörü için özel hazırlanmış profesyonel bir programdır.

2.4.9. ImosCAD

Imos mobilya tasarımından üretimine kadar bir üretici firmanın ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde hazırlanmış bir yazılımdır. Üretici firmada üretilecek mobilyanın tasarımından CNC makinalarına veri aktarımına kadar tüm üretim aşamalarında gerekli olan verileri oluşturur. Ayrıca MRP-ERP sistemleri ile entegre çalışabilmektedir. Satış noktalarında kullanılan ArCon programı ile doğrudan bilgi alışverişi yapabildiği gibi gelişmiş bir İnternet çözümü de vardır.

Imos Mobilya tasarım ve üretimi için hazırlanmış bir yazılımdır. Mobilyanın tasarımından üretimine kadar gerekli tüm çizim ve dokümantasyonu otomatik olarak hazırlar. Tek bir üründen, seri üretimlere kadar her ölçekteki işlerde kullanılabilir.

Imos lisanslı %100 AutoCAD teknolojisini kullanmaktadır. AutoCAD ile uyumludur ve bilinen tüm AutoCAD fonksiyonlarını 2D ve 3D olarak kullanım imkanı sunar. Bu fonksiyon sayesinde zaten bu konuda çalışan büyük bir çoğunluğun tanıdığı bir çalışma ortamı sağlanırken daha önceden yapılmış çalışmaların doğruda yeni sisteme akarımı sağlanmaktadır. Buda gerek eğitim gerekse sistemin şirkete uyarlanması sürecini kısalmaktadır.

Imos her türlü masif ve levha üründen tasarlanan mobilyalarda kullanılabilir. Ayrıca, bu mobilyalar üzerinde kullanılan tüm özel aksesuar, birlikte kullanılan döküm, ferforje ve alüminyum nesneler gibi her türlü üretim dışı nesnenin para metrik olarak modüle eklenmesi ve parçanın işlenme özelliklerinin belirlenmesi ve gerekli çizimlerin oluşturulması imos'un sağladığı en büyük kolaylıklardandır.

Hızlı Kabin Oluşturma Sihirbazı ile değişken kabin konstrüksiyonları oluşturulur. Imos'un yarattığı tüm modüllerin ölçülerine,malzemesine ve konstrüksiyon kurallarına para metrik olarak müdahale edilebilir. Böylece bir kere hazırlanmış olan ürün üzerinde kolayca değişiklik yapılabilmektedir ve bu değişiklik başka bir müdahale ve düzeltmeye gerek kalmadan tüm raporlar, çizimler ve CNC bilgileri otomatik olarak düzenlenebilmektedir.

Imos tasarımı karışık konstrüksiyonların oluşturulmasında büyük kolaylıklar sağlar. Satış istasyonları, resepsiyon masası, danışma masaları, vs. Ayrıca köşeli veya açılı konstrüksiyonların kolaylıkla oluşturulabilir. Parametrik formdaki mobilyaların oluşturulabilmesi ise önemli bir özellikdir. Konstrüksiyonda kullanılan malzemeler,yüzey kaplamaları,kenar bantları ve profiller her parça için para metrik olarak düzenlenebilir. Lamine malzemelerin tanımlanması ve gerekli verilerin oluşturulabilmesi Imos'un önemli özelliklerindendir. Kullanılan diğer bağlantı, birleştirme elemanları ve diğer aksesuarlar otomatik olarak Imos tarafından konstrüksiyona yerleştirilir.

Imos 3 Boyutlu görünüşte tüm detayları otomatik olarak yaratır ve CNC makineleri için gerekli tüm verileri oluşturur. Baza, taç bandı, tezgah ve ışık bandı gibi parçaların kabinlere ve modüllere otomatik olarak eklenmesini sağlar ayrıca gerekli üretim bilgilerini otomatik olarak hazırlar.

Parça Çizimlerini oluşturur. Modülün foto gerçekçi görüntüsü ve konstrüksiyon çizimlerini aynı sayfada alınabilmesi mümkündür. Parça ve sipariş bilgileri çizimlere otomatik olarak eklenebilir. Imos parça tanımlama özelliğiyle modülü oluşturan parçaların her birine para metrik olarak müdahale edilebilir. Parça tanımlama özelliğiyle parçanın malzeme,yüzey,kenar özellikleri ve şekillerinde değişiklik yapılabilir. Bu durum oluşturulan bireysel parçaların karmaşık yapılarını tanımlamada kolaylık sağlamaktadır.

Proje Yöneticisi ile siparişlerin kontrolünü yapılabilir. Ürün listesi, kesim listesi, montaj listesi vs. proje yöneticisi tarafından otomatik olarak yaratılır ve grafik listeleri olarak çıktı alınabilir.

Bağlantı elemanlarının parçalar üzerindeki pozisyonlarından konstrüksiyon kurallarına kadar her türlü bilgisine para metrik olarak müdahale edilebilir. Bağlantı elemanlarının kostrüksyonunda yapılan değişiklikler doğrudan teknik çizimlere ve NC programlamaya aktarılır.

Imos CNC için tüm gerekli bilgileri 3D çimleriyle birlikte oluşturur. Üretim basamaklarında elle müdahale gerekli değildir. imos tüm CNC makinelerine veri gönderebilir. Imos otomatik olarak bar kod bilgilerini ve etiketleri oluşturur. Bilgisayarlı bar kod sistemi kullanılıyorsa bar kod bilgileri bu sisteme gönderilir.

Delik Delme İşlemi: Tam otomatik NC program operasyonu Imos APG (Otomatik Program Oluşturma) sistemi tarafından oluşturulur ve tüm delme ve kesim bilgileri CNC makineleri için otomatik olarak hazırlanır. Tüm teknik veriler örneğin hız,işlem sırası ve yönü Imos CAM tarafından otomatik olarak belirlenir

Şekil Verme / Kesim İşlemi: Bu işlem için seçilmiş olan takımın hızı malzeme özelliklerine ve profil geometrisine göre ayarlanır. Manuel olarak müdahale etmeksizin Imos CAM kesim stratejisini otomatik olarak belirler.

Kenar Kaplama : İşleme basamaklarında kullanılacak tutkal, uygulanacak kırpma ve profil verme işlemleri kontur özelliklerine göre oluşturulur. Bu bilgiler parça tanımlama aşamasında tanımlanmalıdır. İşlemler ve fonksiyonlar makinenin tipine, üretim yılına ve kullandığı yazılıma bağlıdır

Farklı Açılarda Üretim: Her üretim sürecide, delik delme ve kesim işlemlerinde olduğu gibi farklı açılar altında da yapılabilmektedir. Bu bilgiler makinenin teknik kapasitesine göre oluşturulur. Parçanın makine üzerinde bulunacağı en iyi pozisyon imos CAM ve NC-Program tarafından otomatik olarak oluşturulur.

ArCon kullanan mobilya üreticileri için geliştirilmiş bir entegre bir sistem ile satış noktasında hazırlanan bir proje fabrikada doğrudan üretime yollanabilmektedir. Böylece projelerin fabrikada üretim için yeniden teknik detayları ile hazırlanması işlemi tamamen ortadan kalkmakta ve tam entegre bir üretim sistemi sağlanmaktadır

ArCon kullanan mobilya üreticileri için geliştirilmiş bir entegre bir sistem ile satış noktasında hazırlanan bir proje fabrikada doğrudan üretime yollanabilmektedir. Böylece projelerin fabrikada üretim için yeniden teknik detayları ile hazırlanması işlemi tamamen ortadan kalkmakta ve tam entegre bir üretim sistemi sağlanmaktadır.

İnternet üzerinden satış ve üretimi için hazırlanmış bir çözüm “imos Net” bulunmaktadır. Internet server teknolojisi sayesinde internet üzerinde müşteri üreticinin mobilyalarını doğrudan seçebilir bunların çeşitli renk, model, ölçü alternatiflerini oluşturarak buna bağlı fiyatı hesaplatabilir ve sipariş verebilir. Üretim alanına gelen bu siparişler doğrudan otomatik hazırlanan üretim bilgileri ile üretime gönderilir.

2.4.10. Kitchen Draw

Bu program bir “mutfak” ve “ banyo” tasarım paketidir. Piyasada mutfakçı adıyla anılan bu program Türkçe menüleri ile kolay anlaşılır bir programdır. Kütüphanesinde 90’dan fazla kapak modeli bulundurmaktadır. Programa modül, kapak, renk, kaplama ve resim eklemek mümkündür. Mevcut ve eklenen tüm modüllerin, kapı, pencere, ev cihazları vs., en ,boy, derinlik ölçülerini değiştirmek de mümkündür. Tasarımlar serbest çizim ve 3 boyutlu tasarımlar olarak gerçekleştirilmektedir. Işık bandı, taç, baza, tezgah ve kenar bantları tek bir komutla otomatik olarak yerleştirilmektedir. Bu programda yapılan tasarımlar resim olarak word dosyasına yapıştırılabilir. Müşterilere teklifler word dokümanı olarak verilebilir.

Banyo tasarımını da mutfak kadar önemseyen bu programda kapak tipine göre sınırsız modül seçeneği sunulmaktadır. Diğer yandan, banyo içerisinde kullanılacak olan her türlü küvet, jakuzi, duşakabin, batarya vb. banyo gereçleri program kütüphanesinde yer almaktadır. İstenilmesi durumunda kullanılan ölçüye uygun hale getirmek için banyo cihazlarına müdahale edile bilinir.

Banyo tasarımı için önemli noktalardan olan duvar ve yer kaplamaları da bu program içinde yer almaktadır. Banyoda kullanılan her tülü fayans, seramik, mozaik ve mermer gibi kaplamalar programın içinde tanıtılarak kullanılabilimektedir. Bu ürünlerin programa tanıtımı tarama yada resim dosyası olarak yapılmaktadır. Bu sayede yapılan banyo tasarımı satın alacak kişilere yer ve duvar kaplamalarının bire bir kullanılması ile gerçek banyo görünümü sunularak gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca programın içinde bulunan kapı ve pencere üniteleri de tasarımda olumlu bir diğer yönü oluşturmaktadır.

KitchenDraw programı OptiCUT optimizasyon programı ile entegre çalışarak tasarımdan üretime bir program özelliğine kavuşmaktadır.

2.4.11. CopyCAD

CopyCAD var olan parçalardan veya fiziksel modellerden 3 boyutlu CAD bilgisayar destekli tasarım modelleri oluşturma işleminde kullanılan güçlü bir sistemdir.

Gelişmiş bir grafik kullanıcı arabirimine sahip CopyCAD'in kullanımı oldukça kolaydır.

Doğrudan tarama verilerinden tezgah kesme verilerine geçilememesinin nedeni, model tarayıcı ile taranırken mekanik tarayıcı kullanılması halinde probun bazı yerlerde sapma yaptığı ve sağlıksız veri topladığı olarak görülmektedir. Lazer tarayıcılarda ise; bazı sapmalar ve tarayıcı ile ulaşılamayan yerler bulunmaktadır. Bu tip hataları ortadan kaldırıp, verilerin yüzey haline getirilebilmesi CopyCAD ile mümkündür. CopyCAD dijital veriden üretim aşamasına kadar olan yolu izleyen kullanıcılar için iyi bir çözümdür [43].

2.4.12 PYTHA

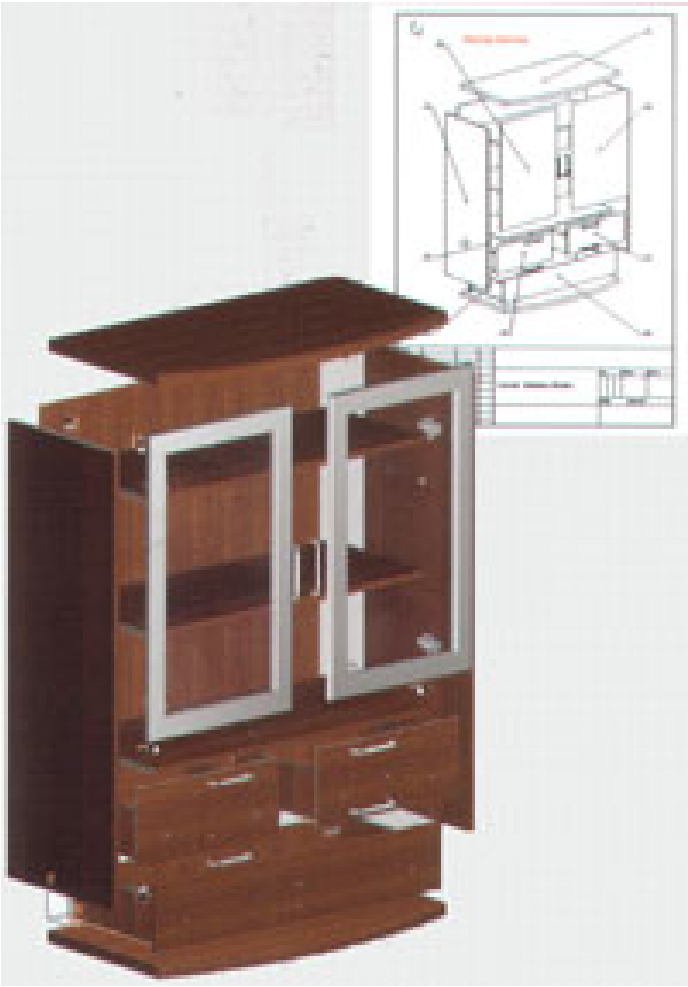
Tasarımların modellenmesi, küçük bir nesneden bir sahne oluşturmaya, çevre düzenlemesinden yapı projelendirmeye kadar her şey Pytha ile kolay ve hızlı bir şekilde yapılabilmektedir.

Pytha ile iki boyutlu teknik çizimler üç boyutlu oluşturulmuş nesneler ile birlikte doğrudan oluşur. Kesitler hazırlanır, çizimler üzerinde istenen ölçüler tüm detayları ile gösterilir. Projede özgünce yaratılmış elemanlardan tamamen ölçekli olarak hazırlanır, her değer nümerik olarak verilir ve saklanabilir. Bir başka projenin içerisinde değiştirilerek kullanılabilir. Kaybolan bir projenin herhangi bir safhasına geri dönülebilir ve kaybolması önlenebilir. Pytha'da ışık etkileri gerçekçi ve hızlı bir şekilde elde edilebilmekte, sonradan değiştirilebilmektedir. Işıkların gerçek değerlerinde ve renklerinde olması ve hareket edebilmeleri ise programın bir başka özelliğidir. Malzeme ve doku görüntüleri yüksek kalitede oluşturabilmektedir. Geçirgenlik, yansıtma, parlama, pütürlü doku kolay menülerle elde edilebilmektedir. (Şekil 2.8)

Şekil 2.8: Pytha ile yapılmış bir tasarım

2.4.13 Vudi (Woody)

Vudi Mobilya tasarımcıları ve üreticileri için hazırlanmış, üretilecek olan her türlü kabin tipi mobilyanın üç boyutlu görüntüsünden üretimde kullanılacak çizimlere ve kullanılacak malzeme detaylarına kadar her türlü tasarım çalışmasının ve maliyet hesabının yapılabildiği hızlı,kolay öğrenim ve kullanım imkanı sunan 3 boyutlu Türkçe bir programdır. Vudi mutfak ve banyo dolabı, ofis ve ev mobilyası gibi her türlü masif ve levha ürünlerini modelleme imkanı sağlar. (Şekil 2.9)



Şekil 2.9: Vudi ile hazırlanmış renkli montaj şeması

Mobilyayı oluşturan parçaların malzemesi, kalınlığı ve deseni malzeme listesinden seçilir. Vudi kataloğundan Ariston, Blum, Grass, Hafele, Hettich v.s. gibi dünyaca ünlü birçok mobilya aksesuar firmasının binlerce malzemesi bulunmaktadır. Bu katalogda Samet gibi Türk firmaları da mevcuttur. 3DS, STL, OBN ve STG formatında çizilmiş her dosyayı kolaylıkla aksesuar olarak ekleme ve birim fiyatı belirlemek mümkündür. Bu şekilde işletmelerin kendi kataloglarını da oluşturma imkanı doğmaktadır.

Vudi her türlü ahşap ürünü,hızlı ve kullanımı kolay bir şekilde 3 boyutlu olarak modellemesinin yanında, tasarlanan modeli otomatik olarak üretime hazırlama, imalat ve maliyet bilgileriyle ilgili geniş veri alma olanağı sağlamaktadır.

2.4.14 ArchiCAD

İstenilen her bakış açısına uygun gerçek üç boyutlu görüntüyü, çerçeve, gerideki çizgileri gizlenmiş, renklendirilmiş veya foto realist görüntüleri program ya da modül değiştirmeden tek bir komutla elde edebilen bir programdır. Teknik kesit ve cepheler elde edilebilir. Bu değişiklikler otomatik olarak tüm projeye yansımaktadır. Böylece yapılan revizyonlar ister kesitte yapılsın, ister cephede yapılsın tüm perspektif, plotter ve listelerde otomatik olarak değişir.

2.4.15 Cabinet Vision

Cabinet Vision programı tasarımdan üretime entegre bir CAD/CAM programıdır. İlk olarak ABD'de geliştirilmiş ve satışa sunulmuştur. Daha sonra bu program İngiltere'de bir firma tarafından pazarlanmaya başlanmıştır. Cabinet Vision ile, ürün kütüphanelerinin oluşturulması, malzeme listelerinin oluşturulması ve fiyatlandırma işlemleri projenin tamamlanması ile otomatik olarak program tarafından yapılmaktadır. Bu program ile aynı ekranda ayrı görünüşleri aynı anda görerek değişiklerin etkileşimini takip etmek mümkündür. Projelerin oluşturulması sırasında ve ürün tasarımları sırasında taç bandı, ışık bandı, süpürgelik gibi elemanları otomatik olarak yerleştirilmektedir. Kaplamaları, pervazları, kapak çeşitlerini, menteşeleri, çekmece rayları ve açıklıkları sayısız kombinasyonda düzenlenir. Kapak ve çekmecenin açık ya da kapalı konumunu tek tuşla gösterebilir. Hata paylarını kontrol eder. Grafik aksesuarları ekler. İlave aksesuarlar oluşturmaya olanak sağlar.

2.5. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM SİSTEMLERİNİN ETKİN KULLANIMI

2.5.1. CAD Sistemlerinin İş Dünyasına Katkıları

Autodesk firması ile İngiliz Bradford Üniversitesi öğretim üyeleri ile yapılan araştırma ile CAD sistemlerinin işletmelere aşağıda açıklanacak olan 4 aşamada katkıda bulunduğu belirlenmiştir [18, 44].

Otomasyon

Otomasyon aşaması, daha önceden elle yapılan işlemlerin bilgisayar ortamında yapılması işlemidir. Otomasyona örnek olarak, daktilo yerine kelime işlemci kullanılması ya da kağıt üzerine çizim yapılması yerine CAD sisteminin kullanılması verilebilir. Çeşitli araştırmalar, tasarıma dayalı üretimde otomasyon sayesinde ciddi bir üretkenlik artışının gerçekleştirilebildiğini doğrulamaktadır. Bu aşama, bireyin ya da bir takımın kişi bazındaki üretkenlik artışı ile ilgilenir. Bu üretkenlik artışı, finansal anlamda artış biçiminde ifade edilmiştir. Burada, CAD sistemlerine geçmenin maliyeti ile "yapılan yatırımın geri dönüş oranı" arasındaki ilişki incelenmiştir. Bir çok kullanıcı 6-9 aylık sürelerde yatırımın geri dönüş oranında artı bölgesine geçebilmeyi başarmışlardır. Otomasyonda en yüksek üretkenlik seviyelerine ulaşabilmenin en önemli etkenleri, eğitim; yazılım güncellemesi ve daha yüksek performanstaki donanım platformlarıdır.

Düzenli aralıklarla yapılan yazılım güncellemesi, farklı seviyelerde olmasına karşın, kullanıcının üretkenliğinde hızlı bir değişime neden olmaktadır. Bu değişimin % 30'luk bir üretkenlik artışı sağladığı araştırmalarla ortaya çıkmıştır.

Daha hızlı donanım platformlarının etkileri bir çok araştırmada incelenmektedir ve bulgular kimi CAD kullanıcılarının daha güçlü platformlara sahip olmak için uğraş veriyor olmalarına karşın, kısıtlı donanım kaynaklarına sahip kullanıcıların da aynı kalite düzeylerinde iş çıkarabildiklerini göstermektedir. Daha hızlı donanım platformları, başlangıç öğrenim sürelerinin sonuna yaklaşmış olan kullanıcıların üretkenliğini etkiler bir görüntü vermektedir. Bu parametrenin, üretkenlik artışını %16 civarında artırmakta olduğu araştırmalarla tespit edilmiştir [18, 44].

Verinin Tekrar Kullanılması

Verinin tekrar kullanılması aşamasında, daha önce yapılmış bir iş ile aynı işin sıfırdan yapılması arasında harcanan zamanın üretkenlik artışına olan etkisi incelenir. Örneğin; daha önce bilgisayar ortamında yazılmış bir yazının bir paragrafının alınıp yeni yazılan bir başka yazıda kullanılması, yeni yazının tamamlanma sürecini hızlandıracaktır. Aynı

şekilde, daha önce yapılmış bir çizimden faydalanılması, yeni bir çizimin daha hızlı tamamlanmasını sağlayacaktır. Bu örneklerdeki gibi, verinin tekrar kullanılması, bir eskizden faydalanmak olabileceği gibi çok daha büyük veri havuzlarından faydalanmak şeklinde de olabilir. Doğal olarak, bir kullanıcının belirli bir şekli ya da bir yazıyı araması için geçecek süre, onu yeniden oluşturması için harcayacağı süreden fazla olmamalıdır. Veri havuzları büyüdükçe, veri yönetimi yazılımlarına ihtiyaç olmaktadır. Bu yazılımlar sayesinde veriye ulaşımlar hızlı ve kolay olur.

Verinin tekrar kullanılmasını iki ayrı yönden incelemek mümkündür:

1. Tasarım çalışmalarında oluşturulmuş bir çizimin bölümlerinin, örneğin; boyutlarının değiştirilmesinde, blokların yeniden konumlandırılmasında ya da sembollerin değiştirilmesinde önceki çalışmalardan yararlanıp, yeni ürünün tasarımında uygun bir geometrinin tekrar kullanımı
2. Üretici firma tarafından ücretsiz sağlanan ya da elektronik kütüphanelerden elde edilebilen dış kaynaklı verilerin tekrar kullanımı.

Farklı endüstri alanlarının bir ortalaması alınırsa, denebilir ki, bir çizimi mevcut bir çizimden yararlanarak üretmekle, aynı çizimi sıfırdan üretmek arasından yaklaşık % 50 oranında üretkenlik kazancı vardır [18, 44].

Tümleştirme

Bu aşama, verinin tekrar kullanılması ve çizimin otomasyon dahilinde üretilmesinin getirdiği verim artışı ötesinde, genellikle bireysel üretkenlik artışından tüm takımın üretkenlik artışına kadar CAD'in tümleştirilmesinden oluşan verim artışı ile ilgilidir. Kısacası bu aşama, tek elemana dayalı çözümlerin ötesindeki bir aşamadır. Odak noktası bireylerin tek tek verim artışı değil, tüm bireylerin dahil olduğu takımdaki artışıdır. Aynı anda bir geometrik model üzerinde çalışan elemanlardan oluşan bir proje grubu bu duruma örnek oluşturabilir.

Tümleştirme, standartlar tarafından desteklenir ve bu standartlara bağlı kalmak diğer şirketleri de içine alacak bir tümleştirme çalışmasını hedefleyen kullanıcılar ve yazılım şirketleri açısından kaçınılmazdır.

Takımlar ya da işlevler arasında CAD'in tümleştirilmesinin işe getireceği katkılar, kişilerin beklentilerine göre farklılıklar gösterebilir. Bazı insanlar ve görevler daha detaylı tanımlanmışken, bazıları da daha genel anlamda tanımlanmıştır.

Örnek olarak, bir mağazalar zincirinin yeni yapılacak büyük merkez binasını ve zincire bağlı diğer mağazalardaki yenileme çalışmalarını ele alalım. Böyle bir proje dahilindeki tasarım danışmanların çalışmalarının, ana merkezdeki CAD sistemiyle tümleştirilmesi, projenin tasarım sürecinde haftalarla ifade edilebilecek kazançlar sağlar. Müşteri de yapımı bitmiş binaların bir an önce gelir getirmesi isteğinde olduğu için, onun açısından çok önemlidir. Her bir mağaza için gerekli mühendislik hizmetinin maliyeti çok yüksektir, ayrıca sistemlerin ve parçaların sağlanmasında ve kurulmasında birçok firma olayın içindedir. Böyle bir durumda, genel bir dosya formatının kullanılması, danışmanların çizimlerin ana merkezdeki grafiklere olan uyumluluğunu kolaylıkla kontrol etmelerinde ve bir hata varsa bunu hemen tespit etmelerinde büyük kolaylıklar sağlar. Bu durumun söz konusu kullanıcı açısından yararlarını ifade etmek, nitelik açısından kolay ancak nicelik açısından zordur.

Tasarım sürecinin kısalması, mağazanın daha kısa sürede gelir getirmeye başlaması demektir.

Tüm danışmanların ana merkezdeki çizimlere ya da başka danışmanların çizimlerine daha hızlı giriş yapmaları mümkündür.

Ana merkezde yapılan tüm değişiklikler anında konuyla ilgili tüm birimlere iletilebilir.

Herhangi bir danışman tarafından yapılan bir değişiklik, müşteriye ya da konuyla ilgili diğer birimlere anında iletilebilir.

Kuruluşun imajını yansıtan temel tasarımın, zincirdeki her bir mağaza tarafından yansıtılabilmesini kolaylaştırır.

Temel tasarımın korunması yapılan değişikliklerin tasarım sürecinin herhangi bir aşamasında birleştirilebilmesi kolaylıkla sağlanabildiğinde olanak dahilindedir.

Temel tasarımda, bir müşteri talebi doğrultusunda değişiklikler yapmak mümkündür.

Beklenmedik gelişmelerin sebep olduğu son dakika değişikliklerini yapmak ve çizimde kesinlikle değişmemesi gereken yerlerin bu değişikliklerden etkilenmesini önlemek mümkündür.

Bu tarz tümleştirmelerin bir çok avantajının yanında doğal olarak getireceği ekonomik avantajlarda göz önüne alınmalıdır.

Tasarım danışmanlarına göre tümleştirme, mimarların 3 boyut veri modelinin, mühendislerin 3 boyut modeli ve malzeme kontrolörlerinin 3 boyut modeli ile tümleştirilmesidir.

Mimarlar için, şartnamelerin, değişiklik taleplerinin, ödemelerin ve malzeme faturalarının CAD sistemi tarafından oluşturulan dokümanlarıyla tümleştirilmesi anlamına gelmektedir. Bu aynı zamanda, görselleştirmenin tasarım sürecine tümleştirilmesidir.

Yenileştirme

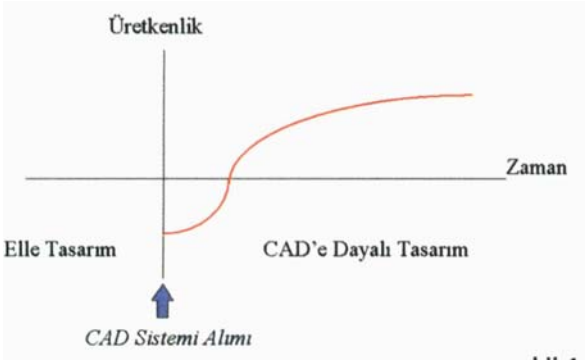
Yenileştirme aşaması, şirketin, CAD teknolojisini kullanarak mevcut ve yeni gelen firmalara rekabet üstünlüğü sağlayacak değişiklikleri yapma aşamasıdır. Eğer, tümleştirme aşaması, darboğazların yok edilmesi ve süreçlerin kısaltılması amacını güdüyorsa, yenileştirme aşaması, işin tüm dayanak noktalarının tekrar gözden geçirilmesi, bilgi teknolojisi ve CAD'in kullanılması ile bu dayanak noktalarında ve çalışma şekillerinde üretkenliği artırmak için gerekli değişikliklerin yapılması amacını gütmektedir. Belki de bu değişiklik, işin etkinlikten çok, yüksek verimlilik değerlerine

taşınması anlamına gelmektedir. Yenileştirmenin amacı daha fazla gelir elde etmek ve/veya saha yüksek kar oranları sağlamaktır.

CAD'in kullanıcılarına en geniş kapsamda sunduğu, bir ürünün tasarımını yapmak, modellemek, görselleştirmek ve gerçekten bir ürün oluşturmadan, üretmeden ve hatta prototipini oluşturmadan maliyetini bilebilmelerini sağlamaktır. Çok açıktır ki bilgisayar ortamında hata yapmanın maliyeti, ürünün kendisinde hata yapmanın maliyetinden çok daha düşüktür.

2.5.2. CAD Sistemi Yatırımının Geri Dönüşü

Yapılan araştırmalara göre, CAD sistemi kullanımı ile işletmelerin üretkenlik kazancı zamanla artmaktadır. Bu artışta CAD yazılımlarının en önemli katkıları; CAD sistemi ile hazırlanmış çizimlerin tekrar kullanılabilmesi ya da yeni çizimler üretilirken daha önce çizilmiş parçaların yeniden kullanılmasıdır. Şekil 2.10 firmaların CAD sistemine geçtikten sonraki üretkenliklerini göstermektedir [45].



Şekil 2.10: İşletmelerin CAD sistemine geçişten sonraki üretkenlikleri [45]

CAD sistemine geçemeden önceki üretkenlik; üretkenlik eksenin kesen, yatay çizgi ile gösterilen belirli bir düzeydedir. Zaman sıfırken CAD sistemine geçildiği varsayılmaktadır. Yeni teknolojiye geçiş döneminde, yabancılıktan ve eğitimsizlikten kaynaklanan ani bir üretkenlik düşüşü olabilmektedir. Zaman içinde belli bir eğitim süresi ve CAD teknolojisine alışılması sonucunda üretkenlik, CAD sistemine geçişten önceki ilk düzeyine yükselmekte ve bir süre sonra CAD yatırımının gerçek amacı olan daha yüksek düzeylere çıkmaktadır.

Bu süreci hızlandırmak, işletmenin alacağı bir takım önlemler ile mümkündür. Bu konuda yapılabilecek birkaç faaliyet şunlardır [45].

- Öncelikle eğitim süresi boyunca ortaya çıkacak üretkenlik kaybının daha az olması sağlanmalıdır. Bunun için CAD sistemi henüz alınmadan bir kısım personelin eğitimine başlanmalı ya da eğitilmiş personel alımına gidilmelidir.
- İkinci olarak, eğitim süresi içeriğine dokunmadan, yoğunlaştırılarak kısaltılmalıdır. Bu, CAD eğitimi alınan firma tarafından hazırlanacak özel bir eğitim planı ile uygulanabilir ya da kullanılacak sistem işin gereksinimlerine göre özelleştirilerek, eğitim süresi kısaltılabilir.

- Üçüncüsü ve uzun dönemli etki sağladığı için en önemlisi, üretkenlik artışında en üst düzey sağlanmalıdır. Bu durum, belki daha fazla eğitimle, daha gelişmiş yönetim anlayışıyla ve tasarımdan çizime ve üretime kadar olan süreci tümleştirerek sağlanabilir. Uygulama yazılımları kullanarak, üç boyutlu modellemeye geçerek ya da daha güçlü, daha hızlı donanımlar satın alarak yapılabilir. Uygulama yazılımları, eğitim süresini ve çizim süresini kısaltırken, üretkenliği artırmaktadır. Daha güçlü ve hızlı donanımlar ise, bilgisayarda komutların yerine getirilme süresini en aza indirerek, üretkenliğin artmasına katkıda bulunmaktadır

2.5.3. CAD Sistemleri Eğitimi

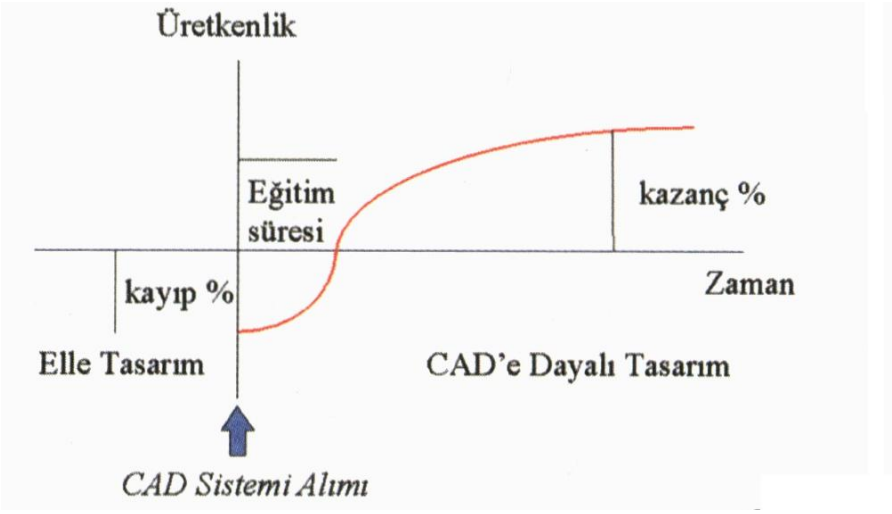
Yapılan araştırmalar, CAD sistemi kullanan işletmelerdeki verimliliğin, sistemle ilgili alınan eğitim ile önemli artışlar gösterdiğini kanıtlamaktadır. Eğitimin içeriği ve süresi kadar, zamanlaması da sistemin verimliliğini önemli ölçüde etkilemektedir. Kullanıcıların kendi başlarına öğrenmeye çalışarak, yanlış alışkanlıklar edinmesinin uzun dönemde sistemden beklenen faydanın alınmaması sonucunu doğurduğu, uzmanların ortak görüşü olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, böyle bir sistemin eğitimini, sistemi oluşturan yazılım ve donanımların nasıl kullanıldığının öğrenilmesine indirgemek de yapılan büyük yanlışlardan biridir.

Eğitime, desteğe, birlikte uygulamaya gereksinim duymayan işletmeler, daha sonra bekledikleri işlevselliği ve üretkenlik artışını bulamayınca, suçu kurdukları sisteme yada bunu oluşturan donanım ve yazılımlara yükleyerek, yeni arayışlara gitmektedirler.

Aslında, kalite ve hedefe dönük eğitim ve teknik destek, kurulacak sistemin en önemli bileşenidir.

Gereken eğitimin, sistemi oluşturan araçları tek tek ve birlikte kullanmayı öğrenmek ve bu sistemi belirli bir üretim sürecinde hedeflenen sonuçlara ulaştırılabilecek bir üretim aracı olarak kullanmayı öğrenmek şeklinde, farklı iki bölümü olduğu bir gerçektir[46].

Şekil 2.11 CAD ve üretkenlik arasındaki ilişkiyi üç değişken ile açıklamaktadır: eğitim süresi, bu süre sebebiyle ortaya çıkan üretkenlik kaybı yüzdesi ve sonrasında meydana gelen üretkenlik kazancı yüzdesi.

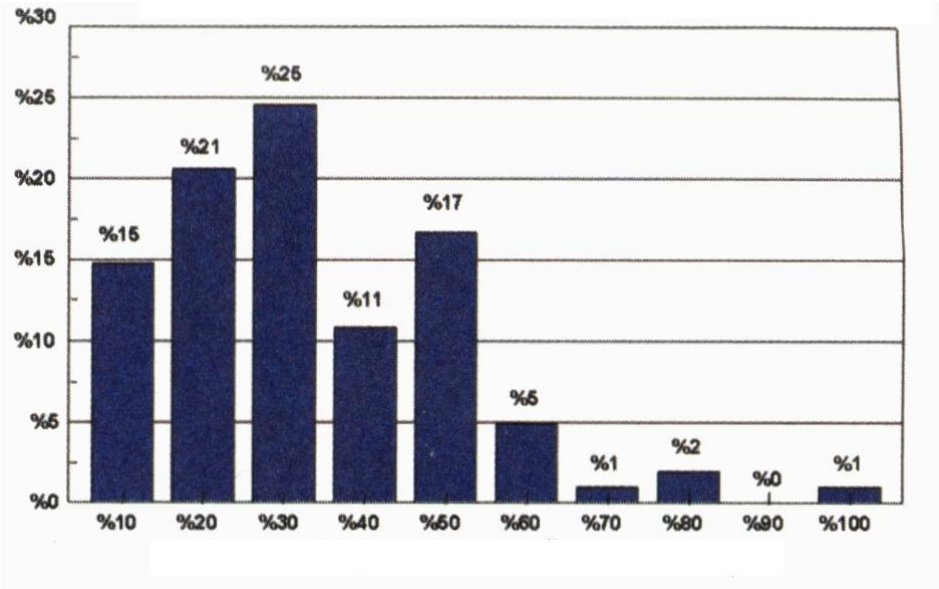


Şekil 2.11: CAD sistemine geçtikten sonraki üretkenlik kaybının değişkenlerle açıklanması [45]

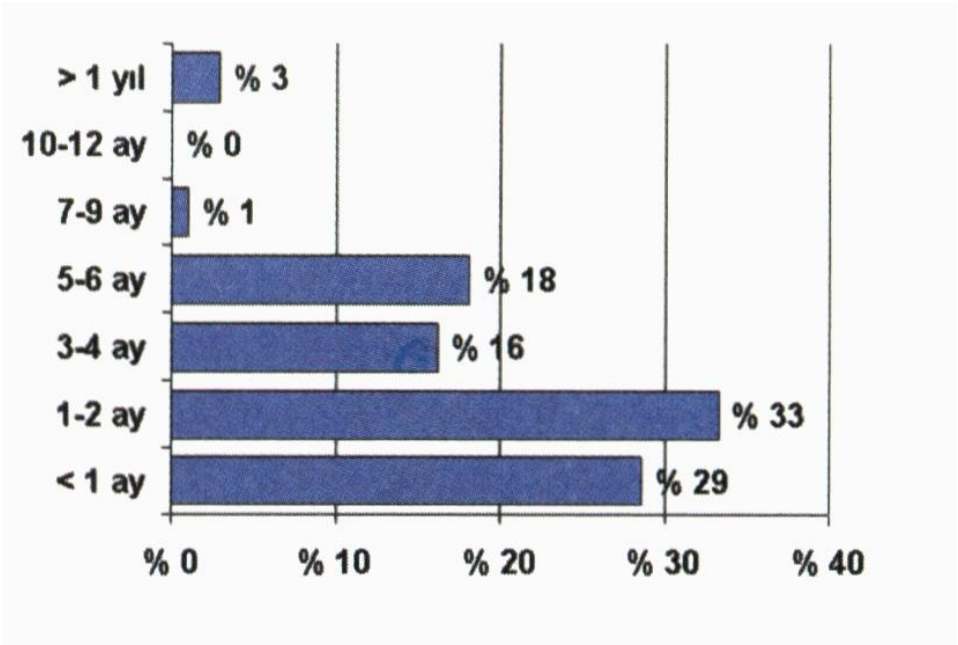
Görüldüğü gibi elle yapılan tasarımdan, CAD sistemine geçildikten sonra üretkenlikte bir azalma, sonra zamanla eğitim yardımı ile sisteme adapte olmanın sonucunda, eskisiyle aynı üretkenlik düzeyi ve en son olarak da sistemin beklene faydalarını, etkin kullanım yoluyla elde ederek üretkenliği daha da artırma söz konusudur. Yatırımı kısa zamanda amorti edebilmek için eğitime önem vermek gerekmektedir.

Autodesk tarafından yapılan "AutoCAD Kullanıcı Araştırmaları" çalışmalarında, sorulan soruların yanıtları, yukarıda bahsedilen üç değişkene ait değerleri vermektedir.

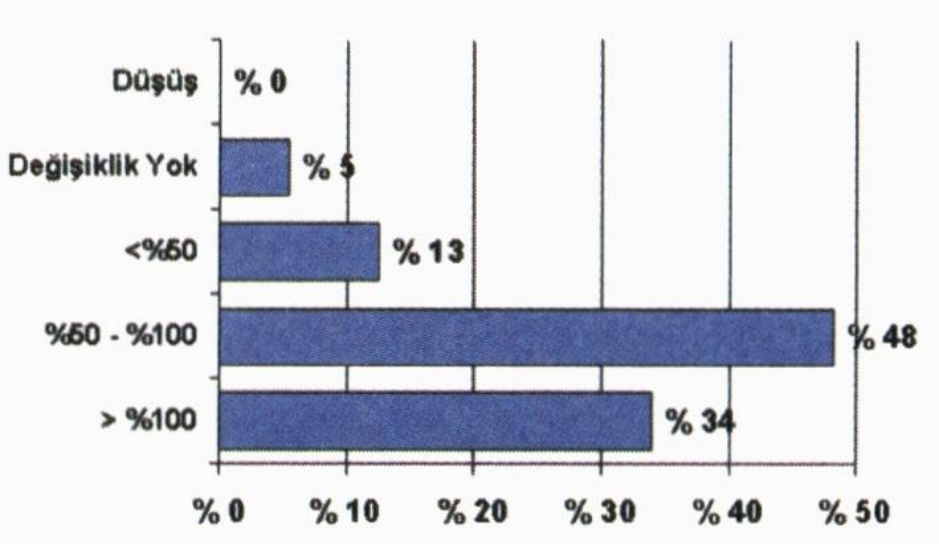
Bu değişkenlerin değerleri, her yanıtı veren kullanıcıların yüzdelerini gösteren histogramlar şeklinde sıralanabilir (Şekil 2.12, 2.13, 2.14).



Şekil 2.12: CAD eğitimi süresince hesaplanan üretkenlik kayıpları [45]



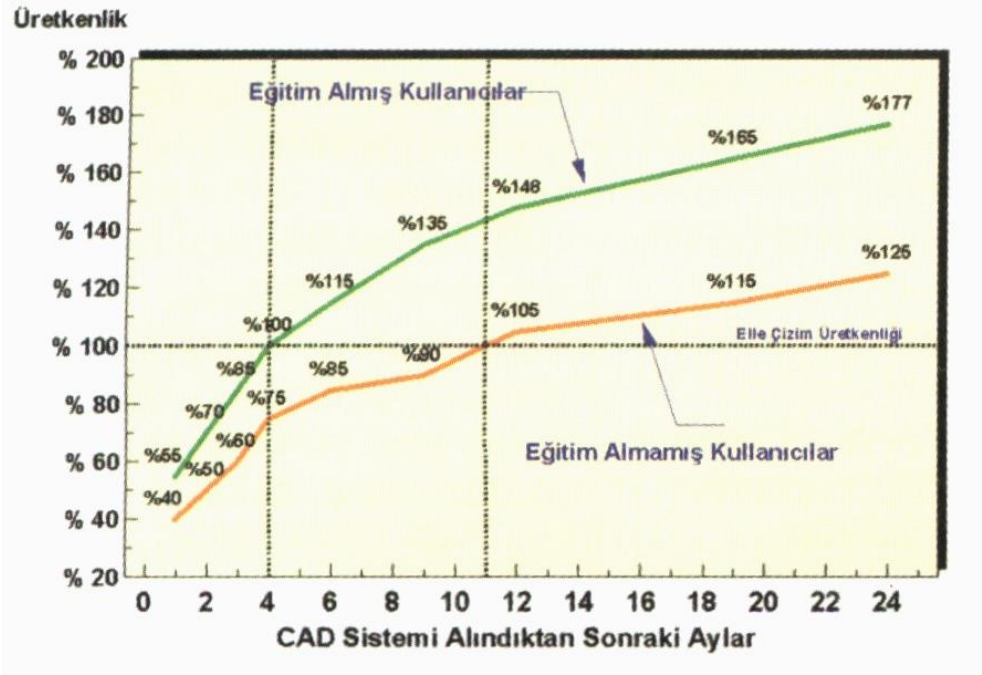
Şekil 2.13: Önceki çizim metodu üretkenliği seviyesine AutoCAD ile ulaşmanın zamanı [45]



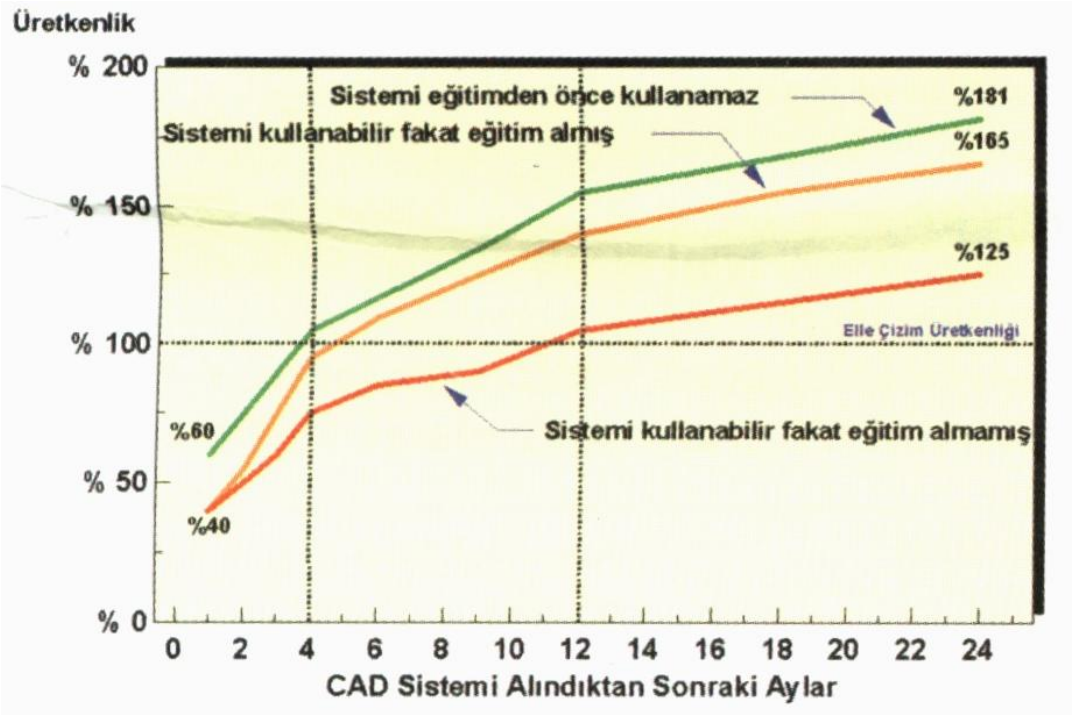
Şekil 2.14: Diğer metoda göre AutoCAD ile çalışmanın verimliliğe etkisi [45]

Bu grafiklerden anlaşılacağı üzere, kullanıcıların % 90'dan fazlası eğitim süresince % 50'ye varan bir üretkenlik kaybı yaşamaktadır. Kullanıcıların % 80'i dört ay içerisinde eski üretkenlik düzeyine ulaşabilmektedir ve % 80'den fazla kullanıcı en az % 50 üretkenlik artışı sağlamaktadır [18].

İngiliz Salford Üniversitesinden Richard Shephard tarafından yapılan ve Caddak'te 1995 yılı içinde yayınlanan bir araştırma, eğitim almış ve eğitim almamış kullanıcılar arasında ortaya çıkan farkı göstermektedir. Şekil 2.15 ve Şekil 2.16'deki grafiklerde, CAD ile üretkenlik ve öncesinde elle çizimde üretkenlik arasında ortaya çıkan üretkenlik kazanç farklılıklarına dikkat çekilmektedir. Bu araştırmadan, daha fazla eğitimin daha çok üretkenlik kazancı sağladığı ve en iyi çözümün, insanları CAD sistemini kullanmaya başlamadan önce eğitmekten geçtiği sonuçları çıkarılabilir.



Şekil 2.15: Eğitim almış ve almamış kullanıcılar arasındaki üretkenlik analizleri [45]



Şekil 2.16: Eğitim almış ve almamış kullanıcılar arasındaki üretkenlik analizleri [45]

Şekil 2.15'de görüldüğü gibi eğitimli CAD kullanıcıları ile eğitimsizler arasında iki yıllık bir süre yaklaşık % 50'ye varan üretkenlik farkları oluşmaktadır. Ayrıca, klasik yöntemlerle tasarım ve çizim yapanların üretkenliği % 100 kabul edilirse, CAD sistemine geçildiği ilk aylarda, üretkenliğin % 40'lara kadar düşebildiği anlaşılmaktadır. Şekil 2.16'da ise, iyi eğitim alan CAD kullanıcıları, genellikle 4 ila 6 ay arasında % 100 verimliliğe ulaşırken, eğitim almayanlar için bu süre bir yıla kadar uzayabilmektedir. Eğitim alanların verimliliğinin bir yıl sonunda % 140'a, iki yıl sonunda da ortalama % 180'e ulaştığı görülmektedir. Eğitim almayanlar ise, bu süre zarfında % 125'te kalmaktadır [18].

Burada en önemli nokta, üretkenlik artışının sadece CAD sistemini kullanan teknik personele bağlı olmaması aynı zamanda sistem mantığının ve planlamasının, yöneticiler tarafından sağlıklı olarak gerçekleştirilebilmesine ve sistem yönetimine bağlı olduğudur.

Bu tür ileri sistem teknolojilerinde başarı sağlanmasında sistemi kullanmaya aday kişilerin karakterleri de önemlidir. Kullanıcılar iki ana kategoride toplanabilir. Yeni sisteme olumlu bakanlar ve karşı olanlar. Yeni sisteme geçiş aşamasında ilk gruptakilere güven duyulabilir. Bu kişiler yeni yetenekler elde etmeğe hazırdır ve işleri ile derinden ilgilenmektedirler. Bu tip personelin eğitimi de diğerlerine göre daha kolay olmaktadır.

İkinci grup kullanıcılar, anlama ve katılım eksikliğinden doğan korku nedeniyle sisteme karşı çıkmaktadır. Genelde eğitim kurlarını zor bulmaktadırlar. Grafik ekranın fiziksel özelliklerinden ve sistemin, önceki deneyimi ile tam olarak uyuşmayan işlevlerinden şikayet etmektedirler. Bu grubun eğitimi için özel yöntemler uygulamak, yöneticilerin motivasyonu ile iyi düzeyde kullanıcılar arasına sokulabilir [18].

2.6. CAD/CAM SİSTEMLERİNE KISA BAKIŞ

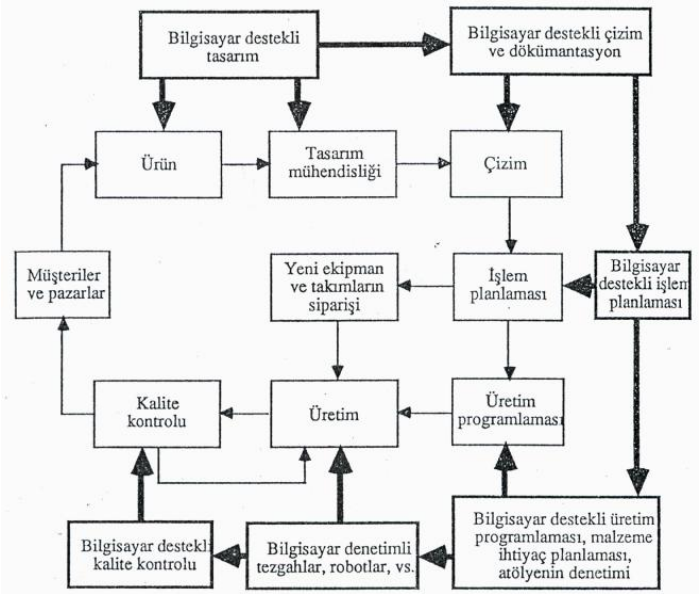
CAD sistemleri, uygulamada CAM sistemleri ile entegre edilerek kullanıldığında büyük yararlar sağlamaktadır. Bu nedenle bu bölümde CAD/CAM sistemleri entegrasyonun hakkında kısa bilgi verilmektedir.

2.6.1. CAD/CAM Sistemleri Nedir?

CAD/CAM, Bilgisayar Destekli Tasarım (Computer Aided Design) ve Bilgisayar Destekli Üretim (Computer Aided Manufacturing) anlamına gelen İngilizce kelimelerin baş harflerinden oluşmuştur. Kısaca tasarım ve üretim işlemlerinde bilgisayarların kullanılması olarak tanımlanmaktadır. CAD/CAM sistemleri, gelişimin ilk başlarında Bilgisayar Destekli Tasarım ve Bilgisayar Destekli Üretim olarak ayrı disiplinler olarak geliştirilmişlerdi. Günümüzde ise bu disiplinler, tümleşik bir sistem oluşturacak biçimde birleştirilmişlerdir ve tasarımdan üretime tüm ürün süreçleri tek bir sistem üzerinde yapılmaya başlamıştır [21].

Tasarımın anlam ifade etmesi ya da fayda sağlayabilmesi için bir ürüne dönüştürülmesi gerekmektedir. Bunun için de üretim, "çeşitli tüketim maddeleri ya da dayanıklı ürünlerin planlama, üretim, kalite kontrolu, yönetim ve pazarlamasını kapsayan bir dizi ilişkili faaliyet ve işlemler" olarak tanımlanabilir [28]. Bilgisayar Destekli Üretim ise tanımlanan üretim işleminin bilgisayar yardımı ya da kontrolü ile yapılmasıdır. Böylece daha kaliteli, hassas ve hızlı üretim mümkün olmaktadır. Günümüzde CAD/CAM sistemleri arasındaki boşluğun kaldırılması ve bu sistemlerin veya bunlara dayalı yürütülen tasarım/üretim işlemlerinin bütünleşmesinde önemli bir çizgiye gelinmiştir.

CAD ve CAM işlemlerinin birleşmesiyle oluşan CAD/CAM sisteminin, tasarım ve üretim fonksiyonlarını birleştirirken ürün oluşmasındaki işlemleri Şekil 2.17'de görülmektedir.



Şekil 2.17: CAD/CAM sistemlerinin ürünün meydana getirilmesi basamaklarına uygulanması [18]

CAD/CAM sisteminin anlatımı, bir insanı anlatmaya çok benzemektedir. Veri akışı, süreç kullanımı ve ekipmanlar çok benzer olsa da bilgi akışı, bileşen bölümleri ve süreç entegrasyonları pek çok değişkenden oluşmaktadır [47].

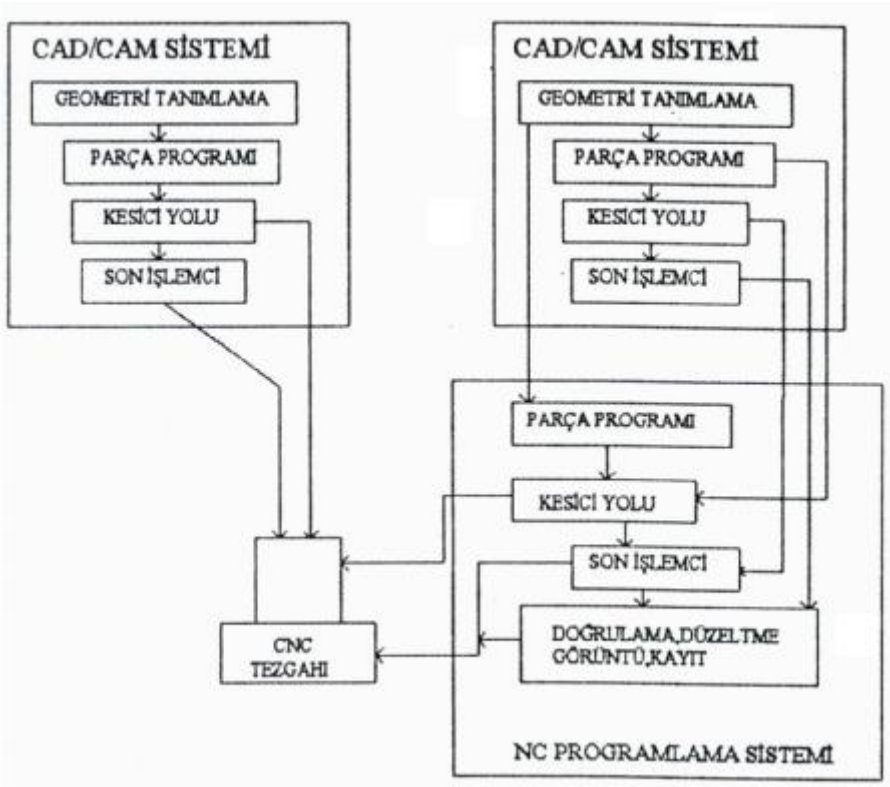
Genel olarak CAD/CAM sistemleri, tasarım çözümünden çok tasarımların modellenmesine ya da üretimine destek sağlayan sistemlerdir. Çoğunlukla, üretim sırasında karşılaşılacak problemleri tasarım sırasında ele alınmamaktadır. Oysa kolay üretilebilirlik, kolay montaj, düşük maliyet, kolay şekillendirme gibi konuların tasarım sırasında düşünülmesi gerekmektedir.

2.6.2. CAD ve CAM Arasındaki Uyum

Bazı CAD/CAM sistemleri nümerik kontrol (NC) programlama ve son işlemci yeteneklerine sahiptir. Bu tür sistemler tezgah kontrol verilerini doğrudan Bilgisayar Nümerik Kontrol (CNC) takım tezgahına gönderebilmektedir. Uygulamada parça programının elde edilmesinde yüksek seviyeli programlama dili olan APT (Automatic Part Tooling) kullanılır. APT ile yazılan program kesici yollarını içeren dosyanın elde edilmesinde kullanılır.

Bazı kesici yolların dosyası CNC tezgahlarına gönderilecek olan standart veri formlarını kendisi üretebilir. Ancak bu özellik pek çok CAD/CAM sisteminde mevcut değildir. Bu nedenle kesici yolları ile ilgili verileri takım tezgahına gönderebilecek ve tezgahı kontrol edebilecek olan verilerin elde edilmesi için son işlemcilere ihtiyaç vardır.

CAD/CAM sistemlerinin parça geometrisinden tezgahı kontrol edecek olan verilerin elde edilmesine kadar olan bütün programlama fonksiyonlarına sahip olması gerekli değildir. Böylece pek çok kullanıcı belirli programlama sistemlerini alarak CAD ile CNC takı tezgahı arasında kullanabilir. Şekil 2.18'de CAD/CAM sistemleri arasındaki uyum gösterilmektedir [12].



Şekil 2.18: CAD/CAM arasındaki uyum [12]

2.6.3. CAD/CAM Sistemlerinin Faydaları

CAD/CAM sistemlerinin faydaları aşağıdaki gibi özetlenebilir [18, 21]:

1- Tasarımcıların hızlı ve verimli çalışmalarını, kısa sürede ve basit olarak üretebilen ürünler tasarlamalarını sağlar.
2- CAD/CAM sisteminde geniş veri tabanı oluşturularak tasarımcıların standart parçaları kullanması sağlanır.
3- Bilgisayarda geliştirilen model üzerinde bir çok seçenek değerlendirilebilir ve model parametreleri için optimum sonuçlara ulaşılmasını sağlar. Böylece tasarım kalitesi yükselir.
4- Tasarımın yetersizliğinden kaynaklanan atık malzeme miktarını düşürür.
5- Yapılan tasarım için daha hassas analiz yöntemleri kullanıldığından tasarım güvenilirliğinin artmasını sağlar.
6- Tasarım süreci içerisinde üretim sürecide göz önüne alındığından son ürün ile ilgili hataların büyük ölçüde azalmasına hatta yok olmasını sağlar.
7- Yeni tasarımlar sırasında eski tasarımlardan faydalanılmasına imkan verir. Bu durum kalıp maliyetlerini düşürür:
8- İyi yapılmış bir tasarım ile malzeme ve emek kullanımının azalmasını sağlar
9- Tasarlanan ürünlerin gerçek hayattaki fonksiyonlarını simüle ederek sonucun görülmesini sağlar. Bu şekilde tasarımın üretilebilirliğinin zaman ve malzeme kaybı olmaksızın belirlenmesini sağlar.
10- Gelişmiş CAD/CAM sistemleri ile makine başındaki işçi görüşleri ve yetenekleri yerine tasarlanmış ürünün parça ve kesim listeleri bilgisayar ortamında değerlendirilir ve kesime başlanır.

2.6.4. CAD/CAM Sistemlerinin Seçimi

CAD/CAM sistemlerinin seçimi oldukça zor bir karardır. İhtiyaçları belirlemek, mevcut ürün profiline uyumunu irdelemek ve sonucun etkili olacağını belirlemek önemli aşamalarda karar vermek gerekmektedir. Piyasada pek çok CAD/CAM sistemi bulunmaktadır. Yetenek, donanım ve fiyat olarak birbirlerinden çok farklı uygulamalara imkan veren bu sistemler her işletme için uygun olmayabilmektedir [48]. Örneğin; bazı sistemler modüller halinde satılırken, bazı sistemleri makinesi ile birlikte almak zorunlu kalınmaktadır.

CAD/CAM sistemlerinin seçimi için iki yol bulunmaktadır. Bunlar [18]:

1- Firmanın kendi sistemini kendi imkan ve çalışmalarıyla belirlemesi

2- Anahtar teslim proje halinde başka bir firmadan yardım alınması.

Ortaya çıkan sonuçlar, birinci yolun daha isabetli olduğu yönündedir [19]. Hedef ve amaçları ile neye ihtiyacı olduğunu firmanın kendisi daha iyi bilmektedir.

İşletmeler genel olarak CAD/CAM sistemi hakkında yeterli bilgi birikimine sahip olmadıklarından dolayı, bu konularda hizmet veren başka firmalara baş vurarak, anahtar teslim projeler talep etmektedir. Bu tip projeler, danışman firmanın, işletmeyi analiz edip, ihtiyacına göre yazılım donanımı belirlemesi, sistemin işletmeye alınması ve çalışacak personelin eğitimi konularını kapsamaktadır. Bu yol, zaman açısından avantajlı ancak maliyet açısından oldukça fazladır. Buradaki en çok dikkat edilmesi gereken nokta işletmenin ihtiyaçlarını danışman firmaya net olarak aktarmasıdır. Aksi halde işletme yüksek maliyetle yanlış yapılmış bir yatırıma sahip olacaktır.

Çözüm olarak denenen bir başka yöntem ise; işletmenin yan sanayi olması durumunda ana sanayinin birikimlerinden yararlanarak, onların kullandığı yazılım ve donanımı kendilerinde uygulamalarıdır. Ancak bu yöntemde de ana ve yan sanayi arasındaki mali güç farkı sebebiyle pahalı sistemler ve kalifiye personel istihdamı gibi sebeplerle olumsuz sonuç alınmaktadır.

İşletmelerin kendi sistemlerini belirlemesi uzun zaman alabilir. Ancak, ihtiyaca yönelik doğru kararın alınması, sisteme geçildiğinde adaptasyonu da hızlandıracaktır. Bu yöntemin maliyeti de diğerlerine göre daha düşük olacaktır.

Yakın [19], yüksek lisans tez çalışmasında CAD/CAM sistemlerinin seçilmesi sırasında yapılacak işlemleri metodik olarak aşağıdaki şekilde özetlemiştir [18]:

1-Başlama kararı
2-CAD/CAM sistemini seçecek ekibin oluşturulması
3-Amaç ve hedeflerin belirlenmesi
4-Proje planının oluşturulması
5-Mevcut sistemin analizi ve ihtiyaçların belirlenmesi
6-Tekliflerin alınması ve ön değerlendirmenin yapılması
7-Kalan alternatifler üzerinde çeşitli yöntemlerle değerlendirmeler yapılması

8-Sonuç kararı

Bu aşamaların, sistemle ilgili belirli bir oturmuş altyapının oluştuğu yerinde CAD/CAM sistemi ile personele adaptasyon için çalışmalar başlar. Bunun nedeni geçiş süresindeki üretim kaybını en aza indirmektir. Daha sonra personel eğitimi, sistemi devreye alma çalışmaları, organizasyonel düzenlemeler, vs gelmektedir[18].

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. MALZEME

3.1.1. Türkiye Orman Ürünleri Endüstrisi

Orman ürünleri sanayii; ormanlardan elde edilen birincil ve ikincil ham ürünlerin özellikle odunun çeşitli alet ve makinelerle işlenerek son kullanım için uygun hale getirilmesini sağlayan işletmelerin oluşturduğu bir sanayi dalıdır [49, 50]. Bu sanayi iki ana grupta toplanmıştır. Bunlardan ilki; birinci imalat sanayii ana grubu dediğimiz ve kereste, ambalaj vb.yi oluşturan bıçkı sanayii; kaplama, kontrplak, kontrtabla, liflevha, vb.yi oluşturan levha sanayii, kağıt hamuru ve kağıt sanayiidir. İkinci grubu ise birinci grupta üretilen ürünleri işleyen; ahşap parke, doğrama, prefabrik inşaat elamanları, kalem, kibrit, oyuncak, silah dipçiği, müzik aletleri, ayakkabı topuğu gibi örneği daha da çoğaltılabilecek işletmeler ile bizim çalışmamızın temelini oluşturan mobilya işletmeleri oluşturmaktadır [49].

Orman ürünleri sanayiinde üretilen ve pazara sunulan ürünler, insanların çalışma ve dinlenme gibi her türlü yaşam ortamında karşılaştığı ve birebir etkileşim içerisinde olduğu ürünlerdir. Odun ve odun esaslı ürün çeşitlerinin sayısının 5 bini aştığı bilinmektedir. Bu nedenle bu sanayi dalının toplam üretime doğrudan katkısının yanında, dolaylı ve rakamla ifade edilmesi pek de olanaklı olmayan önemli bir katkısı vardır [51].

Türkiye mobilya sanayii orman ürünleri sanayii içerisinde; gerek diğer sanayii dallarının ürünlerini girdi olarak kullanması ve gerekse ülke ekonomisine kazandırdığı önemli düzeydeki katma değer etkisi ile göreceli bir öneme sahiptir. Ayrıca mobilya sektörünün dinamik ve gelişen yapısı diğer orman ürünleri sektörüne örnek olacak, gelişmesine kaynak oluşturacak bir işleve sahiptir [52].

Orman ürünleri sanayii diğer sanayiler arasında üretim, istihdam, ihracattaki pay vb. parametreler açısından önemli bir yer tutmaktadır. İhracatının genel üretim sanayii ihracatı içindeki payı yaklaşık % 2, toplam ihracat içindeki payı ise % 1.4'tür. İthalatının üretim sanayii ithalatındaki payı % 2.1, toplam ithalattaki payı ise % 1.9'dur. Orman ana ürünleri ihracatının yaklaşık % 70'ini mobilya ürünleri, kereste ve doğramalar oluşturmaktadır. İthalatındaki üç ürün grubu ise; tomruk, mobilya ve kerestedir. Bu üç ürün grubu da toplam ithalatın yaklaşık % 80'idir [53].

3.1.2. Türkiye Mobilya Endüstrisi

Mobilya; insanların yaşaması, çalışması, sosyal ve kültürel gereksinimlerini emniyetli ve rahat bir şekilde karşılayabilmesi için oluşturulan mekanlar içerisindeki çeşitli malzemelerden yapılmış fonksiyonel, kullanışlı ve estetik elemanlardır. Mobilya sanayii ise, mobilyayı üreten işletmelerin oluşturduğu bir işletmeler grubu olup orman ürünleri sanayiinin bir alt dalıdır [49].

M.Ö. 2700-2200'lü yıllarda estetik önemi olmayan taştan yapılmış mobilya, M.Ö. 1570-1090'lı yıllarda ahşap koltuğun geliştirilmesiyle Mısır'da doğmuştur. Mobilya; insanların yaşam biçimleri, dünya görüşleri, kültürleri, ekonomik koşullar vb. nedenlerle çeşitli değişikliklere uğramıştır. Mezopotamya, Yunan, Roma, Bizans, Gotik, Rönesans, Barok, Rokoko Mobilya Sanatı diye evreler geçirmiştir. 1789 Fransız Devrimiyle birlikte teknoloji ve ekonomik gelişmeler sonucu yalın ve basit olarak üretilen mobilya, 19.yy'ın başlangıcıyla birlikte halkın kullanabileceği şekilde üretilmiştir [49].

Mobilya sanayiinin ülkemizdeki gelişimi 19.yy'da orman ürünleri sanayiine yapılan yatırımlara paralel olarak başlamıştır. Genelde çoğunluğu geleneksel yöntemlerle çalışan çok küçük ölçekli işletmelerden oluşmaktadır [48]. 1975 yılından itibaren önemli yapısal değişimler gerçekleştiren mobilya sanayiinde küçük atölyelerde ustaların el işçiliğiyle yaptıkları mobilyalar bugün NC ve CNC makineler ile seri üretimi yapılabilir duruma gelmiştir. Yalnız bu gelişme sektördeki küçük ölçekli işletmelerin azaldığı anlamına gelmemektedir. Bugün bile sektörün büyük çoğunluğu çok küçük ölçekli işletmelerden oluşmakta ve geleneksel yöntemlerle çalışmaktadır [49].

Mobilya sanayii işletmelerinin % 99.4'ünde 1-9 işçi çalışmaktadır. DİE'ye göre 25 kişiden fazla işçi çalıştıran işletmeler büyük ölçekli işletmelerdir. Küçük ölçekli işletmelerin henüz kurumlaşmalarını sağlayamadıkları görülmektedir [54].

Türkiye orman ürünleri sanayiinin alt sektörleri arasında en büyük payı oluşturan (% 25) ve önemli girdilerini bu sanayiden sağlayan mobilya işletmeleri, gelişmiş ülkelerin mobilya endüstrisindeki daralmanın aksine ülkemizde son yıllarda dinamik bir gelişim sürecini yaşamaktadır [5, 6]. Ancak mobilya sanayiinin genel imalat sanayiine benzer şekilde, önemli işletmecilik problemleri bulunmaktadır. Orta ölçekli işletmelerin % 67'si işletme sermayesi ve teknolojik gelişmeleri izleme açısından finans sıkıntısı çekmektedir [7]. Özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerde ileri teknoloji uygulamalarına çok az rastlanmaktadır. Sadece büyük ölçekli işletmelerde ve nadiren orta ölçekli işletmelerde üretimin belirli aşamalarında ileri teknoloji uygulamalarına (CAD, CAM vb.) rastlanmaktadır [5].

Mobilya sektörü, işyeri sayısı ve yarattığı istihdam ile önemli bir sektör olmasına karşın ihracatımız içindeki payı oldukça düşük bulunmaktadır [55]. Tüm orman ürünleri ihracatının % 52.2'sini oluşturan mobilya ihracatı 10 yılda önemli oranda artarak 256.8 milyon dolara ulaşmıştır [51]. Ancak ihracatın değeri varolan potansiyelin altındadır [56]. Son yıllarda, Rusya Federasyonu ve Türk Cumhuriyetleri'ne gerçekleştirilen mobilya ihracatında, bu ülkelerden alınan müteahhitlik işlerine paralel olarak bir artış yaşanmıştır. Özellikle 1994 yılı krizi arkasından iç pazardaki daralma neticesinde dış pazarlara ağırlık veren mobilya sektörünün ihracat artışı günümüzde devam etmektedir [55].

1990'lı yılların başından itibaren ülkemizin mobilya ithalatı hızla artış göstermiştir. 1992 yılından başlayarak ihracatı karşılayamama durumuna düşmüştür. Bu yılda ithalat yaptığımız ülkelerin sıralamasında ilk üç sırayı büyük bir farkla İtalya, Almanya ve ABD almaktadır [55]. 1994 yılında mobilya ithalatı 38 milyon dolar, 1995 yılında 68 milyon dolar civarında gerçekleşmiştir. 1996 yılında mobilya ithalatının daha fazla serbestleştirilmesi ve daha sonra Gümrük Birliğine girmemiz sonucu bu hızlı yükseliş daha sonraki yıllarda da devam ederek 2000 yılında 186 milyon dolara ulaşmış ancak 2001 yılında 112 milyon dolara gerilemiştir. Bunun nedeni daha kaliteli ürünlerin

yapılarak tüketicinin bir miktar yerli mobilyaya yönelmesidir. 2002 yılı itibariyle İtalya'dan 32.4 milyon dolarlık mobilya ithalatı yapılmıştır [56].

Geleneksel olarak düşük teknoloji ve sermaye yoğun emek girdilerine sahip, ulusal hatta yerel pazar düzeylerinde çalışma gösterdiği düşünülen mobilya endüstrisi hızlı bir dönüşüm geçirerek eskiye oranla çok daha bilgi ve sermaye yoğun bir moda sektörü olma yolunda ilerlemektedir. Bu dönüşümün arkasında yatan en önemli unsur mobilya endüstrisinin hızlı bir küreselleşme süreci yaşamakta oluşudur. Mobilya, dünyanın farklı coğrafya ve kültürlerinde oturma, depolama ve sergileme gibi temel fonksiyonları yerine getirmesiyle ve yüksek tasarım girdisiyle uluslar arası ticaretin gereklerine doğal olarak uyum sağlayan küresel ürünlerin tipik bir örneğidir [57].

Türkiye mobilya sanayii önemli yapısal, örgütsel ve teknolojik eksikliklere sahip olmasına rağmen, toplam dış ticarette, sanayii ürünleri dış ticaretinde ve orman ürünleri dış ticaretindeki payını sürekli arttırmıştır. Belirlenen sorunları aşarak çok daha önemli gelişim düzeylerine ulaşabilmesi için, başta yönetsel yaklaşımda, teknolojik altyapıda, kalite altyapısında ve eğitsel yapıda önemli adımların daha hızlı atılması gerekmektedir [58]. Mobilyaların kalite ve standart denetimlerinin yapılması ve üretilen mobilyaların Dünya standartlarına ve ithalatçı ülkelerin özel isteklerine uygun olması sağlanmalıdır [51].

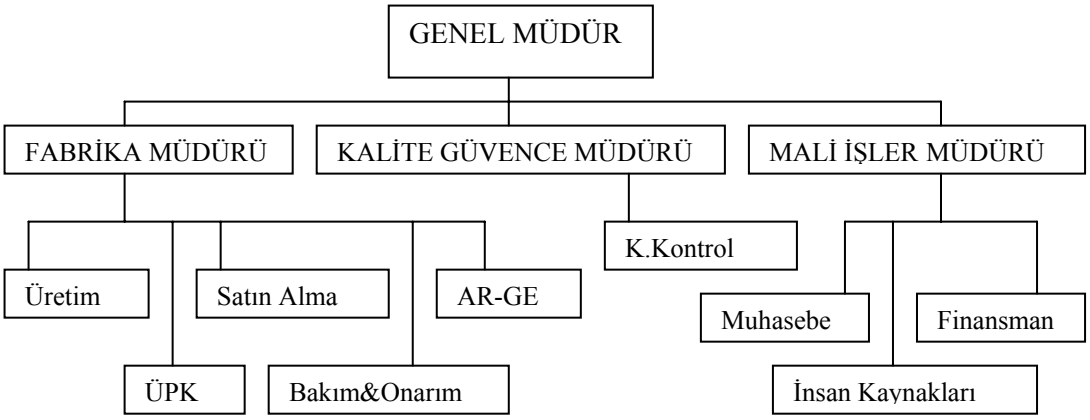
Ülkemizde uygulanan özelleştirme programı ile mobilya imalat sanayiinde üretimin özellikle özel sektörde artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Son zamanlarda mobilya sektörü, imalatçılıktan sanayiciliğe uzanan yolda AR-GE (Araştırma-Geliştirme) çalışmalarına daha fazla önem vererek Avrupa standartlarını yakalamada başarılı adımlar atmıştır. Bugün ülkemizde mobilya sektöründe faaliyet gösteren bir çok firma İSO kriterlerine uygun üretim yapmaktadır [56].

Mobilya işletmeleri diğer sektör işletmelerinde olduğu gibi mal ve hizmet üreterek kâr etmeyi amaçlamaktadırlar. Bu süreçte işletmeyi dış faktörler (kanunlar ve standartlar, rakipler, müşteriler, tedarikçiler, pazar şartları, ekonomi, faiz oranları) ve iç faktörler (çalışanlar, organizasyon, sistemler, iş istasyonları, teknoloji, kültür) etkilemektedir. Genelde işletmeler dış koşullara karşı fazla bir etkide bulunamadığından, iç faktörler

daha kolay etkilenebilir ve yönlendirilebilir bir durum almaktadır. Maliyetleri düşürmenin, verimliliği arttırmanın ve kârlılığı maksimize etmenin yollarından biri de iyi bir üretim sürecini planlamaktır [59].

3.1.3. Endüstriyel Uygulama Örneği 1 Hakkında Genel Bilgi

Saraylar A.Ş üretimine 1959 yılında başlamıştır. Silivri'de bulunan üretim tesisine 2000 yılında geçen işletme 13.800 m^2 kapalı ve 41.000 m^2 açık alana sahiptir.10'u yönetim kadrosunda, 55'i üretim bölümünde ve 3'ü de bakım bölümünde olmak üzere toplam çalışan sayısı 68'dir. Tasarım faaliyetleri bu işletmede yönetim kadrosunda görev alan kişiler tarafından yapılmaktadır. İşletmenin organizasyon yapısı Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1: İşletmenin organizasyon yapısı

Şekil 3.1'den görüldüğü üzere üretim, üretim planlama ve kontrolü (ÜPK), satın alma, bakım-onarım, araştırma ve geliştirme (AR-GE) bölümleri fabrika müdürüne bağlıdır. Kalite kontrol bölümü kalite-güvence müdürüne, muhasebe, insan kaynakları ve finansman bölümü mali işler müdürüne bağlıdır.

Saraylar mobilya işletmesi 2003 yılında yaşadığı ticari, mali ve hukuki sorunlar nedeniyle MODEKSAN Ltd.Şti. olarak yeniden yapılandırılmıştır.

3.1.3.1. İşletmenin Üretim Sistemi

İşletmedeki yaşanan yeniden yapılanma sonrası üretim sistemini değiştirerek sipariş tipi üretim yapmaya başlamıştır. Bu yapılanma sırasında makine yapısı değiştirilmemiştir. İşletmede, oturma grubu, yatak odası, yemek odası, genç odası, büro mobilyası, sehpa

(TV sehpası, bilgisayar sehpası, çok amaçlı çeşitli sehpalar), ayakkabılık, çalışma masası, gardrop, kitaplık, portmanto gibi levha esaslı mobilya üretilmektedir.

Seri üretim tipi; girdilerin standardize edildiği ve buna uygun üretim araçlarının da iş akışına göre standartlaştırıldığı bir sistemdir. Seri halde üretimin temel özelliği aynı ürünün aynı zamanda bir birimden fazla yapılmasıdır. Bu nedenle, bu üretim sisteminde standart ve birbirini izleyen belli sırada süreçler söz konusudur.

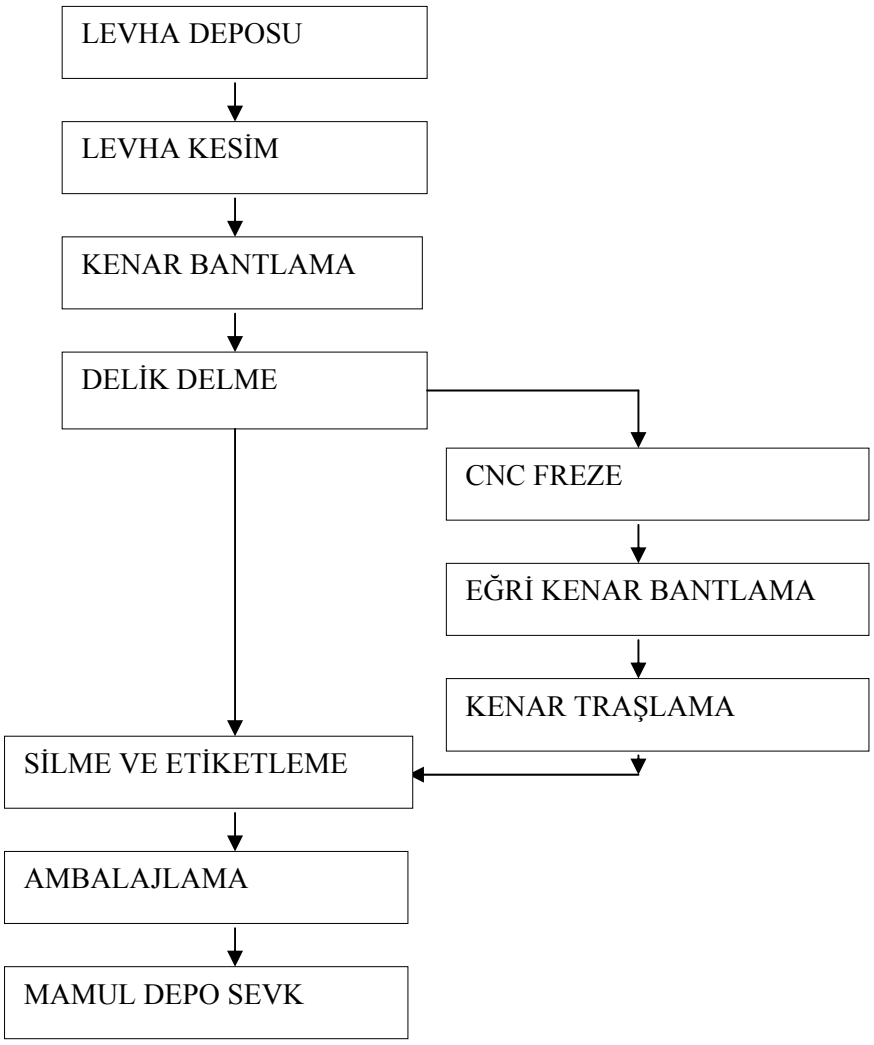
Uzmanlaşmanın gerçekleştirildiği seri üretim sistemlerinin kurulabilmesi için talebin üretim hızından fazla olması şartı vardır. Aksi halde özel ve pahalı makine ve teçhizat gerektiren bu tip üretim sistemlerinde üretim esnekliği olmadığından, talep düşüşlerinin maliyeti çok yüksek olur. Birbirinden farklı operasyon sıralarına ve yardımcı üretim araçlarına ihtiyaç gösteren değişik ürünlerin imalatında ortaya çıkan karmaşıklıklar ve zorluklar bu sistemde yoktur. Bu tip üretim ileri bir teknolojiyi gerektirir ve karmaşık ürünleri üreten sistemlerde kurulur. Ana özelliği ürün akışı (ürünün hareket halinde olması) ve tesislerin üretilecek ürüne göre tasarlanmasıdır [60].

Sipariş tipi üretim; küçük miktarlarda fakat yüksek düzeyde ürün çeşitliliğini kapsayan belirli siparişleri karşılamak üzere yapılan üretimdir. Bu sistemlerde, birçok değişik işlemi yapabilen çok işlemli tezgahlar kullanılır. Bunun sonucu ise, her tezgaha bir operatör kullanmak yerine, değişik tezgahlarda çalışabilecek esnek işçi kullanımı kaçınılmazdır [61].

Araştırmada yer alan işletme seri üretimin tüm özelliklerini taşımakta iken, yapısal değişim sonrası finansal ve örgütsel nedenlerle sipariş tipi üretime dönmüştür.

3.1.3.2. İşletmenin Üretim Yapısı

Mobilyalar genel olarak üretim teknikleri bakımından; kabin tipi mobilya üretimi (levha ile üretim), masif mobilya üretimi, sandalye üretimi, bükme ve oturma grubu üretimi şeklinde sınıflandırılmaktadır [9]. Günümüzde seri mobilya üretim teknolojisinin en fazla uygulama alanı bulduğu yer kabin tipi mobilya üretimidir. İşletmenin üretim yapısını göstermesi bakımından iş akışı Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2: İşletmelerde iş akışı

Üretimin ana hammaddesini melamin reçinesi emdirilmiş dekor kağıdıyla (MKYL) kaplı yonga levha oluşturmakta olup, toplam alanı 300 m^2 olan levha deposunda istif edilmektedir.

Kesilen parçaların kenarlarının kaplanmasında çeşitli kenar bantları kullanılmakta ve bunlar kenar kaplama bölümünün yanında raflar üzerine istif edilmektedir.

Ambalaj malzemesi olarak naylon, balonlu naylon, strafor, oluklu mukavva, plastik ve preslenmiş katlı kağıttan yapılan köşe koruyucuları kullanılmaktadır. Yardımcı malzeme olarak ise vida, menteşe, metal raylar, plastik dübel, plastik köşe takozu,

plastik kulp, plastik raf pimi, metal raf pimi vb. kullanılmaktadır. Tüm ambalaj malzemeleri ve yardımcı malzemeler ambalaj bölümünün içinde bulunan depoda raflar üzerine istif edilmektedir.

Yönetimin iş emri vermesiyle kesim listeleri, kesim şablonu ve parça çizimleri istasyonlara gönderilmektedir. Kesim listesinde modül adı ve numarası, parça sayısı, ebatları (toleranslı ve net), kullanılacak hammadde cinsi, desen ve rengi gibi bilgiler yer almaktadır.

Üretim bölümünde, tüm üretim bölümleri arasında silindirli (rulolu) taşıyıcıdan oluşan ara depolama alanları bulunmaktadır. Kesimi yapılan parçalar ara stoktan alınarak kenar bantlama (masifleme) bölümüne getirilmektedir. Kenar bantlama istifleme makinesi, besleme makinesi, NC çift taraflı kenar bantlama makinesi, çevirme masası, CNC çift taraflı kenar bantlama makinesi ,çevirme masası bulunmaktadır. Çift taraflı kenar işleyen makineler çevirme tertibatıyla birbirine ve asansörlere bağlanarak seri üretim yapısına uygun olarak parçanın 4 tarafını bir seferde işleyebilen bir hat oluşturulabilir. Sistemin asansörüne yüklenen parçalar robot kol tarafından alınarak makineye verilerek parçanın uzun kenarı ve kısa kenarını işlenmektedir. Her makinenin kontrol panelinde bulunan bilgisayardan parçaya uygulanacak program seçilmekte ve programların hazırlanması aşamasında parçanın göreceği işlemlere göre motorlar açık veya kapalı olarak tanımlanmaktadır.

Delik delme bölümünde birleştirme elemanları, sap, kulp, menteşe, raylar ve diğer aksesuarların montajı için delikler açılır. Bu bölümde NC ve klasik çoklu delik delme makineleri bulunmaktadır.

Delik delme ve freze işlemleri CNC freze, delik ve çoklu işlem makinesiyle yapılmaktadır. Delik delmede makine, deliklerin konumuna göre birden fazla işlem yaptığı için seri işlerde ekonomik olmadığından, genellikle freze işlemleri için kullanılmaktadır.

CNC frezede dairesel form verilmiş parçaların kenarları eğri kenar makinesinde bantlanır. Bu makinede yapıştırma işi işçi tarafından, parçanın baskı silindirine elle bastırılması suretiyle yapılır.

Eğri kenarlardaki ön-arka, alt-üst payların alınması kenar tıraşlama bölümünde yapılmaktadır.

Silme bölümünde parçalar silme makinesine verilmeden önce silinerek, tutkal kalıntıları ve üretim sırasında oluşan kirlerden temizlenir. Bantlanan kenarlarda fazlalık kalmışsa tıraşlanır ve makineye verilir. Etiketleme makinesi ile montaj kılavuzunda belirtilen parça numarasına göre etiketleme yapılır.

Ambalaj hazırlık aşamasında, üretimi bitmiş olan parçalar tekrar kontrol edilerek sorunsuz ve eksiksiz bir şekilde ambalaj bölümüne gönderilir. Ambalajlama bölümü üretimin son iş istasyonudur.

Ambalajlanan ürünler ürün deposuna alınır. Ürün deposunda taşıma ve kamyona yükleme işlemleri için forklift kullanılmaktadır. Ürün deposundan irsaliyesi kesildikten ve depo takip kartına işlendikten sonra sevk edilir.

3.1.3.3. İşletmedeki Otomasyon Takip Sistemi

Şekil 3.3'de verilen otomasyon takip sisteminin müşteri kütüphanesinde; siparişi veren kişi veya firmaya ait fatura adresi, teslimat adresi, ödeme koşulları, teslim tarihi, sipariş miktarı gibi bilgiler yer almaktadır. İlk aşamada siparişi alınan ürünlerin malzeme ihtiyaçları belirlenir ve bu amaçla ürüne ait olan ürün reçeteleri kullanılır. Ürün reçetelerinde bir birim ürün için kullanılan hammadde, yardımcı malzeme ve ambalaj malzemelerinin miktarları yer alır.

Ürün kütüphanesinde tüm ürünler incelenmektedir. Bu kütüphanede ürün çizimleri ve bunlara ait parça çizimleri ilişkilendirilmiştir. Parça çizimleri özel bir kodlama ve veri transfer sistemi desteğiyle işlem görecek şekle dönüştürülürler.

Üretimi yapılacak ürüne ait parça listelerinin, daha önceden tasarımı yapılmış olan form ve barkodla ilişkilendirilerek kesim listeleri oluşturulur. Kesim planları her zaman istenilen sonucu vermediğinden, üzerinde değişiklik yapılabilir. Kesim sonrası kalan fireler ise kullanılabilir stok olarak tanımlandığı takdirde bir sonraki üretimde hesaba dahil edilebilir.

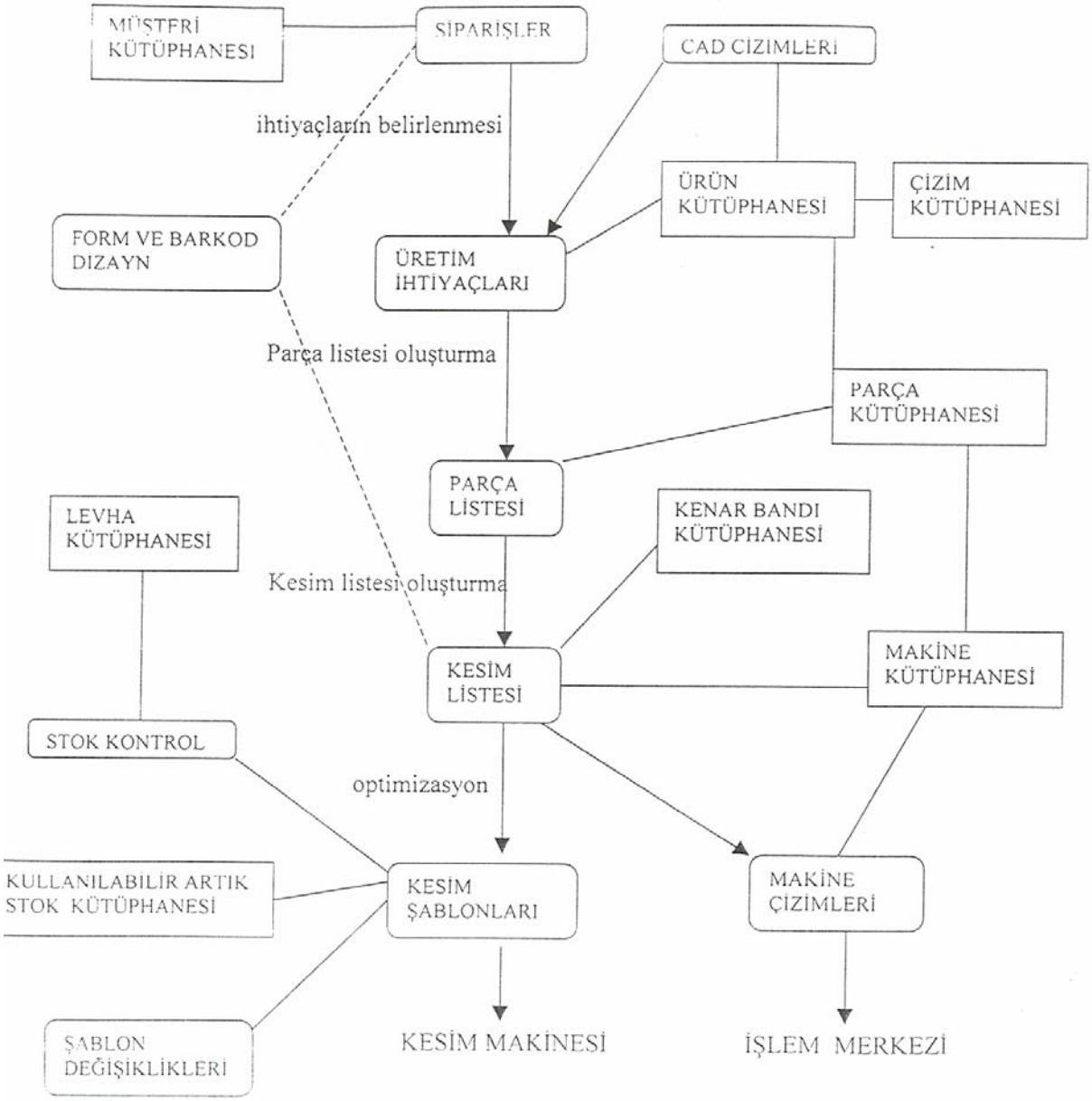
Levha kütüphanesinde, kullanılan tüm levhaların ölçüleri, adetleri, renk ve desen özellikleri önceden tanımlanmıştır. Gerektiğinde yeni tanımlar bu sisteme eklenebilir, işlemde kullanılan levha miktarları da stoklardan düşürülür.

Kesim planları, işletmenin o günkü sipariş ve fireli koşulları da dikkate alınarak onaylandıktan sonra on-line olarak CNC tezgahlara gönderilir ve uygulanır.

Üretimin takibi ve kontrolü için barkodların ve formların doğru tanımlanması gerekmektedir. Barkod üzerinde; parça adı, parça kodu, parça ebatları, parça adedi, parça çizimi, rota, delik kodu vb. gibi bilgiler yer almaktadır.

Her iş istasyonunda hangi parçanın ne şekilde ve ne kadar işlem göreceği ile ilgili detaylar iş emriyle belirtilmiştir. İş istasyonunda parçanın işlenmesinden sonra işlenen parça kodları, iş sonunda “tamamlandı” yapılır. (Üretim takip programında, iş emri planlama tarafından açılır, iş emrinin kapatılması yani “tamamlandı” yapılması bizzat işi yapan tarafından olur). Burada ürün ağacına göre belirlenen hammaddeler ve alt bileşenler sadece ihtiyaç duyulduğu zaman stoktan çekilir. Böylelikle hem ara stok seviyesi düşer hem de kaynaklara kapasite üstü yüklenme olmaz.

Bu şekilde maliyetler azalmakta ve üretim planlamada vakit kaybetme yerine değişen talebe daha hızlı cevap verilmektedir.



Şekil 3.3: Otomasyon takip sistemi

3.1.4 Endüstriyel Uygulama Örneği 2 Hakkında Genel Bilgi

EVREN A.Ş üretimine 1980 yılında Bayrampaşa'da Ltd. Şti. olarak başlamıştır. Çatalca'da bulunan üretim tesisine 2004 yılında geçen işletme 6000 m^2 kapalı, 14000 m^2 açık alana sahiptir. İşletmede ortalama 60 kişi çalışmaktadır. Tasarım faaliyetleri 2005 yılında işe başlayan Orman Endüstri Mühendisi tarafından yapılmaktadır.

Siparişe bağlı üretim sistemi yapısında çalışan işletmede Beko ve Profilo firmalarına TV sehpası, Singer firmasına dikiş makinası sehpası üretilmektedir. Bu firmalardan gelen siparişler doğrultusunda gönderilen TV kasalarına uygun tasarımlar yapılmakta ya da doğrudan TV üreticisi firmanın AR-GE bölümünde geliştirilmiş tasarımlar üretilmektedir.

Üretim bölümünde, 1 adet kompresör, 1 adet jeneratör, merkezi toz emme sistemi, 5 adet hidrolik transpalet, 1 adet forklift, 1 adet tutkal sürme ve presleme sistemi, 1 adet köşe boya tabancası, sütunlu matkap, 1 adet çoklu delik delme makinesi, 4 adet yatar daire testere makinesi, 3 adet şaküllü freze, 3 adet eğrisel şaküllü freze, 2 adet eğri kenar bantlama, 1 adet CNC ebatlama makinesi (SELCO), 2 adet CNC levha freze, delik ve çoklu işlem makinesi (ROVER, SHER), 1 adet CNC delik delme makinesi (ROVER), 1 adet çift taraflı kenar bantlama makinesi ve 2 adet tek taraflı kenar bantlama makinesi bulunmaktadır.

İşletmenin üretim yapısı gereği talep edilen sehpaların üretimi için önce ürün tasarımı yapılmakta ve ön değerlendirme sonrasında tasarlanan model CNC tezgahlarda üretilmektedir. Üretilen bu model daha sonra şaküllü freze makinelerinde üretim için kalıp olarak kullanılmaktadır. İşletmede bulunan 3 adet şaküllü freze makinesi için 3 adet model üretilmektedir. Şaküllü freze makinelerinde üretim başlatılmakta ve esas üretim bu makineler ile kopyalama yöntemi ile talep miktarı kadar gerçekleştirilmektedir.

3.2. YÖNTEM

3.2.1 Genel Yaklaşım

Bu çalışma ile; gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde yer alan ve modern işletmelerin hızla geçiş süreci yaşadığı CAD sistemlerinin Türkiye Mobilya Endüstrisinde kullanım etkinliğinin analiz edilmesi amaçlanmıştır.

Çalışma da CAD ile ilişkili çalışmalar ve bugüne dek yapılan çalışmalar, Türkiye mobilya endüstrisinin genel durumu incelenerek Türkiye Mobilya Endüstrisi CAD altyapısının belirlenebilmesi için bilgi toplama ve endüstriyel uygulama örneklerini yer ve uygulama biçimi olarak nasıl yapılacağı belirlenmiştir. Endüstriyel durum tespiti, uygulama örnekleri ve yapılan literatür çalışmaları da dikkate alınarak değerlendirilmiştir. CAD sistemleri ile ilgili endüstriyel uygulama örneklerinin incelenmesi, izlenmesi ve sonuçların ortak analizi olarak sınıflandırılmıştır.

İlk aşamada; literatür çalışmaları eşliğinde CAD kavramı, CAD sistemlerinin tanımı, yaygın kullanım yeri bulan CAD sistemleri ve işleyiş şekilleri ile ilgili konular ortaya konulmaya çalışılmıştır. Elde edilen literatür bilgileri, internet üzerinden takip edilen çalışmaların değerlendirilmesiyle çalışmanın genel çerçevesi çizilmiş, yöntem ve uygulama koşulları planlanmıştır. Literatür çalışmaları düzenli olarak araştırma boyunca internet üzerinde ve ilgili dokümantasyon merkezlerini ziyaret ederek takip edilmiştir. İlk bir yıllık çalışma süreci içerisinde Ankara ve İstanbul'daki üniversitelerin kütüphaneleri yoğun bir şekilde taranmış çeşitli yayın ve çalışmalara bu süre içerisinde ulaşılmıştır.

3.2.2. Endüstriyel Durum Tespiti

Türkiye Orman Ürünleri Endüstrisinde CAD sistemlerinin kullanım etkinliği ile ilgili genel durumunu ortaya koymak amacıyla bilgi toplama formu hazırlanmıştır. Bilgi toplama formu Marmara Bölgesi ile sınırlı tutulmuş olup bu bölgedeki Büyük Ölçekli Mobilya (BÖM) işletmelerine uygulanmıştır.

İşletmelerin araştırma kapsamına alınması çalışan sayılarına göre belirlenmiştir. Çalışan kişiye göre Büyük Ölçekli İşletme sınıflandırması kurumlara göre farklılık göstermektedir. Örneğin; Küçük Sanayi Geliştirme Teşkilatı (KÜSGET)'na göre, 1-9 arası çalışanı olan işletmeler Küçük Ölçekli, 10-49 arası orta ve 50'den fazla çalışanı olan işletmeler ise Büyük Ölçekli İşletme iken, İstanbul Sanayi Odası (İSO) 1-49 arası çalışanı küçük ölçekli, 50-150 arası çalışanı orta ölçekli, 150'den fazla çalışanı olanları da büyük ölçekli işletme olarak değerlendirmektedir. Devlet istatistik Enstitüsü (DİE) ise 1-9 kişi çalıştıranı küçük ölçekli işletme, 10-24 arası çalışanı orta ölçekli işletme ve 25 ve daha fazla çalışanı olan işletmeleri de büyük ölçekli işletme olarak değerlendirmektedir [55]. Türkiye Mobilya Endüstrisinin yapısı dikkate alınarak araştırmada DİE tarafında yapılan işletme büyüklüğü tanımı esas alınmıştır.

CAD sistemlerinin uygulandığı mobilya fabrikasından alınan verilerle birlikte, Türkiye Orman Ürünleri Endüstrisinde CAD sistemi kullanımı ile ilgili genel durumun tespit edilmesi amacıyla bilgi toplama formu hazırlanmıştır. Bilgi toplama formu Marmara Bölgesindeki Büyük Ölçekli Mobilya (BÖM) işletmelerine uygulanmıştır.

Bilgi toplama formu uygulanacak işletmelerin belirlenmesinde örnekleme yapılmadan ana kitlenin tamamına ulaşılması hedeflenmiştir. Bu hedefe yönelik olarak Marmara Bölgesine ait daha önce yapılmış araştırma sonuçları, meslek kuruluşları kayıtları, fuar kitapçıkları ve katalogları, ve internet üzerinden elde edilen bilgiler incelenmiştir. İnceleme sonucuna göre mobilya sektöründe faaliyet gösteren toplam 98 büyük ölçekli firma bulunmaktadır. Çalışma öncelikle yüz yüze anket yöntemine göre planlanmıştır. Sistematik yapıda hazırlanan bilgi toplama formu 26 sorudan oluşmaktadır. Yanıtlar, üretim mühendisi, tasarım biriminde görev alan kişi ya da işletme sahibinden alınmıştır. 98 işletmenin 70'i ile işletme ortamında ve yüz yüze görüşülmüş, 63 işletmeden yanıt alınabilmiştir. 7 işletmede ise yüz yüze görüşme sonrası anketi daha sonra gönderme istekleri kabul edilmiş, ancak işletmelerden geri dönüş gerçekleşmemiştir. Bu nedenle ankete katılım % 64 oranındadır.

Bilgi toplama formu (EK-A) 26 sorudan oluşmaktadır. Sorulan sorular 5 ana başlıktan oluşmaktadır. Bunlar ;

1. İşletmenin tanıtımı ve yapısal özellikleri

2. İşletmedeki tasarım faaliyetleri ile ilgili sorular
3. Kullanılan CAD sisteminin özellikleri ve kullanım şekli ile ilgili sorular
4. Kullanılan CAD programının işletmeye katkıları ile ilgili sorular
5. CAD sistemleri hakkındaki genel görüşler ile ilgili sorular, şeklinde sıralanmıştır.

Oluşturulan birinci grupta toplam 6 soru ile işletmeleri; hukuki yapıları, personel ve teknik eleman durumu, yıllık üretim kapasiteleri ve üretim şekli gibi genel anlamda tanımak amaçlanmıştır. İkinci grupta bulunan 3 soru ile işletmelerin tasarım faaliyetleri, üretilen ürünlerin tasarım özgünlüğü ile ilgili genel bilgiler, üçüncü grupta yer alan 11 soru ile kullanılan CAD sistemleri hakkında genel bilgiler, programların özellikleri, kullanım şekilleri, karşılaşılan zorluklar hakkında bilgiler alınmaya çalışılmıştır. Dördüncü gruptaki 4 soru ile CAD sistemlerinin kullanımı ile işletmeye sağlanan katkılar irdelenmeye çalışılmıştır. Beşinci ve son grup olan 2 soru ile CAD sistemleri hakkında genel düşünceler, CAD sistemlerinden beklentilerin neler olduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

Bilgi toplama formu uygulanan Marmara Bölgesindeki BÖM işletmelerinin listesi EK-B'de verilmiştir.

3.2.3. İstatistiksel Değerlendirme

Anket sonuçları SPSS ortamına aktarılarak istatistik olarak değerlendirilmiştir. SPSS kelimesi Statistical Package for Social Sciences sözcüklerinin baş harflerinden oluşmuş olup, temel ve ileri istatistiksel yöntemleri içeren özellikle anket ve araştırma formlarından elde edilen sınıflanmamış verilerin analizinde yararlanılan ve yaygın kullanımı olan bir pakettir [63].

İstatistiksel değerlendirme için SPSS programının seçilmesinin nedeni SPSS'in Windows ortamında yaygın olarak kullanılan bir paket olmasının yanında özellikle anketin güvenilirliği ve gerek duyulduğu ölçüde çok sayıda farklı testlerin aynı dataları kullanarak yapılabilmesine fırsat vermesidir [64, 65].

Verilerin analizinde yararlanılan testler bazı koşulları yerine getiren ve getirmeyen verilere uygulanmalarına göre iki ana gruba ayrılır. Bunlar, Parametrik (parametric) ve Parametrik olmayan (non parametric-distribution free) testler olarak isimlendirilir. Parametrik testler, anakütle dağılımları hakkında belirli bir varsayıma dayanırlar. Parametrik olmayan testler ise anakütle dağılımları hakkında herhangi bir varsayıma dayanmazlar. Bu özelliklerinden dolayı uygulamaları daha kolaydır. Genellikle değişkenlerin gerçek değerleri değil, sıraları veya işaretleri göz önüne alınmaktadır [63, 66].

Toplam 26 soruyu içeren anket sonuçları 63 işletmeye ait 114 değişkenden oluşan 63x114'lük bir matris formunda SPSS ortamına aktarılarak istatistiksel değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

Soruların tutarlılığı (F testi), her grupta yer alan soruların bir toplumsal ölçekte hazırlanıp hazırlanmadığı ve sonuçta anketin güvenilirliği (Reliability Analyses); Alfa yöntemi (Cronbach Alfa Katsayısı) ile incelenmiştir. Tablolarla elde edilen veriler doğrultusunda sonuçların tepe değerleri (mod) saptanmış olup, grafiklerle gösterilmiştir. Tepe değeri (mod) pratik olarak, bir seride en çok rastlanan ve en çok tekrarlanan (en yüksek frekansa sahip) terim olarak tanımlanabilir [62, 67].

3.2.4. Endüstriyel Uygulama Örnekleri

Endüstriyel uygulama örneği ile ilgili çalışmalar örnek iki işletmede yerinde gözlem ve araştırma yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Endüstriyel uygulama örneklerinin incelenmesi için işletmelerin belirlenmesindeki kriterler aşağıdaki gibidir:

- Gelişmeye açık bir işletme olması
- İleri teknoloji uygulamaya (CAD/CAM) sınırlı düzeyde başlamış olması
- Veri oluşturulması ile ilgili pozitif bir yaklaşımı olması.

Bu çerçevede, incelenen işletmeler arasında SARAYLAR A.Ş. ve EVREN A.Ş seçilmiştir. Bu işletmelerden SARAYLAR A.Ş, daha sonra 2003 yılında yaşadığı mali, ticari ve hukuki sorunlar nedeniyle MODEKSAN Ltd.Şti. olarak yeniden yapılanmıştır.

Uygulama örneklerinin incelenmesinde araştırmanın başladığı dönemdeki mevcut CAD/CAM yapısının ortaya konması, sistemin uygulama biçimi ve düzeyinin incelenmesi, gözlemlenmesi, tespit edilmesi ve sayısallaştırılması hedeflenerek, yerinde gözlem ve incelemeler yapılmıştır. İlk aşamada sistemi tanımak ve uygulama içersinde yer almak amacıyla haftada bir gün, daha sonra dönemsel olarak planlanarak iki haftada 1 gün gidilmiştir.

Çalışmada; konu ile ilgili toplam 90 kaynağa ulaşılmış, bunların 69'undan doğrudan yararlanılmıştır. Bu kaynakların değerlendirilmesi çerçevesinde CAD uygulamalarının düzeyi, bunun sonucunda anketten elde edilen veriler ışığında, CAD sistemleri uygulamalarının Türkiye mobilya endüstrisi için yaygınlaştırılması amacıyla öneriler getirilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. TÜRKİYE MOBİLYA ENDÜSTRİSİ VE CAD SİSTEMLERİ

Bu çalışma ile hazırlanan ve Marmara Bölgesinde bulunan Büyük Ölçekli Mobilya (BÖM) işletmelerine uygulanan anket sonucunda elde edilen bulgular beş ana başlık altında özetlenmiştir. Bu kapsamda işletmelerin genel tanıtımı ve yapısal özellikleri, işletmede sürdürülen tasarım faaliyetleri, tasarım faaliyetlerinde CAD sistemlerinin kullanılma durumu ve özellikleri ve kullanım şekli, kullanılan CAD sistemlerinin işletmeye katkıları ve işletmelerde algılanış biçimi hakkında genel görüşler ortaya konmuştur.

4.1.1. İşletmelerin Tanıtımı ve Yapısal Özellikleri

Marmara Bölgesindeki Büyük Ölçekli Mobilya (BÖM) işletmelerinin tanıtımı ve yapısal özelliklerine yönelik ilk 6 sorudan alınan yanıtların değerlendirilmesi aşağıda özetlenmiştir.

4.1.1.1. BÖM İşletmelerinin İllere Göre Dağılımı

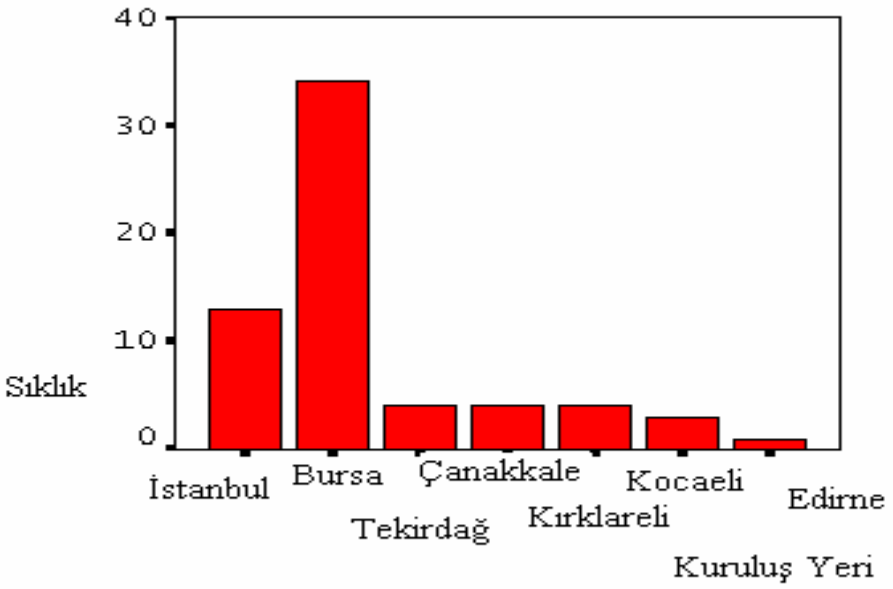
Edirne'de bulunan işletmelerin daha çok atölye tipi olduğu görülmüş ve yapılan anket çalışmasına katılacak ölçekte 1 firmanın bulunduğu belirlenmiştir. Marmara Bölgesindeki BÖM işletmeleri 7 ilde yoğunlaşmıştır. Bu iller İstanbul, Bursa, Tekirdağ, Çanakkale, Kırklareli, Kocaeli ve Edirne şeklinde sıralanabilir. En fazla yoğunlaşmanın Bursa'da olduğu saptanmıştır. Aşağıdaki Tablo 4.1'de bu illerdeki BÖM işletmelerinin sayısal dağılımı verilmiştir.

Tablo 4.1: BÖM işletmelerinin illere göre dağılımı

İlin Adı	İşletme Sıklığı	%
İstanbul	13	20.7
Bursa	34	54.0
Tekirdağ	4	6.3
Çanakkale	4	6.3
Kırklareli	4	6.3
Kocaeli	3	4.8
Edirne	1	1.6
TOPLAM	63	100.0

Tablo 4.1'den görüleceği üzere bu sektörde ulaşılabilen toplam 63 işletmenin 13'ü (% 20.7) İstanbul'da, 34'ü (% 54.0) Bursa'da, 4'ü (% 6.3) Tekirdağ'da, 4'ü (% 6.3) Çanakkale'de, 4'ü (% 6.3) Kırklareli'nde, 3'ü (% 4.8) Kocaeli'nde, 1'i (% 1.6) Edirne'de yer almaktadır.

İşletmelerin illere göre dağılımını gösteren verilerin tepe değeri incelendiğinde, en fazla yoğunlaşmanın Bursa ilinde olduğu görülmektedir (Şekil 4.1). Bunun nedeni, Bursa ilinin İstanbul, Ankara, İzmir gibi büyük şehirlerin ulaşımında merkez bir bölgede bulunması, deniz yoluna yakın bulunması ve hammadde tedarikine uygun bir konumda bulunmasıdır.



Şekil 4.1: BÖM işletmelerinin illere göre dağılımı

4.1.1.2. BÖM İşletmelerinin Kuruluş Tarihleri

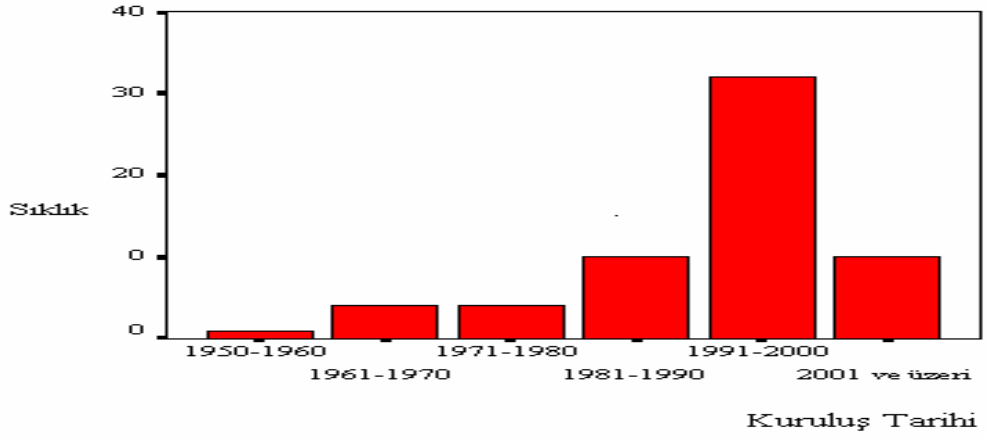
BÖM işletmelerinin kuruluş tarihleri aşağıdaki Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2: BÖM işletmelerinin kuruluş tarihleri

Seçenekler	İşletme Sıklığı	%
1950-1960	1	1.6
1961-1970	4	6.3
1971-1980	5	7.9
1981-1990	11	17.5
1991-2000	32	50.8
2001 ve sonrası	10	15.9
TOPLAM	63	100.0

Tablo 4.2'de görüldüğü üzere Marmara bölgesindeki BÖM işletmelerinin kuruluş tarihi 1950'li yıllara gitmektedir. Yapılan 10'ar yıllık değerlendirmeye göre işletmelerin % 50.8'inin 1991-2000 yılları arasında, % 15.9'unun 2001 yılından sonra kurulmuş olduğu belirlenmiştir.

İşletmelerin kuruluş tarihlerinin dağılımını gösteren verilerin tepe değeri incelendiğinde, işletmelerin büyük bir çoğunluğunun 1991-2000 yılları arasında kurulmuş oldukları belirlenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2: BÖM işletmelerinin kuruluş tarihleri

4.1.1.3. BÖM İşletmelerinde Hukuki Yapı

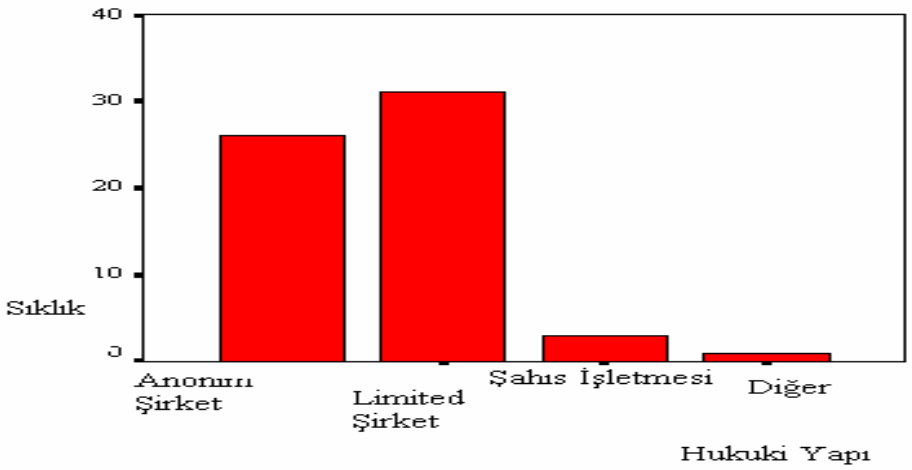
BÖM işletmelerinin hukuki yapıları bakımından dağılımı Tablo 4.3'de değerlendirilmiştir.

Tablo 4.3: BÖM işletmelerinin hukuki yapıları

Hukuki Yapıları	İşletme Sıklığı	% si
Anonim Şirket	26	41.3
Limited Şirket	33	52.4
Şahıs İşletmesi	3	4.8
Diğer	1	1.6
TOPLAM	63	100.0

Tablo 4.3'den görüldüğü üzere Anonim Şirketlerin oranı toplamın % 41.3'üdür. İşletmelerin % 52.4'ü Limited Şirket, % 4.8'i Şahıs İşletmesi şeklindedir. Sektördeki genel ortaklık durumu aile fertleri ve 5 kişiden az ortaklı olduğundan Limited Şirket sayısı daha fazladır.

İşletmelerin hukuki yapılarını gösteren verilerin tepe değeri incelendiğinde, en fazla yoğunlaşmanın Limited Şirkette olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3: BÖM işletmelerinin hukuki yapıları

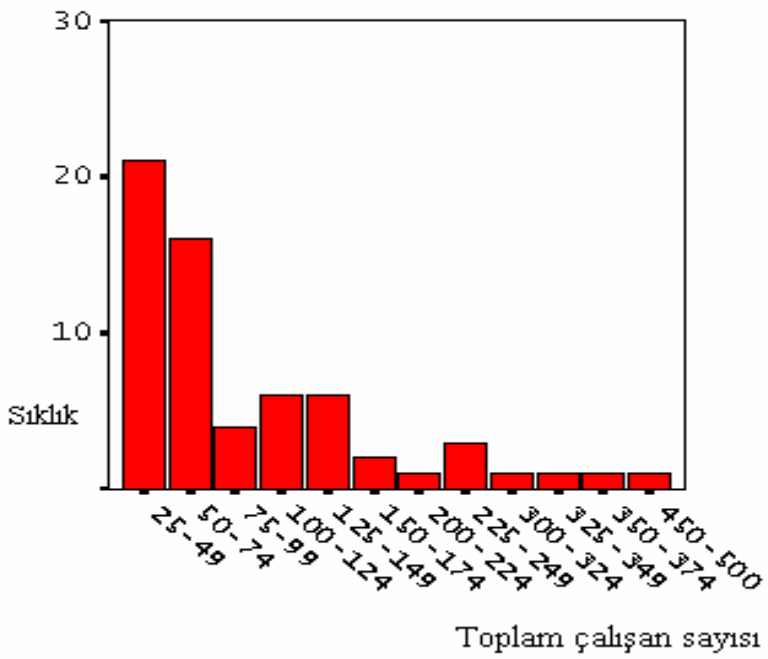
4.1.1.4. BÖM İşletmelerinde Çalışanların Durumu

BÖM işletmelerinde toplam ve üretim bölümlerinde çalışan sayıları Tablo 4.4'de verilmiştir.

Tablo 4.4: BÖM işletmelerinde çalışan sayıları

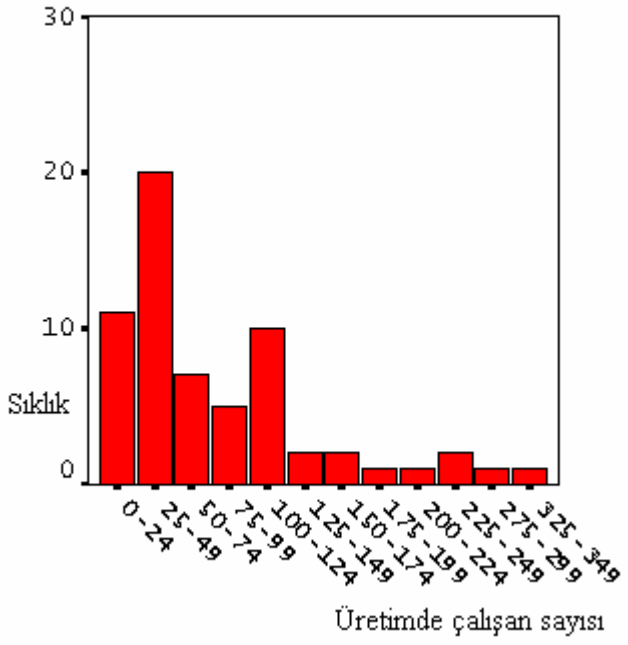
Çalışan Sayısı Grupları	Toplam Çalışan		Üretimde Çalışan	
	İşletme Sıklığı	%	İşletme Sıklığı	%
0-24			11	17.5
25-49	21	33.3	20	31.7
50-74	16	25.4	7	11.1
75-99	4	6.3	5	7.8
100-124	6	9.5	10	15.9
125-149	6	9.5	2	3.2
150-174	2	3.2	2	3.2
175-199			1	1.6
200-224	1	1.6	1	1.6
225-249	3	4.8	2	3.2
275-299			1	1.6
300-324	1	1.6		
325-349	1	1.6	1	1.6
350-374	1	1.6		
450-500	1	1.6		
TOPLAM	63	100.0	63	100.0

Tablo 4.4'ün incelenmesiyle görüleceği üzere toplam çalışan sayısı dikkate alındığında işletmelerin 21 (% 33.3)'ü 25-49 arasındaki dilimde yer almaktadır. 100 kişinin altında çalışanı bulunan işletme sayısı toplamın % 65'idir. 100 ve üzerinde çalışanı bulunan işletme sayısı toplamın % 35'idir. Toplam çalışanı 500 ve üzerinde olan işletme ise bulunmamaktadır. İşletmelerin toplam çalışan sayısını gösteren verilerin tepe değeri incelendiğinde, en fazla yoğunlaşmanın 25-49 arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4: BÖM işletmelerinde toplam çalışan sayısı

Üretimde çalışan sayısı 25-49 arasında olan 20 (% 31.7) işletme bulunmaktadır. 5 (% 8) işletmede ise üretimde çalışan sayısı 200-349 arasındadır. 500'ün üzerinde çalışanı olan işletme ise bulunmamaktadır. İşletmelerin üretim bölümünde çalışanların sayısını gösteren verilerin tepe değeri incelendiğinde, en fazla yoğunlaşmanın 25-49 arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5: BÖM işletmelerinin üretim bölümünde çalışan sayısı

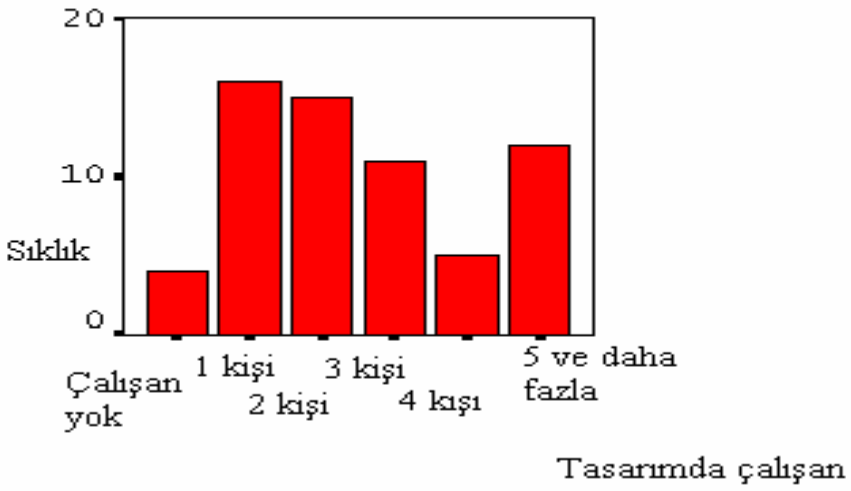
Araştırmaya katılan BÖM işletmelerinde toplam 6257 çalışan bulunmakta olup, ortalama çalışan sayısı 99'dur. Üretimde ise, toplam 4845 kişi çalışmakta olup, ortalama işletme başına çalışan sayısı 77'dir. İşletmelerde çalışanların ortalama % 78'i üretimde çalışmakta, geri kalan % 22 si ise yönetim, AR-GE, üretim planlama, satın alma ve satış departmanlarında görev almaktadır.

BÖM işletmelerinin tasarım bölümünde çalışan sayıları Tablo 4.5'de verilmiştir.

Tablo 4.5: BÖM işletmelerinin tasarım bölümünde çalışan sayısı

Çalışan Sayısı Grupları	İşletme Sıklığı	%
Çalışan yok	4	6.4
1 kişi	16	25.4
2 kişi	15	23.8
3 kişi	11	17.5
4 kişi	5	7.9
5 kişi ve daha fazlası	12	19.0
TOPLAM	61	100.0

Tablo 4.5'e göre işletmelerin % 6.4'ünde tasarım bölümünde çalışan bulunmamaktadır. 16 (% 25.4) işletmede 1 kişi, 15 (% 23.8) işletmede 2 kişi, 11 (% 17.5) işletmede 3 kişi ve 5 (% 7.9) işletmede 4 kişi çalışmaktadır. Tasarım bölümünde 5 ve daha fazla çalışanı olan işletme sayısı ise 12 (% 19.0)'dur. Araştırmaya katılan BÖM işletmelerinin tasarım bölümünde toplam 334 kişi çalışmakta olup, ortalama çalışan sayısı ise 5'dir. Tasarım bölümünde çalışanların durumunu gösteren verilerin tepe değeri incelendiğinde, en fazla yoğunlaşmanın 1 kişi seçeneğinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6: BÖM işletmelerinin tasarım bölümünde çalışan sayısı

4.1.1.5. BÖM İşletmelerinde Mesleki Eğitim Görmüş Teknik Elemanların Dağılımı

BÖM işletmelerinde mesleki eğitim görmüş teknik elemanların (Orman Endüstri Mühendisi, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisi, Mimar ve Endüstriyel Tasarımcı) dağılımı aşağıdaki Tablolarda özetlenmiştir.

BÖM işletmelerindeki Orman Endüstri Mühendisi çalışan durumu Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6: BÖM işletmelerinde çalışan Orman Endüstri Mühendisi sayısı

Çalışan Sayısı Grupları	İşletme sıklığı	%
Çalışan yok	41	65.1
1 kişi	15	23.7
2 kişi	3	4.8
3 kişi	3	4.8
4 kişi	-	-
5 kişi ve daha fazlası	1	1.6
TOPLAM	63	100.0

Tablo 4.6'da görüldüğü üzere araştırmaya katılan işletmelerin büyük bir çoğunluğunda (% 65.1) Orman Endüstri Mühendisi çalışmamaktadır. 15 (% 23.7) işletmede 1 kişi, 3 (% 4.8) işletmede 2 kişi, 3 (% 4.8) işletmede 3 kişi çalışmaktadır. Sadece 1 işletmede Orman Endüstri Mühendisi sayısının 5 olduğu belirlenmiştir.

BÖM işletmelerinde çalışan Ağaç İşleri Endüstri Mühendisi Durumu Tablo 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4.7: BÖM işletmelerinde çalışan Ağaç İşleri Endüstri Mühendisi sayısı

Çalışan Sayısı Grupları	İşletme sıklığı	%
Çalışan yok	43	68.2
1 kişi	12	19.0
2 kişi	2	3.2
3 kişi	2	3.2
4 kişi	2	3.2
5 kişi ve daha fazlası	2	3.2
TOPLAM	63	100.0

Tablo 4.7'de işletmelerin % 68.2'sinde Ağaç İşleri Endüstri Mühendisinin çalışmadığı ve % 19.0'inde ise 1 kişinin çalıştığı görülmektedir. 2 kişinin çalıştığı işletme sayısı ise 2 (% 3.2)'dir. Sadece 2 işletmede 5'den fazla Ağaç İşleri Endüstri Mühendisinin çalıştığı belirlenmiştir.

BÖM işletmelerindeki çalışan Mimar sayısı Tablo 4.8'de verilmiştir.

Tablo 4.8: BÖM işletmelerinde çalışan Mimar sayısı

Çalışan Sayısı Grupları	İşletme sıklığı	%
Çalışan yok	40	63.5
1 kişi	9	14.3
2 kişi	3	4.8
3 kişi	4	6.3
4 kişi	2	3.2
5 kişi ve daha fazlası	5	7.9
TOPLAM	63	100.0

Tablo 4.8'de görüldüğü üzere araştırmaya katılan 40 işletmede Mimar çalışmamaktadır. 5 işletmede ise Mimar sayısının 5'den fazla olduğu belirlenmiştir.
BÖM işletmelerinde çalışan Endüstriyel Tasarımcı durumu Tablo 4.9da verilmiştir.

Tablo 4.9: BÖM işletmelerinde çalışan Endüstriyel Tasarımcı sayısı

Çalışan Sayısı Grupları	İşletme sıklığı	%
Çalışan yok	48	76.2
1 kişi	10	15.9
2 kişi	4	6.3
3 kişi	1	1.6
TOPLAM	63	100.0

Tablo 4.9'un incelenmesiyle görüleceği üzere 48 işletmede Endüstriyel Tasarımcı bulunmamaktadır. 10 işletmede ise, sadece 1 kişinin çalıştığı belirlenmiştir.

Araştırmaya katılan BÖM işletmelerinde Orman Endüstri Mühendisi (OEM) sayısının 41, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisi (AİEM) sayısının 41, Mimar sayısının 64, Endüstriyel Tasarımcı sayısının 22 olduğu belirlenmiştir. İşletmelerin büyük bir çoğunluğunda Orman Endüstri Mühendisi ve Ağaç İşleri Endüstri Mühendisi olarak çalışanların yeterli sayıda olmadığı belirlenmiştir.

İşletmelerde bunların dışında, iç mimar, makine mühendisi, endüstri mühendisi, fizik mühendisi, maden mühendisi, inşaat mühendisi ve ziraat mühendisi çalışmaktadır.

4.1.1.6. BÖM İşletmelerinin Kurulu Kapasiteleri

Marmara Bölgesinde mevcut BÖM işletmelerinin kurulu yıllık üretim kapasitelerini belirlemek amacıyla sorulan soruya alınan yanıtlar Tablo 4.10'da özetlenmiştir. Soruya çok sayıda işletme cevap vermekten kaçınmıştır. Elde edilen verilerle azda olsa fikir sahibi olunabilmekte ancak tam anlamıyla işletmelerin durumunu yansıtamamaktadır.

Tablo 4.10: BÖM işletmelerinin kurulu yıllık kapasiteleri

Kurulu Yıllık Üretim Kapasitesi	İşletme sıklığı	%
500-3000 takım	17	44.7
3500-5000 takım	3	7.9
5500-10000 takım	8	21.1
20000 takım ve daha fazla	10	26.3
TOPLAM	38	100.0

Tablo 4.10'da görüldüğü üzere işletmelerin % 44.7'si 500-3000 arasında takım üretmektedir. 20000 ve daha fazla takım üreten işletme sayısı 10 (% 26.3)'dür. 8 (% 21.1) işletmenin 5500-10000 arasında ve 3 (% 7.9) işletmenin ise 3500-5000 arasında takım üretmekte olduğu belirlenmiştir. İşletmelerin kurulu yıllık üretim kapasite durumunu gösteren verilerin tepe değeri incelendiğinde, en fazla yoğunlaşmanın 500-3000 takım arasında olduğu belirlenmiştir.

Mobilya endüstrisinde takım denilince, çeşitli mobilya tipleri için farklı farklı mobilya tipi sayıları bulunmaktadır. Örneğin; oturma odası takımında; 1 adet ikili kanepe, 1 adet üçlü kanepe, 2 adet tekli koltuk, bir adet orta sehpası, 2 adet yan sehpa ve puf bulunmaktadır.

Yatak odası takımında ise; karyola; komodin; şifonyer; tuvalet masası; puf ve gardrop bulunmaktadır.

BÖM işletmelerinde kapasite kullanımına ilişkin elde edilen veriler Tablo 4.11'de değerlendirilmiştir.

Tablo 4.11: BÖM işletmelerinde kapasite kullanım durumu

	Seçenekler	İşletme Sıklığı	%
Kapasite Kullanım Durumu	Tam kapasite ile çalışamıyoruz	52	82.5
	Tam kapasite ile çalışıyoruz	11	17.5
	TOPLAM	63	100.0
Kapasite kullanım oranları (%)	40-59	11	23.4
	60-79	21	44.7
	80-99	15	31.9
	TOPLAM	47	100.0

Tablo 4.11'den görüleceği üzere, soruya yanıt veren 63 işletmenin ancak % 17.5'i tam kapasite ile çalışmakta, % 82.5'i ise tam kapasite ile çalışamamaktadır.

İşletmelerin % 23.4'ünün kapasite kullanım oranı % 60'ın altındadır. Kapasite kullanım oranı işletmelerin % 31.9'unda % 80-99 arasında, % 44.7'sinde ise % 60-79 arasında olduğu belirlenmiştir.

4.1.1.7. BÖM İşletmelerinde Üretilen Ürünler

İşletmelerde üretilen ürünler aşağıdaki Tablo 4.12'de verilmiştir.

Tablo 4.12: BÖM işletmelerinde üretilen ürünler

Üretilen Ürünler	İşletme Sıklığı	%
Oturma Grubu	29	15.9
Yatak odası	34	18.7
Yemek odası	34	18.7
Genç odası	23	12.7
Büro	12	6.6
Mutfak	16	8.8
Banyo	14	7.7
Diğer	20	10.9
TOPLAM	182	100.0

Tablo 4.12'den görüldüğü üzere işletmelerin % 18.7'si yatak odası, % 18.7'si yemek odası, % 15.9'u oturma grubu, % 12.7'si genç odası, % 6.6'sı büro, % 8.8'i mutfak ve % 7.7'si banyo mobilyası üretmektedir. İşletmelerin % 10.9'u ise bu ürünlerin dışında; TV sehpası, kitaplık, bilgisayar masası, çalışma masası, kapı, pencere, sandalye,

merdiven, raf sistemleri, pergola, lambri, hoparlör, kanepe, portmanto, otel ve banka mobilyası, ödeme ve danışma bankoları üretmektedirler.

4.1.1.8. BÖM İşletmelerinin Üretim Şekli

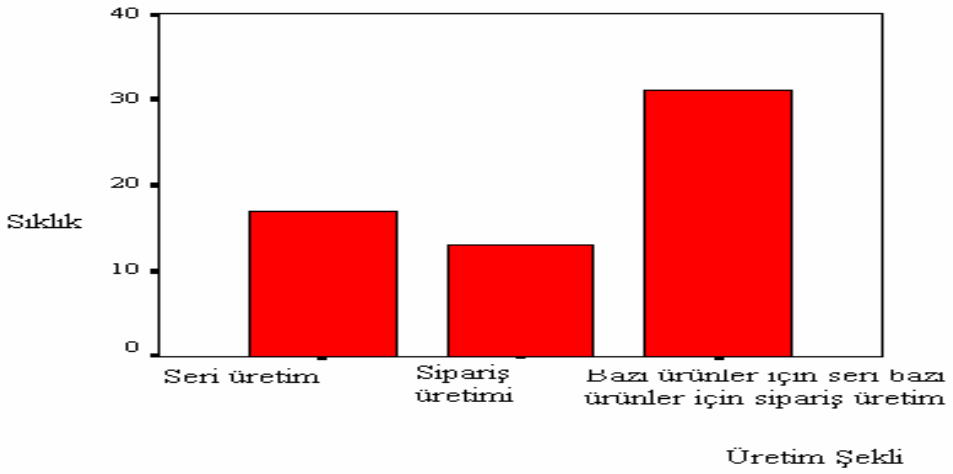
BÖM işletmelerinin üretim şekli ise aşağıdaki Tablo 4.13'de verilmiştir.

Tablo 4.13: BÖM işletmelerinin üretim şekilleri

Üretim Şekli	İşletme Sıklığı	%
Seri üretim	19	30.2
Sipariş üretimi	16	25.4
Bazı ürünler için seri bazı ürünler için sipariş üretimi	28	44.4
TOPLAM	63	100.0

Tablo 4.13'ün incelenmesiyle görüleceği üzere BÖM İşletmelerinin % 30.2'si seri üretim, % 25.4'ü.sipariş tipi üretim, % 44.4'ü bazı ürünler için seri bazı ürünler için sipariş üretimi yapmaktadır.

İşletmelerin üretim şekillerini gösteren verilerin tepe değeri incelendiğinde, en fazla yoğunlaşmanın bazı ürünler için seri bazı ürünler için sipariş üretimi seçeneğinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7: BÖM işletmelerinin üretim şekilleri

4.1.2. Tasarım Faaliyetleri

Marmara Bölgesindeki BÖM İşletmelerine sorulan 7-9 arası sorular tasarım faaliyetlerine yöneliktir.

4.1.2.1. BÖM İşletmelerinde Üretilen Ürünlerin Tasarımına Yönelik Yapılan Çalışmalar

BÖM işletmelerinde üretilen ürünlerin tasarımına yönelik yapılan çalışmalar Tablo 4.14'de özetlenmiştir.

Tablo 4.14 BÖM işletmelerinde üretilen ürünlerin tasarımına yönelik yapılan çalışmalar

Tasarımın Değerlendirmesi	İşletme Sıklığı	%
Ürettiğimiz ürünün tasarımı tamamen bize ait	43	56.6
Tasarım desteği gerektirmeyen standardize modeller üzerinde çalışıyoruz	6	7.9
Dışarıdan tasarım desteği alıyoruz	15	19.7
Diğer	12	15.8
TOPLAM	76	100.0

Tablo 4.14'den görüldüğü üzere işletmelerin % 56.6'sı ürettikleri ürünlerin tasarımını kendilerinin yaptığı belirlenmiştir. İşletmelerin % 19.7'sinin ise dışarıdan tasarım desteği almaktadır. Diğer (% 15.8) seçeneği altında ise işletmeler; yurt dışından gelen kataloglardan esinleniyoruz, tasarımı ürünü pazarlayan firma yapıp biz üretiyoruz şeklinde belirtmişlerdir.

Tasarım bölümünün bağımsız bir bölüm olarak organizasyon şemasında yer alıp almadığı Tablo 4.15'de verilmiştir.

Tablo 4.15: BÖM işletmelerinde tasarım bölümünün durumu

	Seçenekler	İşletme Sıklığı	%
İşletmenizde tasarım bölümü bağımsız bir bölüm olarak organizasyon şeması içinde yer alıyor mu?	Evet	39	61.9
	Hayır	24	38.1
	TOPLAM	63	100.0
Bu sorunun yanıtı Evet ise tasarım biriminin yapısı yeterli midir?	Yeterli	19	48.7
	Yeterli değil	19	48.7
	Yanıt yok	1	2.6
	TOPLAM	39	100.0

Tablo 4.15'in incelenmesiyle görüleceği gibi işletmelerin % 61.9'unda tasarım bölümü bağımsız bir bölüm olarak organizasyon şeması içerisinde yer almaktadır.

Bu soruya Evet cevabını veren işletmelerin % 48.7'sinde tasarım biriminin yapısının yeterli olmadığı, % 48.7'sinde yeterli olduğu belirlenmiştir.

4.1.2.2. BÖM İşletmelerinde Tasarım Biriminde Çalışanların Konumu

BÖM İşletmelerde tasarım biriminde çalışanların konumu Tablo 4.16'da verilmiştir.

Tablo 4.16 incelendiğinde, 23 işletmede Mimar, 14 işletmede Endüstriyel Tasarımcı, 9 işletmede Orman Endüstri Mühendisi ve 8 işletmede Ağaç İşleri Endüstri Mühendisi'nin çalıştığı belirlenmiştir. 13 işletmede ise tasarım biriminde diğer meslek gruplarından elemanlar çalışmaktadır.

Tablo 4.16: BÖM işletmelerinde tasarım biriminde çalışanların konumu

	Seçenekler	İşletme Sıklığı	%
Mimar	Evet	23	36.5
	Hayır	40	63.5
	TOPLAM	63	100.0
Endüstriyel Tasarımcı	Evet	14	22.2
	Hayır	49	77.8
	TOPLAM	63	100.0
Orman Endüstri Mühendisi	Evet	9	14.3
	Hayır	54	85.7
	TOPLAM	63	100.0
Ağaç İşleri Endüstri Mühendisi	Evet	8	12.7
	Hayır	55	87.3
	TOPLAM	63	100.0
Diğer	Evet	13	20.6
	Hayır	50	79.4
	TOPLAM	63	100.0

4.1.2.3. BÖM İşletmelerinde Tasarım Faaliyetlerinde Bilgisayar Desteği Alma Durumu

BÖM İşletmelerde tasarım faaliyetlerinde bilgisayar desteği alma durumu Tablo 4.17'de verilmiştir.

Tablo 4.17: BÖM işletmelerinde tasarım da bilgisayar desteği alınması

	Seçenekler	İşletme Sıklığı	%
Tasarım Faaliyetlerinde Bilgisayar Desteği Alınması	Evet	55	87.3
	Hayır	8	12.7
	TOPLAM	63	100.0

Tablo 4.17'de görüldüğü üzere işletmelerin % 87.3'ü tasarım faaliyetlerinde bilgisayar desteği almaktadır.

Bu soruya Hayır yanıtını veren işletmelerin tasarımda bilgisayar desteği almama nedenleri Tablo 4.18'de verilmiştir.

Tablo 4.18: BÖM işletmelerinde tasarım da bilgisayar desteği almama nedenleri

Seçenekler	İşletme Sıklığı	%
Yeterli bilgisayar mevcut değil	2	25
Şimdilik ihtiyaç duyulmamakta	6	75
TOPLAM	8	100.0

Tablo 4.18'de görüldüğü üzere tasarımda bilgisayar desteği almama nedenleri olarak; işletmelerin % 75'inde şimdilik ihtiyaç duyulmadığı, % 25'inde ise yeterli bilgisayarın olmadığı belirlenmiştir.

İşletmelerin tasarım faaliyetlerinde bilgisayar desteği almaya başlama tarihleri Tablo 4.19'da verilmiştir.

Tablo 4.19: BÖM işletmelerinin tasarım faaliyetlerinde bilgisayar desteği almaya başlama tarihleri

Seçenekler	İşletme Sıklığı	%
1987-1990	2	4.4
1991-1995	4	8.9
1996-2000	23	51.1
2001 ve daha sonrası	16	35.6
TOPLAM	45	100.0

Tablo 4.19'da görüldüğü üzere tasarım faaliyetlerinde bilgisayar desteği almaya başlama zamanı; işletmelerin % 4.4'ünde 1987-1990 tarihlerinde, % 8.9'unda 1991-1995 tarihlerinde, % 51.1'inde 196-2000 tarihlerinde ve % 35.6'sında 2001 ve daha sonraki yıllarda olduğu belirlenmiştir.

İşletmelerin tasarım faaliyetlerinde kullandıkları programlar Tablo 4.20'de verilmiştir.

Tablo 4.20: BÖM işletmelerinin tasarım faaliyetlerinde kullandıkları programlar

Seçenekler	İşletme Sıklığı	%
AutoCAD	42	42.4
Arcon	6	6.1
3D Max	9	9.1
DesignCAD	2	2.0
Unigraphics	2	2.0
Coreldraw	6	6.1
Photoshop	8	8.1
Diğer	24	24.2
TOPLAM	99	100.0

Tablo 4.20'de görüldüğü üzere işletmelerin tasarım faaliyetlerinde kullandıkları programlar; AutoCAD (% 42.4), 3D Max (% 9.1), Photoshop (% 8.1), Arcon (% 6.1), Coreldraw (% 6.1), DesignCAD (% 2.0), Unigraphics (% 2.0) olarak belirlenmiştir. Diğer (% 24.2) seçeneği altında ise; KitchenDraw, Woody, Ar Mutfak, ArCAD, ArDolap, Cabinet Vision, programları kullanılmaktadır. Genel kısımlar bölümünde mobilya endüstrisinde kullanım bulan CAD sistemlerinde adı geçen CopyCAD, ImosCAD, SolidWorks, PYTHA programlarının kullanılmadığı görülmektedir.

4.1.3. Kullanılan CAD Sistemlerinin Değerlendirilmesi

Marmara Bölgesindeki BÖM İşletmelerine sorulan 10-20 arası sorular kullanılan CAD sistemlerini değerlendirmelerine yöneliktir.

4.1.3.1. BÖM İşletmelerinin Kullandıkları Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) Programından Beklentileri

BÖM İşletmelerinin Kullandıkları Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) Programından Beklentileri Tablo 4.21'de verilmiştir.

Tablo 4.21: BÖM işletmelerinin kullandıkları Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) programından beklentileri

Seçenekler	İşletme Sıklığı	%
Tasarım Sürecinde Kısalma	39	27.3
Tasarım Kalitesinde Artış	39	27.3
Müşteri Talep/Siparişlerinin Daha Kolay ve Kısa Sürede Değerlendirilmesi	30	21.0
Tasarım Dokümantasyonunun İyileştirilmesi	32	22.3
Diğer	3	2.1
TOPLAM	143	100.0

Tablo 4.21'de görüldüğü üzere işletmelerin % 27.3'ünde tasarım sürecinin kısaldığı, % 27.3'ünde tasarım kalitesinin arttığı, %21'inde müşteri talep/siparişlerinin daha kolay ve kısa sürede değerlendirildiği, % 22.3'ünde tasarım dokümantasyonunun iyileştiği belirlenmiştir. Diğer (% 2.1) seçeneği altında ise; tasarımda esnekliği sağlayarak tasarlanan ürünün 3 boyutlu ortamda önceden görülüp, prototip sürecinin kısaldığı, prezantasyon kalite artışının sağlandığı, tasarımın net bir biçimde ifade edildiği, hata riskinin azaldığı belirlenmiştir.

4.1.3.2. BÖM İşletmelerinin Kullandıkları CAD Programını Seçmelerinde Etkili Olan Faktörler

BÖM İşletmelerinin Kullandıkları CAD Programını Seçmelerinde Etkili Olan Faktörler Tablo 4.22'de verilmiştir.

Tablo 4.22: BÖM işletmelerinin kullandıkları CAD programını seçmelerinde etkili olan faktörler

Seçenekler	İşletme Sıklığı	%
Rakip Firmaların Bu Sistemlere Geçmiş Olması	1	1.4
Müşteri Taleplerini Karşılamadaki Esneklik Gereksinimi	26	37.2
Alınan CNC Tezgahların Getirdiği Bir Zorunluluk	15	21.4
Firmanın Büyüme ve Derinleşme Hedefleri	28	40.0
TOPLAM	70	100.0

Tablo 4.22'de görüldüğü üzere işletmelerin CAD Programını seçmelerinde etkili olan faktörler; rakip firmaların bu sistemlere geçmiş olması (% 1.4), müşteri taleplerini

karşılamadaki esneklik gereksinimi (% 37.2), alınan CNC tezgahların getirdiği bir zorunluluk (% 21.4), firmanın büyüme ve derinleşme hedefleri (% 40) olarak belirlenmiştir.

4.1.3.3. BÖM İşletmelerinde CAD Sistemlerinin Tercih Edilme Sebepleri

BÖM İşletmelerinde CAD sistemlerinin tercih edilme sebepleri Tablo 4.23'de verilmiştir.

Tablo 4.23: BÖM işletmelerinde CAD sistemlerinin tercih edilme sebepleri

Seçenekler	İşletme Sıklığı	%
Popüler olması (yaygın kullanılması)	31	49.2
CNC desteğinin olması	21	33.3
Eğitim desteğinin olması	11	17.5
TOPLAM	63	100.0

Tablo 4.23'de görüldüğü üzere işletmelerin CAD sistemlerini tercih etme sebepleri; popüler olması (yaygın kullanılması) (% 49.2), CNC desteğinin olması (% 33.3) ve eğitim desteğinin olması (% 17.5) olarak belirlenmiştir.

4.1.3.4. BÖM İşletmelerinde Tercih Edilen Programların Teknik Özellikleri

BÖM İşletmelerinde tercih edilen programların grafiksel özellikleri Tablo 4.24'de, genel yetenekleri ise Tablo 4.25'de verilmiştir.

Tablo 4.24'ün incelenmesiyle görüleceği üzere büyük ölçekli işletmelerde tercih edilen programların grafiksel özelliklerinden; 3 boyutlu tasarım (% 87), 2 boyutlu tasarım (% 93), renklendirme (% 77.8), boyutlandırma (% 95.5), ürün kütüphanesi oluşturma (% 74.4) ve malzeme listesi oluşturma (% 56.1) olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.24: BÖM işletmelerinde tercih edilen programların grafiksel özellikleri

Grafiksel Özellikler	Seçenekler	İşletme Sıklığı	%
3 Boyutlu Tasarım	Yok	3	6.5
	Kullanılıyor	40	87.0
	Kullanılması planlanıyor	2	4.3
	Kullanılmıyor	1	2.2
	TOPLAM	46	100.0
2 Boyutlu Tasarım	Yok	2	4.7
	Kullanılıyor	40	93.0
	Kullanılması planlanıyor	-	-
	Kullanılmıyor	1	2.3
	TOPLAM	43	100.0
Renklendirme	Yok	4	8.9
	Kullanılıyor	35	77.8
	Kullanılması planlanıyor	2	4.4
	Kullanılmıyor	4	8.9
	TOPLAM	45	100.0
Boyutlandırma	Yok	2	4.5
	Kullanılıyor	42	95.5
	Kullanılması planlanıyor	-	-
	Kullanılmıyor	-	-
	TOPLAM	44	100.0
Ürün kütüphanesi Oluşturma	Yok	4	9.3
	Kullanılıyor	32	74.4
	Kullanılması planlanıyor	2	4.7
	Kullanılmıyor	5	11.6
	TOPLAM	43	100.0
Malzeme Listesi Oluşturma	Yok	8	19.5
	Kullanılıyor	23	56.1
	Kullanılması planlanıyor	4	9.8
	Kullanılmıyor	6	14.6
	TOPLAM	41	100.0

Tablo 4.25'in incelenmesiyle görüleceği üzere işletmelerin kullandıkları programların genel yetenekleri; yüzey modelleme (% 59.5), katı modelleme (% 58.9), mühendislik analizi (% 30.6), simülasyon (% 30.6), tolerans gösterimi (% 36.8) ve parametrik tasarım (% 33.3) olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.25: BÖM işletmelerinde tercih edilen programların genel yetenekleri

Genel Yetenekler	Seçenekler	İşletme Sıklığı	%
Yüzey Modelleme	Yok	6	14.3
	Kullanılıyor	25	59.5
	Kullanılması planlanıyor	4	9.5
	Kullanılmıyor	7	16.7
	TOPLAM	42	100.0
Katı Modelleme	Yok	5	12.8
	Kullanılıyor	23	58.9
	Kullanılması planlanıyor	5	12.8
	Kullanılmıyor	6	15.5
	TOPLAM	39	100.0
Mühendislik Analizi	Yok	12	33.3
	Kullanılıyor	11	30.6
	Kullanılması planlanıyor	3	8.3
	Kullanılmıyor	10	27.8
	TOPLAM	36	100.0
Simülasyon	Yok	10	27.7
	Kullanılıyor	11	30.6
	Kullanılması planlanıyor	4	11.1
	Kullanılmıyor	11	30.6
	TOPLAM	36	100.0
Tolerans Gösterimi	Yok	8	21.1
	Kullanılıyor	14	36.8
	Kullanılması planlanıyor	4	10.5
	Kullanılmıyor	12	31.6
	TOPLAM	38	100.0
Parametrik Tasarım	Yok	12	30.8
	Kullanılıyor	13	33.3
	Kullanılması planlanıyor	3	7.7
	Kullanılmıyor	11	28.2
	TOPLAM	39	100.0

4.1.3.5. BÖM İşletmelerinde Kullanılan Programın Tüm Modüllerinin Satın Alınma Durumu

BÖM İşletmelerinde kullanılan programın tüm modüllerinin satın alınma durumu Tablo 4.26'da verilmiştir.

Tablo 4.26: BÖM işletmelerinde kullanılan programın tüm modüllerinin satın alınma durumu

	Seçenekler	İşletme Sıklığı	%
Kullandığınız programın tüm modüllerini satın aldınız mı?	Evet	23	44.2
	Hayır	29	55.8
	TOPLAM	52	100.0
Cevabınız Hayır ise neden satın almadınız?	Mevcut modül yeterli	23	74.2
	Finansman yetersizliği sebebiyle	6	19.4
	Diğer	2	6.4
	TOPLAM	31	100.0
Satın alma süresinde program ile ilgili değerlendirmeler nasıl gelişti?	Firmaca modellere ait demo verildi	16	25.8
	Katalog ve dokümanlar incelendi	21	33.9
	Eğitim alındı	16	25.8
	Diğer	9	14.5
	TOPLAM	62	100.0

Tablo 4.26'nın incelenmesiyle görüleceği üzere işletmelerin % 55.8'i kullandıkları programın tüm modüllerini satın almamıştır. Satın almama sebepleri olarak ise; işletmelerin % 74.8'inde mevcut modülün yeterli olduğu, %19.4'ünde finansmanın yetersiz olduğu belirlenmiştir.

Programın satın alınma süresinde program ile ilgili değerlendirmeler ise; işletmelerin % 25.8'inde firmaca modellere ait firma verilmesi, % 33.9'unda katalog ve dokümanların incelenmesi, % 25.8'inde eğitim alınmasıdır. Diğer (% 14.5) seçeneği altında ise; programın yaygın ve kolay kullanılıyor olması, firmada çalışan yetkilinin bildiği program olması ve daha önce bu programı kullananların tavsiye etmesi olarak belirlenmiştir.

4.1.3.6. BÖM İşletmelerinde Kullanılan Programların Verimliliği

BÖM İşletmelerinde kullanılan programın verimliliğine dair elde edilen veriler Tablo 4.27'de verilmiştir.

Tablo 4.27: BÖM işletmelerinde programların verimli kullanımı

	Seçenekler	İşletme Sıklığı	%
Programın verimli kullanılma durumu	Evet	23	46.0
	Hayır	8	16.0
	Kısmen	19	38.0
	TOPLAM	50	100.0
Programın verimli kullanılmama sebepleri	Eğitimli personel yetersizliği	22	55.0
	Tasarım talebindeki yetersizlik	8	20.0
	Programın tüm modüllerinin satın alınmamış olması	3	7.5
	Programın diğer üretim sistemi ile yazılım yeterince uyumlu olmaması	7	17.5
	TOPLAM	40	100.0

Tablo 4.27'den görüldüğü üzere işletmelerin % 46'sında program verimli olarak kullanılmakta, % 16'sında ise verimli olarak kullanılmamaktadır. Programın verimli olarak kullanılmama sebepleri olarak; eğitimli personel yetersizliği (% 55), tasarım talebindeki yetersizlik (% 20), programın tüm modüllerinin satın alınmamış olması (% 7.5), programın diğer üretim sistemi ile yazılım yeterince uyumlu olmaması (% 17.5) olarak belirlenmiştir.

4.1.3.7. BÖM İşletmelerinin Programı Kullanırken Karşılaştıkları Sorunlar

BÖM İşletmelerinin programı kullanırken karşılaştıkları en önemli sorunlara dair elde edilen veriler Tablo 4.28'de verilmiştir.

Tablo 4.28: BÖM işletmelerinin programı kullanırken karşılaştıkları sorunlar

Seçenekler	İşletme Sıklığı	%
Program zor ve karışık bir yapıya sahip	9	12.0
Yüksek hızda donanım gerektiriyor	18	24.0
Program satıcısının teknik desteği zayıf	10	13.3
Şifre güncellenmesi durumunda sorun yaşanıyor	1	1.3
Tüm modüllerin randımanlı çalışması için program alt yapısında uzun süreli çalışma gerekiyor	14	18.7
Problem yaşanmıyor	23	30.7
TOPLAM	75	100.0

Tablo 4.28'de görüldüğü üzere işletmelerin programı kullanırken karşılaştıkları en önemli sorunlar; yüksek hızda donanım gerektiriyor (% 24), tüm modüllerin randımanlı çalışması için program alt yapısında uzun süreli çalışma gerekiyor (% 18.7), program satıcısının teknik desteği zayıf (% 13.3), program zor ve karışık bir yapıya sahip (% 12), şifre güncellenmesi durumunda sorun yaşanıyor (% 1.3) şeklinde sıralanmıştır. İşletmelerin % 30.7'si ise sorun yaşanmadığını belirtmişlerdir.

İşletmelerin programı kullanırken karşılaştıkları sorunların kaynağı Tablo 4.29'da verilmiştir.

Tablo 4.29: BÖM işletmelerinin programı kullanırken karşılaştıkları sorunların kaynağı

Seçenekler	İşletme Sıklığı	%
Program kaynaklı	13	23.6
Kullanıcı kaynaklı	11	20.0
Satıcı/Distribütör kaynaklı	8	14.6
Donanım eksikliği	18	32.7
Diğer	5	9.1
TOPLAM	55	100.0

Tablo 4.29'da görüldüğü üzere işletmelerin programı kullanırken karşılaştıkları sorunların kaynağı olarak; program kaynaklı (% 23.6), kullanıcı kaynaklı (% 20), satıcı/distribütör kaynaklı (% 14.6), donanım eksikliği (% 32.7) olarak belirlenmiştir. Diğer (% 9.1) seçeneği ise; eğitim eksikliği ve her programın belli bir sektöre hitap etmesidir.

4.1.3.8. BÖM İşletmelerinin Kullandıkları Programların Kullanıcı Sayısı

BÖM İşletmelerinin kullandıkları programlarım kullanıcı sayılarına dair elde edilen veriler Tablo 4.30'da verilmiştir.

Tablo 4.30: BÖM işletmelerinin kullandıkları programların kullanıcı sayısı

	Seçenekler	İşletme Sıklığı	%
Programların kullanıcı sayısı	1 kişi	24	51.1
	2 kişi	8	17.0
	3 ve daha fazla	15	31.9
	TOPLAM	47	100.0
Kullanıcı sayısı yeterliliği	Evet	33	66.0
	Hayır	17	34.0
	TOPLAM	50	100.0
Programların kullanıcı sayısının yetersiz olması durumunda kaç kullanıcılı olması	2 kullanıcılı	2	16.7
	3 kullanıcılı	3	25.0
	4 kullanıcılı	3	25.0
	5 ve daha fazla kullanıcılı	4	33.3
	TOPLAM	12	100.0

Tablo 4.30'da görüldüğü üzere işletmelerin % 66'ında programların kullanıcı sayısının yeterli olduğu ve işletmelerin % 51.1'inde kullanıcı sayısı 1 kişi, % 17'sinde 2 kişi, % 31.9'unda 3 ve daha fazladır.

İşletmelerin % 34.0'ünde kullanıcı sayısının yeterli olmadığı belirlenmiştir. Bu durumda kullanıcı sayısı olarak işletmelerin % 16.7'si 2 kullanıcılı, % 25'i 3 kullanıcılı, % 25'i 4 kullanıcılı, % 33.3'ü 5 ve daha fazla kullanıcılı olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Tablo 4.31'de programın kullanılmaya başlanması aşamasında personelin eğitim alma durumu ile ilgili veriler verilmiştir.

Tablo 4.31: BÖM işletmelerinde kullanılan program için personelin eğitim alma durumu

	Seçenekler	İşletme Sıklığı	%
Personelin eğitim alma durumu	Evet	35	66.0
	Hayır	18	34.0
	TOPLAM	53	100.0

Tablo 4.31'in incelenmesiyle görüleceği üzere programın kullanılmaya başlanması aşamasında işletmelerin % 66'sında personelin eğitim aldığı belirlenmiştir.

4.1.4. CAD Sistemlerinin İşletmelere Katkısı

Marmara Bölgesindeki BÖM İşletmelerine sorulan 21-24 arası sorular CAD sistemlerinin kullanımı ile işletmeye sağlanan katkılara yöneliktir.

4.1.4.1. BÖM İşletmelerinde CAD/CAM Entegrasyonu

BÖM İşletmelerinin mevcut tasarım programlarının (CAD) diğer üretim programları (CAM) ile entegre olup olmadığına dair elde edilen veriler Tablo 4.32'de verilmiştir.

Tablo 4.32: BÖM işletmelerinde CAD/CAM entegrasyonu

	Seçenekler	İşletme Sıklığı	%
CAD/CAM entegrasyonu var mı?	Evet	21	41.2
	Hayır	30	58.8
	TOPLAM	51	100.0
Tam CAD/CAM entegrasyonu var mı?	Evet	14	45.2
	Hayır	17	54.8
	TOPLAM	31	100.0

Tablo 4.32'den görüldüğü üzere işletmelerin % 41.2'sinde mevcut tasarım programları ile diğer üretim programları arasında bir entegrasyon olduğu ve bu entegrasyonunda işletmelerin % 45.2'sinde tam olarak sağlandığı belirlenmiştir.

4.1.4.2. BÖM İşletmelerinde Tasarım ve Üretim Entegrasyonunu Kolaylaştıran Faktörler

BÖM İşletmelerinde tasarım ve üretim entegrasyonunu kolaylaştıran faktörler Tablo 4.33'de verilmiştir.

Tablo 4.33: BÖM işletmelerinde tasarım ve üretim entegrasyonunu kolaylaştıran faktörler

Seçenekler	İşletme Sıklığı	%
CAD/CAM sisteminin birlikte alınması	13	46.4
CAD/CAM sistemlerinin tesadüfen birbirini desteklemesi	4	14.3
Teknik elemanlarca CAD/CAM entegrasyonuna yönelik geliştirilen ara çözümler	8	28.6
Diğer	3	10.7
TOPLAM	28	100.0

Tablo 4.33'den görüldüğü üzere işletmelerin tasarım ve üretim entegrasyonunu kolaylaştıran faktörler; CAD/CAM sisteminin birlikte alınması (% 46.4), teknik elemanlarca CAD/CAM entegrasyonuna yönelik geliştirilen ara çözümler (% 28.6), CAD/CAM sistemlerinin tesadüfen birbirini desteklemesi (% 14.3) ve diğer (% 10.7) tasarım yazılımı üretim programı için yeniden gözden geçirilerek tam entegrasyon için düzenlenmesi olarak belirlenmiştir.

4.1.4.3. BÖM İşletmelerinde Kullanılan Programların Faydaları

Kullanılan programların işletmelere sağladığı faydalar Tablo 4.34'de verilmiştir.

Tablo 4.34: BÖM işletmelerinde kullanılan programların sağladığı faydalar

Seçenekler	İşletme Sıklığı	%
Ürün çeşitliğini arttırdı	20	15.1
Ürün esnekliği sağladı	18	13.5
Tasarım süresini kısaltarak verimi arttırdı	41	30.8
Benzer hammaddeler arasında kalite, fire değerlendirmeleri kolaylaştı	21	15.8
Tasarımın üretilebilirliğinin önceden tespit edilmesi olanağını sağladı	29	21.8
Birim maliyette azalmayı sağladı	4	3.0
TOPLAM	133	100.0

Tablo 4.34'de görüldüğü üzere kullanılan programlarım işletmelere sağladığı faydalar; tasarım süresinin kısalarak verimin artması (% 30.8), tasarımın üretilebilirliğinin önceden tespit edilme olanağının sağlanması (% 21.8), benzer hammaddeler arasında kalite, fire değerlendirmelerinin kolaylaşması (% 15.8), ürün çeşitliliğinin artması

(% 15.1), ürün esnekliğinin sağlanması (% 13.5) ve birim maliyette azalmanın sağlanmasıdır.

4.1.4.4. BÖM İşletmelerinde Kullanılan Bilgisayar Destekli Tasarım Sisteminin Değerlendirilmesi

Bilgisayar destekli tasarım sisteminin daha önce uygulanan klasik yöntemlere göre tasarım kalitesini arttırma oranı Tablo 4.35'de verilmiştir.

Tablo 4.35: Tasarım kalitesini arttırma oranı

Seçenekler	İşletme Sıklığı	%
% 10-30	6	15.4
% 31-50	9	23.1
% 51-70	6	15.4
% 71-90	10	25.6
% 91-100	8	20.5
TOPLAM	39	100.0

Tablo 4.35'de görüldüğü üzere bilgisayar destekli tasarım sistemlerinin tasarım kalitesini arttırma oranı işletmelerin % 25.6'sında % 71-90 arasındadır.

Bilgisayar destekli tasarım sisteminin siparişi karşılama süresinde azalma oranı Tablo 4.36'da verilmiştir.

Tablo 4.36: Siparişi karşılama süresinde azalma oranı

Seçenekler	İşletme Sıklığı	%
% 10-30	6	24.0
% 31-50	6	24.0
% 51-70	6	24.0
% 71-90	4	16.0
% 91-100	3	12.0
TOPLAM	25	100.0

Tablo 4.36'da görüldüğü üzere bilgisayar destekli tasarım sistemlerinin siparişi karşılama süresinde azalma oranı işletmelerin % 16'sında % 71-90 arasındadır.

Bilgisayar destekli tasarım sisteminin ürün çeşitliliğinde artış oranı Tablo 4.37'de verilmiştir.

Tablo 4.37: Ürün çeşitliliğinde artış oranı

Seçenekler	İşletme Sıklığı	%
% 10-30	10	38.5
% 31-50	7	26.9
% 51-70	3	11.5
% 71-90	2	7.7
% 91-100	4	15.4
TOPLAM	26	100.0

Tablo 4.37'de görüldüğü üzere bilgisayar destekli tasarım sistemlerinin uygulanması ile ürün çeşitliliğinde sağlanan artış oranı işletmelerin % 38.5'inde % 10-30 ve % 15.4'ünde % 91-100 arasındadır.

4.1.4.5. BÖM İşletmelerinde CAD Programı Kullanılarak Üretilen Ürünlerin Üstünlükleri

İşletmelerin mevcut CAD programını kullanarak ürettikleri ürünlerin rakip ürünlere göre üstünlükleri Tablo 4.38'de verilmiştir.

Tablo 4.38: CAD programı kullanılarak üretilen ürünlerin üstünlükleri

Seçenekler	İşletme Sıklığı	%
Tasarım kalitesi düzeyi yükseldi	31	38.8
İşletmenin çizgisine uyan özgün tasarımlar oluştu	28	35.0
Tasarımlarımız marka olarak piyasada kalıcılık sağladı	19	23.7
Diğer	2	2.5
TOPLAM	80	100.0

Tablo 4.38'de görüldüğü üzere CAD programı kullanılarak üretilen ürünlerin rakip ürünlere göre üstünlükleri; tasarım kalitesi düzeyinin yükselmesi (% 38.8), işletmenin çizgisine uyan özgün tasarımların oluşması (% 35), tasarımların marka olarak piyasada kalıcılık sağlaması (% 23.7) olarak belirlenmiştir. Diğer (% 2.5) seçeneği altında ise;

dokümantasyon ve AR-GE sürecinin daha sistemli bir yapıya kavuşması, sistem olarak üstün bir seviye yakalanması ve üretimde verimlilik sağlaması şeklinde belirlenmiştir.

4.1.5. CAD Sistemleri Hakkında Genel Görüşler

Anket yapılan işletmelere Orman Ürünleri Sanayiinde CAD kullanımı hakkındaki genel görüşleri sorulduğunda toplam 63 işletmeden alınan cevapların dağılımı Tablo 4.39'da özetlenmektedir.

Tablo 4.39 İşletmelerin CAD sistemlerinin kullanımı hakkındaki düşünceleri

Görüşler	İşletme oranı %
Çok gerekli hızla yaygınlaştırılmalı	82.5
Bilgili personel bulmak zor	38
Sistemler çok pahalı	30
Mevcut sanayi yapısında lüks	9.5
Gerekli ancak yavaş geçiş yapılmalı	8
Fakültelerden eğitim desteği gerekli	42.8

İşletmelerin Türkiye Mobilya Endüstrisi'nde CAD sistemlerinin kullanımının daha yaygın ve etkin kullanımı ile ilgili görüşleri ise şu şekildedir:

- Mobilya sektörüne yönelik öğrenci yetiştiren eğitim kurumlarının CAD sistemleri konusunda daha çok eğitim vermeleri, temel bilginin yanı sıra uygulamaya daha çok önem verilmesi,
- İşletmelerin tasarım biriminde çalışan personeline eğitim olanağı sağlaması gerektiği ve en başta organizasyon şemasında bu birime ayrıca yer vermesi,
- İşletmelerin üst düzey yöneticilerinin de CAD sistemleri hakkında bilgi edinmesi gerektiği,
- Sektördeki işletmelerin bu konuya ciddi yaklaşması ve yeterli kaynak ayırması gerektiği,
- Eğitim kurumları ve sektörün bu konular da işbirliği içinde olması,

4.1.6. Araştırmanın Güvenilirliği ve İstatistiksel Değerlendirme

Anket uygulamasında; ankette yer alan soruların bir ölçekte hazırlanıp hazırlanmadığının ve işletmelerin anketteki soruları aynı yaklaşım çerçevesinde anlayıp anlamadıklarının belirlenmesi, uygulanan modelin test edilmesi gerekli bulunmuştur.

SPSS'de Alfa Yöntemi (Cronbach Alfa Katsayısı) ile anketin güvenilirliği değerlendirilmiştir. Toplam 26 sorudan oluşan anketin 2 adet açık uçlu sorusu dışında kalan 24 soruluk ölçekte güvenilirlik katsayısı α=0.7161 olarak bulunmuştur. Bu değer güvenilirlik düzeyinin iyi olduğunu göstermektedir. Zira Alfanın 0.40'dan küçük olması ölçeğin güvenilir olmadığını, 0.40-0.60 arası düşük güvenilirlikte olduğunu, 0.60-0.80 güvenilir olduğunu, 0.80-1.0 arası ise yüksek güvenilirliğe karşılık geldiğini göstermektedir. Soruların alt gruplara ayrılması ve değişkenlerin bu gruplara göre dağılımında yapılacak değişiklikler güvenilirlik düzeyini belirli bir ölçüde etkilemektedir. Ancak bu etki genelde olumlu yönde olmaktadır [63].

Değişkenler SPSS'den alınan tanımlayıcı istatistik değerlendirmelerle, sıklık ve % dağılımları kullanılarak kolay anlaşılabilir veri gruplarına dönüştürülmüştür. Değişkenler arası olası ilişkiler korelasyon analizi (Bivariate Correlate) ile korelasyon katsayısı kullanılarak değerlendirilmiştir.

İşletme büyüklüğü ile diğer değişkenler arasında bulunan ilişki analiz sonuçları Tablo 4.40'da özetlenmiştir.

Tablo 4.40'dan görüleceği gibi, işletme büyüklüğü ile teknik eleman (Ağaç İşleri Endüstri Mühendisi (r=0.418), Mimar (r=0.492), Endüstriyel Tasarımcı (r=0.333)) bulundurma sayıları arasında % 99 güven düzeyinde anlamlı ilişkiler belirlenmiştir. Bu durum, işletme büyüklüğünün artması ile teknik eleman bulundurma düzeyinin pozitif yönde gelişmekte olduğunu göstermektedir.

Aynı zamanda işletme büyüklüğü ile kapasite kullanım oranı arasında (r=0.256) % 95 güven düzeyinde anlamlı ilişki bulunmuştur. İşletme büyüklüğü arttıkça kapasite kullanım oranı artmaktadır.

Tablo 4.40: İşletme büyüklüğü ile diğer değişkenler arasındaki ilişki analizi özet sonuçları

Değişkenler		r	p	İlişki Yönü
İşletme Büyüklüğü (Toplam Çalışan Sayısına Göre)	Üretim bölümünde çalışan sayısı	0.924	0.01	Değişkenler arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki vardır.
	Kullanılan programın kullanıcı sayısı	0.522	0.01	
	Mimar sayısı	0.492	0.01	
	Ağaç İşleri Mühendisi sayısı	0.418	0.01	
	Tasarımda çalışan sayısı	0.382	0.01	
	Diğer çalışan eleman sayısı	0.337	0.05	
	Endüstriyel Tasarımcı sayısı	0.333	0.01	
	Kapasite kullanım oranı	0.256	0.05	

4.2. ENDÜSTRİYEL UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Bu bölümde, endüstriyel uygulama örnekleri olarak seçilen işletmelere ait uygulamadan elde edilen veriler, gözlem ve değerlendirmeler iki ana başlık halinde sunulmuştur.

4.2.1 Uygulama Örneği 1

Seri üretim yapısında önemli düzeyde gelişmiş tezgahların yer aldığı bir işletmedir. İşletmede tasarım işlemlerinde bilgisayar desteği 1993 yılında başlamıştır. İlk olarak kullanılan program DesignCAD'dir. Bugünkü ürün kütüphanelerinin büyük bir kısmı bu program ile oluşturulmuştur.

İşletme daha sonra görsel amaçlı kullanmak üzere Arcon programını satın almış, ancak bu program sadece deneme aşamasında kalmış, program aktif olarak bir tasarımın oluşturulmasında kullanılmamıştır.

Daha sonra 2000 yılında satın alınan HOLZMA CNC ebatlama makinesi ile kullanılan CutRite programı kullanılmaya başlanmıştır. CutRite programının muhasebe modülü dışındaki tüm modülleri işletmede mevcuttur. Kesim optimizasyon işlemlerinde kullanılan bu programın tasarım bölümü işletmede yeni tasarımlar için kullanılmamakta sadece daha önceden alınmış olan DesignCAD programı ile oluşturulan tasarımlar CutRite ürün kütüphanesinde saklanmaktadır. DesignCAD ile oluşturulmuş tasarımların parça listeleri ve malzeme listelerinin oluşturulması CutRite ile yapılmaktadır.

İşletmeye ayrıca 2002 yılında tasarım bölümünde yeni işe başlayan mimarın isteği üzerine AutoCAD programı alınmıştır. Bu döneme eş zamanlı olarak tasarımlar AutoCAD ile gerçekleştirilmeye başlanmıştır. CutRite programı AutoCAD tabanlı çizimleri tanımakta ve kullanımda problem yaşanmamaktadır.

4.2.2 Uygulama Örneği 2

Bu uygulama örneği siparişe bağlı üretim yapısına sahip gelişmiş tezgahlar bulunduran bir işletmedir. Bu bölümde incelenen işletme CAD sistemi kullanımına yeni geçmekte olan ve yeni atılımlar içinde bulunan bir işletmedir. İşletme 1980 yılında Ltd.Şti. olarak Bayrampaşa'da kurulmuş, 2004 yılında ise yeniden yapılanmaya giderek Çatalca'ya taşınmıştır. Burada 6000 m^2 kapalı, 14000 m^2 açık alanla ortalama 60 kişinin çalıştığı bir işletme olarak siparişe bağlı üretim yapısında faaliyetlerini sürdürmektedir.

İşletmede geleneksel makinelerin yanında NC ebatlama, CNC işleme merkezi, CNC delik makinası gibi gelişmiş tezgahlar da bulunmaktadır. 2005 yılı başlarına kadar işletme tasarım işlemlerini geleneksel yöntemlerle sürdürmekteydi. 2005 yılı Mart ayından itibaren işletmede AutoCAD sistemi kullanılmaya başlanmıştır.

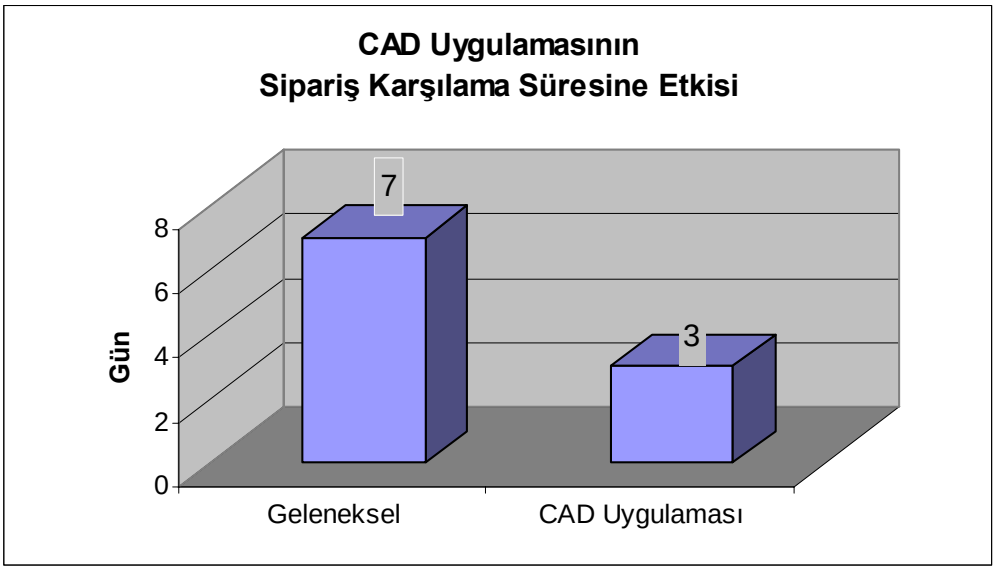
İşletme üretim yapısı gereği talep edilen TV sehpalarının üretimi için önce bir ürün tasarımı yapmakta, tasarlanan ürün ön değerlendirmeden sonra üretim modeli oluşturmak üzere CNC tezgah bilgisayarına aktarılmakta, CNC tezgahta her modelden en az 3'er adet üretilerek yine üretimde kullanılmak için hazırlanmaktadır. Sipariş kararı kesinleştiğinde söz konusu modeller şaküllü freze makinalarında sabitlenerek kopyalama yöntemi ile talep miktarı kadar çoğaltılmaktadır. Bu üretim yapısı, daha önce tasarlanmış ürünler geldiğinde klasik siparişi karşılama ve üretim biçiminde aynı modelleri kullanarak yürütülürken farklı bir talep geldiğinde süreç yeniden tasarım, prototip model oluşturma ve üretim olarak tekrarlanmaktadır.

Firmada AutoCAD sisteminin kullanımı öncesi ve sonrası yeni bir siparişin karşılanma süresi, mevcut üretim miktarı ve ana maddelerin tedarik süreçleri belirlenmiştir. CAD sistemi öncesi ve sonrası ortalama 4'er aylık süreçteki verilerle uygulama değerlendirilmiştir. Uygulamadaki veriler, 3 farklı tasarım siparişinden toplam 500 adet

ürünün üretilmesi sonucu oluşan verilerdir. Uygulama sonuçları sipariş karşılama süresi, üretim miktarı ve malzeme tedarik süreci açısından aşağıdaki gibi değerlendirilmiştir.

4.2.2.1 CAD Uygulamasının Sipariş Karşılama Süresine Etkisi

Uygulamadan elde edilen verilere göre; Şekil 4.8'de görüldüğü gibi, daha önce geleneksel yöntemlerle yapılan tasarımlarda sipariş karşılama süresi 7 gün iken AutoCAD ile tasarım yapılmaya başlanması ile bu süre 3 güne düşmüştür. Burada gelen siparişe uygun tasarımın geleneksel yöntemlerle geliştirilmesi, tasarımın uygunluğunun denenmesi için tahmini prototip üretimi sonucunda birkaç kez deneme yanılma yöntemi ile işlemin tekrarlanması ile süreç 7 günde tamamlanmaktadır. AutoCAD kullanımı ile yanılma paylarının yok edilmesi ve kesin ölçülerle çalışılma olanakları ile tasarımın bir kerede yapılabilmesi bu süreci 3 güne indirmektedir. CAD sistemi kullanımı bu işletmede siparişi karşılama süresinde % 57 azalma sağlamıştır.

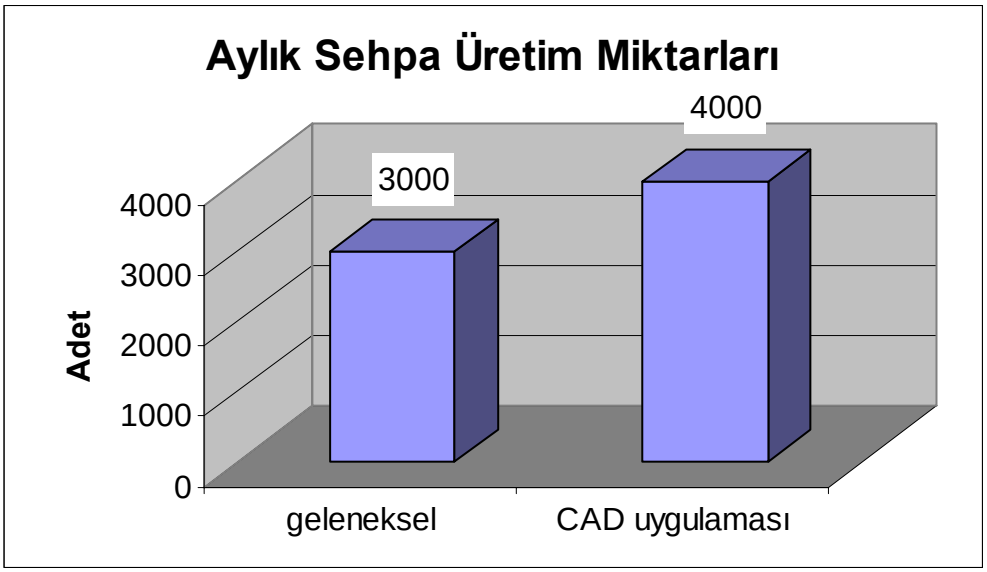


Şekil 4.8: CAD uygulamasının sipariş karşılama süresine etkisi.

4.2.2.2. CAD Uygulamasının Üretim Miktarına Etkisi

CAD sistemlerinin CAM sistemleri ile entegrasyonu sağlanmadığı sürece doğrudan üretim miktarına etkisinden söz edilemez. Ancak, CAD sistemlerinin kullanımı özellikle siparişe bağlı üretim yapılarında üretim miktarını ve sonuçta kapasite kullanım oranını dolaylı da olsa etkilemektedir. Uygulama yapılan işletmede Şekil 4.9'da görüldüğü gibi, CAD sistemine geçiş öncesi üretim aylık 3000 adet iken CAD uygulaması sonrası bu rakam ayda 4000 adete ulaşmıştır. Daha kısa zamanda elde edilen tasarımların üretime

yönlendirilmesi ve daha fazla çeşidin üretime gönderilmesi üretim miktarında da artışa sebep olmuştur. Bu durum, atıl durumda bekleyen makinelerin daha verimli çalıştırılması ve sermayenin geri dönüşünün daha kısa zamanda daha iyi şekilde elde edilmesi olarak da yorumlanabilir. Geleneksel yöntemlerle yapılan tasarımların aldığı zaman, ölçülerin tutturulması, tahmini ölçülerle üretilen kalıp ya da prototiplerin beklenen tasarıma uymaması ile kaybedilen zaman AutoCAD kullanımı sonucu tam ölçülerle ve tek seferde yapılan tasarımlarla artık kaybedilmemekte, bunun sonucunda da üretim için gerekli olan tasarım çeşidinin artması ve üretilmesi ile üretim artışı ortaya çıkmaktadır. AutoCAD kullanımı ile bu işletmede 3 ay içinde aylık sehpa üretim miktarında % 34 artış sağlamıştır.



Şekil 4.9: CAD uygulamasının aylık sehpa üretim miktarına etkisi

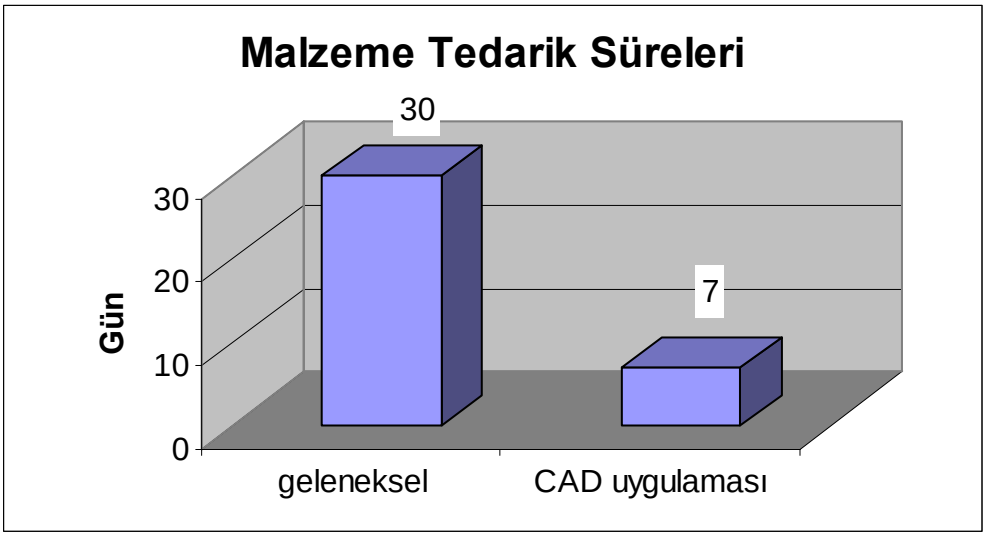
Bu sonuç daha önce tasarlanmış ürünlerin siparişi ve yeniden üretimi durumunda geçerli değildir. Ancak, farklı tasarımda yeni ürün talepleri geldiğinde özellikle sipariş karşılama süresindeki azalmaya bağlı olarak üretim kapasitesinin belirli bir düzeyde artacağı söylenebilir.

İşletmede CAD sistemi öncesi üretim kapasitesi 40.000 adet/ay sehpa iken fiili olarak gerçekleşen üretim 3000 adet/ay olmuştur. Bir başka deyişle, firma geleneksel tasarım işlemleri yapısında % 7.5'luk kapasite kullanım oranıyla çalışmaktadır. CAD sistemine geçişten sonra ise üretim kapasitesi kullanım oranı 4000 adet/ay ile % 10'a yükselmiştir.

Kapasite kullanım oranının çok düşük olması firmanın siparişe bağlı üretim yapısındaki değişkenlik, CAD sistemi ile CAM sistemi arasındaki entegrasyon yetersizliği ve firmanın kapasite ölçeğindeki yetersizlik şeklinde açıklanabilir. Bu işletmede CAD/CAM entegrasyonu koşullarına ve kapasite planlama yapısına bağlı olarak üretim kapasitesinin çok önemli düzeylerde artırılabileceği söylenebilir.

4.2.2.3 CAD Uygulamasının Malzeme Tedarik Süresine Etkisi

İşletmede kullanılan ana ve yardımcı malzemelerin tedarik işlemleri incelendiğinde Şekil 4.10'da görüldüğü gibi CAD sistemi kullanımı öncesi malzeme tedarik süreleri aylık bazda gerçekleşirken AutoCAD kullanımı ile sipariş karşılama işlemlerinin netliğine ve kısa sürede karşılanmasına bağlı olarak ortalama bir haftaya inmiştir. Elbette bu sonuç üretim miktarı örneğinde olduğu gibi CAD sisteminin işletmede oluşturduğu dolaylı bir etkiden kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.10: CAD uygulamasının malzeme tedarik süresine etkileri

Sonuçlar Şekil 4.8 ve 4.9 ile de uyum göstermektedir. CAD sistemi kullanımı doğrudan sipariş karşılama süresini önemli ölçüde azaltırken dolaylı olarak ta üretim miktarını artırmakta ve malzeme tedarik süresini kısaltmaktadır. Satın alma, tasarım, üretim, satış döngüsünde süreç kısalması görülmektedir. Bu işletmede CAD uygulaması malzeme tedarik sürecini % 90 azaltmıştır. Bu azalmanın nedenleri sorgulandığında geleneksel yöntemle siparişin alınması ve ortaya konmasındaki zaman kaybı malzeme tedarik işlemini ortalama 1 aylık sürece yaymaktadır. Oysa CAD uygulaması ürün tasarım ve

üretimi ile ilgili belirsizliğin kısa sürede ortadan kalkmasını sağlayarak gerekli malzemelerin tedarik işleminin gerçekleştirilmesine olanak sağlamaktadır.

Bu sonuçlar, CAD sisteminin malzeme tedarik sistemleriyle ilişkisini gündeme getirmekte ve bir anlamda CAD/CAM entegrasyonunun ne kadar önemli olduğunu da ortaya koymaktadır.

5.TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu bölümde, Marmara Bölgesi'ndeki Büyük Ölçekli Mobilya İşletmelerine uygulanan anket sonuçlarının ve örnek mobilya işletmelerinde izlenen tasarım çalışmalarının değerlendirilmesi yapılarak, CAD sistemlerinin Türkiye mobilya endüstrisindeki kullanım etkinliği tartışılmış ve bazı öneriler getirilmiştir.

Mobilya İşletmelerinde Genel Görünüm

Araştırmaya katılan Marmara Bölgesindeki BÖM işletmeleri; Bursa (34), İstanbul (13), Tekirdağ (4), Çanakkale (4), Kırklareli (4), Kocaeli (3) ve Edirne (1)'de yer almaktadır. İşletmelerin ilk kuruluş tarihi 1950'li yıllara gitmektedir. İşletmeler 1981 yılından başlayarak hızlı bir gelişim trendi yakalamış ve bu gelişim 1990'lı yıllarda artarak devam etmiştir. Mobilya işletmelerinin % 70'inin 1991 yılından sonra kurulduğu belirlenmiştir.

Mobilya işletmelerinin büyük bir bölümü aile şirketi niteliğindedir. İşletmelerde henüz yeterli düzeyde olmamasına karşın kurumsallaşma eğilimi de görülmektedir. Anonim şirketlerin ortaklık yapısına bakıldığında daha çok sayıda aile bireyinin yer aldığı görülmektedir. Bu işletmelerin % 41'i Anonim Şirket, % 52'si Limited Şirket durumundadır.

İşletmelerin yaklaşık % 53'ü 5000 m^2'nin üzerinde açık alana sahiptir. Bu oranın % 30'u ise 10000 m^2 ve üzerindedir. İşletmelerin % 48'i 5000 m^2'nin üzerinde kapalı alanda üretimlerini sürdürürken, % 19'unda ise üretim faaliyetlerinin düzenlenebilmesi için gerekli olan açık alanın bulunmadığı belirlenmiştir.

İşletmelerde çalışan sayısı bakımından yoğunlaşma 25-49 (% 33.3) arasındadır. 100 kişinin altında çalışanı bulunan işletme sayısı toplamın % 65'idir. 100 ve üzerinde çalışanı bulunan işletme sayısı toplamın % 35'idir. Toplam çalışanı 500 ve üzerinde

olan işletme ise bulunmamaktadır. Bu sonuçlara göre, çalışma kapsamını oluşturan 25 ve üzeri sayısının mobilya endüstrisinde büyük ölçekli tanımına uygun olduğu anlaşılmaktadır.

İşletmelerde mesleki eğitim almış nitelikli elemanların sayısı oldukça düşük olup; işletmelerin % 65'inde Orman Endüstri Mühendisi, % 68'inde Ağaç İşleri Endüstri Mühendisi, 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. Halbuki mesleki eğitime sahip teknik elemanların işletmelerin verimliliği üzerindeki olumlu etkisi bilim dünyasında kabul edilen bir gerçektir. ORÜS A.Ş.'de yapılmış olan bir çalışmada, teknolojinin yenilenmesi ve uzman teknik elemanların işletmede çalıştırılması ile kereste üretiminde randımanın arttırılabileceği ifade edilmiştir [68].

İşletmelerin % 30'u seri üretim, % 25 sipariş üretimi ve % 45'i de duruma göre bazen seri bazen sipariş üretimi yapmaktadır. İşletmelerin % 83'ü tam kapasite ile çalışamamakta olup, ortalama kapasite kullanım oranı % 72'dir.

Mobilya İşletmeleri ve CAD Sistemleri

İşletmelerin % 87.sinde tasarımda bilgisayar desteği alınmaktadır. Bilgisayar desteği almayan % 13'lük kesimden 6'sı ihtiyaç duyulmadığını, 2 adedi ise işletmelerinde yeterli donanımın mevcut olmadığını belirtmişlerdir.

Tasarım faaliyetlerinde bilgisayar desteği % 51 ile 1996-2000 yılları arasında başlamıştır. Kullanılan programlar içinde en çok tercih edilen % 42 ile AutoCAD dir. İşletmelerin bilgisayar desteği almalarındaki en büyük paya sahip olan etken; işletmenin büyüme ve derinleşme hedefleridir (% 40). Bununla birlikte kullandıkları programı ele almalarında ilk etapta etkilendikleri konu ise % 49 ile programın popüler olmasıdır.

İşletmelerde program kullanımının verimliliği incelendiğinde; 23 işletme programı verimli kullandığına inanmaktadır. Buna karşın 19 işletme (% 38) programı kısmen

verimli kullanabildiğini belirtmiştir. Bunun sebebi olarak % 55 ile eğitimli personel yetersizliği karşımıza çıkmaktadır.

Program kullanımı sırasında çıkan sıkıntıların arasında en fazla donanım eksikliğinden kaynaklanan sıkıntılar göze çarpmaktadır. İşletmeler kendi teknolojik yapılarını göz önüne almadan sadece popüler olduğu için yanlış seçimler yapabilmektedir.

Bu çalışmada yapılan anket sonucunda Türkiye Mobilya Endüstrisi İşletmeleri'nde CAD sistemi kullanan işletmelerdeki tasarım kalitesi artışı işletmelerin % 28'inde % 71-90 arasında, ürün çeşitliliği artışı işletmelerin % 15'inde % 91-100 ve siparişi karşılama süresinin azalışı işletmelerin % 16'sında % 71-90 olarak saptanmıştır. Orta ve büyük ölçekli işletmelerde kurumsal olmaları nedeniyle CAD sistemlerine daha çok eğilim saptanmıştır. Bu işletmelerde mali yapı daha güçlü olduğundan sistemlerin yararına inanılmakta ve maliyet daha geri planda düşünülmektedir. Uluslararası pazara açılmayı hedefleyen işletmeler bu pazardaki yabancı firmalarla rekabete girmeyi göze almakta ve bu hedefte sistem yatırımlarından ödün vermemektedir. Bunun sebebi CAD sistemleri kullanımı ile parça maliyetlerinin azalması, zaman kayıplarının önlenmesi ve orijinal tasarımlar üretmeye olanak verilmesidir.

Araştırmanın bir sonucu da Orman Endüstri Mühendisleri'nin istihdamında CAD/CAM eğitimi almış olmak piyasada bir tercih nedeni olarak görülmüştür. Bunun en önemli sebebi bu sistemleri kullanılabilirliğin yanı sıra Orman Endüstri Mühendisleri'nin, kullanılan hammadde ve özelliklerini diğer meslek gruplarına göre daha iyi tanımaları ve üretim ve tasarımı bağdaştırabilmeleridir.

Örnek Mobilya İşletmelerinde CAD Uygulamaları

Seçilen 2 örnek işletmeden 1. si genel olarak seri üretim yapısında çalışan bir işletme iken, 2. işletme sipariş tipi üretim yapısında çalışan bir işletmedir. Üretim tiplerindeki farklılıklar nedeniyle her iki örneğe ait sonuçlar ayrı ayrı verilmiştir.

Uygulama Örneği 1

Çalışma sırasında incelenen mobilya işletmesinde ürün tasarımları DesignCAD programı ile yapılmıştır. Bu tasarımlar önce işletme sahibi ve aynı zamanda genel müdürü olan şahıs tarafından elle eskiz çizimi olarak gerçekleştirilmiştir. Eskiz oluşturulmasını takiben teknik ressam tarafından DesignCAD ile bilgisayar ortamına aktarılmıştır. 2002 yılında işletmede mimar istihdam edilmiş ve onun isteği üzerine AutoCAD programı satın alınmıştır. Tasarımlar bu dönemden itibaren mimar, işletme sahibi ve teknik ressam ile devam etmiştir. Daha sonra mimarın görevden ayrılması ile AutoCAD kullanımı devam etmiştir. İşletmeye AutoCAD öncesi 2000 yılında alınan CutRite programı ile tasarım yapılmamıştır. Bu program DesignCAD ve AutoCAD ile uyumlu olduğundan yeni tasarımlar ve ürün kütüphanesi oluşturulması CutRite ile gerçekleştirilmemektedir. Fabrika müdürünün açıklamasına göre CutRite ile tam kapasitesinde çalışılabilmesi için önemli bir altyapı çalışması yapılması gerekmektedir. Ancak bunun için yeterli zaman ayıramadıklarını ilerleyen zaman içinde mutlaka böyle bir altyapının oluşturulması gerektiği belirtilmiştir.

İşletmede uygulanan tasarım evreleri ise;

Tasarımlar ilk etapta elle karalama ve boyama ile eskizlerin oluşturulması işlemiyle başlamaktadır. Önce üretilecek parça ürünlerin tasarımı hazırlandıktan sonra gelen siparişlere göre mekana uygun yerleştirme tasarımları yapılmaya başlanmaktadır.

Sipariş üzerine yapılan üretimde ise tasarım mekanın tümü düşünülerek yapılmaya başlanmaktadır. Mekanın bütününde her parça düşünülmekte, hesaplamalar yapılmakta ve üretilebilirlik imkanları gözden geçirilmektedir.

Yapılan piyasa araştırmaları ve pazarlama bürolarına müşterilerden gelen talepler doğrultusunda önce yönetim seviyesinde görüşmeler yapılmaktadır. Satış ve pazarlama bölümünden gelen talepler yönetime bildirilmektedir. Taleplerin değerlendirilmesinde yeni oluşturulacak ürünlerin fayda sağlayıp sağlamayacağı değerlendirilmektedir. Yeni ürün oluşturulmasında fayda kazanılacağına karar veren yönetim, talepleri ARGE grubuna yönlendirir. ARGE grubundan yeni bir ürün tasarlaması istenir.

ARGE grubunun çalışmaları sonucu tasarlanan yeni ürünün kaç parçadan oluşacağı kararlaştırılmaktadır. Bu çalışma dahilinde taslak hazırlanması, ölçülendirme ve prototip üretimi yer almaktadır. Oluşturulan bu yeni tasarım üst yönetim ve satış, pazarlama departmanına sunulur. Tasarım şekilsel olarak kabul gördüğü takdirde yeni tasarım üretim grubuna sunulur. Bu aşamadan sonra üretim ve ARGE ortak çalışmaları ile bu ürünün üretilebilirliği tartışılmaktadır. Yapılan beyin fırtınası sonucunda tasarımın net ölçüleri, malzeme ve aksesuar bilgileri kısaca yeni tasarımın reçetesi oluşturulmaktadır.

Reçetesi oluşturulan yeni tasarım için yapılan bir sonraki işlem ise maliyetlendirme olmaktadır. Maliyet için muhasebe birimi malzeme ve üretim maliyetlerini ele almaktadır. Kâr marjlarının oluşturulması işleminden sonra satış maliyeti belirlenir. Bu bilgiler üst yönetim ve ARGE birimine iletilir ve bu birimler kâr marjları üzerinde yorumlar oluşturup onayladıkları takdirde tasarım satış grubuna yönlendirilir. Satış birimi kâr marjlarını da göz önünde bulundurarak ürünün satışı ile ilgili kampanyalar ya da pazarlama stratejileri geliştirir ve tasarım artık ürün olarak satışa sunulur. Piyasadan gelen tepkiler ve talepler doğrultusunda ikinci parti üretimi takiben gerekiyorsa ürün üzerinde revizyona gidilmektedir. Ürünle ilgili tasarım eksiklikleri tamamlanmaktadır.

Uygulama Örneği 2

İncelenen ikinci örnek işletmede elde edilen sonuçlara göre CAD sistemi kullanımının sipariş teslim süresinde % 57 azalma sağladığı belirlenmiştir. Tasarımların geleneksel yöntemlerle yapıldığı dönemlerde bu dönem 7 gün sürmekteyken AutoCAD kullanımının başlamasından 4 ay sonra siparişin teslim süresi 3 güne düşmektedir. Geleneksel yöntemlerle tasarımın yapılması bu firmada gelen siparişin ölçülerine göre kalıp hazırlanması süresinde deneme yanılma yöntemi ile üretim ve bu ürünün beklendiği gibi olmaması sonucunda işlemlerin tekrarlanarak uygun tasarımı elde edene dek devam etmesi önemli zaman kaybına sebep olmaktadır. AutoCAD ile gerçekleştirilen kolay ölçülendirme ve üretim öncesinde tasarımın 2 ve 3 boyutlu görüntülerinin elde edilebilmesi ile daha kısa sürede istenen tasarımlar elde edilmektedir.

İşletmenin aylık sehpa üretim miktarı da CAD kullanımı ile % 34 artış göstermiştir. 4 ay içinde elde edilen bu artış, daha kısa sürede elde edilme tasarımın üretime daha kısa sürede hazır olması ve normal süresinde üretilmesi ile daha çok sehpa üretilmesine imkan vermiştir.

Üretimin artması ile ve siparişi karşılama süresindeki azalma, malzeme tedarik sürelerindeki azalma ile uyumludur. Satın alma, tasarım, üretim, satış döngüsünde süreç kısalması görülmektedir. Bu işletmede levha sipariş süresindeki azalma % 90'dır. CAD sistemleri, satın alma, üretim, satış döngüsünün süresini kısaltmakta ve işletme için yan sanayi olan (levha sanayii vb.) firmaların kendilerini daha iyi programlamalarına yardımcı olmaktadır.

Genel Değerlendirme

Hızla gelişen ve karmaşık bir yapı içine giren dünya Bilgisayar Destekli Tasarım pazarı ile ilgili tanıtıcı ve bilgilendirici kaynakların yetersizliği, CAD teknolojisini yakından tanıyan yetişmiş eleman azlığı, Türkiye'de CAD sistemlerini kullanmayı amaçlayan işletmelerin karşısındaki en büyük sıkıntıdır. Bu şartların iyileştirilmesi için CAD sistemlerini üreten ve pazarlayan firmaların öncelikle kendi ürünlerini çok iyi tanımaları, sonra da CAD pazarını endüstriye en iyi şekilde tanıtmaları gerekmektedir. Güvenilir danışmanlık firmalarının çoğalması da şartların iyileşmesine katkıda bulunacaktır. Üniversitelerin CAD sistemleri üzerine verdikleri eğitimin yaygınlaştırılması faydalı olacaktır.

Günümüzde teknolojik altyapısını kuran veya bu vizyon ile çalışan şirketler rekabette avantaj sağlayarak öne çıkabilmektedir. İşletmelerin teknolojik gereksinimlerinin, verimliliği artırmak yönünde belirlenmesi, doğru alt yapıyı kurmak için en önemli adımı oluşturmaktadır. Kurulacak altyapı ne olursa olsun, mutlaka yatırım ve eğitim gerekir. İşin başında bazı şirketler için korkutucu olan bu nokta, gerekli yapılanmanın ertelenmesine neden olabilmekte; ancak bu yapılanma; planlama, işleyiş, üretim, iletişim, pazarlama gibi iş yapma sürecinin her aşamasında, çok kısa vadede maliyetleri çok yönlü olarak düşürme imkanı sağlamaktadır.

İş yaşamında standardizasyonu getiren teknolojik yapılanma, kurum içi uyum, kalite ve hız artışı ile rekabette avantaj sağlayarak kârlılığı da artırmaktadır. Yapılan iş ne olursa olsun, iş yapma sürecinin, geleneksel yöntemler yerine güncel teknik olanaklar ile şekillenmesi, hata riskini aza indirmektedir [69].
Bilgisayarların çağa ismini verdiği bu dönemlerde artık Türkiye Mobilya Sektörü'nün CAD sistemleri konusunun dışında kalması mümkün değildir. Tasarım işlemlerinin grafik etkileşim programları, CAD sistemleri ile yapılması çağın gereğidir. Klasik yöntemlerle yapılan tasarımlarda her bir değişiklik için tüm boyutları yeniden hesaplamak, çizimi baştan yapmak gerekmektedir. Bu da hem emek hem de zaman kaybı demektir. Bu yöntem ile yurtiçi ya da uluslararası arenada tutunabilmek pek olası görünmemektedir. Carnegie-Mellon Üniversitesi'nde 1970 yılında yapılan bir araştırmaya göre otuz yıl içinde tüm tasarım ve üretim işlemlerinin bilgisayar ve robotlar ile yapılacağı tezi ortaya konmuştur [9]. Bugünkü gelişmeler ve araştırmalar bu tezin doğruluğunu açıkça göstermektedir. Bugün gelişmiş sanayi toplumlarında üretilmesi planlanan ürünün tasarımı ve üretimi bilgisayar desteği ile gerçekleştirilmektedir. İleri endüstri ülkeleri bilim açısından bilgi, teknoloji ve büyük ve olağanüstü dediğimiz dönüşümle ilgilenmektedir. Bugünkü Türk ekonomisi ve sanayii bu derece önemli olan bilgisayar teknolojisine daha çok adapte olarak ileri teknoloji ile bir bütünlük sağlamalıdır.

Bugün ister büyük ister küçük olsun, ayakta kalmak isteyen işletmelerin önündeki en önemli hedef, dünya pazarındaki rekabetçi durumlarını güvence altına almaktır. Rekabette üstünlük ise gerek iş gücü, sermaye ve bilgi girdilerinin gerekse zaman boyutunun en etkin şekilde kullanılması ile sağlanmaktadır. Bugün büyük pazarlarda rekabetin en önemli iki unsuru bilgi ve zaman faktörleridir.

Geleceğin fabrikası olarak tanımlanan işletme biçimi, başka bir deyişle bir ürünü tanımlayan değer zincirinin tüm halkalarının bilgisayar desteğiyle ve birbirleri ile bağlantılı bir şekilde otomize edilmesi, bugün için tam anlamıyla gerçekleştirilememiştir.

Günümüzde pazarlar artık üretici güdümlü olmaktan çıkmış, tüketici güdümlü hale gelmiştir. Tüketicinin giderek özelleşen talebi karşısında üreticilerin gerek kaynak

gerekse zaman kullanımı açısından çok hassas olmaları gerekmektedir. Rekabetin temeli fiyat esaslı olmaktan çok bilgi esaslı olmuştur.

İşletmeler, yapılan tasarımların ve ürün kalitesinin iyileştirilmesi ürünün pazara daha hızlı sunulması malzeme ve emekte ekonomi sağlama gibi yararlar beklemektedir. Bu amaç doğrultusunda CAD sistemlerini ve CAM sistemlerini kullanmaya başlamaktadır. Böyle bir aşamada olan işletme için doğru düşünce tarzı, sistemi başta uzun vadeli bir yatırım olarak görmesidir. Bu da sistemin işletme açısından ne denli öneme sahip olduğunun göstergesidir. İşletmeler öncelikle sistem seçimi öncesi ve sonrasında yatırımın kısa zamanda geri dönüşü için planlarını, neler yapması gerektiğini, ihtiyaçlarını en ince ayrıntısına kadar ele almak zorundadır. Ancak bu şekilde piyasada sıklıkla görülen yanlış yatırımlar ve zarar eden işletmeler olmak konumundan kaçınılabilir.

CAD sistemleri ile yapılan tasarımlar, klasik yöntemlere göre oldukça kısa sürede, üzerinde isteğe göre değişiklikler yapılabileceği araştırmalar ve uygulamalar ile kanıtlanmıştır. CAD uygulamalarına ilişkin literatürde verilen değerler tasarım sürecinde en az % 30'luk bir azalma, verimlilik artışında ise ilk altı ay için 2 kat, daha sonraki dönemler için ise 5 kata ulaşan bir artış oranı şeklinde bulunmuştur [9].

CAD/CAM sistemlerinin birlikte kullanılmalarında ise üretim maliyetindeki direkt işçilik payında % 25-55 arasında düşüş, üretimde % 120'lik verimlilik artışı, % 130 luk kalite artışı ve sipariş karşılama süresinde % 90'lık bir azalma olabileceği literatürde verilmektedir. Ürünlerin ya da ürün parçalarının tasarım sayısında da ortalama üç katlık bir artış gerçekleşmektedir [9].

Türkiye Mobilya Endüstrisi'nin genel durumuna bakıldığında pek çok işletmede CNC tezgahlar satın alınmış bulunmakla birlikte bunların CAD ve CAM sistemleri ile bütünleşmemiş oldukları görülmektedir. Bu da yatırımdan verim alamamanın önemli bir sebebidir. İşletmeler, CAD sistemleri alımında tezgah yatırımı yaparken gösterdikleri hassasiyeti yeterince göstermediklerinden CNC tezgahların işlevselliği yetersiz kalmaktadır. Karmaşık ihtiyaçları karşılayan CNC tezgahlar, ancak CAD/CAM

yazılımları ile desteklendiğinde işlevselliğini tamamlar ve yatırımın karşılığını vermeye hazır hale gelir [18].

İşletmelerin Türkiye Mobilya Endüstrisi'nde CAD sistemlerinin kullanımının daha yaygın ve etkin kullanımı ile ilgili görüşleri ise şu şekildedir:

- Mobilya sektörüne yönelik öğrenci yetiştiren eğitim kurumlarının CAD sistemleri konusunda daha çok eğitim vermeleri, temel bilginin yanı sıra uygulamaya daha çok önem verilmesi,
- İşletmelerin tasarım biriminde çalışan personeline eğitim olanağı sağlaması gerektiği ve en başta organizasyon şemasında bu birime ayrıca yer vermesi,
- İşletmelerin üst düzey yöneticilerinin de CAD sistemleri hakkında bilgi edinmesi gerektiği,
- Sektördeki işletmelerin bu konuya ciddi yaklaşması ve yeterli kaynak ayırması gerektiği,
- Eğitim kurumları ve sektörün bu konular da işbirliği içinde olması,

Araştırmada anket sırasında yüz yüze görüşmeler sonucuna göre edinilen sonuçlar sektörün düşüncelerini yaklaşık olarak sayısallaştırmaya şu şekilde olanak vermektedir:

Sistemlerin mobilya endüstrisi için çok gerekli olduğunu ve hızla yaygınlaştırılması gerektiğini düşünenler % 83, bu konuda eğitimli eleman bulmanın zor olduğunu düşünenler % 38, çok pahalı ve mevcut sanayi yapısında lüks olduğunu düşünenler % 10, sisteme geçişin gerekli olduğunu fakat aşamalı geçiş olmasının daha uygun olacağını düşünenler % 8, bu konuda eğitim desteği için sektör ve eğitim kurumlarının işbirliği içinde olması gerektiğini düşünenler ise % 43'lük bir kesimi oluşturmaktadır.

Çalışmanın Sınırlılıkları

İleri teknolojinin uygulandığı firmalarda teknolojik gelişmeler hızlı olduğu gibi bazen ani düşüşler de görülebilmektedir. Söz konusu işletmelerden uygulama örneği 1 de işletmecilik koşulları beklendiği gibi devam etseydi, Cut Rite programının tasarım modülünün kullanımının geliştirilmesine yönelik çalışmalar gerçekleştirilebilecekti.

Ayrıca işletmelerde tasarım ve üretim sürecinde ortaya çıkan bilgilerin doküman haline getirilmesindeki yetersizlik, veri oluşturma ve sayısallaştırmada önemli bir kısıt oluşturmaktadır. Uygulama örneği 2 de ise 4 aylık süreçte 3 ayrı tasarım örneği üzerindeki verilerle değerlendirme yapılabilmiştir. Tasarım sayısı ve uygulama süresi daha uzun olsaydı, uygulama için de istatistiki değerlendirme olanağı olacaktı.

Endüstriyel uygulama örneği sayısının artırılması, her uygulama örneğinde baştan sona takip etmek gerektiğinden mümkün olmamıştır.

Anket çalışması Marmara Bölgesindeki BÖM işletmeleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Marmara Bölgesi işletme sayısı bakımından Türkiye'deki mobilya sektörünü büyük oranda temsil etmektedir. Çalışma, teknik ve ekonomik nedenlerden dolayı söz konusu bölge ile sınırlandırılmak zorunda kalınmıştır.

Öneriler

CAD sistemlerinin mobilya endüstrisinde ve tüm endüstrilerde daha etkin kullanılabilmesine yönelik öneriler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- CAD sistemleri kullanımı konusunda genel olarak işletmeler iki farklı bakış açısına sahiptir. Bunlardan biri en az maliyet diğeri ise en fazla üretkenliktir. Yapılan araştırmalar göstermektedir ki, en fazla üretkenlik anlayışı ile yapılan yatırımların geri dönüşü çok daha kısa zamanda gerçekleşmektedir [18].

- Bütün bu veriler ışığında, ülkemizde CAD sistemlerinin kullanımına geçiş yapmış mobilya işletmelerinde, yetişmiş insan gücünün yeterli olmadığı görülmüştür. Bu durumun giderilmesi için yapılması gereken en önemli adım eğitimdir.

- Gelişmiş sistemlerin etkin kullanılabilmesi için öncelikle sistem seçiminde detaylı ve akılcı yöntemleri benimsemek gerekmektedir. Yanlış yatırımdan kaçınmak en önemli benimseyiş olmalıdır. Yapılan yanlış yatırımların en büyük sorumluları, işletmenin ihtiyaçlarını ve hedeflerini iyi belirleyemeyen işletme yapısını iyi tanımayan ve teknolojik bilgilenmeye çaba göstermeyen sorumlulardır. Doğru seçim için yöneticilere

ve seçim ekibine çok önemli işler düşmektedir. İşletmesini çok iyi tanıyan, ihtiyaçlarını net bir şekilde tespit edebilen, konu CAD sistemleri hakkında belirli bir alt yapıya sahip ve geleceği görerek uzun vadeli hesaplar yapabilen kişiler ile bir ekip oluşturulması doğru karar için gerekli en önemli adımdır.

- Sistem seçiminden sonra sisteme yönelik alt yapı çalışmaları da başlamalıdır. Sistemi kullanacak olan kişilerin bilinçlendirilmesi ve eğitilmesi sistem sonrasındaki adaptasyon süresinden kaynaklanan doğal gerileme süresini kısaltacaktır.

- CAD sistemlerini CAM sistemleri ile entegre olarak kullanan işletmelerde yazılım, donanım ve kullanıcılar olmak üzere üç temel bileşen bulunmaktadır. Bu nedenle, bu sistemlere geçişte bu sistemde görev ve sorumluluk alacak bir ekip oluşturulması ve organizasyon şemasında ayrı bir birim olarak yer alması, buna bağlı görev dağılımının yapılması gerekmektedir.

- CAD sistemlerini yakından tanıyan yetişmiş eleman azlığı, Türkiye Mobilya Endüstrisi'nde CAD sistemi kullanımını amaçlayan işletmelerin karşısındaki en büyük engellerden biridir. Bu durumun iyileştirilebilmesi için, CAD sistemlerini üreten ve pazarlamasını yapan firmaların, öncelikle kendi ürünlerini çok iyi tanımaları, sonra da bu sistemleri endüstriye en iyi şekilde tanıtmaları gerekmektedir. Güvenilir danışmanlık firmalarının artması şartların iyileşmesine katkıda bulunacaktır.

- Alınacak sistemler için teklif alınan satıcı firmaların güvenilirliği, servis ve destek hizmetleri çok önem taşımaktadır. Sistem satın alan işletmeler satıcı firmalar ile aralarındaki ilişkilerin en az beş ile on yıl arasında süreceğinin bilincinde olmalıdır. Satıcı ve sistem hazırlayan firmaların bu zaman diliminde işletmeyi en iyi şekilde destekleyeceğinden emin olunmalıdır.

- CAD sistemlerinin seçim sürecinde üst yönetimin katılması gerektiği durumlarda kritik kararların verilmesinde değerlendirme ekibine destek olacaktır. CAD sistemlerinin seçilmesi sadece önemli bir yatırım değil, aynı zamanda işletmenin geleceği açısından da politik bir karardır. Üst yönetimin işletme ile satıcı arasında yönetim düzeyinde görüşmeler yapması, sistemi işletmeye benimsetmesi ve seçim

yapıldıktan sonra sistemi işletme standardı haline getirmesi atılmış büyük bir adım olacaktır.

- Günümüzde işletmeler için tasarım-analiz-üretim entegrasyonu çok önemlidir. Bu süreçlerin birbirleriyle ilişki içinde olması, tasarım ve üretim yeteneklerinin yanı sıra ürün kalitesinin de artmasını sağlamaktadır.

- Başarılı bir seçim süreci ile değerlendirme tamamlanmamalıdır. Sistemler değerlendirilirken gösterilen enerji, inanç ve işbirliği uygulama sürecinde de devam etmelidir.

- Seçim sürecinin ardından gelen uygulama sürecinde, sistemin denenmesi için düşük riskli ve önceliği olmayan bir projeye başlamak daha akılcı olmaktadır. Sistemi yeni öğrenen kullanıcıların bir anda zaman kısıtlı bir projenin yükü altına sokulması gereksiz sıkıntılar yaratacaktır.

- CAD/CAM sistemlerinin en büyük hedefi işletmeye yeni müşteriler kazandırmak ve işletmenin kazancını artırmaktır. Ticari hedeflere ulaşmak için CAD/CAM sisteminin alınması ve güncelleştirilmesi iyi bir fırsattır. Bu fırsat iyi değerlendirilemez ise dengeleri yeniden kurup süreçleri elden geçirmek ve ticari hedeflere ulaşmak çok uzun zaman alacaktır.

- İlk bakışta düşük maliyetli olan ve avantajlı gibi görünen çözümlerden uzak durulmalıdır. Sistemlerin kurulması, devreye alınması ve düzenli teknik desteğin alınması ilk maliyetin kat kat üzerinde olacaktır.

- CAD sistemlerinde donanım ömrü yaklaşık 3 yıldır. Yazılımlardaki gelişmeler her versiyonda donanım sınırlarını biraz daha zorlamaktadır. Bununla birlikte yeni sistemler kuran rakipler daha hızlı ve güçlü bilgisayarlar kullanır hale geleceklerdir. Bilgisayar sistemine eklenecek hızın kullanıcıların sistemi daha verimli kullanmasını sağlayacaktır.

- Mümkün olduğu kadar bir sistem üzerinde karar kılınmalıdır. Böyle durumlarda maliyet yüksek verimlilik ise düşüktür. Değişik firmaların yazılımları ile çalışmak,

kullanıcıların her sistem için eğitimi, sistemler arası bilgi aktarımı zorlukları üretkenliği ve verimliliği azaltan önemli etkenlerdir.

- Rakip firmalar aynen taklit edilmemelidir. Bir çok firma rakiplerini takip ederek başarıya ulaşacaklarını düşünmektedir. Oysa rakibi taklit etmek başarılı uygulama için yeterli değildir.

- Eğitim kurumları ve CAD sistemleri dağıtım firmaları arasında işbirliği oluşturularak programların uygulamaya kazandırılma süreci kısaltılmalıdır.

- Kurumlar endüstriyel yaşamda uygulama alanı bulan CAD programlarını eğitim programlarına hızla almalıdır.

- CAD sistemleri CAM sistemleri ile entegre yapıda düşünülerek geliştirilmeli ve uygulamaya kazandırılmalıdır.

6. KAYNAKLAR

1. KAZAN, H., 1993: *Bilgisayar Destekli Tasarım- Bilgisayar Destekli Üretim (CAD/CAM) ve Bir Uygulama,* Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

2. ERECEK, A., 1993: *BDT/BDÜ Uygulamaları ve Bir Yazılım Sisteminin Tanıtımı,* Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

3. ÖĞÜTÇÜ, S., 1997: CAD Dünyasındaki Değişimler, *Sayısal Grafik Dergisii,* Mart 1997, 8.

4. PARMAKERLİ, E., 1999: Teknik Resimde Eski ve Yeni Araçlar, *Sayısal Grafik Dergisi,* Mart 1999, 2.

5. KURTOĞLU, A., KOÇ, H. K., AKSU, B., 1997: Avrupa Topluluğu İle Gümrük Birliği Sonrası Türkiye Mobilya Sanayiinin Rekabet Düzeyi, *I. Ulusal Mobilya Kongresi Bildiri Kitabı*, 17-18 Kasım 1997, Ankara, 21-31.

6. KURTOĞLU, A., KOÇ, H. K., AKSU, B., 1997: Türkiye Ahşap Mobilya Endüstrisinin Dış Ticaret Analizi, *I. Ulusal Mobilya Kongresi Bildiri Kitabı*, 17-18 Kasım 1997, Ankara, 45-58.

7. KOÇ, H. K., AKSU, B., 1995: Küçük Ölçekli Bir Mobilya İşletmesinde Üretim Sürecinin Analizi, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A-45 (2), 79-91.

8.. SSEMAKULA, M. E., 1986: Integration of Computer Aided Design and Computer Aided Process Planning, *University of Maryland, Technical Report,* 1986.

9. KOÇ, K. H., 1993: *Bilgisayar Destekli Üretim ve Orman Ürünleri Sanayiinde Uygulaması,* Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

10. ÜNVER, E., 1994: *CNC Torna Tezgahlarında Kesme Parametrelerinin Teorik ve Deneysel Analizi ve Parça Programı Optimizasyonu,* Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

11. WIEBE, E. N., SUMMEY, J., 1995: *Assesment of Current Trends in Computer-Aided Design and Manufacturing in the Furniture Industry,* [online]
http:// www. ncsu.edu/wiebe/pub.htm
[Ziyaret Tarihi: 3 Ocak 2001].

12. ARSLAN, H., 1996: *Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) ve Numerik Kontrollu (NC) Tezgahların Integrasyonu,* Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üiversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

13. BİLGİN, Y., 1996: *Bilgisayar Destekli Tasarımda AUTOLISP Uygulaması,* Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

14. 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.

15. WIEBE, E., N., NORTON, J. J., SUMMEY, J., 1997: Organizational Assesment of Integration CAD and Product Data Management Tools in the Furniture Industry, *Furniture Mnufacturing and Management Centre Technical Report, 1996-1997* [online]
http:// www. ncsu.edu/wiebe/pub.htm
[Ziyaret Tarihi: 3 Ocak 2001].

16. KERTLİOĞLU, S., 1998: *Üretim İçin Tasarım,* Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

17. UZUNALAN, M., 1998: *Bilgisayar Destekli Tasarım- Analiz- İmalat: Endüstriyel Bir Uygulama,* Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

18. YAKIN, M., 1998: *Mekanik Endüstride CAD/CAM Sistemleri Seçimi ve Etkin Kullanımı,* Yüksek Lisans Tezi İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

19. WIEBE, E. N., MENDICK, M., SUMMEY, J., 1998: Spesification and Development of Intranet Based Product Data Management Tools for the Furniture Industry, *Furniture Mnufacturing and Management Centre Technical Report, 1998* [online]
http:// www. ncsu.edu/wiebe/pub.htm
[Ziyaret Tarihi: 3 Ocak 2001].

20. SEVİNÇ, Ü., 1999: *Ürün Geliştirmede Toplam Tasarım ve Bilgisayar Programları,* Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

21. ÇELİKLİAY, G., 2000: *CAD/CAM Sistemlerinin Seçimi,* Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

22. REMBOLD, U., BLUME, C., DILLMAN, R., 1985: *Computer Integrated Manufacturing Technology and Systems,* USA.

23. PUGH, S., 1991: *Creating Innovative Products Using Total Design,* USA.

24. ERZURUMLU, Ö., 1991: *Product Design in the Turkish Furniture Industry and Its Potential Role With Respect to International Developments,* Yüksek Lisans Tezi, Ortadğu Teknik Üniversitesi.

25. ÇOBAN, H., 2005: *Endüstri Ürünleri Tasarımcısı Kimdir? Kim Olmalıdır?,* [online], http://www. atlas.cc.itu.edu.tr
[Ziyaret Tarihi: 28.06.2005]

26. ANONİM, 2002: Endüstriyel Tasarım Nedir?, *Mobilya Dekorasyon Dergisi,* Eylül-Ekim 2002, 50, 70-76.

27. GARDAN, Y., 1980: Introduction of CAD in a Manufacturer of Solid Model Furniture, *Proceedings of the First European Conference on Computer Aided Design in Medium Sized and Small Industries MICAD 80,* September 1980, Paris.

28. SINGH, N., 1996: *System Approach to Computer-Integrated Design and Manufacturing,* USA.

29. FELLOWS, J. W., 1983: *All About CAD/CAM,* United Kingdom.

30. FİLİZ, İ. H., DERELİ, T., 1997: *An Introduction to Computer Aided Design/ Drafting and AutoCAD,* Gaziantep.

31. ANONYMOUS, 2003: *Computer Aided Design,* [online]
http://www. sfsu.edu
[Ziyaret Tarihi: 14.03.2003]

32. HAWKES, B., 1988: *The CAD/CAM Process,* England:

33. GROOVER, P. M., ZIMMERS E. W., 1984: *CAD/CAM: Computer Aided Design and Manufacturing,* USA.

34. ZEID, I., 1991: *CAD/CAM Theory and Practice,* USA

35. ŞEKERCİOĞLU, A., 1998: *Adım Adım AutoCAD,* İstanbul.

36. NALBANT, M., 2003: *AutoCAD,* İstanbul.

37.ANONİM, 2004: *Herkes İçin SOLIDWORKS,* İstanbul.

38. ANONYMOUS, 1995: *DesignCAD for Windows,* Reference Manual, USA

39. ANONİM, 1996: 3D MAX, *Sayısal Grafik Dergisi,* Haziran 1996, 10-11

40. CADEM, 2005: *Cadem CATIA Kitabı,* İstanbul.

41. ÖĞÜTÇÜ, S., 2004: CATIA V5 ile Bilgi Tabanlı Tasarım, *MakineTek Dergisi,* 84, 76-79.

42. ANONİM, 2000: Dinosar'dan Üreticilere Mimari Programlar, *Mobilya Dekorasyon Dergisi,* Mart-Nisan 2000, 35, 48-50.

43. ALTINKAYNAK, S. K., ALTINTAŞ, B., SEVİNDİK, M., EKER, Ö., 2004: Endüstride CAD/CAM Uygulamaları, *MakineTek Dergisi,* Kasım 2004, 85, 116-120.

44. DRUST, J., 1997: Bilgisayar Destekli Tasarımın İş Dünyasına Katkısında 4 Aşama, *Sayısal Grafik Dergisi,* Mart 1997, 26-27.

45. DRUST, J., 1996: Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) Sistemi Yatırımının Geri Dönüşü, *Sayısal Grafik Dergisi,* Aralık 1996, 2.

46. PARMAKERLİ, E., 1996: Bilgisayar Destekli Tasarım ve Çizim Sistemi Eğitimi, *Sayısal Grafik Dergisi,* Aralık 1996, 2.

47. BEEBY, W. D., OLLIER, P. K., 1986: *New Directions Through CAD/CAM,* USA.

48. BRIGGS, L. L., 1980: *The CAD/CAM Handbook,* USA.

49. AKSU, B; 2001: Türkiye'de Büyük Ölçekli Mobilya Sanayii İşletmelerinin Yönetsel ve Örgütsel Yapılarının Analizi, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A-51 (2), 95-115.

50. CINDIK, H., AKYÜZ, K. C., SERİN, H., 1997: Orman Ürünleri Sanayiinde Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler, *I. Ulusal Mobilya Kongresi Bildiri Kitabı*, 17-18 Kasım 1997, Ankara, 33-44.

51. TANK, T., GÖKER, Y., KURTOĞLU, A., ERDİN, N., 1998: Türkiye'de Orman Ürünleri Endüstrisindeki Gelişmeler, *Cumhuriyetimizin 75. yılında Ormancılığımız Sempozyumu Bildiri Kitabı*, 21-23 Ekim 1998, İstanbul, 471-479.

52. KURTOĞLU, A; KOÇ, H. K.,1995: Avrupa Topluluğu İle Gümrük Birliği Sürecinde Türkiye Mobilya Sanayii, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A-45 (2), 51-62.

53. .KURTOĞLU, A., KOÇ, H. K, AKSU, B., 1998: Türkiye Orman Ürünleri Sanayii Dış Ticaretinin Gelişimi, *Cumhuriyetimizin 75. yılında Ormancılığımız Sempozyumu Bildiri Kitabı*, 21-23 Ekim 1998, İstanbul, 480-487.

54. KURTOĞLU, A., KOÇ, H. K., AKSU, B., 1999: Türkiye Mobilya Sanayiinin Yapısal Görünümü, *I. Uluslararası Mobilya Kongresi Bildiri Kitabı*, 14-17 Ekim 1999, İstanbul, 19-29.

55. KURTOĞLU, A., 2001: Günümüzde Türkiye ve Dünyada Mobilya Endüstrisi ve Dış Ticareti, *Mobilya Dekorasyon Dergisi*, Kasım-Aralık 2001, 45, 16-34.

56. ÖZÇİFTÇİ, A., YAPICI, F., 2005: Türkiye Mobilya Endüstrisine Genel Bakış, *Ahşap-Araştırma-Teknoloji-Endüstriyel Tasarım ve Mobilya Dergisi*, Aralık-Ocak 2005, 6, 244-247.

57. ER, Ö., ER, A., 1997: Mobilya Endüstrisinde Pazarlama ve Tasarım Yaklaşımları: IKEA Örneği, *I. Ulusal Mobilya Kongresi Bildiri Kitabı*, 17-18 Kasım 1997, Ankara, 97-105.

58. KURTOĞLU, A., KOÇ, H. K., AKSU, B., 1999: Türkiye Mobilya Sanayiinin Yapısal Görünümü, *Mobilya Dekorasyon Dergisi*, Kasım-Aralık 1999, 33, 16-28.

59. KORKUT SEVİM, D., 2005: *Toplam Bakım Yönetimi ve Orman Ürünleri İşletmesinde Uygulanması,* Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

60. DOĞAN, F., 1995: *Saray Mobilya Fabrikasında İş düzenleme Çalışmaları*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

61. ACAR, N., 1998: *Üretim Planlaması Yöntem ve Uygulaması*, MPM Yayınları No: 280, Ankara, 975-440-023-7.

62. KALIPSIZ, A., 1994: *İstatistik Yöntemler,* İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul, 975-404-368-x.

63. ÖZDAMAR, K., 2002: *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi-1,* Eskişehir, 975-6787-00-7, 975-6787-01-5.

64. AKSU, B.; KURTOĞLU, A.; KOÇ, H., 2002: *Türkiye'de Büyük Ölçekli Orman Ürünleri Sektörü İşletmelerinin Yapısal Analizi*, İ.Ü. Araştırma Fonunca desteklenmiştir, Proje No:1408/05052000.

65. KURTOĞLU, A.; KOÇ, K. H.; AKSU, B., 2004: *Türkiye Ağaç İşleme Makineleri Sanayiinin Yapısal Durumu ve Gelişim Olanaklarının İncelenmesi*, İ.Ü. Araştırma Fonunca Desteklenmiştir, Proje No: 1348/280799.

66. ORHUNBİLGE, N., 1996: *Uygulamalı Regresyon ve Korelasyon Analizi,* İstanbul, 975-404-456-2.

67. ERCAN, M., 1997: *Bilimsel Araştırmalarda İstatistik,* İzmit, 1300-3933, Çeşitli Yayınlar Serisi No:6.

68. MİSTEPE, M. U., 1998: Orman Ürünleri Sanayiinde Eğitim, Teknoloji ve Verimlilik İlişkileri, *Cumhuriyetimizin 75. yılında Ormancılığımız Sempozyumu Bildiri Kitabı*, 21-23 Ekim 1998, İstanbul, 135-145.

69. GÖKÇEN, N., 2002: Editör'den, *Sayısal Grafik Dergisi,* Haziran 2002, 2.

7. EKLER

7.2. EK-A: ANKET FORMU

1. Kuruluş Yılı:..... Kuruluş Yeri:.....

2. Hukuki Yapısı: ( ) Anonim Şirket ( ) Limited Şirket ( ) Şahıs İşletmesi
( ) Diğer (Belirtiniz)

3. İşletmenizde çalışan toplam personel sayısı:.....kişi

Üretim :..... kişi
Tasarım :..... kişi

İşletmenizde çalışan teknik elemanların niteliğini ve sayısını belirtir misiniz?

Orman Endüstri Mühendisi:..... Ağaç İşleri Endüstri Mühendisi:.....
Mimar:..... Endüstriyel Tasarımcı:..... Diğer Mühendis (Belirtiniz):.....

4. İşletmenizin kurulu yıllık üretim kapasitesi: ..... m^2 levha
..... m^2 ön görünüm
..... adet takım
..... adet

Son bir yılda ortalama kapasite kullanımınız?
( ) Tam kapasite ile çalışıyoruz ( ) Kapasitemizin %.....kullanıyoruz

5. İşletmenizde üretilen ürünleri belirtir misiniz?

( ) Oturma grubu
( ) Mutfak ( ) Yatak odası
( ) Ofis ( ) Yemek odası
( ) Banyo ( ) Genç odası
( ) Diğer (Belirtiniz).....

6. Üretiminizin şekli hangisidir?

( ) Seri üretim
( ) Sipariş üretimi
( ) Bazı ürünler için seri, bazı ürünler için sipariş üretimi

7. Ürettiğiniz ürünlere ilişkin tasarımına ilişkin değerlendirmeniz

( ) Ürettiğimiz ürünün tasarımı tamamen bize ait
( ) Tasarım desteği gerektirmeyen standardize modeller üzerinde çalışıyoruz
( ) Dışarıdan tasarım desteği alıyoruz
( ) Diğer (Belirtiniz).....

8. İşletmenizde tasarım bölümü ayrı bir birim olarak organizasyon şeması içerisinde yer alıyor mu?
( ) Evet ( ) Hayır
Cevabınız **Evet** ise bu birimin yapısı sizce yeterli mi?
( ) Yeterli ( ) Yeterli değil

Bu birimde görev alan personelin niteliğini belirtir misiniz ?
( ) Mimar ( ) Endüstriyel Tasarımcı ( ) Orman Endüstri Mühendisi
( ) Ağaç İşleri Mühendisi ( ) Diğer (Belirtiniz).....

9. Tasarım faaliyetlerinizde bilgisayar desteği alıyor musunuz?
( ) Evet ( ) Hayır
Cevabınız **Evet** ise hangi tarihte bu desteği almaya başladınız?.....

Cevabınız **Evet** ise hangi programı yada programları kullanıyorsunuz?
.....
.....

Cevabınız **Hayır** ise Nedenleri nelerdir? (Birden fazla seçenek işaretlenebilir)

( ) Yeterli bilgisayar mevcut değil
( ) Yeterli yazılım mevcut değil
( ) İşletmemiz için şimdilik ihtiyaç duyulmamaktadır
( ) Yeni yatırım için finansman sağlama zorluğu

10. Genel olarak bir Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) programından beklentileriniz nelerdir?

( ) Tasarım sürecinde kısalma
( ) Tasarım kalitesinde artış
( ) Müşteri talep/siparişlerinin daha kolay ve kısa sürede değerlendirilmesi
( ) Tasarım dökümantasyonunun iyileştirilmesi
( ) Diğer (Belirtiniz).....

11. Şu anda kullandığınız CAD programını seçmenizde etkili olan genel faktörler nelerdir?

( ) Rakip firmaların bu sistemlere geçmiş olması
( ) Müşteri taleplerini karşılamadaki esneklik gereksinimi
( ) Alınan CNC tezgahların getirdiği bir zorunluluk
( ) Firmanın büyüme ve derinleşme hedefleri

12. Söz Konusu programın tercih edilmesinin genel sebepleri

( ) Popüler olması (yaygın kullanılması)
( ) CNC desteğinin olması
( ) Eğitim desteğinin olması

13. Söz konusu programın tercih edilmesinde programa özgü teknik üstünlükler nelerdir?

	SİSTEM ÖZELLİKLERİ	**YOK**	**VAR**		
			Kullanılıyor	Kullanılması planlanıyor	Kullanılmıyor
GRAFİKSEL ÖZELLİKLER	3 Boyutlu tasarım				
	2 Boyutlu tasarım				
	Renklendirme				
	Boyutlandırma				
	Ürün Kütüphanesi oluşturma				
	Malzeme listesi oluşturma				
GENEL YETENEKLER	Yüzey Modelleme				
	Katı Modelleme				
	Mühendislik Analizi				
	Simülasyon				
	Tolerans gösterimi				
	Parametrik Tasarım				
	Diğer				

14. Kullandığınız programın tüm modüllerini satın aldınız mı?
( ) Evet ( ) Hayır
Cevabınız **Evet** ise hangi modülleri satın aldınız? Neden?
.....
.....
Cevabınız **Hayır** ise neden satın almadınız?
( ) Mevcut modül yeterli
( ) Finansman yetersizliği sebebiyle
( ) Diğer (Belirtiniz).....

15. Satın alma süresinde program ile ilgili değerlendirmeler nasıl gelişti?
( ) Firmaca modellere ait demolar verildi
( ) Katalog ve dokümanlar incelendi
( ) Eğitim alındı
( ) Diğer (Belirtiniz).....

16. Programın yeterince verimli kullanıldığına inanıyor musunuz?
( ) Evet ( ) Hayır ( ) Kısmen

Cevabınız **Hayır** yada **Kısmen** ise yeterince verimli kullanamama sebepleriniz sizce nelerdir?
( ) Eğitimli personel yetersizliği
( ) Tasarım talebindeki yetersizlik
( ) Programın tüm modüllerinin satın alınmamış olması
( ) Programın diğer üretim sistemi ile yazılım yeterince uyumlu olmaması

17. Programı kullanırken karşılaştığınız en önemli sorunlar nelerdir?
( ) Program zor ve karışık bir yapıya sahip
( ) Yüksek hızda donanım gerektiriyor
( ) Program satıcısının teknik desteği zayıf
( ) Şifre güncellenmesi gerekiyor bu durumda sorun yaşanıyor
( ) Tüm modüllerin randımanlı çalışması için program alt yapısında uzun süreli çalışma gerekiyor

18. Bu sorunların neden kaynaklandığını düşünüyorsunuz? (Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz)
( ) Program kaynaklı
( ) Kullanıcı kaynaklı
( ) Satıcı/Distribütör kaynaklı
( ) Donanım eksikliği
( ) Diğer (Belirtiniz).....

19. Kullandığınız program kaç kullanıcılı? .....
Kullanıcı Sayısı Sizce yeterli mi? ( ) Evet ( ) Hayır
Yetersiz ise kaç kullanıcılı olmalı? .....

20. Programın kullanılmaya başlanması aşamasında personeliniz eğitim aldı mı?
( ) Evet ( ) Hayır

21. Mevcut tasarım programları (CAD) diğer üretim programları (CAM) ile entegre mi?
( ) Evet ( ) Hayır

Cevabınız **Evet** ise bu entegrasyon nasıl sağlanıyor? (Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz)
( ) Tam CAD/CAM entegrasyonu var
( ) Kısmi bir CAD/CAM entegrasyonu var (%.....)

Tasarım ve üretim entegrasyonunu kolaylaştıran faktörler nelerdir?
( ) CAD/CAM sisteminin birlikte alınması
( ) CAD /CAM sistemlerinin tesadüfen birbirini desteklemesi
( ) Teknik elemanlarca CAD/CAM entegrasyonuna yönelik geliştirilen ara çözümler
( ) Diğer (Belirtiniz).....
.....
.....

22. Sizce kullanılan tasarım (CAD) programlarının ne gibi faydaları bulunmaktadır? (Birden fazla seçenek işaretlenebilir)

( ) Ürün çeşitliliğini arttırdı
( ) Ürün esnekliği sağladı
( ) Tasarım süresini kısaltarak verimi arttırdı
( ) Benzer hammaddeler arasında kalite, fire değerlendirmeleri kolaylaştı
( ) Tasarımın üretilebilirliğinin önceden tespit edilmesi olanağını sağladı
( ) Birim maliyette azalmayı sağladı

23.İşletmenizde kullandığınız Bilgisayar Destekli Tasarım Sistemini değerlendirmenizde aşağıdaki kriterleri yaklaşık % olarak belirtir misiniz?

Tasarım kalitesi : %.....arttı
Siparişi karşılamada süre: %.....azaldı
Ürün çeşitliliği : %.....arttı
Diğer (Belirtiniz) : .....

24. Mevcut CAD programını kullanarak ürettiğiniz ürünlerin rakip ürünlere göre üstünlüklerini sıralayabilir misiniz?

( ) Tasarım kalitesi düzeyi yükseldi
( ) İşletmenin çizgisine uyan özgün tasarımlara oluştu
( ) Tasarımlarımız marka olarak piyasada kalıcılık sağladı
( ) Diğer (Belirtiniz).....

25. Orman Ürünleri Sanayiinde Bilgisayar Destekli Tasarım Sistemlerinin kullanımı konusunda ne düşünüyorsunuz? (Birden fazla seçenek işaretlenebilir)

( ) Çok gerekli, hızla yaygınlaştırılmalı
( ) Gerekli ancak yavaş geçiş sağlanmalı
( ) Kullanımı zor
( ) Çok pahalı
( ) Mevcut sanayi yapısında lüks
( ) Bilgili personel bulmak zor
( ) Eğitim desteği için ilgili fakültelerle işbirliği gerekli
( ) Diğer (Belirtiniz).....

26. Sizce, Türkiye Mobilya Endüstrisinde Bilgisayar Destekli Tasarım Sistemlerinin yaygın ve etkin kullanımı nasıl sağlanabilir, bu konuda işletmeler ve eğitim kurumları neler yapmalı?

.....
.....
.....
.....

7.2. EK-B: ANKET UYGULANAN MARMARA BÖLGESİNDEKİ BÜYÜK ÖLÇEKLİ MOBİLYA (BÖM) İŞLETMELERİ[1]

İŞLETME ADI	İL	YANIT ALINMA DURUMU
Akay (Allegro) Mobilya	Bursa	X
Altınzambak (Gala) Ltd. Şti.	Bursa	X
Atılım Mobilya	Bursa	X
Aytuba Koltuk	Bursa	X
Bali Mobilya	Bursa	-
Cavcı Yaylı Kanepe ve Oturma Grup. Ltd.Şti.	Bursa	X
Çağlayan Koltuk ve Mobilya A.Ş.	Bursa	X
Çilek Mobilya San. ve Tic.Ltd.Şti.	Bursa	X
Era Möbel Çalışkan Mobilya	Bursa	X
Gözde Koltuk	Bursa	X
Gür Mobilya San. ve Tic.	Bursa	X
Gürbüz Mobilya	Bursa	X
Meltem Modüler Mobilya	Bursa	X
Ndesign Modern Koltuk	Bursa	X
Nurhas Mobilya	Bursa	X
Pino (Ertuğrul) Mobilya San. ve Tic.Ltd.Şti.	Bursa	X
Polox Collection	Bursa	X
Sedir Mobilya	Bursa	-
Sönmezler Mobilya Ltd.Şti.	Bursa	X
Tekmil (Tekmo) Mobilya	Bursa	X
Tetto Mobilya Ltd.Şti	Bursa	X
Uğurdağ Mobilya	Bursa	X
Umut Mobilya A.Ş.	Bursa	X
Üçel Mobilya	Bursa	X
Vardi Modüler Mobilya	Bursa	X
Yerekonmazlar Mobilya	Bursa	-
Yenice Yapı Ürünleri San. ve Tic.Ltd.Şti.	Bursa	X
Artofis Mob. San.ve Tic.A.Ş.	Bursa	X
Büroart Büro Mobilyaları San.Tic.A.Ş.	Bursa	X
Büropal Kirişçioğulları Mob.San. ve Tic.A.Ş.	Bursa	X
Bürosit Büro Donanımları San. ve Tic.A.Ş.	Bursa	-
Değirmencioğlu Kanepe ve Oturma Grupları	Bursa	X
Edessa Mobilya Tic. ve San. Ltd.Şti.	Bursa	X
Goldsit Büro Oturma Grupları	Bursa	X
Mobimar San.Tic.Ltd.Şti.	Bursa	X
Mobi San.Tic.Ltd.Şti.	Bursa	X
Onural Büro Mobilyaları San. ve Tic. A.Ş.	Bursa	X
Üçge Mağaza Ekip. Paz. San. ve Tic.A.Ş.	Bursa	X
Diamond Banyo ve Mutfak Dolapları	Kocaeli	-
Görhan İnş. Mobilya San. A.Ş.	Kocaeli	X
Oksay Ahşap	Kocaeli	X
Uzay Mutfak&Banyo	Kocaeli	X
Bülbül (Gülsimo) Mobilya	Çanakkale	X
Çavuşköylü Mobilya	Çanakkale	X
Doğtaş Mobilya İmalat San.ve Tic. A.Ş.	Çanakkale	X
Koza Teknik Yapı Gereçleri San. Tic. Ltd. Şti	Çanakkale	-
Pehlivan Mobilya	Çanakkale	-

[1] X: Yanıt Alınan İşletmeler
--: Yanıt Alınmayan İşletmeler

EK-B'NİN DEVAMI

Kale Mobilya	Çanakkale	X
Koleksiyon Tasarım ve Mobilya San. A.Ş	Tekirdağ	X
Tekağaç San. ve Tic. A.Ş	Tekirdağ	X
Kariyer Mobilya	Tekirdağ	X
Aktuna Mobilya	Tekirdağ	X
Yaşam Mobilya	Kırklareli	X
Tem (Artem) Mobilya	Kırklareli	X
Vize Mobilya	Kırklareli	X
Sezenler Mobilya	Kırklareli	X
Ayancık Mobilya	İstanbul	X
Saraylar (Modeksan) Mobilya San.	İstanbul	X
Tuna Çelik Eşya San. ve Tic. A.Ş.	İstanbul	X
Evren Mobilya	İstanbul	X
Özgüç Ahşap Ürünleri San. ve Tic. A.Ş.	İstanbul	X
Dekor Ahşap ürünleri San. ve Tic. A.Ş.	İstanbul	X
Ürosan Mobilya San.	İstanbul	X
Rıhtım Mobilya	İstanbul	X
Karaca Yapı Malzemeleri	İstanbul	X
Eczacıbaşı Mutfak	İstanbul	X
Eczacıbaşı Banyo Mobilyaları	İstanbul	X
Doruk Ahşap Ürünleri	İstanbul	X
Asil Ahşap Ofis Mobilyaları	İstanbul	X
Fidaş Mobilya	Edirne	X

[1] X: Yanıt Alınan İşletmeler
--: Yanıt Alınmayan İşletmeler

8. ÖZGEÇMİŞ

1973 yılında İstanbul'da doğan Emine Seda GÖZLÜKLÜOĞLU ERDİNLER, İlk ve orta öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 1982-1991 yılları arasında İstanbul Üniversitesi Devlet Konservatuarı Piyano Bölümü'nde piyano eğitimi aldı. 1991 yılında İSTEK Vakfı Semiha Şakir Lisesi'nden mezun oldu. 1991-1995 yılları arasında İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde yüksek öğrenimini tamamladı. 25 Ocak 1996 tarihinde İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Orman Endüstrisi Makinaları ve İşletme Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. 1998 yazında ABD, Ohio'da Case Western Reserve University bünyesindeki ELS (English Learning Services) dil kursuna devam edip "Proficiency" derecesi aldı. 1999 yılında "Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky)'da Ardaklanmanın Teknolojik Özellikler Üzerine Etkisi" isimli çalışması ile yüksek mühendis unvanı aldı. 1999 yılında İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü'nde doktora programına başladı. Halen İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Orman Endüstrisi Makinaları ve İşletme Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak görevini sürdürmektedir. GÖZLÜKLÜOĞLU ERDİNLER, evli ve 1 çocuk annesidir.