İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KOBİ'LERDE OTOMASYONUN İMALAT PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Ünal PERENDİ

Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Programı : MÜHENDİSLİK YÖNETİMİ

MAYIS 2005

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KOBİ'LERDE OTOMASYONUN İMALAT PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Ünal PERENDİ
(507011172)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 9 Ekim 1996
Tezin Savunulduğu Tarih : 30 Mayıs 2005

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Tufan Vehbi KOÇ

Diğer Jüri Üyeleri Yard.Doç. Cafer Erhan BOZDAĞ

Öğr.Gör.Dr. Halefşan SÜMEN

MAYIS 2005

ÖNSÖZ

Bu çalışmayı gerçekleştirmemde bana yol gösteren hocam Doç.Dr. Tufan Vehbi KOÇ'a, yardımlarını esirgemeyen Doğan Eskiyörük'e, beni destekleyen aileme ve Sezgi Özerdem'e çok teşekkür ederim.

Mayıs 2005 Ünal PERENDİ

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR v

TABLO LİSTESİ vi

ŞEKİL LİSTESİ vii

SEMBOL LİSTESİ viii

1. GİRİŞ 1

1.1 Giriş ve Çalışmanın Amacı 1

2. KOBİ KAVRAMI 3

2.1 KOBİ Tanımı 3

2.1.1 Nicel Ölçütler 3

2.1.2 Nitel Ölçütler 4

2.2 Dünyada ve Türkiye'de Küçük ve Orta Ölçekli İşletme Tanımları 5

2.3 Çeşitli Ülkelerde KOBİ Tanımları 5

2.4 Bazı Uluslararası Örgütlerde KOBİ Tanımları 6

2.5 Türkiye'de Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerin Tanımı 8

3. İLERİ İMALAT TEKNOLOJİLERİ 11

3.1 Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) / Bilgisayar Destekli İmalat (CAM) 11

3.2 CNC Takım Tezgahı 15

3.2.1 CNC Tezgahların Kullanılma Sebepleri 16

3.2.2 CNC Tezgahların Avantajları 16

3.2.3 CNC Tezgahların Dezavantajları 17

3.3 Endüstriyel Robotlar 17

3.4 Otomatik Muayene (Kalite Kontrol) 18

3.5 Otomatik Taşıma 19

3.6 Otomatik Depolama 20

3.7 Otomatik Paketleme 21

3.8 İşletme içi Bilgisayar Ağı (LAN) 22

3.9 İşletmeler arası Bilgisayar Ağı (WAN) 22

3.10 Bilgisayar Destekli Yönetim Sistemi (ERP, MRP, vs.) 22

3.10.1 Üretim Kaynakları Planlaması (Manufactoring Resources Planning) 22
3.10.2 İşletme Kaynakları Planlaması (Enterprise Resource Planning) 25
3.11 Müşteri İlişkileri Yönetim Sistemi (CRM) 28
3.12 Kalite Güvence Sistemi (ISO9000) 29
3.13 Toplam Kalite Yönetimi (TKY) 31

4. İMALAT PARAMETRELERİ 33
4.1 Ürün (Parça) Tasarım Performansı 33
4.2 Üretim Planlama Performansı 34
4.3 Tezgah Hazırlık Performansı 35
4.4 Üretim İçi Taşıma Performansı 36
4.5 Üretim İçi Bekleme Performansı 37
4.6 Üretim İçi Muayene Performansı 38
4.7 Toplam İmalat Zamanı Kullanımı 39
4.8 Bakım Performansı 40
4.9 Hatalı Parça Üretimi 43
4.10 Takım İhtiyacı 43
4.11 Tertibat İhtiyacı 44
4.12 Alan İhtiyacı 45
4.13 Hammadde Stoku 45
4.14 Üretim İçi Stok 46
4.15 Bitmiş Ürün Stoku 46
4.16 Kapasite Kullanım Oranı 47
4.17 Parti Hacmi Problemi 48

5. REKABET PARAMETRELERİ 50
5.1 İmalat Maliyeti 51
5.2 Teslim Performansı 52
5.3 Ürün Kalitesi 53
5.4 Müşterinin İstediği Ürün Miktarını / Çeşidini Sağlayabilme Esnekliği 55

6. ARAŞTIRMA VE SONUÇLAR 57
6.1 Araştırma Yöntemi ve Örnekleme 57
6.2 Araştırma Bulguları ve Değerlendirmesi 58
6.2.1 Ankete Katılan İşletmeler Hakkında Bilgiler 58
6.2.2 İmalat Parametreleri & Firma Performansı İlişkisi 61
6.2.3 Rekabet Parametreleri & Firma Performansı İlişkisi 64

KISALTMALAR

KOBİ : Küçük ve Orta Ölçekli İşletme
TTK : Türk Ticaret Kanunu
DİE : Devlet İstatistik Enstitüsü
CAD : Computer Aided Design
CAM : Computer Aided Manufactoring
İİT : İleri İmalat Teknolojileri
BDT : Bilgisayar Destekli Tasarım
BDİ : Bilgisayar Destekli İmalat
BDD : Bilgisayar Destekli Dokümantasyon
BDSP : Bilgisayar Destekli Süreç Planlama
BDM : Bilgisayar Destekli Mühendislik
SK : Sayısal Kontrol
PLC : Programmable Logic Controller
LAN : Local Area Network
WAN :Wide Area Network
OMT : Otomatik Malzeme Taşıma
ISO : International Standards Organization
CNC : Computerized Numerical Control
MRP : Manufactoring Resources Planning
ERP : Enterprise Resource Planning
CRM : Customer Relationships Management
TKY : Toplam Kalite Yönetimi

TABLO LİSTESİ

		Sayfa No
Tablo 2. 1.	İngiltere'de Faaliyet Alanlarına Göre İşletme Büyüklükleri….....	5
Tablo 2. 2.	Japonya'da Faaliyet Alanlarına Göre İşletme Büyüklükleri……	6
Tablo 2. 3.	Dünya Bankası KOBİ Sınıflanması …….....	7
Tablo 2. 4.	OECD'de İşletme Büyüklükleri.....	7
Tablo 4. 1.	Tornada Tezgah Hazırlık İşlemleri ….	35
Tablo 6. 1.	İşletmelerin Dökümü….....	56
Tablo 6. 2.	Mevcut İİT Kullanımı Tablosu (%)….....….	56
Tablo 6. 3.	Mevcut ve Gelecekteki İİT kullanımı Karşılaştıma Tablosu ……..	57
Tablo 6. 4.	İİT Kullanımı Artış Hızı (%) Tablosu.....…….	58
Tablo 6. 5.	İmalat Parametreleri Korelasyon Analizi.....	59
Tablo 6. 6.	İmalat Parametreleri Regresyon Analizi.....	60
Tablo 6. 7.	Rekabet Parametreleri Korelasyon Analizi.....	62
Tablo 6. 8.	Rekabet Parametreleri Regresyon Analizi.....	62

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 3. 1 : Genel CRM bileşenleri 27
Şekil 5. 1 : Toplam maliyet grafiği 50

SEMBOL LİSTESİ

tg	**:** Parça etkin işleme süresi
tv	**:** Yardımcı süre
trg	**:** Esas hazırlık süresi
tn	**:** Kayıp süre
th	**:** Esas işleme süresi

KOBİLERDE OTOMASYONUN İMALAT PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİSİ

ÖZET

İçinde bulunduğumuz yüzyılda teknolojik, ekonomik ve sosyal alanda meydana gelen gelişmeler ve değişimler ülkeler arası sınırların ortadan kalkarak uluslararası rekabetin şekilsel ve boyutsal olarak değişmesine neden olmuştur. Bu da, işletmelerin söz konusu değişime uyum sağlamalarını, hatta değişimin direk kendileri tarafından yönlendirilmesini mecburi hale getirmiştir. Uluslararası rekabette yaşanan bu değişikliklere büyük ölçekli işletmeler kadar küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ) de uyum sağlamak zorundadır. Rekabet üstünlüğü sağlamada ve imalat performansının arttırılmasında çok büyük öneme sahip olan İleri İmalat Teknolojilerinin KOBİ'lerde uygulama durumlarını ve imalat performansına etkilerini belirlemek amacıyla, değişik sektörlerde faaliyette bulunan 100 işletmeyle gerçekleştirilen bu çalışma da, anket sonucu elde edilen bulgular ve yapılan değerlendirmeler yer almaktadır.

THE EFFECTS OF AUTOMATION ON MANUFACTORING PERFORMANCE AT SMEs

ABSTRACT

In this century, the progresses in technological, economical and social areas cause the boundaries between nations to disappear and the state of international competitiveness by scope to change. It makes small and medium scale enterprises to adjust to these changes as much as large scale enterprises. The objective of this study is defining the implementation statement of the advanced manufacturing technologies at SMEs which use them for gaining competitive advantage and increasing performance of manufacturing by applying questionnaires to 100 SMEs which have place at different sectors of industry. This study also contains the evaluation of the findings of questionnaires.

1. GİRİŞ

1.1 Giriş ve Çalışmanın Amacı

Günümüz pazarlarında işletmelerin başarısı, tüketicilerin artan ve giderek sınırsızlaşan ihtiyaç ve isteklerini ekonomik bir şekilde karşılamalarına, mümkünse ihtiyaç ve istekleri bizzat yönlendirmelerine bağlıdır. Bu çerçevede günümüz rekabet ortamında işletmelerin başarısını; üretilen ürünlerinin kalitesinin ve güvenilirliğinin yükseltilmesi, ürün çeşidinin arttırılmasına ve tüketici siparişlerine uygun üretim yapılması, tüketici ihtiyaç ve isteklerinin hızlı bir şekilde karşılanması ve müşterilere sunulan hizmetlerin arttırılması belirlemektedir. Bu ise işletmelerin, üretim sistemlerini değiştirmelerine, uygun maliyet düzeyinde kaliteli ve esnek üretim yapabilmelerine olanak sağlayacak teknolojilere yatırım yapmalarını öngörmektedir. Gelişen ve değişen ekonomik ortama ayak uydurmak isteyen işletmeler, toplam kalite yönetimi, tam zamanında üretim, bilgisayar destekli tasarım, bilgisayar destekli üretim, bilgisayar destekli planlama gibi pek çok yönetim yaklaşımını ve bilgisayara dayalı ileri imalat teknolojilerini uygulamaya koymaktadır.

Çalışmanın temel amacı Türkiye'de faaliyette bulunan ve ülke ekonomisinde büyük bir öneme sahip olan KOBİ'lerde, tüketici ihtiyaç ve isteklerinin etkin bir şekilde karşılanmasına olanak sağlayarak, gerek ulusal gerekse uluslararası pazarlarda rekabet üstünlüğü sağlayacak ileri imalat teknolojilerinin kullanım düzeylerini tespit etmek ve bunların imalat performansına olan etkilerini incelemektir. Çalışmanın alt amaçları olarak aşağıdakiler belirtilebilir:

- İleri imalat teknolojilerinin kullanım sıklıklarını ve oranını belirlemek,
- İşletmelerin içinde bulundukları sektörde rekabet koşullarını nasıl tanımladıklarını ortaya koymak ve bunun ileri imalat teknolojilerinin kullanımını etkileme durumunu belirlemek,
- İşletmelerin ileri imalat teknolojilerini kullanımdaki amaçlarına ne derece ulaşabildiklerini ve bu amaçları doğrultusundaki gelecek yıllardaki yatırım oranları hakkında tespitler yapmak.

Çalışma 4 bölümden oluşmaktadır: Giriş bölümünden sonra ikinci bölümde çalışmaya yardımcı olması açısından Türkiye'de ve Dünyadaki KOBİ anlayışından bahsedilmektedir. Daha sonraki bölümlerde işletmelerin rekabet etmede kullandıkları rekabet unsurları ve sürekli değişen rekabet ortamında işletmelerin başarısını yakından etkileyen ileri imalat teknolojileri hakkında bilgiler verilmektedir. Son bölümde ise uygulama yapılan işletmelerle ileri imalat teknolojilerinin kullanımı ve imalata olan etkileri üzerine yapılan anket çalışmasının bulguları ve bunların değerlendirmelerine ve yorumlamalarına yer verilmektedir.

2. KOBİ KAVRAMI

2.1 KOBİ Tanımı

Dünyanın birçok ülkesinde ve Türkiye'de fikir birliği sağlamış ve genelleştirilmiş bir KOBİ tanımı bulunmamaktadır. Böyle bir ortak tanımlamayı zorlaştıran birçok neden belirtilmektedir. Bu nedenlerin başında ise ülkelerin kalkınma seviyesi ve sektörler arasındaki farklılıklar gelmektedir. KOBİ tanımları, sadece ülkeden ülkeye değil, sektörden sektöre hatta bölgeden bölgeye değişmektedir. Her ülke, kendi iktisadi şartlarını göz önüne alarak ihtiyaca cevap verecek tanımlar oluşturmaktadır.

Her ne kadar KOBİ'lerin tanımlanmasında, kullanılan kriterle çok farklı şekiller almakta ise de, bu kriterlerin birçoğunun tüm ülkelerde kullanıldığı görülmektedir. Bu kriterle nitel, nicel ve her iki ölçütün bir alındığı üçüncü bir yaklaşımdır. **(Müftüoğlu, 1991)**. Bu yaklaşımlara ilişkin önemli olabilecek birtakım gerçekler ileri sürülmektedir. Nicel yaklaşımın önemli gerekçesi; KOBİ'lerin nitel ölçütlere dayandırılması halinde açık, objektif ve belirgin bir sınıflandırmanın olamayacağı şeklindedir. Nitel ölçütte ise gerekçe olarak ülke şartları göz önünde bulundurulması ve girişimcilerin sahip oldukları özellikler vurgulanmaktadır. **(Müftüoğlu, 1997)**

2.1.1 Nicel Ölçütler

İşletme büyüklüğünü belirlemede kullanılan nicel ölçütlerden en çok bilinen ve en yaygın olanları şu şekilde sıralanabilir:

İstihdam edilen işgücü sayısı, kapasite büyüklüğü, işletmedeki makine parkının değeri, sabit varlıklar toplamı, toplam sermaye, gayri safi gelir, enerji kullanımı, kullanılan hammadde miktarı, makinelerin iş zamanı fonu toplamı, ücretler ve aylıklar toplamı, işgücünün toplam iş zamanı fonu, belirli bir süredeki katma değer,

aktif toplamı, yatırılan sermaye, kâr hacmi, ihracat/satış oranı, sektör içindeki payı. **(Müftüoğlu, 1997)**

Yukarıdaki ölçütlere yenilerinin eklenip listenin uzatılması olanağı vardır. Ancak tek başına nicel ölçütlerin işletme büyüklüğünü belirlemesi oldukça güç olmaktadır. Diğer yandan hemen her ülkede, kendi gelişmişlik düzeyi ile paralel olarak birbirinden farklı nicel ayırıcı ölçütler kullanmaktadır. Ölçütler, aynı ülkede, aynı anda, örgütsel yapılarca amaçlarına göre değişiklik gösterebilirken; zaman içinde de değişikliğe uğrayabilmektedir. Bu nedenle, nicel ölçütlere durağan bir küçük işletme tanımının yapılması olanaksız görülmektedir.**(Müftüoğlu, 1991)**. Bu güçlüğü yenmek amacıyla bu ölçütler yanında sayısal olarak ifade edilmeyen ve niteliği ön planda tutan ölçütlerde kullanılmaktadır.

2.1.2 Nitel Ölçütler

- Girişimcinin işletmede fiilen çalışması,
- İşbölümü ve uzmanlaşma derecesi,
- Sermayenin sınırlı oluşu, finansal yetersizlik,
- Yönetim tekniklerinin uygulanmaması veya yetersizliği.

Yukarıda belirtilen ve benzeri ölçütler ışığında tanım yapılmaya gidildiğinde, tek başına bir ölçüt yeterli olmamaktadır. Burada hangi ölçütlerin dikkate alınarak tanımlamaya gidildiği tartışmasını yapmadan, üzerinde en çok görüş birliğine varılan ölçütler üzerinden hareket ederek yapılan bir ayrımı ele almaya çalışılmıştır.

Çünkü başta da vurgulandığı üzere, işletmelerin sınıflandırılması ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre bile farklılıklar gösterebilmektedirler. Örneğin; ülkemiz açısından orta ölçekli olarak görülen ve gruplandırılan bir işletme, gelişmişlik düzeyi yüksek olan bir ülkede küçük işletme olarak yorumlanabilmektedir.

Uygulamada genellikle nicel kriterler, pratik olmaları nedeni ile daha çok kullanılmaktadır. Özellikle çalışan sayısı en çok kullanılan kriter olmaktadır. Ancak bu kriterlerin yanı sıra makinelerin iş zamanı fonu toplamı ve işgücünün toplam iş zamanı fonu kriterleri de dikkate alınmalı, katma değer ve üretim derinliği (sanayii işletmelerinde üretim sürecindeki aşamaların sayısı) kriterleri destekleyici bir unsur olarak değerlendirilmelidir**. (Müftüoğlu, 1989)**

2.2 Dünyada ve Türkiye'de Küçük ve Orta Ölçekli İşletme Tanımları

Dünya ve Türkiye'de KOBİ tanımlamalarında farklılıklar vardır. Daha öncede bahsedildiği gibi ülkelerin gelişmişlik düzeyleri, KOBİ tanımlamalarını farklılaştırmaktadır.

2.3 Çeşitli Ülkelerde KOBİ Tanımları

İşletme büyüklüğünü etkileyen faktörlerin çokluğu nedeniyle görüş birliği sağlanmış bir KOBİ tanımı yapmak kolay değildir. Kullanılan kriterler açısından çeşitli ülkelerin durumları aşağıda verilmektedir. Burada unutulmaması gereken ülkeler arasında standart bir tanımın bulunmamasıdır.

ABD'de KOBİ'ler için bir resmi tanımlama yoktur. Ancak Amerikan Kongresinin 1953 tarihli Küçük İşletme Kanunu; küçük işletme sahipliği ve yönetimi bağımsız, faaliyet gösterdiği alanda hakim gücü bulunmayan işletme olarak tanımlanmaktadır. Bu tanım aşağıdaki dört unsuru içermektedir.

- İşletmenin sahibi aynı zamanda işletmenin yöneticisi olmakta ve yönetim bağımsız bir yapı sergilemektedir,
- Sermaye sahibi bir ya da birkaç kişi ile sınırlı kalmaktadır,
- İşletmenin faaliyet alanı yöresel olmaktadır,
- İşletme bulunduğu sektördeki büyük rakipleri ile karşılaştırıldığında küçük olduğu gözlenmemektedir.

İngiltere'de de resmi bir KOBİ tanımlaması mevcut değildir. Sadece Küçük Sanayi İşletmeleri Araştırma Komitesi (Committee of Inquıry On Small Firms) tarafından toptan ticaret, imalat sanayi, inşaat, madencilik, perakende ticaret, ve motorlu araç ticareti için çeşitli kıstaslarla sınıflandırma yapılmaktadır. Nicel ölçüt sınıflandırmasında sanayi sektöründe işçi sayısı ile ticaret sektöründe ise yıllık satış tutarı ile değerlendirme yoluna gidilmektedir.

Tablo 2.1 İngiltere'de Faaliyet Alanlarına Göre İşletme Büyüklükleri **(Müftüoğlu, 1997)**

Sektör	Tanım
İmalat Sanayi	200 işçiden az
İnşaat sektörü	25 işçiden az
Madencilik sektörü	25 işçiden az
Toptan ticaret	Yıllık cirosu 200. 000 sterlin

Japonya'da ise KOBİ tanımı işçi sayısına ve yatırılan sermaye tutarına göre yapılmaktadır. Bu ülkede de işletmelerin büyüklüklerine göre sınıflandırılmasında bir sektör ayrımı yapılmaktadır. İmalat sanayinde 300'den az işçi sayısı ve sermaye tutarı 100 milyon Yen'den az; toptan ticarette; 100'den az işçi ve sermaye tutarı 30 milyon Yen'den az; perakende ticaret ve hizmet işletmelerinde işçi sayısı 50'den az ve sermaye tutarı 30 milyon Yen'den az olan işletmeleri KOBİ olarak tanımlanmaktadır. **(Ürer, 1985)**

Tablo 2.2 Japonya'da Faaliyet Alanlarına Göre İşletme Büyüklükleri **(Ürer, 1987)**

Sektör	Yatırılan Sermaye	İşçi sayısı
Sanayi	100 milyonun altında ve/veya	300 işçinin altında
Ticaret	30 milyonun altında ve/veya	100 işçinin altında
Hizmet	10 milyonun altında ve/veya	50 işçinin altında

2.4 Bazı Uluslararası Örgütlerde KOBİ Tanımları

KOBİ'leri tanımlama çabaları yalnız ülkelere özgü değildir. Bazı uluslararası örgütler de KOBİ tanımlamaları yapılmıştır. Yapılan tanımlamalarda kullanılan nitel ve nicel ölçütlerin amaca ve kullanıma uygun olarak değişebildiği görülmektedir.

Birleşmiş milletlerin 1958 yılında Mısır, İsrail ve Türkiye'yi kapsayan bir raporunda, KOBİ tanımında işçi sayısı ve enerji sarfiyatı esas alınmıştır. **(Müftüoğlu, 1989)**

Bu tanımda;

- 10 kişiden az işçi çalıştıran
- Enerji kullanan ve 20 den az işçi çalıştıran
- Enerji gücü kullanmayan ve 50'den az işçi çalıştıran işletmeler, küçük ölçekli işletmeler olarak kabul edilmiştir.

Dünya Bankası tarafından 1980 yılında Türkiye için hazırlanmış olan " Küçük ve Orta Ölçekli Sanayinin Gelişimi ile İstihdam Yaratma Eğilimi ve Unsurları " konulu raporda, Türkiye'deki küçük ve orta ölçekli sanayinin tanımı yapılmıştır. Bu raporda nicel ölçüt olarak sayısını benimsenmekte olup, Türkiye şartları çerçevesinde aşağıdaki sınıflandırma getirilmektedir. **(Kuloğlu, 1993)**

Tablo 2.3 Dünya Bankası KOBİ Sınıflanması

İşletme büyüklüğü	İşletmede çalışan insan sayısı
Küçük ölçekli işletme	1-50
Orta ölçekli işletme	51-200
Büyük işletme	200'den çok

Avrupa Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı'nın (OECD) KOBİ tanımına göre ise nicel kriterlerden sadece işçi sayısı esas alınmakta, diğer kriterler tanımlamada göz ardı edilmektedir.

OECD tanımına göre 20'den daha az işçi çalıştıran işletmeler çok küçük, 20-99 işçi çalıştıran işletmeler küçük, 100-199 işçi çalıştıran işletmeler orta ölçekli ve 500'den çok işçi çalıştıran iş yerleri büyük işletme olarak tanımlanmaktadır. **(Müftüoğlu, 1997)**

Tablo 2.4 OECD'de İşletme Büyüklükleri

İşletme Büyüklüğü	İşçi Sayısı
Çok küçük işletme	20'den daha az işçi
Küçük işletme	20-99 işçi
Orta ölçekli işletme	100-199 işçi
Büyük işletme	500'den çok

AB'nin, üye ülkeler için geçerli kabul edilen bir sınıflandırma şekli de mevcuttur. Bu sınıflandırmaya göre 1-9 işçi çalıştıranlar mikro işletme, 10-99 işçi çalıştıranlar küçük işletme, 100-199 işçi çalıştıran işletmeler de küçük ve orta ölçekli işletmeler olarak değerlendirilmektedir. **(Müftüoğlu, 1989)**

2.5 Türkiye'de Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerin Tanımı

Türkiye'de KOBİ'leri bir standart sağlanamamakla birlikte çeşitli kuruluşlar tarafından yapılan tanımlar da genellikle çalışan sayısından hareket edilmektedir.

Ancak, tek bir nicel kriterin tek başına işletme büyüklüğünün belirlenmesi için yeterli olmayacağı konusunda genel bir kabul vardır. Buna rağmen işçi sayısı küçük ve orta ölçekli işletmelerin önde gelen ayırt edici özelliği olarak kabul edilmektedir. İşçi sayısı başta olmak üzere diğer nicel ölçütlerin işletme büyüklüklerinin belirlenmesinde kullanılması, kolay ölçülebilmeleri ve bu konuda istatistik bilgilerinin daha kolay elde edilmelerine bağlanabilir.

Günümüzde KOBİ kapsamına giren işletmelerin tamamını yapan yasa ve kuruluşların en önemlileri şunlardır;

Ticaret ve Sanayi Odaları Kanunu: 5590 sayılı Ticaret ve Sanayi Odaları Kanunu'nun 2. maddesinde yapılan tanıma göre "Makine, cihaz, tezgah, alet ve diğer vasıtalar yardımıyla ham, yarı mamul tüm mamul herhangi bir maddenin veya enerjinin vasıf, terkip veya şeklini fiziki veya kimyevi surette az veya çok değiştirecek veya bu kanundaki maddeleri kıymetlendirmek suretiyle imal ve istihsal

yapmak ve yılın fiili çalışma günleri ortalamasına göre muharrik kuvvet kullananlarda 10 ve 5, kullanmayanlarda 10 kişi çalıştıran işletmeler "büyük sanayi işletmesi" olarak kabul edilmektedir. Bu tanıma göre muharrik kuvvet kullanarak 5 işçiden, kullanmadan 10 kişiden az işçi çalıştıran sanayi işletmeleri küçük sanayi işletmeleri olarak kabul edilmektedir.

Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE): DİE'nin 1992 KOBİ tanımlamasında ise, dörtlü bir sınıflandırmaya gidilmiş, 1-9 personel çalıştıran işletmeler çok küçük işletme, 10-49 personel çalıştıranlar küçük işletme, 50-99 personel çalıştıran işletmeler orta ölçekli işletme ve 100'den fazla personel çalıştıran işletmelerde büyük işletme olarak tanımlanmıştır.

Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı (KOSGEB): 20 Nisan 1990'da yürürlüğe giren 3624 sayılı kanunla Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı kurulmuştur. 3624 sayılı kanunun 2. maddesine göre; 1-50 işçi çalıştıran işyerleri küçük sanayi işletmeleri, 51-140 işçi çalıştıran işyeri orta ölçekli sanayi işletmeleri olarak kabul edilmiştir. Kanunda bu tanımın gerek görülmesi halinde Bakanlar Kurulu tarafından değiştirilebileceği açıkça ifade edilmiştir.

Türkiye'de başlıca tanımları yukarıdaki kriterlerle belirlenen KOBİ'lerin işletme büyüklüğünün tespitinde etkili olabilen yasa ve kuruluşlar şöyle sıralanabilir; Gelir Vergisi Kanunu, Sanayi Sicili Kanunu, Belediyeler Kanunu, Sınai Yatırım ve Kredi Bankası, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Türkiye Orta Ölçekli İşletmeler Serbest Meslek Mensupları ve Yöneticiler Vakfı.

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı gibi Türkiye'de KOBİ tanımlamalarında işçi sayısı ve makine parkı gibi nicel kriterlerin benimsendiği görülmektedir. Burada dikkate edilecek diğer bir nokta ise ekonomik gelişmelere ve amaçlara göre çalışan sayısının sürekli artmasıdır. KOBİ kavramı statik bir kavram olmadığından zaman içerisinde ekonomik gelişmelere ve amaçlara göre değişebilmektedir. Bu nedenle her zaman veya uzun zaman için bütün amaçları karşılayacak bir tanım yapılması zorlaşmaktadır.

Sonuç olarak yukarıda verilen açıklamalardan anlaşılacağı gibi, ülkeler arasında hatta aynı ülkedeki kurumlar arasında KOBİ tanımı konusunda bir fikir birliği yoktur.

Ayrıca bu fikir birliğini sağlamakta mümkün değildir. Çünkü küçük ve orta ölçekli işletme kavramlarını belirleyen özelikler işletmenin bulunduğu yere, zamana ve ortama göre değişmektedir.

Bu çalışmada da KOBİ kriteri olarak imalat yapan ve 250'den az çalışanı olan işyerleri ele alınmıştır.

3. İLERİ İMALAT TEKNOLOJİLERİ

KOBİ'lerin dünya ile rekabet edebilmeleri ancak ileri imalat teknolojileri kullanabilmeleri ile mümkün olabilecektir. İleri imalat teknolojileri KOBİ'lerde kalitenin yükselmesini ve marka ve tutundurma çalışmalarını da olumlu yönde etkilemektedir. Kalite standartları yükselerek maliyet azalması ileri imalat teknolojileri sayesinde mümkün olabilecektir. Bu bölümde bu çalışmada ele alınan ileri imalat teknolojileri açıklanmaktadır.

3.1 Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) / Bilgisayar Destekli İmalat (CAM)

İleri imalat teknolojilerinin en önemlilerinden birisi tüm imalat sisteminin hem idare hem de teknik yönetimini içine alan ve her aşamada bilgisayar teknolojisinden yararlanan Bilgisayar Destekli İmalat (BDİ) sistemidir. Tüm imalat veritabanının diğer bölümler tarafından ortak olarak kullanılması ile imalat zamanlarında, ürün tedarik zamanlarında vb. gözle görülür bir gelişme sağlamaktadır. Bu da firmalara yoğun rekabet ortamında oldukça pozitif faydalar getirmektedir. Firmalar çoğunlukla BDT ve BDİ sistemlerini ayrı ayrı sistemler olarak kullanmaktadırlar. Ama gelişen teknoloji sayesinde bu tür sistemler artık entegre hale getirilmiştir. Daha sonra süreç planlama, kontrol ve mühendislik analiz fonksiyonları bu sistemlere entegre edilmişlerdir. BDİ sistemi, içerisinde yer alan modüllerin (BDT, BDİ, BDM, BDSP vb.) kurulması, geliştirilmesi ve performanslarının analizlerinin gerçekleştirilmesi ile etkin şekilde kullanılır.

Literatürde, BDİ ile ilgili olarak birçok tanım mevcuttur. Ama BDİ en genel hali ile aşağıdaki gibi tanımlanabilir.**(Mitchell, 1991)**.

" Bilgisayar Destekli İmalat (BDİ), ürün tasarımı, imalat ve pazarlama gibi fonksiyonlardan oluşan ürün tedarik sürecinin etkinliğini daha da artırmayı hedefleyen bir üretim felsefesidir. Aynı zamanda kalite, rekabet ve üretkenlik gibi

kavramları da iyileştirmeyi amaçlamaktadır. “BDİ’ e yönelik çalışmaların önemini vurgulamak amacı ile Amerika’da 5 büyük şirket üzerinde yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular örnek olarak verilebilir. **(Mitchell, 1991)**

- Tasarım maliyetlerinde azalma % 25-30
- Tedarik sürelerinde azalma % 30-60
- Ürün kalitesinde artış 2-5 kat
- Mühendislerin yeteneklerindeki artış 3-35 kat
- Üretim operasyonlarının üretkenliğindeki artış % 40-70
- Yarı-mamul oranında azalma % 30-60
- Personel maliyetlerinde azalma % 5-20

Bilgisayar Destekli İmalat, ürün tedarik süreci içerisindeki alt sistemlerin otomasyonu ve entegrasyonu ile meydana getirilmiş olan komple bir sistemdir Bilgisayar destekli tasarım ve imalat sistemleri bir mamulün veya ürünün tasarımdan imalatına kadar olan süreci bilgisayar destekli bir yapıya dönüştüren sistemlerdir. BDT/BDİ sistemleri modüler yapıda birçok sistemlerin bir araya gelip entegrasyonu sonucu ortaya çıkan sistemlerdir. Bu modüller BDT (bilgisayar destekli tasarım), BDD (bilgisayar destekli dokümantasyon), BDSP (bilgisayar destekli süreç planlama), BDM (bilgisayar destekli mühendislik), BDİ (bilgisayar destekli imalat) BSK (bilgisayar sayısal kontrol), DSK (doğrudan sayısal kontrol), SK (sayısal kontrol)’ dur.

Bir BDİ yapısının amacı, bileşenlerden oluşan bir yapının nasıl entegre edileceğini göstermektir. Kısaca bu bilgisayar destekli yapı, birbirini etkileyen bileşenlerden oluşan bir üretim organizasyonunu tanımlamaktadır. Ayrıca, bileşenlerin tüm üretim organizasyonunun performansını nasıl etkileyeceğinin de analizini yapmaktadır. Bir üretim organizasyonunun performansı üretim hedeflerini ne derece karşıladığıyla ilgili olarak değerlendirilebilir.

Tüm organizasyon yapısına bütün bileşenlerin uyumlu bir şekilde katkıda bulunabilmesi için üretim organizasyonunun ne şekilde kontrol edileceği önemli bir sorundur. Örneğin, bir bakım bölümü ele alındığında, bu bölüm üretim içerisindeki herhangi bir tezgahı tamir ve bakım için durdurmak isteyecektir. Ama imalattaki

sorumlu ise işleri zamanında yetiştirmek için tezgahın bakımını umursamayabilir. Bu durumda bakım ve üretim arasında anlaşmazlıklar doğabilir. Bakım veya üretim bölümündeki iyileştirme çalışmaları bu karışıklılığı daha da artıracaktır. Bu da büyük olasılıkla, tüm üretim organizasyonunun performansını iyileştirmeye katkıda bulunmayacaktır. Bu gibi koordinasyon problemleri böyle rahatça görülemez ama organizasyon içindeki alt sistemlerin etkinliğini etkiler.

Koordinasyon problemlerine ek olarak, tüm imalat içerisindeki iyileştirme faaliyetlerinin getirisi bu yüzden tam olarak elde edilememektedir. Örneğin, bir depo üzerinde talepleri zamanında dağıtmak için bir çalışma yapıldığında bu çaba, depodan üretim hattına daha fazla malzeme akışı sağlayacağından dolayı tüm üretim performansını olumsuz etkileyebilir. Bunun çaresi ise bu üretim hızına uygun dağıtım yapmaktır. Özetlemek gerekirse, bir üretim organizasyonunun esnekliğini ve etkinliğini iyileştirmek için halledilmesi gereken problemlerden birisi yerel kontrol (her bir bölümün) faaliyetlerinin tüm organizasyonu nasıl etkileyeceğinin belirlenmesidir. Bir üretim organizasyonunun tüm performansı üzerinde rol oynayan yerel kontrol faaliyetlerinin ortaya çıkarılmasına yardımcı olan bir BDİ yapısı firmalara çok faydalı olmaktadır. **(Biemans ve Vissers, 1991).**

Böyle bir sistemin kurulmasının amacı, üretim organizasyonunun bilgisayar yardımı ile nasıl kontrol edileceğinin belirlenmesidir. Başka bir deyişle, üretim hedeflerine ulaşabilmek amacı ile imalatın her safhasında bilgisayarın kullanılması, kalite ve verimliliği nasıl daha iyi hale getirileceğinin sistematik bir yapı içerisinde analiz edilmesidir.

Bilgisayar destekli tasarım (BDT), bir tasarımın yaratılmasında, değişikliliklerin yapılmasında, analiz ve optimizasyonunuzda bilgisayar desteğinden yararlanmak olarak tanımlanabilir. Bilgisayar sistemleri belirli bir müşteri tarafından istenilen tasarım fonksiyonlarını yerine getiren donanım ve yazılıma sahiptir. Bir BDT donanımı bir bilgisayar ve buna bağlı bir veya birden fazla ekranı vb. içermektedir. Bir BDT yazılımı ise bilgisayar üzerinde grafiksel faaliyetlerin ve mühendislik uygulamalarının müşteri istekleri doğrultusunda yapılmasını sağlayan bir yazılımdır. Bir BDT sisteminde bulunan herhangi bir ürün için gerekli tüm teknik veriler (malzeme bilgileri, imalat bilgi ve dokümanları vb.) imalat sistemi veri tabanının önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Daha önce kağıt üzerinde (2 boyutlu) çalışan

teknik adamlar artık BDT sistemi sayesinde 3 boyutlu modelleme sayesinde tasarlanan ürünün tüm teknik özelliklerini ekranda görebilmektedirler. Bu da büyük oranda tasarımdan doğacak hataların hemen görülüp düzeltilmesine imkan vermektedir. İmalat sırasında ortaya çıkabilecek her türlü problem (gereğinden daha dar veya geniş tolerans sınırları, üretilmesi güç olan parçalar veya imalatı zorlayacak prosesler vb.) bu aşamada ele alınıp çözümleri tasarıma yansıtılmaktadır.

Bilgisayar destekli imalat, mevcut üretim kaynakları ile dolaysız ya da dolaylı olarak ilgili olan bir imalat tesisinin operasyonlarının planlanması, kontrolü ve idare edilmesi için bilgisayar kullanılması olarak tarif edilebilir. BDİ uygulamaları iki ana kategoriye ayrılabilir:

- Bilgisayar yardımı ile takip ve kontrol
- İmalat desteği

Bilgisayar destekli süreç izleme, süreç ve ilgili donanımların takip edilmesi amacı ile bilgisayar desteğinin kullanılmasıdır. (Örneğin; imalat sürecinden veri toplanması) Bilgisayar vasıtası sistem operasyonu doğrudan kontrol etmez. Sürecin kontrolü, bilgisayar tarafından derlenen bilgileri kullanarak üretimi yönlendiren operatörlerin inisiyatifindedir. Bilgisayar destekli süreç kontrol bir adım daha ileriye giderek yalnız süreci gözlemez aynı zamanda gözlemlere dayalı olarak kontrolde eder. Bilgisayarla takip sayesinde işleme süreci ile bilgisayar arasındaki veri akışı yalnız bir yöndedir. Bu yönde süreçten bilgisayara doğrudur. Süreç kontrolde bilgisayar bağlantısı verinin iki yönde de akmasına izin verir. İşleme sürecinden bilgisayara sinyaller gözlem sırasında iletilir. Süreç izleme ve kontrol amacı ile DSK sisteminin kurulmasına ek olarak, BDİ aynı zamanda imalat operasyonlarının yerine getirilmesinde dolaylı olarak da yardımcı olur. Bazı uygulamalarda bilgisayar imalat sürecine doğrudan bağlanmaz. Bunun yerine bilgisayar üretim kaynaklarının daha verimli olarak kullanılması amacı ile ihtiyaç duyulan planlar, programlar ve tahmini bilgiler için off-line olarak da kullanılır. BDİ’ nin imalata olan desteğinin en tipik örneği imalat için gerekli olan SK kodlarının üretilmesidir.

3.2 CNC Takım Tezgahı

Takım tezgahları; hammadde halindeki bir malzemeye belirli bir şekil vermek için kullanılır. Talaş kaldırarak şekil veren takım tezgahlarında, şekil verme işlemi parça ile takım arasındaki izafi hareketlerle sağlanır. Bu hareketler kesme, ilerleme ve yardımcı olmak üzere üç gruba ayrılabilir. Ana ve kesme hareketi talaş kaldırma hareketidir; ilerleme hareketi parçanın uzunluk veya genişlik yönünden belirli kısımlarının işlenmesini sağlayan harekettir. Yardımcı hareket ise çeşitli ayar hareketleridir. Bu yöntemlere bağlı olarak torna, freze, matkap, taşlama, planya, vargel gibi tezgahlar geliştirilmiştir.

Takım tezgahlarında herhangi bir parçanın işlenmesi, aşağıdaki teknik ve ekonomik koşullarda gerçekleştirilmesi gerekir.

- Kalite
- Yüksek prodüktivite
- En düşük maliyet
- Esneklik

Bu koşulları en iyi şeklide gerçekleştiren olgu otomasyon olgusudur. Otomasyon, tezgahın enerji ve bilgi girişlerine göre bilimsel olarak iade edilebilir. Buna göre mekanizasyon enerji, otomasyon ise bilgi faktörüne bağlıdır.

Tezgaha verilen bilgiler geometrik ve teknolojik olmak üzere 2 gruba ayrılır. Geometrik bilgiler takımın parça üzerinde yolunu belirler. Teknolojik bilgiler kesme hızı, ilerleme, talaş kalınlığı gibi değerlerden meydana gelir. Bilgi verileri tezgaha operatör veya program olarak adlandırılacak bir nesne tarafından verilebilir. Bilgilerin direkt operatörce verilen tezgahlara konvansiyonel; program yolu ile verilenlere otomat denir. Otomat tezgahlarda yapılan işlemlerin kapsamına otomasyon denir.

Nümerik kontrollü tezgahlarda imalat işlemlerini gerçekleştirecek program, bilgisayarlarda olduğu gibi yazılı bir belgedir. Program parçanın imalat resmine göre, parçanın geometrik şeklini ve teknolojik bilgileri dikkate alınarak yazılır.

Bu program tezgahın kontrol ünitesine girilir, burada okunur ve alınan bilgiler tezgahın kızaklarına ve takıma gönderilerek bunların hareket etmesi ve parçanın işlenmesi sağlanır.

Nümerik kontrollü tezgahlar esnek sistemlerdir. Burada işleme operasyonları, yazılı bir belge olan programda çok çabuk olarak değiştirilebilir. Bu bakımdan nümerik kontrollü tezgahların ayarlama zamanı oldukça kısadır.

CNC tezgahları program saklama belleklerine sahip olan ve bir karmaşık lojik ve aritmetik işlemler yapabilen bilgisayarlarla donatılmıştır. CNC tezgahlarda program bellekte saklanır; gerektiği durumda bellekten çağrılır ve parçalar hiçbir başka işlem yapmadan arka arkaya işlenir.

CNC sistemlerine program; delikli kart, manyetik şerit, manyetik bant, direkt olarak kontrol panosundaki düğmelere basarak veya bir bilgisayarın yardımı ile verilebilir.

3.2.1 CNC Tezgahların Kullanılma Sebepleri

- Üretimin hızının artırılarak birim maliyetin azaltılması.
- Şekil ve ölçü zorluğu olan, çok işlem gerektiren parçaların üretiminin kolaylıkla yapılabilmesi.
- Seri imalat parçalarının şekil ve ölçü hassasiyetinin bozulması ve kolayca kontrol edilebilmesi.
- Klasik yöntemlerle işlenmesi mümkün olmayan parçaların üretiminin yapılması.

3.2.2 CNC Tezgahların Avantajları

- Verimliliği arttırır.
- İşlenen parçaların ölçü ve şekil tamlığı yüksektir. Bu nedenle bozuk parça sayışı çok düşüktür ve kalite kontrolü kolaydır.
- Özel takım ve iş bağlama aparatlarına duyulan ihtiyaç azdır. Bu nedenle takım ve aparat stoklama sorunu azdır. Ölü yatırımların maliyetleri düşüktür.
- CNC Tezgahlarda çok sayıda işlem aynı anda (bir bağlamada) yapılabileceğinden tezgahlar arasındaki iş parçası akışı azdır.
- İşlem süreleri sabit olduğundan, üretim takibi yapmak, planlamak, denetlemek ve önceden zaman tespiti yapmak (elle veya bilgisayarla

programlama imkanı ile) mümkündür. Bu da imalat seçeneklerinin tespit edilebilmesi ve üretim planlamasıyla iş parçasının işlem maliyetinin belirlenme kolaylığı sağlar.

- Programdaki esneklikler ve çabuk müdahalelerle dizayn değişiklikleri (ölçü-şekil) oldukça hızlı ve kolay olacaktır.

3.2.3 CNC Tezgahların Dezavantajları

- İlk yatırım ve işletme maliyeti yüksektir.
- Tezgah programcı ve kullanıcıların özel eğitim görmeleri gerekmektedir.
- Elektrik ve elektronik donanımlarının bakım-onarım maliyeti yüksektir ve bu tür işlemler için kalifiye personel gerekmektedir.
- Kesici takımların seçilmesi kesme şartlarının belirlenmesi, magazine yerleştirilmesi, ölçülerin tespiti çok daha fazla dikkat ister.
- Teknik resimlerin hazırlanması ve kalite kontrol aşamalarının tespiti bu tezgahların özelliklerine göre yapılması gerekir.

3.3 Endüstriyel Robotlar

Endüstriyel robotunun en kapsamlı tanımı ve robot tiplerinin sınıflandırılması ISO 8373 standardında belirlenmiştir. Bu standarda göre bir robot şöyle tanımlanır:

"Endüstriyel uygulamalarda kullanılan, üç veya daha fazla programlanabilir ekseni olan, otomatik kontrollü, yeniden programlanabilir, çok amaçlı, bir yerde sabit duran veya hareket edebilen manipülatör. "

Sanayi robotlarının temel kullanım amacı, üretim maliyetlerini düşürürken üretkenliği ve üretim kalitesini arttırmak, yapılması zor olan, insana fiziksel olarak zarar veren yorucu işlerde, sağlıksız ve zararlı (kimyasal madde, yüksek ısı, yüksek gürültü, titreşim, vs. bulunan) ortamlarda çalışmayı gerektiren uygulamalarda insanın yerine makine kullanmaktır.

Sanayi robotları, parça yükleme/boşaltma, parça işleme, kaynak, boyama, montaj, test gibi birçok farklı uygulama alanında kullanılmaktadır. Robotların en yaygın olarak kullanıldıkları yer malzemelerin bir yerden başka bir yere seri ve kontrollü bir şekilde taşınabilme işlemidir. Bu işlemde ağır, tehlikeli, çok sıcak ya da çok soğuk

malzemeler süratli ve seri olarak bir yerden, diğer istenilen bir yere ulaştırılabilinir. Robotların diğer yaygın kullanım alanı makine parçalarının kompüter kontrollü olarak birleştirilmesi işlemidir. Robotlar ayrıca bu işlem esnasında haddeleme püskürtme ile kalıplama, metal üzerine harf veya numara basma özelliklerinde sahiptir. Bu tür endüstriyel uygulamalarda sıcaklık, gürültü, kirlilik çalışanları sağlık yönünden etkileyerek verimliliklerinin düşmesine yol açmaktadır. Diğer robot kullanım alanları ise kalıplama, yapıştırma, çeşitli kaynaklar, boyama işlemleri, metal kesme, parlatma, delik açma, öğütme, perçinleme ve zımparalamadır. Robotlar genellikle pahalı fakat ekonomiklerdir. Üretimde kalite, hız ve sonuçta verimlilik düşünülerek her robot kullanıcısının önceden bu kıstasları göz önüne alarak robot kullanmaya ya da kullanmamaya karar vermesi gerekir.

3.4 Otomatik Muayene (Kalite Kontrol)

Malzeme akışının gerçek zamanlı kontrolü, malzemenin izlenmesi ve veri giriş-çıkışının hızlı bir biçimde yapılabilmesiyle mümkün olmuştur. Günümüzde en hızlı gelişen kontrol teknolojilerinden biri Otomatik Tanımlama (Identification) Teknolojisidir. Otomatik Tanımlamayı destekleyebilecek çeşitli sensör teknolojilerinden bazıları ise Bar Kod, Optik Karakter Tanıma (Optical Character Recognition), Manyetik Kod Okuyucular (Magnetic Code Readers), Makine Görme (Machine Vision), Fiber Optik, Ses Tanıma (Voice Recognition) ve Kimyasal Sensör teknolojileridir. Ayrıca yapay zekanın malzeme taşıma, stoklama ve kontrolünde önem kazanması beklenmektedir.

Muayene ve kontroller, girdi ürünlerde imalat boyunca proses kontrolü için ya da kalite özelliklerinin sağlandığından emin olmak amacı ile ve son ürün aşamasında, belirlenmiş tüm kabul ve imalat içi muayene ve deneylerin gerçekleştirdiğini ve istenen uygunluk kanıtlarının tamamlandığını doğrulamak için yapılmaktadır. Girdi muayene prosedürlerinin, girdi ürünlerle birlikte teslim edilen uygunluğu kanıtlayan belgeleri de göz önüne alması gerekir. Tüm prosedürler, teknikleri, personeli deney cihazlarının doğruluğunu ve amaca uygunluğunu ve kaydedilecek verilerin türünü, tamlığını ve doğruluğunu dikkate almalıdır.

3.5 Otomatik Taşıma

Otomatik Malzeme Taşıma (OMT) genel olarak fabrika içindeki her türlü malzemenin stoklanması ve taşınması işlemlerinin tümüne verilen addır. BDÜ ortamında OMT fabrikanın her tarafına yayılmış bir şekilde çalışır. Bilgisayar yardımı ile tutulan hammadde stok kontrolü sayesinde fabrikanın genel veri tabanında hammadde durumu hemen görülür ve yeni gelen bir iş için hammadde hazırlama süresi en aza iner. Hammaddeler bilgisayar yardımı ile stokta optimum biçimde depolanır. Bilgisayar, malzemeleri üzerlerine yerleştirilmiş barkotlarla tanır. Hammadde üretime otomatik olarak yönlendirilebilen fabrika içi taşıtlarla taşınır; Otomatik Yönlendirilebilen Taşıtlar (Automated Guided Vehicle; AGV) kablosuz iletişim yolları ile ana bilgisayarlara bağlıdırlar. Bu araçlar normal forkliftler kadar yük taşıyabilmenin ötesinde önceden programlanmış yolları ve manevraları ile taşıma süresini en aza indirirler.

Modern bir malzeme taşıma sisteminin üretimde öngörülen esnekliğin sağlanabilmesi açısından sahip olması gereken temel özellik, tamamen bilgisayar denetimli olması ve buna bağlı olarak üretim süreci içinde gerçek zamanlı tepki gösterebilmesidir.

Otomatik Yönlendirmeli Taşıyıcılar (OYT; Automated Guided Vehicle; AGV), bu temel özelliğe sahip olmaları dolayısıyla günümüzde büyük ilgi görmeye başlamışlardır. Bir Otomatik Yönlendirmeli Taşıyıcı, yere gömülü elektrik kablolarının yarattığı manyetik alanı izleyerek, yol üzerine yerleştirilmiş bar kodları lazer ışını yardımıyla okuyarak, ya da benzeri yöntemlerle yönünü bulabilen, programlanabilir bir taşıyıcıdır. Otomatik Yönlendirmeli Taşıyıcılar, malzemeyi uzak mesafelere ulaştırmak, işleme istasyonları ve stok alanları arasında parça ve takım taşımakta kullanılabildikleri gibi, üzerinde montaj işlemlerinin yapılabildiği hareketli platformlar olarak da iş görebilmektedirler.

- Motorlu Silindirli Konveyör

  Bu tür sistemler iş parçalarını işlem istasyonlarına götürüp getirmede kullanılırlar. Palet hareket yönü değiştirilerek, silindirlerin dönüş yönünde değişiklik yapılabilir. Sistem istasyonları arasında parça yedeklenmesine olanak tanırlar.

- Ray Kılavuzlu Araçlar

  Bu tür araçlar, bazit olarak yükseltilmiş iki raylı yol boyunca, raylar arasına monte edilen devirsel hareket yapan bir silindir yardımıyla taşıyıcı arabanın hareket ettirilmesi mantığına dayanır. Taşıyıcının hareketi, altına yerleştirilmiş bir kontrol tekerleği vasıtasıyla sağlanır. Malzeme iletim cihazını pozisyonlandırmak için iki tip fren mekanizması kullanılır bunlar, birikimli ve tam frenlemedir.

- Ray Kılavuzlu Doğrusal Taşıyıcılar

  Ucuzdurlar bu yüzden çok tercih edilirler. Raylar üzerinde yürürler ancak hassas konumlandırma için optik kodlayıcı ile donatılmış bir servo motor kullanırlar. Bu tip taşıyıcılar istasyona yeni parça paletini getirirken bitmiş ürün paletini de aynı anda alabilirler.

- Çekici Araç Hatları

  Bu sistem rassal iş parçası rotalaması sağlayabilir. Taşıyıcı dört tekerleğe sahip bir arabaya benzer, fakat itici araç olarak adlandırılan ilave bir mekanizmaya sahiptir.

- Otomatik Kılavuzlu Araçlar

  Bu araçlar tekrar doldurulabilir bataryaları yardımıyla kendi kendilerine gidebilen araçlardır.

3.6 Otomatik Depolama

Stokların saklanması ve korunması için yeterli büyüklük ve nitelikte yerin sağlanması lojistik ve stok kontrolünde önde gelen şarttır. İstenilen parçanın depoda derhal bulunması, ihtiyaç yerine kolaylıkla taşınabilmesi önemlidir. Kodlama, depo hacimlerinin kısımlara ayrılması ve koordinatlarına göre belirlenmesi, kullanma sıklığına göre kısımlara ayırma, sık kullanılan parçaların taşıma mesafelerini kısa tutacak şekilde yerleşimler, depo binası yapısı, zemin kalitesi, araçların kolay hareket edebilmesi, yangın, güvenlik, basit fakat etkili kayıt sistemleri üzerinde dikkatle durulması gereken hususlardır.

Depolama giderlerinin sabit kısmının yanında ve depolanan malzeme miktarına bağlı olarak değişen kısmı da vardır. Örneğin yükleme/boşaltmada kullanılan araç gereçlerin enerji masrafları (akaryakıt elektrik) bu araçların kullanılma sürelerine, bu da direkt olarak stok miktarına bağlıdır. Benzer şekilde stokta bulunulan malzemelerin koruyucu bakımı yapılması gerekiyorsa, bunun maliyeti de stok miktarına bağlı olarak değişecektir.

Stoklama sistemlerini de otomasyonun gereklerine yanıt verecek bir hale getirebilmek için, yukarıda değinilen Otomatik Malzeme Taşıma Sistemleriyle birlikte, Otomatik Stoklama ve Stok Yenileme Sistemleri (OSSYS; Automated Storage and Retrieval System; ASRS) kullanılmaktadır. Otomatik Stoklama ve Stok Yenileme Sistemleri, günümüzde stok yönetim ve denetiminde ileri düzeyde otomasyonu temsil etmekte ve gerek iş gücü, gerekse yer kullanımında büyük tasarruf sağlamakta, üretim verimini artırmaktadır **(Kochan and Cowan, 1986).**

3.7 Otomatik Paketleme

Otomatik paketleme makineleri sayesinde paket boyundaki sapmalar ortadan kaldırılmıştır. Tamamen PLC ve mekanik sistemle donatılmış şekilde bir yapıya sahip olan bu sistemlerle bıçak sistemi amortisörler üzerinde monte edilmiş olması sebebi ile çene arasına herhangi bir şey sıkışması halinde ayar bozma ve kırma gibi arızalar ortadan kalmaktadır. Vidalı dozajlama ve Volümetrik dozajlama olarak çift sistemli monte edilebildiği gibi tek vidalı yani tozlu mamuller veya tek volümetrik (klape)'li yani taneli mamuller içerisinde başlık ayrı ayrı monte edilebilir, istenirse ithal terazi sistemi de monte edilir. Makine paletleri ambalaja yanaşması ve ayrılması tamamen otomatik olarak dizayn edilmiştir. Makineler başlatılınca paketler ambalaja yanaşarak ambalajı çeker. Makine durdurulduğunda otomatik olarak geri açılımını sağlamış olur. Bu sistemler sayesinde operatörün manüel ayarındaki hatalar ortadan kaldırılmıştır. Tamamen Bilgisayar PLC kumanda sistemi paneli ve bütün ayarların bu panelden kumanda edilmesi sayesinde operatöre büyük kolaylık sağlamaktadır. Fotoselli ve fotoselsiz çalışmalar da ayarlama boyu hassasiyet sağlanarak boy hatası ve fotosel sapması sıfıra indirilmiştir. Az bakımlı arızasız bir makineler olup kullanışı çok kolaydır.

3.8 İşletme içi Bilgisayar Ağı (LAN)

İşletme bilgisayarlarının diğer işletme bilgisayarlarıyla iletişimini sağlayan altyapıya yerel alan ağları denir. Bir yerel alan ağı birbirinden birkaç metreden birkaç kilometreye kadar mesafelerde uzakta bulunan farklı aygıtların iletişim yapabilmek için ağa bağlanmasına izin veren ve sadece işletme kullanımına açık olan bir ağ sistemidir. Ağa ulaşabilecek fabrika aygıtları arasında bilgisayarlar, programlanabilir kontrolörler, CNC makineleri, robotlar, bilgi toplama aygıtları, barkod okuyucuları ve görsel sistemler sayılabilir.

Kaynak paylaşımı, yüksek güvenilirlik, maliyetlerin düşürülmesi, ölçeklenebilirlik ve iletişim kolaylığı sebepleri nedeniyle kurumlar için verimli bir çalışma altyapısı sağlar.

3.9 İşletmeler arası Bilgisayar Ağı (WAN)

Geniş alan ağları, işletmeler arası dijital bilgileri değiştirmeye ihtiyaç duyulduğunda haberleşme çözümleri sağlamak için gerçekleştiren yapılardır.

Geniş alan ağlarının temel amacı iki veya daha fazla düğüm arası düşük gecikme ve düşük fiyatta emniyetli ve hızlı haberleşme sağlamaktır. Geniş alan ağları yetkili kuruluş, tüm bölümler ve bürolar arasında irtibatlı bir ağ olmalı, tümü aynı bina ve şehirde olmasa bile kuruluşlar arası haberleşmeyi sağlamalıdır.

3.10 Bilgisayar Destekli Yönetim Sistemi (ERP, MRP, vs.)

3.10.1 Üretim Kaynakları Planlaması (Manufactoring Resources Planning)

MRPII, firma düzeyinde yürütülen tüm işlevlerin ortak bir veri tabanı etrafında bütünleşmesini sağlayan bir yönetim bilişim sitemidir. Bütün üretim, planlama, pazarlama, dağıtım, mühendislik ve finanssal faaliyetleri kapsayan bir çatı teşkil eder.

Kapalı Çevrimli MRP' ten türemiş bulunan MRPII aşağıdaki özelliklere sahiptir:
İşletim sistemiyle finanssal sistem aslında bir bütündür. Kullanıldıkları kaynaklar, kodlamalar, sistematik aynıdır. Finanssal sistem işletim sisteminin uzantısı olarak nitelenebilir.
MRPII "what... if..." (yani "olursa ne olur") simülasyon (benzetim) yapısına sahiptir. Çeşitli karar ve politikaların uygulanması ile ortaya çıkacak durum önceden kestirilebilir.
MRPII tüm firmayı kapsayan bir sistemdir, çünkü içerdiği yarı bağımsız alt sistemler bir işletmenin tüm planlama ve yönetim faaliyetlerini kapsar.
Aslında birer paket program olan MRPII sistemlerinde bulunan temel modüller şöyle özetlenebilir: **(Tanyaş, 1994)**

- Satış Tahminlerinin Yapılması
- Satış Siparişlerinin Açılması ve Takibi
- Ürün Veri Yönetimi (Parça Tanımlamaları, Ürün Ağaçları)
- Endüstri Mühendisliği (İş Merkezleri, Operasyon Planları- Rotalar)
- Ana Üretim Programı Oluşturulması
- Malzeme İhtiyaç Planlama
- Kapasite İhtiyaç Planlama
- Atölye Üretim Programı
- Satın alma ve Fason Takibi
- Envanter Yönetimi (Stok Kontrol)
- Atölye Veri Takip Sistemi (Üretim ve Iskarta Takibi)
- Verimlilik Hesaplamaları
- Maliyetlendirme ve Maliyet Kontrol
- Sevkiyat Planlama
- Satış Sonrası Müşteri Hizmetleri
- Finansman Yönetimi

3.10.1.1 MRPII Sisteminin Sağladığı Faydalar

Başarıyla uygulanmış bir MRPII sisteminin çeşitli başlıklar altında maddelenebileceği faydaları şunlardır:

Formal Sistem: Sistem işletmedeki tüm işlevlerin formalize edilmesini sağlayacağından işler, görev ve sorumluluklar önceden tanımlanmış olacaktır. Kişisel özellikler ve başarılar yerine süreçlerin özellikleri ve başarıları söz konusu olacaktır.

Bilgisayar Destekli Sistem: Formalize edilen sistemde kullanılan tüm verilerin doğruluk oranları yüksek olduğundan ve gerekli düzeltmeler sürekli yapıldığından kurulan bilgi işlem sisteminin dayandığı temel sağlamdır. Gelişen bilgi işlem teknolojisi firma içi koordinasyonu ve haberleşmeyi destekler.

Etkin Planlama ve Kontrol Faaliyetleri: MRPII yaratılan senaryoların sonuçlarını büyük bir doğrulukla gösteren bir simülasyon aracıdır. Tüm işletme birimleri aynı veri tabanını kullandığından ve etkili geri besleme ile planlama ve kontrol faaliyetleri arasındaki ilişki yani denetim mekanizması sağlam çalışır.

İşletme Atmosferi: Etkin planlama ve kontrol faaliyetleri firmadaki belirsizlik ortamını ortadan kaldırır, karşılaşacağımız sürprizlerin sayısı azalır. Temel bir işletme prensibi olan şeffaflık sonucu yatay ve dikey bilgi akışları artar. MRPII gerçekten oturtulabildiyse dinamizm firma kültürünün bir parçası olur, çalışanlar arası etkileşimin etkinliği ve düzeyi artar.

Etkin Envanter Yönetimi: Envanter düzeyleri azalır, stok devir hızı artar, satın alma ve fason maliyetleri azalır. Envanterin kontrolü kolaylaşır.

Etkin Üretim Sistemi: Makine kullanım oranları artar, fazla mesailer azalır, kalite maliyetleri azalır, işgücü daha verimli kullanılır.

Etkin Dağıtım Sistemi: MRPII ile dağıtım kaynakları optimizm edilir ve dağıtım sistemi sayesinde müşteriden gelen bilgi akışı doğrudan planlamaya aktarılır. Üretim planlarındaki tahminler daha gerçekçi olur.

Müşteri Tatmini: Müşteriye yapılan teslimler zamanında, doğru miktarda yapılabilir, temin süreleri belirli hale gelir. Sistemin esnekliği müşteri tercihlerini

değerlendirmeyi mümkün kılar. Maliyetlerdeki azalmaların ürün fiyatına yansıması rekabet gücünü artırır.

3.10.2 İşletme Kaynakları Planlaması (Enterprise Resource Planning)

3.10.2.1 ERP' nin Tanımlanması

ERP'nin birçok farklı tanımı yapılabilir. Ancak, temelde tüm bu tanımlar aynı yönde birleşmektedir.

"ERP, İmalat, Dağıtım, Finans ve Satış Modüllerinin birbirinden tamamen farklı sistemler olduklarını kabul etmiş bir işletmenin bütününü, tek bir veri tabanı, tek bir uygulama ve tek bir kullanıcı ara yüzü ile değiştiren bir öneri paketidir. " **(Braggs, 1999)**

"ERP, organizasyonel hedeflerin gerçekleştirilmesi ve işletmenin tüm fonksiyonlarını bütünleştirmek için, işletmenin tüm ihtiyaçlarını, bir organizasyonun tüm süreçlerini göz önünde tutarak yöneten ve planlayan bir yazılım çözümüdür. " **(Kumar, 1998)**

"ERP, işletmenin stratejik amaç ve hedefleri doğrultusunda müşteri taleplerini en uygun şekilde karşılayabilmek için farklı coğrafi bölgelerde bulunan tedarik, üretim ve dağıtım kaynaklarının en etkin ve en verimli bir şekilde planlanması, koordinasyonu ve kontrol edilmesi fonksiyonlarını barındıran bir yazılım sistemidir." **(Durmaz, 1999)**

Planlama sisteminin uygulamaya aktarılmasında başlıca kullanılan araç bütçelerdir. Bütçelerin oluşturulması sürecinde işletmenin bölümleri kendi bütçelerini hazırlamakta ve bu hazırlık sırasında satış bütçesi esas alınarak gider bütçeleri oluşturulmaktadır. Yıl içinde ancak önemli değişmeler olması halinde altı ay veya üç aylık periyotlar ile revize bütçeler yapılmaktadır. Daha sonra faaliyetler bu bütçelere göre kontrol edilmekte ve sapma analizleri yapılmaktadır.

Müşteri talebinin sürekli nitelik ve nicelik olarak değiştiği ve bu değişimin tahmin edilmesinin ne kadar zor olduğu bilinen bir gerçektir. Faaliyetleri bu değişime uygun hareket edebilecek hale getirebilmenin yolu ERP yaklaşımından geçmektedir. Hem stratejik planlama çalışmaları ile belirlenen amaç ve hedeflere, hem de üretim ve

dağıtım kaynaklarımızın kapasite ve özelliklerine gereken ayrıntıda dikkat ederek, faaliyetlerimizi değişime duyarlı hale getirebilmek ancak ERP yaklaşımı ile olası olabilmektedir.

ERP'nin diğer bir özelliği, işletmenin coğrafi olarak farklı bölgelerde (yurt içi ve dışı) bulunan fabrikalarının, bunların tedarikçi firmalarının ve dağıtım merkezlerinin (depo) kaynaklarını eşgüdümlü olarak planlamasıdır. Bu çerçevede, hangi müşteriye ait hangi siparişin hangi dağıtım merkezinden karşılanması veya hangi fabrikada üretilmesi gerektiği, tüm fabrikaların malzeme ve hizmet ihtiyaçlarının nereden karşılanmasının uygun olacağı, fabrikaların elinde bulunan makine, malzeme, işgücü, enerji, bilgi vb. üretim ve dağıtım kaynaklarının nasıl eşgüdümlü ve ortaklaşa olarak kullanılabileceği belirlenmiş olmaktadır. Diğer bir değişle, müşteriye ait siparişin en kısa sürede, istenen kalite ve maliyette karşılanabilmesi için tüm bağlı işletmelerin dağıtım, üretim ve tedarik kaynaklarının kapasite ve özellikleri aynı anda dikkate alınmaktadır.

ERP fabrikalar arası entegrasyonu, fabrikalar bazındaki esneklik ilkesine uygun olarak gerçekleştiren bir sistemdir. Amaç fabrika bazında ademi merkezi yönetimin avantajlarından yararlanırken fabrikalar arası koordinasyonu ve entegrasyonu işletmenin temel stratejileri doğrultusunda sağlanmaktadır. Merkeziyetçiliğin derecesi farklı boyutlarda düşünülebilir. Örneğin tüm fabrikaların uzun vadeli satın alma kontratlarının merkezi olarak yapılması veya fabrikaların kendilerinin yapması öngörülebilir. Ancak zorunlu olarak talebin fabrikalara yönlendirilmesi, fabrikalar arası nakliyat, performans analizi, mali konsolidasyon merkezi olarak yapılmak zorunda olan faaliyetlerdir.

Sonuç olarak, ERP; işletmenin stratejik amaç ve hedefleri doğrultusunda müşteri taleplerini en uygun şekilde karşılayabilmek için farklı coğrafi bölgelerde bulunan tedarik, üretim ve dağıtım kaynaklarının en etkin ve verimli bir şekilde planlanması, koordinasyonu ve kontrol edilmesi fonksiyonlarını bulunduran bir yazılım sistemidir. Söz konusu planlama, koordinasyon ve kontroldeki temel ilke ve sistematik Üretim Kaynakları Planlaması (MRP II) ile aynıdır.

3.10.2.2 ERP'nin Alt Sistemleri

ERP birçok alt sistemi kullanan bir bütün yazılımdır. Bu yazılımları genel bir bakışta incelersek; **(Kumar, 1998)**

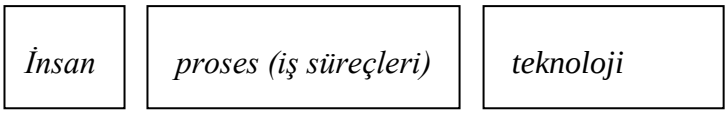
- Ambar Kaynakları Planlaması (Warehouse Resources Planning– WARP)
- Ana Çizelgeleme (Master Scheduling – MAS)
- Ana Üretim Programı (Master Production Schedule – MPS)
- Atölye Düzeyinde Kontrol (Shop Floor Control – SFC)
- Bilgi Yönetimi (Information Management – IM)
- Bilgisayar Destekli Süreç Planlama (Computer Aided Process Planning – CAPP)
- Bilgisayarla Destekli Üretim (Computer Integrated Manufacturing – CIM)
- İnsan Kaynakları Yönetimi (Human Resources Management – HRM)
- Kalite Sistemi Planlaması (Quality System Planning – QSP)
- Kapasite İhtiyaç Planlaması (Capacity Requirement Planning – CRP)
- Lojistik Planlama ve Yönetim (Logistic Planning and Management – LPM)
- Malzeme İhtiyaç Planlaması (Material Requirement Planning – MRP)
- Malzeme Listeleri (Bill of Materials – BOM)
- Ödenebilir/Tahsil Edilebilir Hesaplar (Accounts Payable/Receivable – APR)
- Satın Alma (Purchasing – PUR)
- Satış ve Pazarlama (Sales & Marketing – SM)
- Son Montaj Programı (Final Assembly Schedule – FAS)
- Şirket içi Raporlama Sistemleri (Reporting Systems Within Corporation – RSWC)

3.11 Müşteri İlişkileri Yönetim Sistemi (CRM)

CRM (Customer Relationship Management) Müşteri İlişkileri Yönetiminin birçok tanımı bulunmaktadır. CRM "müşterinin ihtiyaçları temel alınarak, işletmenin rekabet gücünü arttırmak için yeniden yapılanması" olarak tanımlanabilir.

CRM uzun dönemde müşterilerin ayıklanmasına ve ilişkileri optimize etmeye yardımcı olur. Yönetim biçiminin müşteri odaklı hale gelmesini, büyüyen ve değer katan müşterilerle ilişkileri korumak ve genişletmeyi sağlar. Bilgi toplama ve bu bilgiyi kullanma esasına dayanarak kişilere özgü satış kavramlarının kurumsallaştırır.

CRM sadece satış otomasyonu veya call center teknolojisi değildir. CRM stratejik planlama ve ileri teknoloji ile şirketlerin müşteri beklentilerine göre biçimlendirilmesidir. Müşteri ilişkilerinin istenildiği şekilde yürütülmesi için gereken ekstra zamanı sağlar.



Şekil 3.1 Genel CRM bileşenleri

CRM projeleri iş stratejilerin belirlenmesi ve bu stratejiler paralelinde uygun insan, proses, teknoloji üçlüsünün yapılandırılmasıdır. Genelde yapılan hata stratejilerin atlanıp yalnız insan, proses ve daha çok teknoloji bileşenlerinin üzerinde durulmasıdır.

CRM mimarisi üç unsur ile tanımlamıştır.

- Operasyonel CRM: İşletmenin operasyonel işleyişini içerir. Sipariş yönetimi, tedarik zinciri yönetimi, servis, satış otomasyonu, pazarlama otomasyonu, sahada servis, mobil satış. Pazarlama, satış faaliyetleri ile başlayan süreçte, siparişlerin alınması ve yerine getirilmesi, satış sonrası destek hizmeti kapsam içerisindedir.
- Analitik CRM: İşletme performans yönetimi, veri ambarı uygulamaları, operasyonel kısım ve temas noktalarında oluşan tüm bilginin derlenmesi ve analiz edilmesidir.

- İşbirlikçi (Collaborative) CRM: Müşteri temas noktaları yönetimi olarak Telefon/ses, internet, faks/mektup, yüz yüze/doğrudan temas kullanılır.

3.12 Kalite Güvence Sistemi (ISO9000)

TS 9005 / ISO 8402'e göre kalite güvencesinin tanımı şöyledir: "Ürün veya hizmetin, kalite için belirlenen istekleri karşılamak maksadıyla, yeterli güveni sağlaması için gereken planlı ve sistematik faaliyetlerin bütünüdür."

Bir kurumun, mal veya hizmetlerin pazara girmesini sağlamak için kullanabileceği ve bunu yaparken ekonomik bir yarar sağlayabileceği birçok strateji bulunmaktadır. Bu stratejilerden bir tanesi son yıllarda, özellikle etkili olması bakımından, çok belirginleşmiştir. Bu, kalite güvencesidir. Kalite güvencesi, bir kuruluş içerisinde yönetim aracıdır. Sözleşme ortamlarında ise tedarikçinin güven sağlamasına hizmet eder.

Ortaya konulan ister bir ürün olsun ister bir hizmet, kalite tüm kuruluşlar için başarıya giden yolda bir "katalizör" olarak ortaya çıkmaktadır. Kalite, kuruluşun pazardaki yerini geliştirirken aynı zamanda da kendi içinde verimliliği artırır. Kalite güvencesi kuruluşa parasal bir maliyet getirmez; tam tersine para tasarrufu sağlar. Doğru uygulanan bir kalite güvencesi, var olan verimsizlikleri önler ve kusurlu malzemenin reddedilmesi veya kullanılması, yükselen stok seviyeleri, geciken ödemeler, yeniden sevk maliyetleri, kötü hizmet, hurda ve yeniden işleme gibi kusurlarla bağlantılı maliyetleri önler.

ISO, merkezi Cenevre'de olan International Standarts Organizations'ın kısaltılmış adıdır. ISO, 91 ülkenin ulusal standartlarını içerir. Amacı standartlaşmayı bütün dünyada ve her alanda yayarak uluslararası ürün ve hizmet ticaretinde kolaylıklar sağlamaktır. ISO 9000 standartları ise, kalite yönetimi ve kalite kontrolüne ilişkin ISO tarafından uluslararası standart olarak onaylanıp yayınlanan ve halen AB ülkelerinde de uygulanmakta olan uluslararası yönetim kalitesi standardıdır. TS-ISO 9000 kalite standartları serisi, tedarikçi firmalar, bunların müşterileri ve belgelendirme kuruluşlarının kullanımı için yayınlanmış ISO 9000 kalite standartları serisinin tam bir çevirisidir.

ISO 9000 standartları genel bir çerçevede yazıldıkları için, endüstrinin her alanında kullanılabilir niteliktedirler. ISO 9000 serisi standartların her çeşit iş kolu ile (ister elektronik, çelik, kimya veya kağıt gibi imalat sektörleri olsun, ister sigorta, bankacılık ve taşımacılık gibi hizmet sektörleri) ilgisi olması amaçlanmıştır. Bu seri standartları tüm bu sektörler için bir kalite sistem modeli sağlar, tüm ürünler ve hizmetler için geçerlidir.

Bu standartlar tedarikçi firmaların uygulayacakları kalite sistemlerinde ne gibi şartlar arandığını belirtir. Bunlar sadece birkaç firmanın değil, Türk sanayisini oluşturan tüm firmaların yerine getirebilecekleri ve ihtiyaç duyabilecekleri genel şartları içeren uygulanabilir standartlardır. ISO 9000 kalite standartlarının şartları, söz konusu firmada çalışan işçi sayısına bağlı olmaksızın uygulanabilir. Bu standartlar, temel disiplinleri tanımlamakta, ürün veya hizmetlerin müşteri ihtiyaçlarını karşılamasını sağlayan prosedürleri belirtmektedir. ISO 9000 kalite güvencesi ile tüm iş süreçlerinde sürekli iyileşme anlayışını yerleştirerek bir yandan müşteri ihtiyaçlarını en üst düzeyde ve en uygun maliyet koşullarında karşılarken, bir yandan da kuruluşun toplam performansını etkileyen göstergelerde büyüme sağlanabilir.

ISO 9000 kalite standartları serisi, kaliteye önem verdiğiniz ve kalite ihtiyaçlarını karşılayabileceğinizi müşterilere kanıtlamak etkin bir kalite sistemini kurmak ve sürekliliğini sağlamak konusunda yol gösterir. ISO 9000 kalite standartları serisinin kullanımı, firmada kalite yönetiminin iyileştirilmesini, faaliyetlerin daha iyi planlanmasını, problemlerin daha hızlı çözülmesine, kaynakların verimli kullanımıyla verimliliğin, kazancın artmasını, maliyetin azalmasına yardımcı olur. Kalite Standartlarını uygulamakla kalitenin her aşamada oluşmasına güvence sağlamak öncelikle müşterileri tatmin edecektir. Standarda göre, oluşturulan dokümantasyon ve üretimin her aşamasında uygulayabilen kayıt sistemi ile ürün ve proses geliştirilir. Firma, beyan ettiği kalite sistemi çerçevesinde üretim yapacağından ve hizmet vereceğinden, ürün ve hizmet sorumluluğu dışında doğabilecek sorunlarla uğraşmaktan da kurtulur.

ISO 9000 kalite yönetimi ve kalite güvencesi standartları seçim ve kullanım kılavuzudur. Bir kuruluş hangi standartlar çerçevesinde sertifika alması gerektiğine bu kılavuza göre karar verir. ISO 9000 standardı, firmaların kalite sistem modelini kolaylıkla ve verimlilikle uygulayabilmesini sağlamak amacıyla konu bazında bazı

bölümlere ayrılmıştır. Bu çerçevede yer alan model standartlar ISO 9001, ISO 9002 ve ISO 9003'dür. Aşağıda, her birine kısaca değinilmiştir.

ISO 9001 Kalite Sistemleri Tasarım / Geliştirme, Üretim ve Hizmette Kalite Güvencesi Modeli: Bu model standart, kuruluş tarafından olan tasarım / geliştirme, üretim, tesisat ve hizmet gibi değişik kademelerde belirlenen isteklerin yerine getirildiği konusunda güvence vermek amacıyla kullanılır. Üç model standart içinde en kapsamlı olanıdır. Bir kuruluş, bir ürünün tasarımını, geliştirmesini, üretimini montajını ve servisini yapıyorsa, bu model standart geçerlidir. Mühendislik firmaları, inşaat firmaları ve üretime yönelik tasarım yapan firmalar, bu sistem dahilinde sertifikaya başvurabilirler.

ISO 9002 Kalite Sistemleri Üretim ve Tesiste Kalite Güvencesi Sistemi: Bu model standart, ISO 9001'deki standardın 4.4 maddesi olan tasarım maddesini içermez. Başka bir deyişle, bu model standart, bir malın üretimini ve / veya montajına ilişkin kalite güvenilirlik standartlarını içerir. Çoğu kimyevi madde, yiyecek üreten firmalar bu sistem dahilinde sertifikaya başvurabilirler.

ISO 9003 Kalite Sistemleri Son Muayene ve Deneyler için Kalite Güvencesi Modeli: Bu model standart, bir ürün ve / veya servisin en son kontrolüne ve test edilmesine ilişkin kullanılır. Bu model standartta yer alan maddeler, müşteri tarafından belirlenen isteklere uygunluğu, sadece son kontrol ve test yoluyla ispat etmeye ilişkin maddelerdir. Küçük firmalar, yan kuruluşlar, laboratuarlar ve distribütörler bu sistem dahilinde sertifikaya başvurabilirler.

3.13 Toplam Kalite Yönetimi (TKY)

Toplam Kalite Kontrol Yönetimi (TKKY) ya da Toplam Kalite Yönetimi (TKY) "Bir kuruluşta üretilen mal ve hizmetlerin işletme süreçlerinin ve personelin sürekli iyileştirilmesi ve geliştirilmesi yolu ile optimum maliyet düzeyinde önceden belirlenmiş olan müşteri ihtiyaç ve beklentilerini tüm çalışanların katılım ve kendilerinden beklenen yükümlülükleri yerine getirmeleri yolu ile karşılanarak işletmenin toplam performansının iyileştirilmesi stratejisi" şeklinde tanımlanabilir. **(Çetin, Akım ve Erol, 2001)**

Toplam Kalite Yönetimi, organizasyondaki pazar araştırma, araştırma-geliştirme, ürün ve hizmet operasyonlarını planlama, malzeme tedariki, üretim ve hizmet gibi kalite faaliyetlerine bütünsel olarak sistematik yaklaşmadır. Tüm bu aktivitelere bir bütün olarak yaklaşıldığında üretilen ürün veya hizmetin en ekonomik olarak müşteri ihtiyaçlarını karşılamasıdır.

Toplam kalite yönetimi yaklaşımının ana felsefesi, herhangi bir kurumda çalışan herkesin katılımıyla, sürecin sürekli olarak iyileştirilmesi ve geliştirilmesi temeline dayanır. Burada amaç belli bir standardı tutturmak değil, seviyeyi sürekli ve hızlı bir tempoda geliştirmektir.

İşletme içinde katılımcı ve işbirlikçi anlayışı esas alma, çalışanların potansiyellerinden en yüksek derecede yararlanma ve ülke için iyi olan sosyal paydaşlarda buluşma bu anlayışın temel taşlarını oluşturmaktadır.

Toplam kalite anlayışının unsurlarını ise aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Üst yönetimin liderliği,
- Vizyon,
- Vatandaş odaklılık,
- Çalışanların eğitimi,
- Tam katılım ve çalışanların kenetlenmesi,
- Süreçlerin iyileştirilmesi,
- Verimlilik,
- Etkinlik artışı,
- Sıfır hata,
- Önlemeye dönük yaklaşım,
- Birimler bazında kalite.

4. İMALAT PARAMETRELERİ

4.1 Ürün (Parça) Tasarım Performansı

Ürün tasarımı dikkatli bir şekilde yerine getirilerek ve tasarım aşamasında süreçle ilgili konular göz önüne alınarak üretim süreci basitleştirilir ve ürün hattı genişletilir. Bunun için modüler tasarım, basitlik, standardizasyon, üretilebilirlik ve montaj kolaylığı konularına ağırlık verilir. Örneğin; Tam zamanında üretim sistemlerinde hedef pazar ve müşterilere sunulan alternatifler daraltılmıştır. Ürün çeşidi sınırlı tutulur, standart çıktılar tasarlanır ve tasarımlar zaman içinde iyileştirilir. Her bir ürünü oluşturan parça ve alt montajlar da standarttır ve bunlar da zaman içinde basitleştirilir ve iyileştirilir. Çünkü her bir iş merkezinde işlenecek parça çeşidinin yüksek tutulması farklı parçalardan stok birikimine yol açacaktır.

Bir ürün tasarımcısın hedefi, yüksek kaliteli, dayanıklı, tüketiciye kullanım kolaylığı sağlayan, estetik ve beklentileri karşılayan özellikleri sağlayan ürün tasarlamaktır. Bununla birlikte tasarımcı bağımsız davranamamakta ve çeşitli yönlendirmelerle tasarımına yol vermektedir. Bu yönlendirmelerden en önemlisi; firmanın pazarda kendisi belirlediği yer ve bu yere uygun fiyattır.

Ürün stratejisi kararları, pazarın ve ürünün sağlaması gereken özellikleri iyi anlamaktan ve bunları etkili bir tasarım çözümüne kavuşturma yeteneğine sahip olmaktan geçer. Ürün tasarımı bir süreçtir ve sırasıyla ürün seçimi, fikir üretimi, ilk taslaklar, ürünün kağıt üzerinde tasarımı ve geliştirilmesi, prototip testi, final ürün ve üretim süreci tasarımı aşamalarını içerir.

Parça ve ürün tasarımının teknik boyutuna bakıldığında CNC (Computer Numerical Control) sistemleri daha kullanışlı, hızlı ve daha doğru parça üretiminde kullanılmaya başlanıldığı görülmektedir. Grafik ekranda tasarlanmak istenilen parçanın katı modeli oluşturulup gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra, değişik

şekillerde üretimi yapılabilmektedir. Bu şekilde ürün tasarımında kısa geliştirme zamanları ve düşük maliyetler elde etmek mümkün olabilmektedir. Bunun yanında bilgisayar ortamında analiz ve simülasyon imkanları kullanılarak daha doğru ve güvenilir tasarımlar yapılabilmektedir. Tüm bunlar uzun tasarım sürecini en aza indirmiştir.

Bilgisayar sistemlerinin imalatta, katı model parçalar oluşturma, tanımlama, analiz ve tasarımın optimizasyonu gibi işlerde kullanılması CAD (Computer Aided Design) olarak adlandırılır. Bu sistemler genel olarak yazılım ve donanım kısımlarından oluşur. Yazılım kısmı, parçaların gerilme-şekil değişimi analizinin yapılabildiği programlar, mekanizmaların dinamik cevapları, ısı transferi hesapları ve NC parça programlama gibi modülleri kapsamaktadır. CAM (Computer Aided Manufacturing) olarak isimlendirilen süreç ise, bilgisayar sistemlerinin planlama, yönetme ve bir imalat işleminin kontrolünün doğrudan ya da dolaylı olarak kullanılmasıdır.

4.2 Üretim Planlama Performansı

Üretim planlamasının amacı; üretim sürecinde yapılmakta olan faaliyetleri minimum maliyetle gerçekleştirerek ve zamanında üretim yaparak tüketici taleplerini karşılamaktır. Üretim planlamasının bu amaçları sağlayabilmek için aşağıdaki alt amaçları yerine getirmesi gerekir.

a) Hammadde, yardımcı malzeme ve işletme malzemesini, üretim yapabilmek üzere istenilen miktar, zaman ve yerde hazır bulundurmak üzere planlama yapılmalıdır.

b) Mevcut makine, araç-gereç ve teçhizatı verimli bir şekilde kullanarak iş akışı ve iş sıralamasını gerçekleştirerek daha ekonomik bir üretim yapılması sağlanmalıdır.

c) Pazarlama araştırmasıyla elde edilen bilgilere göre istenilen miktar ve kalitede üretim yaparak, tüketicilerin ihtiyacı karşılanmalıdır.

d) İşgücü kullanım verimliliği arttırılarak üretim yapılması sağlanmalıdır.

e) Üretim sisteminin alt sistemleri, öteki sistemler ve bölümler arasında bilgi alışverişini sağlamak üzere iletişim sistemi kurulmalıdır.

f) Bütün siparişleri karşılayabilmek amacıyla zamanında yeterli üretim yapılması sağlanmalıdır.

g) İşletmenin mamul stokları pazarın ihtiyacını karşılayacak düzeyde tutulmalıdır.

Üretim planlamasında bilgisayar sistemleri kullanılarak yukarıdaki amaçlar kolaylıkla gerçekleştirilebilir. Böylece işletmenin etkin ve verimli üretim yaparak rakip işletmelerle rekabet etmesi ve pazarın önemli kısmını ele geçirmesi sonucu toplam karını maksimum düzeye çıkarabilmesi sağlanır.

Üretim planının hedefi; satış planının aksamasız gerçekleşmesi için üretim hızlarının ve önceliklerinin belirlenerek uygulanmasıdır. Bu çalışma üretilecek ürünler için "ne, ne kadar, ne zaman" çalışmasıdır. Üst yönetim tarafından onaylandığı andan itibaren gerçekleştirme sorumluluğu üretim ile ilgili en üst düzey yöneticinin sorumluluğundadır.

$$\text{Üretim Planı Performansı} = \frac{\text{Gerçekleşen Üretim}}{\text{Planlanan Üretim}} \qquad (5.2)$$

4.3 Tezgah Hazırlık Performansı

Tezgah operasyonlarına ait tezgah hazırlık süreleri ile ilgili bir örnek Tablo 4.1 'de sunulmuştur. Bu tabloda tezgah operasyonuna ait; işlem no, hazırlık işlemi adı, bu işlemin standart süresi ve bu işlemin her tekrarda yapılıp yapılmadığı (eğer her tekrarda bu işlem zorunlu olarak yapılıyorsa Z (zorunlu) ile kodlanmıştır.) bilgileri yer almaktadır. Bilgisayar programında zorunlu olan hazırlık işlemlerinin süreleri toplamı, efektif işleme süresini (tg) oluşturan yardımcı süreyi (tv) oluşturmaktadır. Zorunlu olmayan hazırlık işlemleri süreleri toplamı ise esas hazırlık süresini (trg) oluşturmaktadır.

Günümüzde otomatik ve sayısal denetimli (NC ve CNC) tezgahların hızla yaygınlaşması bu tezgahlardan çok değişik tiplerin üretimini de beraberinde getirmiştir. Ancak, konvansiyonel tezgahların hazırlık sürelerinin 0.2 ile 0.5'i arasındaki bir sürenin otomatik ve CNC tezgahların hazırlık sürelerine karşı geldiği pratikte bilinmektedir **(Gupta, 1993)**

Tablo 4.1 Tornada Tezgah Hazırlık İşlemleri

İşlem No	Hazırlık İşleminin Adı	Süre (Dak.)
1	Takımhaneden gerekli aletlerin alınması	5. 0
2	Tezgaha kılavuzun bağlanması	6. 0
3	Kılavuzu alıp takımhaneye götürmek, yenisini almak yerine takmak ve denemek	10. 0
4	İş parçasının ayna merkezine göre ayarlanması	2. 0(Z)
5	Tezgah hızının değiştirilmesi	0. 1(Z)
6	Kılavuzun elle başlatılması punta başlığının yanaştırılması	2. 0(Z)
7	Tezgahın çalıştırılması	0. 2(Z)
8	Kılavuzun geri çekilmesi parçanın temizlenmesi	1. 0(Z)
9	Tezgahın durdurulması	0. 02(Z)
10	Kılavuz salınan deliğin kontrolü	0. 3(Z)
11	Parçanın tezgaha bağlanması sökülüp yerine konması	0. 4(Z)

*(Z) bu hazırlık süresinin, bu operasyonun her tekrarında zorunlu olarak hesaba katılacağını göstermektedir.

4.4 Üretim İçi Taşıma Performansı

Üretim içi taşıma performansı ürünün üretim sırasında bir yerden diğer yere taşınması için geçen süre ile ilgili performans ölçüleridir.

Bir taşıma sistemi çeşitli iş istasyonlarını birbirine bağlayan bir araçtır. İş parçaları taşıma sistemine girer ve ilgili montaj istasyonlarına taşınırlar. Daha sonra aynı parçalar kalite testlerinin yapılması için kalite kontrol istasyonlarına iletilirler. Eğer kalite kontrol sonuçları olumsuz ise, parçalar tamir istasyonlarına gitmektedirler. Daha sonra yine test istasyonlarına gelmektedirler. Eğer tüm testler olumlu ise parçalar taşıma sistemi ile daha sonraki operasyonun yapılacağı yere götürülürler. Her bir iş istasyonu iş parçasını tanıyıp üzerinde daha önceden belirtilen operasyonu

yerine getirmek için kendi kontrol sistemine sahiptir. Aynı şekilde taşıma sistemi de kendi kontrol sistemine sahiptir. Bu kontrol sistemi üretilmek istenen ürünü elde etmek için parçanın gitmesi gereken iş istasyonlarını belirler ve konveyör kullanarak her bir parçayı ilgili iş istasyonunun giriş kısmına ulaşmasını kontrol eder. Aynı zamanda test istasyonlarından gelen kalite kontrol verilerini analiz eder ve bir parçanın tamir istasyonuna, test istasyonuna veya çıkışa gidip gitmeyeceğine de karar verir. Bu kontrol yapısı ile parçalar işlenmekte, kontrol edilmekte ve gerekirse tamir edilmektedir. Bununla birlikte, bu yapı rijit bir kontrol şemasını göstermektedir. Ama ürün, operasyonlar ve yerleşim ile ilgili değişiklikleri yapma esnekliği sınırlıdır. Bir BDİ yapısı bir organizasyonun nasıl kontrol edilebileceğini tanımlamaktadır. Bu yapı tamamen bilgisayar destekli hale getirilmiş imalat kontrol sistemi olarak da yorumlanabilir. **(Biemans ve Vissers, 1991)**

4.5 Üretim İçi Bekleme Performansı

Üretim içi bekleme performansı, ürünün işlem görme, taşıma, kontrol gibi unsurlar için beklediği süre ile ilgili performans ölçütüdür.

Üretim içi bekleme süresinde malzemenin İstasyonda Kalış Süresi (DTD) önemli bir parametredir. Bu süre bir malzemenin bir istasyona girip istasyondan işlemi tamamlanmış olarak çıkmasına kadar geçen zamandır.

Malzemenin istasyonda kalış süresi, daha az malzemenin elle işlenmesini ve depolanmasını gerektiren azalan envanter miktarıyla geliştirilmiştir. İlk zamanda doğru yapılabilirliğin artmasına ve hatalı parça çıkma şansını azaltmasıyla sonuçlanır.

Malzemenin istasyonda kalış süresinin azaltılması, ürünlerin tam zamanında teslim edilmesi hedefini destekler. Daha az malzemenin elle işlenmesi, teslim sürelerinin uzamaması, hatalı ürün çıkmaması ve envanter taşıma maliyetlerinin tamamı toplam maliyeti azaltır.

Aşağıdaki denklem sayesinde malzemenin istasyonda kalış süresi hesaplanabilir.

$$DTD = \frac{\text{Toplam takip edilen parça sayısı}}{\text{Hat sonu oranı}} \qquad (4.1)$$

Bu zamanı azaltmak için takip edilen parça sayısı azaltılmalıdır. Hat sonu oranı arttırılmalıdır. Bütün işlemler için katma değer yaratan ve katma değer yaratmayan işlemler için analiz yapılmalıdır. Böylece bu sürenin zamanını oranının belirlenmesi sağlanır. Bu da tampon zaman (işlenmiş parça ve bitmiş prosese göre depolamadaki değerini içeren zaman) transfer zamanı, yeniden işleme ve kontrol zamanı ve katma değer katan zamandır.

Bu zamanın belirlenen hedef olan bir veya bir günden az tutulmasını sağlar. 15 günlük teslim süresi olan ürün için toplam DTD zamanı 1 gün veya daha az olmalıdır.

4.6 Üretim İçi Muayene Performansı

Üretim içi muayene performansı, ürünün istenilen kalitede bulunması, eğer bu seviyede değilse, istenilen kaliteye gelinceye kadar yapılan çalışmalar için harcanan süre ile ilgili performans ölçütüdür.

Ürün muayenesi ile ilgili olarak, eğer ürün istenilen kalitede değil ise işletme hatalı mamul üretme, artık miktarında çoğalma, üretim duraksamalarında ve istenilen çıktı miktarlarında istenilen seviyeye ulaşamama gibi problemlerle karşılaşır. Bu problemleri en aza indirmek için aşağıdakiler gerçekleştirilmelidir.

a) İstenilen kaliteye uygun ilk madde ve malzeme tedariki

b) İşçilerin kalite kontrolü konusunda bilinçlendirilmesi

c) Hatalı ve kusurlu parçaların görünmesinin sağlanması

d) İşçilere bir kusur saptadıklarında üretimi durdurma yetkisinin verilmesi

e) Tüm parçalara uygunluk ölçüm ve muayenelerin yapılması

4.7 Toplam İmalat Zamanı Kullanımı

Bir imalat hattındaki toplam imalat süresinin bulunabilmesi için her bir tezgahtaki işlem süresinin hesaplanması gerekmektedir. Tezgahın (iş istasyonunun) işlem süresinin analizi ve hesaplanması simülasyon çalışmaları ile tespit edilmektedir. Hat analizinin en önemli girdisi olan bu süre genelde tahmini bir değer olarak yerine konur. Kritik çevrim süresinin bulunmasında kullanılan, her tezgah için toplam işlem süresinin hesaplanma sistematiği aşağıda sunulmuştur.

Toplam işleme süresi hazırlık süresi (tr) ve parça süresi (te) olmak üzere ikiye ayrılır. Hazırlık süresi parça sayısına bağlı olmayan, imalat resimlerinin ve teknolojik planların incelenmesi, iş yerinin hazırlanması, tezgah ve takımların ayarlanması gibi tüm hazırlık sürelerinin toplamıdır. Hazırlık süresi, esas (trg) ve yardımcı (trv) hazırlık sürelerinden meydana gelir. Esas hazırlık süresi talaş kaldırma işleminin tekniği ile ilgili hazırlık sürelerini; yardımcı hazırlık süresi ise işin tekniği ile ilgili olmayan fakat ona organizasyon yönünden yardım eden (Örneğin; iş yerinin hazırlanması, takımların ve ölçü aletlerinin belirli bir sıraya konulması) hazırlık sürelerini kapsar. Çalışmalarda genelde yardımcı hazırlık süresi, esas hazırlık süresinin %10u olarak kabul edilir. Parça süresi, parça sayısına bağlı olan ve parçayı işlemek için harcanan süredir. Parça süresi etkin işleme süresi (tg) ve kayıp süre (tn); efektif işleme süresi ise, esas işleme süresi (th) ve yardımcı süre (tv) den oluşur. Etkin işleme süresi (tg), bir parçanın işlenmesi için harcanan etkin süreyi ifade eder. Bu süreyi oluşturan esas işleme süresi, takımın talaş kaldırması esnasında harcanan süredir. Yardımcı süre ise, işi tezgaha bağlamak ve sökmek, tezgahı çalıştırmak ve durdurmak, takımı işin başlama noktasına getirmek, aşınan takımları değiştirmek ve takımları ayarlamak için sarf edilen sürelerin toplamıdır. Kayıp süre işleme faaliyeti ile doğrudan ilgili olmayan, işin gelmesini beklemek, işçinin dinlenmesini ve kişisel gereksinimlerini gidermek için gereken süreleri kapsar. Çalışmalarda kayıp sürenin etkin işleme süresinin yaklaşık %15'ini oluşturduğu kabul edilir

Toplam işleme süresi, bir parçaya veya partiye göre ifade edilebilir. Partiyi oluşturan parça sayısı k ve efektif işleme süresi, parça süresi ve hazırlık süresi şeklinde ifade edilir. Toplam işleme süresini oluşturan sürelerden sadece esas işleme süresi hesaplanabilir. Diğerleri tecrübe ve ölçme yoluyla belirlenerek toplam işleme süresine veya esas işleme süresine göre yüzde (veya oransal) olarak verilirler.

4.8 Bakım Performansı

Belirli periyodik aralıklarla tezgah ve ekipmanlarının gözden geçirilmesi işlemine "bakım" denir. CNC takım tezgahlarında kullanılan elektronik devre elemanları konvansiyonel tezgahlarda kullanılanlarla kıyaslandığı zaman fazla sayıda oldukları görülür. Elektronik elemanlar için titiz kullanım ve sağlıklı çalışma ortamları gerekir.

Tezgah ve sistemlerinin bu kadar gelişmelerine paralel olarak bakım ve onarımları ile ilgili bazı kolaylıklar da geliştirilmiştir. Tezgahta meydana gelebilecek herhangi bir arıza (Motorun aşırı yüklenmesi, yağlamanın yetersizliği, filtrelerin pis oluşu, aşırı ısınmalar vb.) anında tezgah kontrol panelinde sinyal yada mesaj şeklinde operatöre bildirilir.

Bakım konusunda inisiyatif operatöre bırakılmıştır. En kısa zamanda bakımın yapılması ve olumsuzlukların giderilmesi gerekir. Aksi halde böyle bir tezgahda her hangi bir programı çalıştırarak parça imalatı mümkün değildir.

CNC sistemleri pahalı sistemler olduğu için meydana gelebilecek arızalar anında tespit edilip giderilmelidir. Aksi halde arızalar büyük boyutlara ulaştığında giderilmeleri hem masraflı olacak hem de tezgahın imalat dışı kalması sonucu üretimde önemli aksamalar meydana gelecektir.

Arızaların kısa sürede tespitinde hata teşhisi (Fault Diagnosis) yöntemi uygulanır. Bu teşhiste tezgah kontrol ünitesinin yönelteceği sorulara cevaplar verilir. Operatörün vereceği cevaplara göre arıza kontrol ünitesi tarafından belirlenir.

Genelde CNC tezgahlarında oluşan arızalar toz, aşırı yağ, rutubet ve ısı gibi basit nedenlerden kaynaklanır. Ayrıca titreşim gibi benzer nedenlerle devre elemanlarının bağlantı yerlerinde gevşemeler olabilir. Bu bağlantıların kontrol edilerek uygun konumda takılmaları çoğu kez yeterlidir.

Konum ölçme sistemlerinin hassas yüzeyleri yağlanmış yada tozlanmış olabilir. Genellikle bu kısımların temizlenmeleri arızaların giderilmesi için yeterlidir. Bu nedenle mekanik çarpma, kırma, yakma vb. zarar vermeler dışındaki arızalar çok basit olan toz alma ve temizleme işlemleri ile giderilir.

Yukarıda açıklanan nedenlerden dolayı CNC tezgahlarının bulundukları ortamların temizliği son derece önemlidir. Tezgahın eksen hareket bölgeleri temiz ve yeterince yağlı bulunmalıdır. Gerektiğinde açılıp temizlikleri yapılmalı aksi halde en basit nedenlerle tezgahın uzun süre hizmet dışı kalması kaçınılmazdır. Günümüzde bakım iki seviyede yapılır;

a) Planlı bakım,

b) Koruyucu bakım.

Her iki seviyedeki bakım bu alanda uzman olan teknik elemanlar tarafından yapılmalıdır. Bu kişiler;

- Özellikle elektronik alanında yeterli teknik ve pratik bilgiye,
- Belli bir mesleki tecrübeye,
- Dijital elektronik bilgisine,
- Ölçme ve test cihazlarını kullanma becerisine,
- Mini ve mikro bilgisayarlarla ilgili yeterli teknik bilgilere,

sahip olmalıdır.

CNC tezgahlarında bakım çeşitleri aşağıdaki gibidir:

Haftalık Bakım:
Bu tür periyodik bakımda kısa test programları çalıştırılır. Tezgah miline verilecek devir sayısı ve ilerleme hızları minimum ve maksimum değerler arasında girilerek denenir. Bu testlerde elde edilen bulgular not edilir, nedenleri araştırılıp giderilmeye çalışılır. Tezgah ve çevre ekipmanları üzerinde bulunan bütün fanların yeterli hava sirkülasyonunu sağlayıp sağlamadıkları araştırılır. Delikli kağıt şerit sürücü ve tekerlekleri kontrol edilir. Okuyucu kafa, kanal ve tırnakları düzenler.

Aylık Bakım:
Aylık periyodik bakımda bir iş parçası programı talaş kaldırmadan çalıştırılarak test edilir ve eksen hareketleri izlenir. Manüel olarak yağlanması gerekli olan yerler yağlanır. Bütün devre bağlantılarının uygun şekilde takılı olup olmadıkları kontrol edilir. Ölçme sistemlerinin muhafazalar çıkarılır, varsa pislik ve yağlar temizlenir.

6 Aylık Bakım:

Birbirleriyle karşılıklı bağımlılığı olan hız, voltaj ve bunları izleyen hatalar ölçülür. Elde edilen veriler ilk montajda ölçülen değerlerle kıyaslanır. Hava ve yağ filtreleri vb. elemanların kontrolü yapılır, temizlenir ve gerekirse yenisi ile değiştirilir.

Yıllık Bakım :

CNC sistemlerindeki her bir devre ve devre elemanının mükemmel olup olmadığına bakılır. Kontak noktalarının temizliği gözden geçirilir. Kapılar ve sızdırmazlık elemanları, bağlantı vidalarının sıkılı olup olmadıkları kontrol edilir. Tezgah konsolu vakumlu temizleyici veya yumuşak fırçalarla temizlenir. Delikli kağıt şerit okuyucusunun çalışma durumu, tezgahın hassasiyet değerleri kontrol edilir. Güç kaynağı (Power Supply) voltaj çıkışının uygun olup olmadığına bakılır. Bir parça programı test edilerek tüm fonksiyonların doğrulukları araştırılır.

CNC tezgahlarındaki koruyucu bakım konusunda da en az diğer tür bakımlarda olduğu kadar azami dikkat gösterilmelidir. Çünkü yapılacak olan basit ihmal ve hatalar tezgahın sağlıklı çalışan elemanlarının hizmet dışı kalmalarına sebep olur.

Koruyucu bakım konusunda aşağıdaki hususlara titizlikle uyulması gerekir;

- Sağlıklı çalışan parçalar kurcalanıp ayarları değiştirilmemelidir.
- Verilen her türlü sinyal ya da mesajlara kesinlikle uyulur. Bunlar paslanma, bağlantılarda gevşeme, kirlenen kontaklarla ilgili olabilir.
- Gerekli kısımlar dikkatle yağlanır. Asla fazla yağ kullanılmaz. Fazla yağ yağsızlıktan daha zararlıdır.
- Teşhis ve testler talimatlara uygun olmalı.
- Bozuk parçaların tamiri yerine yenisi ile değiştirilmeleri tercih edilmeli.

Koruyucu bakımın üç ana fonksiyonu vardır;

- Temizleme
- Yağlama
- Kontrol

4.9 Hatalı Parça Üretimi

Yanlış, eski revizyon tezgah program veya takım ofseti yüklemekten kaynaklanan hatalı parça üretimi ve hatalı parçaların kalite kontrolü için harcanan kayıp zaman ve malzemelerin verimliliğe olan etkisi her zaman imalat performansı konusunda dikkate alınması gereken değerlerdir.

İşçiler büyük partiler yerine küçük partilerle çalıştığında, mamuldeki hatayı görmeleri kolaylaşır. Özellikle işçiler uzmanlıklarına göre bölümleştirildilerse, işçi bir öncekinden kendisine ulaşan parçadaki hatayı anında görüp buna anında müdahale edebilir. Bu da hatalı parça oranını düşürür.

Her seferinde mükemmel parça üretmek için Poka Yoke adı verilen adı verilen otomatik hata yakalayıcılarla, hatalı parçaların bir sonraki iş istasyonuna gitmesi engellenir.

4.10 Takım İhtiyacı

Üretim sistemlerinin esneklik düzeyi, parça ailelerini üretmek için kullanılan NC tezgahların kapasitelerine bağımlıdır. Bu durum çok sayıda takımla çok sayıda prosesin yerine getirilmesi ihtiyacını ortaya çıkarır.

CNC tezgahlarının en önemli özelliklerinden birisi çok yüksek talaş kaldırma debilerine sahip olmalarıdır. Bu tezgahlarda, bu işlemleri yapabilecek takımların olması oldukça zor görülmektedir. Buna bir saniyeden daha az olan ayarlama süresini ve yaklaşık beş saniye süren otomatik takım değiştirme işini de eklendiğinde, üretim mühendislerinin neden nümerik kontrollü işlemede en can alıcı konunun takımlar olduğunun düşünülmesi gereği daha iyi anlaşılmaktadır.

Küçük çaplı delik delme, kılavuz çekme, raybalama, punta deliği ve kama kanalı açma gibi işlemlerde yüksek-hız çeliği (HSS) takımlar kullanılmasına rağmen, CNC ile işlemede, genellikle sinter karbür (Karbit) takımlar kullanılmaktadır.

Bu tezgahlarda kullanılacak takımlarda aranan fiziksel özelliklerin başında, 600°C'ye kadar çıkabilen metal kesme sıcaklığındaki malzemenin sertliği ve tokluğu gelmektedir. Yüksek- hız çelikleri, sinter karbür'den daha tok olmasına karşın onun

kadar sert değildir. Bu nedenle, bunlar yüksek hızlardaki talaş kaldırma tekniklerinin şartlarını yerine getirebilecek yeni karbür türlerinin geliştirilmesi için yoğun araştırmalar yapılmaktadır.

Pahalı olan CNC tezgahlarının verimli kullanımı, oldukça metodik takım kullanımı yaklaşımını gerektirir. Tezgahtaki orijinal veya yedek takımın parça programındaki takıma karşılık gelmesi gereklidir. Bu nedenle programlamada çalışan kişiler arasında yakın bir işbirliği sağlanmalıdır.

Etkili bir takım kontrolü, aşağıdaki fonksiyonları sağlamalıdır;

- Aşınmış, hasarlı uçların değiştirilmesi, uygun olduğunda bileme yapılmasını içeren iyileştirme
- Boyutlandırma, ön-ayarlamayı içeren hazırlık
- Kullanıma kadar stoklama
- Taşıma
- Tezgahta koruma

Takımlar kullanılmadıklarında, ağır-iş çelik raflarında tanım kartlarıyla birlikte depolanmalıdır. Depolanan takımlar özel iş veya genel amaçlı olabilir. Hangisi olursa olsun, bu takımlar boyutsal özellikleri, uygulamaları vs. içeren bilgileri ile belirlenmelidir. Aynı zamanda hem parça programcısına hem de operatöre referans sağlayacak şekilde, mevcut takımların listesinin çıkarılması oldukça faydalıdır. Takım listesi genellikle takım kütüphanesi olarak adlandırılır.

4.11 Tertibat İhtiyacı

Bir üretim sisteminin en önemli amaçlarından biri, tek bir takım tezgahı grubu ile çok çeşitli gruplarda ürünler üretebilmektir. Bunun için uygun şekilde tasarlanmış bir bağlama düzeni gereklidir. Bağlama düzenleri, paletler üzerine monte edilmiş iş parçası tutucu ekipmanlardır.

Birinci olarak mal hareketine paralel bir yerleşim, arkasından farklılık arz eden proseslerin gruplandığı ve farklı imalat sahalarının tahsis edildiği imalat ünitelerine göre yerleşim, tüm makine ekipman yerleşiminde ergonomik yaklaşım ve destek

hizmeti sağlayan tüm birimlerin en seri müdahaleyi yapabileceği yakınlıkta bir yerleşim gibi faktörler dikkate alınmalıdır.

Fabrika düzenleme çeşitleri olarak aşağıdakiler sayılabilir:

- Üretim sürecine göre fabrika düzenlemesi
- Mamule göre fabrika düzenlemesi
- Sabit iş merkezlerine göre fabrika düzenlemesi
- Grup üretimine göre fabrika düzenlemesi

4.12 Alan İhtiyacı

Üretim alanı üretimin doğrudan yer aldığı; iş istasyonları, kontrol alanları ve depolama alanları gibi yerlerin toplam yüzölçümünü kapsar. Üretim akımını belirten süreç akım şemalarına dayalı olarak seçilen makine, araç-gereç ve belirlenen iş gücü sayısına göre gerekli toplam yer alanı belirlenebilir.

4.13 Hammadde Stoku

İşletmede imalata giren ve üzerinde işlem yapılarak değer kazandırılan stoklardır. Hammadde stokunu etkileyen faktörler aşağıda sıralanmaktadır:

- Gelecek dönemde üretimi planlanan mamul miktarı
- Üretimin mevsimlik oluşu
- Hammadde yokluğu nedeniyle üretimin kesintiye uğramasını engellemek için bulundurulması gereken emniyet stoku
- Büyük alımlardan sağlanacak tasarruf
- Hammadde fiyatlarındaki gelişmelere yönelik beklentiler
- Tedarik ve stok kontrolünde etkinlik
- Hammaddenin dayanma süresi
- Stok tutma maliyeti
- Firmanın depolama kapasitesi

4.14 Üretim İçi Stok

Üzerinde yapılması düşünülen işlemleri henüz tamamlanmamış bulunan ve ara depolarda biriktirilen stoklardır.

Yarı mamul stokunu belirleyen faktörler aşağıda sıralanmaktadır:

- İmalat sürecinin teknik niteliği ve uzunluğu
- İmalat sürecinde yaratılan katma değer
- Üretim faaliyetlerinin sürekliliği
- Üretim miktarı
- Yarı mamullerin işletme bünyesinde üretilmesi ya da başka firmalardan temin edilmesi.

4.15 Bitmiş Ürün Stoku

Fabrika içinde yapılması düşünülen işlemlerin tümü tamamlandıktan sonra, müşteriye teslim edilmek üzere ambara konulan stoklardır.

Mamul Stokunu Etkileyen Faktörler aşağıda sıralanmaktadır:

- Satış hacmi
- Talebin mevsimlik oluşu
- Hammadde alımının mevsimlik oluşu
- Piyasadaki rekabet koşulları
- Satış bölgelerinin çeşitliliği
- Dağıtım kanallarının işleyişi
- Üretimim sipariş üzerine ya da piyasa için yapılması
- Konsinyasyon sureti ile satış yapılması
- Mamulün fiziki özellikleri
- Üretimin çeşitliliği
- Dayanma süresi
- Stok maliyeti
- Firmanın depolama olanakları
- İşlenmiş stok bulundurmanın taşıdığı risk.

4.16 Kapasite Kullanım Oranı

Kapasite genel olarak bir işletmenin elindeki üretim faktörlerini en iyi şekilde kullanarak yapabileceği üretim miktarı olarak tanımlanır. Kapasite daha çok makineler için kullanılan bir kavramdır.

Kapasite Türleri aşağıda belirtilmektedir:

Mümkün Olmayan Kapasite: İşletmenin teknik projesi ve hesaplamaya dayanır.

Mümkün Kapasite: İşletmenin bütün yıl hiç durmadan bakım ve onarım olmadan tam yetişmiş işçilerle üretim yapması mümkün değildir.

Fiili Kapasite: Piyasa koşullarının yani dış etmenlerin etkisi altında varılan üretim gücüdür.

Optimum Kapasite: Maliyetin en düşük olduğu haldeki üretim gücüdür.

Zorlanmış Kapasite: Önceden düşünülen ve planlanan bir müşteri talebinin karşılanması veya önceki bir üretim faaliyeti duraksamasının oluşturduğu boşluğu gidermek gibi amaçlarla normal çalışma düzeninin üstüne, zaman ve güç zorlamalarıyla çıkılması halinde oluşan kapasitedir.

Aylak Kapasite (Atıl kapasite): Belirli mal ve hizmet üretim miktarı herhangi bir nedenle normal kapasitenin altına düşer. Kullanılması mümkün olduğu halde kullanılmayan bir kapasite olur. İşte bu aylak kapasitedir.

$$\text{Kapasite Kullanım Oranı} = \frac{\text{Fiili Üretim}}{\text{Planlanan Üretim}} \qquad (4.2)$$

Kapasite seçiminde dikkat edilen konular olarak pazar araştırmaları yapılmalıdır, her ünitenin ve bütün tesislerin günde kaç saat ve yılda kaç gün çalışacağı tespit edilmelidir. Endüstri dalında yurtiçi talep belirlenmeli, ithalatı ikame etme yada ihracatta bulunabilme olanakları dikkate alınmalıdır. Optimum işletme büyüklüğü standartları belirlenmelidir. Kuruluş yeri olarak seçilen bölge miktarı düzenlenmeli, satın alınılması düşünülen proje için sağlanabilecek finansman olanakları bulunmalıdır.

4.17 Parti Hacmi Problemi

Parti büyüklüğü belirlemenin son ürün seviyesinde düşük seviyelere göre daha etkili olduğu düşünülmesine rağmen yüksek seviyelerdeki faydası "uzaklara erişme" etkisi olabilir. Çok seviyeli ürünler için ürün yapısının yüksek seviyelerdeki parti büyüklüklerindeki değişmeler ve dalgalanmalar düşük seviyelerdeki parti büyüklükleri için zorluklar çıkarabilir. Üst seviyelerdeki değişimler aşağılara doğru aktarılır.

Çok basamaklı bir sistemde, parti büyüklüğü belirleme politikasının tüm sistem üzerindeki etkisi düşünülmelidir. İmalat Sistemi üzerinde her politikanın maliyetlere dayalı faydalarının ne kadar farklı olduğunun gözlemlenmesi gerekir. Bütün sipariş belirleme yaklaşımlarında bir zamanda sadece bir istem düşünülür ve bağımlı istemlerle ilgili maliyetler dikkate alınmamaktadır.

Parti büyüklüğü belirleme tekniklerinin bir diğer düşünülecek yönü de dinamik çevrelere uygunluğudur. Uygulamada parti büyüklüğü belirleme politikaları genelde dönen zaman çevrenli ve ardışık olarak yapılır. Bir dönemin sonunda tüketilen dönem silinerek, sona yeni bir dönem eklenir. Silinenden sonraki dönemde, eklenen döneme kadar taleplere tepki verebilmesi için çizelge ayarlanıp güncellenir. Bu yolla planlanan zamandaki dönem sayısı çizelge her ilerletildiğinde zamanı geçen dönem ayarlanarak sabitlenir. Parti büyüklüğü belirleme tüm plan zamanı için hesaplanabilse bile genelde sadece en acil karar uygulanır.

Güncellemeler problem çıkarabilir. Durağan şartlarda elde edilen sonuçlar dönen çizelgeler için gerçekçi değildir. Bu genelde zamana karşı duyarlı parti büyüklüğü belirleme için doğrudur. Zamanın sonundaki yeni gereksinimlerin düzeltmesi ve yeni siparişlerin eklenmesi erken kararlara sebebiyet verebilir.

Parti büyüklüğü belirleme kararı ile ilgili bazı varsayımlar yapılmıştır:

- Talep bilinir, fakat dönemden döneme değişir ve her zaman dönemin başında oluşur.
- Planlanan süre bellidir ve eşit uzunluktaki birkaç dönemin birleşimidir.
- Parti büyüklükleri, planlanan sürenin kronolojisi ile aynı sıradan alınan, bir ya da daha fazla ve tam sayı olan zaman devri içerir.

- Talebi sıfır olan dönemin başlangıcında hiçbir sipariş alınmak üzere çizelgelenmez. Pozitif talepli sonraki dönemin siparişlerini çizelgeleyerek maliyetler her zaman düşürülebilir.
- Dönemin başındaki siparişlerin o dönemin ihtiyaçlarını karşılayabilecek zamanda uygun olacakları varsayılır. Bu varsayım ciddi bir kısıtlama değildir. Çünkü ön süreler hesaplanarak siparişler verilebilir.
- Verilen tüm siparişler bir defada ve dönemin başında ele geçer. Yeniden siparişlerin tümü sıfır envanter ile biten dönemden öncedir.
- Tüm gereksinimler her dönemin başında elde edilebilir. Kıtlık ve stoksuzluğa izin verilmez.
- Dönemde ihtiyaç duyulan kalemler, dönemin başındaki envanterden çekilir. Böylece elde bulundurma maliyeti dönem sonundaki envantere ve sadece bir dönemden diğerine geçen envantere uygulanır. Bir dönem boyunca tüketilen kalemlerde bu hesaplanmaz.
- Tüm kalemlere birbirinden bağımsızmış gibi davranılır. Toplu siparişlerin ve gözden geçirmelerin faydaları göz ardı edilir.
- Miktardan dolayı bir indirim yoktur. Dolayısıyla bir kalemin birim maliyeti sabittir.
- Envanter maliyeti ve ön süreler kesin olarak bilinir ve zamana karşı duyarsızdır.
- Planlanan süreden sonraki son dönemden sonra envanter bulundurmak için hiçbir hazırlık yapılmaz.
- Başlangıç envanter seviyesi sıfırdır. Eğer sıfır değilse talepten çıkarılarak ilk dönem için ayarlanmış gereksinim elde edilir. Eğer ilk envanter seviyesi ilk dönem talebinden fazla ise, tüketilene kadar diğer dönemlerde de kullanılır. **(Tersine, 1985)**

5. REKABET PARAMETRELERİ

Rekabet terimi tanımı üzerinde tam bir anlaşmanın olmadığı ve değişik ortamlarda farklı anlamların yüklendiği bir terimdir. Rekabet; firma, bölge, ülke ve blok bazında farklı içeriklere sahiptir.

Bir şirketin rekabet gücü, şirketin müşterilerine sunduğu mal ve hizmetlerin alternatifleri karşısında tercih edilmelerinin sürekliliğini sağlayabilme yeteneğidir. Firmalar açısından rekabet büyük ölçüde müşteri etrafında şekillenir. Bu husus firmaları müşteri odaklı yapılanmaya yöneltir ve müşteri ilişkilerini öne çıkartır. Bir firma için rekabetin temel boyutları; maliyetleri düşürmek ve teknolojik yeteneği geliştirmektir. Gerek maliyetlerin düşürülmesi gerekse teknolojik yeteneğin geliştirilmesi hedefleri firmaları yeni organizasyon yapılarına ve iş yapma biçimlerine yönlendirmiştir. Rekabet edebilme yeteneğini şirketlerin en iyi uygulamaları araştırma, belirleme, özümseme ve geliştirebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. En iyi uygulama; müşteri odaklılık, kalite, esneklik, maliyet ve yenilik (innovation) gibi konularda şirket üst yönetiminin şirkete tanıttığı ve hedef gösterdiği endüstri çapında, ülke çapında veya dünya çapındaki uygulamalardır. Hedef, bu uygulamaların şirkete kalıcı bir biçimde yerleştirilmesi ve aşılmasıdır. Genel olarak, Türkiye'de imalat sanayi rekabet stratejisini ürün farklılaştırmadan ziyade düşük fiyat üzerine kurmaktadır. Ancak, hızlı tasarım değiştirme ve hızlı yeni ürün sunma bütün sektörlerin ilk beş rekabet önceliği içinde yer almaktadır. Ayrıca, yeni ürün tasarım süresinin kısaltılması firmalarca ilk beş imalat hedefi içinde gösterilmiştir. Türkiye'deki firmalar pazara girebilmek ve pazarda varlıklarını sürdürebilmeleri için kaliteli ürün ve üretim süreçlerinin temel bir istek olduğunun bilincindedirler. Kalite alanında gelişmeye açık alanlar vardır. Firmalar bunun farkında gözükmektedirler. Tutarlı kalite düzeyini bir numaralı rekabet önceliği olarak değerlendirmektedirler. Bu değerlendirme ile tutarlı biçimde, Toplam Kalite Yönetimi firmalar arasında bir numaralı aksiyon planı olarak öne çıkmaktadır. Türkiye'de imalat sanayinin gündemi, kaliteli ürünleri düşük maliyetle üretebilme ve

pazar paylarını artırabilmedir. Firmalar, aynı zamanda, göreli yüksek katma değerli mamulleri pazara sürerek karlılıklarını artırmak istemektedirler. Bütün bu stratejiler, ürün farklılaştırma üzerine giderek artan vurgu ve yeni ürün geliştirme yeteneğinin giderek artan önemi ile tutarlıdır.

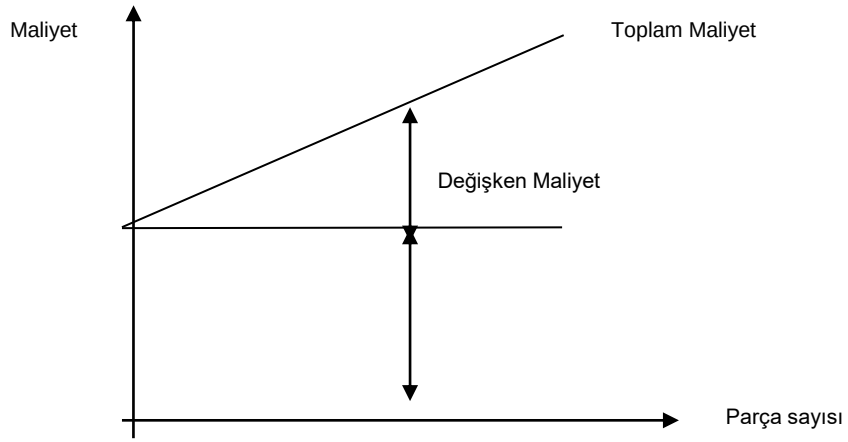
5.1 İmalat Maliyeti

Genelde parça maliyetinin sınıflandırılması birçok kritere göre yapılır. Parça maliyetini, sabit maliyet ve değişken maliyet olarak iki gruba ayırabiliriz.

a) Sabit Maliyet: Tezgah, tesisat (su, elektrik), bina amortismanları, faiz ve kredi faizleri, sigorta gibi masrafları kapsar. Sabit maliyetin belirli bir zaman diliminde sabit kaldığı düşünüldüğünde; sabit maliyet, geçerli olduğu zaman dilimi içerisinde üretilen parça sayısına bölünürse, bir parça üzerine düşen sabit maliyet payı bulunur. Parça sayısı arttıkça bu maliyet azalmaktadır.

b) Değişken Maliyet: Değişken maliyet parça sayısıyla direkt olarak bağlantılıdır. İşçilik, işçilik sigortası, malzeme, diğer imalat masrafları, enerji ve yardımcı malzeme masraflarını kapsar.

Bu iki maliyet bir araya getirilirse imalat maliyeti bulunmuş olunur:



Şekil 5.1 Toplam Maliyet Grafiği

- Malzeme Maliyeti: Hammadde, yarı mamul maliyetleri
- İşçilik Maliyeti: İşçilik ücretleri, personel ve yönetici maaşları, sigorta primleri, vergiler, harçlar.
- Tezgah Maliyeti: Amortismanlar ve faizler.
- Takım Maliyeti
- Hazırlık Zamanı Maliyeti: Parça resmini inceleme, tezgah ve takım ayarlama, CNC tezgahlarda programlama maliyeti.
- Takım Değiştirme Maliyeti

5.2 Teslim Performansı

Kısa teslim süreleri ile çalışan firmalar her zaman daha avantajlıdır, pazar paylarını arttırabilir, fiyatlarını da daha yüksek tutabilme imkanına sahiptirler.

Bir firmanın ortalama teslim süresi aşağıdaki formül ile ölçülmektedir:

$$\text{Ortalama Teslim Süresi} = \frac{\text{İmalat alanındaki toplam envanter}}{\text{1 günlük ortalama üretim miktarı}} \qquad (5.1)$$

Firmanın reaksiyon süresi artan envanter ile beraber artmaya devam eder. İmalatın içi dolu iken bir siparişi yetiştirmek bir başka siparişi geciktirmek anlamına gelir. Bu süreç firmanın pazara reaksiyon süresini arttırır, alınan her yeni sipariş otomatikman acil durumu ile üretimin içine girer. İmalatın ortalama teslim süresi iyi analiz edilmelidir.

Eğer üretilen nesnelerin tümü (yarı mamuller dahil) bitirildiğinde hemen satılabilecek ise pazarın talebi kapasiteyi aşmış demektir. Bu durumda firmanın izleyeceği yol kapasite arttırmak olabilir.

Eğer üretilenlerin sadece bir kısmı satılacak, üretilmekte olan yarı mamullerin de büyük kısmı stoka girecek ise o zaman ilk önce “fazla olan miktarın niçin üretildiği” sorgulanmalı, bulunan sebeplerin nasıl yok edilebileceği araştırılmalıdır.

Hammadde sağlayan tedarikçilerin istikrarlı olmamaları, müşterilerin fikir değişiklikleri teslim tarihlerinde sapmalar yaratan faktörlerdir.

Üretim süresi veya teslime kadar geçecek olan süre uzadıkça belirsizlik artar. Siparişle teslimat arasındaki süreyi kısaltmak gereklidir. Bu süre kısaldıkça sorunlar azalır ve zincirleme reaksiyonlar gerçekleşmez. Kısaca envanter yönetim politikası envanteri azalttıkça (veya süre yönetim politikamız süreyi azalttıkça) sipariş teslim süresi kısalacak, zincirleme reaksiyonlar son bulacaktır.

Süre ile envanter beraber hareket eden, birbirlerinin aynadaki görüntüleridir, üstelik imalat içi envanterin (sürenin) artışı envanterin var olabileceği her yeri etkiler, sadece imalatın içinde kalmaz. Fazla çalışma envanteri hammadde stok seviyelerinin de yüksek olmasına yol açar. Çünkü daha büyük partiler halindeki üretim doğal olarak bir seferde daha fazla hammaddeye ihtiyaç duyar. Bu tip firmalar doğal olarak daha büyük partiler halinde hammadde alır, güvenlik stokları da bu anlayışa uygun düzenlenmiştir.

5.3 Ürün Kalitesi

İşletmelerinin hem iç pazarda hem de dış pazarda rekabet edebilmeleri için en önemli iki koşul düşük maliyetli ve kaliteli üretebilmektir. Ancak bazı nedenlerden kaynaklanan kalite problemlerinden dolayı işletme, daha yüksek maliyetlere katlanmakla birlikte, müşteri beklentilerine de cevap veremediği için iç ve dış pazarda ki rekabet gücünü ve pazar payını ya kaybetmektedir ya da hiçbir zaman rekabet gücüne sahip olamamaktadır.

Malzemenin, yarı mamullerin ve işlenmiş kalemlerin taşınması ve depolanması, kalite sisteminin önemli bir bölümünü oluşturur. Çalışma talimatları ve prosedürler, işlem sırasında ürünün taşınması ve korunma yollarını belirlemeli ve ürünün fabrika içindeki hareketi süresince, kalitesi belli olmayan ya da eş değer kalitede olmayan benzer ürünlerle karışmamasını, bozulmaya uğramamasını, hassas parçaların korunmasını ve ürünün tüm muayene ve işlemlerden geçmesini sağlamalıdır. Özellikle kaynağına kadar işlenmesi gerektiğinde, ürünün doğru bir şekilde tanımlanması, ürün kalitesini korunması açısından önem taşır.

Kalite problemleri ürünün yanlış ya da eksik tasarlanmasından, üretim sürecinden, girdi ve yardımcı malzemeden, insan gücü vb. gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır.

Ürünün tamamen yanlış ya da eksik tasarlanmasından kaynaklanan problemler, Ar-Ge ve tasarım grubunun yetersiz bilgisinden, satış, üretim gibi tasarımın doğru gerçekleşmesinde önemli katkıları olan bölümler arası iletişim eksikliği ve yanlış anlamalar gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır. Bu gibi problemlerle karşılaşıldığında genellikle tasarımın kısmen ya da tamamen değiştirilmesi gerekmektedir. Böyle durumlarda işletmenin performans ve rekabet gücünün olumsuz olarak etkilenmemesi için Kalite Fonksiyon Göçerimi, İstatistiksel Deney Tasarımı, Hata Modu ve Etki Analizi, Eş-zamanlı Mühendislik, Üretim ve Montaj için Tasarım gibi çeşitli yöntemler, ürün tasarım aşamasında ortaya çıkabilecek problemleri çözümlemede kullanılan yöntemlerdir.

Üretim sürecinden kaynaklanan problemler, kullanılan makine ve ekipmanın, teknolojik ya da miktar olarak yetersiz oluşundan, makine ve ekipmanın kalibrasyonunun bozuk oluşundan ya da kullanılan üretim yönteminin yanlış veya eksik oluşundan kaynaklanabilmektedir. Üretim süreci problemlerinin tasarım problemlerine göre düzeltilmesi ve kontrol altına alınması daha kolay olmaktadır. İstatistiksel süreç kontrol teknikleri, yedi yeni kalite kontrol aracı, Poka-Yoke vb. gibi yöntemler süreçte meydana gelebilecek hataların önlenmesinde yardımcı araçlardır.

Diğer üretim faktörleri kadar üretimde kullanılan hammadde ve yardımcı maddelerin nitelikleri de ürün kalitesini birinci derecede etkileyen faktörlerdendir. Bu nedenle ürünün kalitesini artırmaya yönelik uygulamaların tedarikçiler tarafından da uygulanması özendirilmelidir.

İnsandan kaynaklanan kalite problemleri ise üretim sisteminin planlanması, kurulması, işletilmesi veya denetlenmesi sırasında ortaya çıkabilmektedir. Yetersiz eğitim, firma kültürünün olmayışı, çatışma ve eşgüdümsüzlük, iletişim kopukluğu gibi durumlar insandan kaynaklanan kalite problemlerine neden olmaktadır. İnsandan kaynaklanan problemlerin çözümü örgüt içinde bazı kalıpların yıkılması, işgücünün eğitilerek problem çözme ve karar verme sürecine katılımlarının sağlanması, ekip çalışma ruhunun yerleştirilmesi gibi uzun zaman alan çalışmaları gerektirebilir. Çalışanların yaratıcılık yeteneklerinin kullanılabileceği problem çözme grupları ya

da kalite çemberleri gibi grup faaliyetlerine yönlendirilmeleri örgüt içi iletişimi kolaylaştırma, sorunların daha çabuk çözülmesi gibi yararlarının yanında çalışanların motivasyonunu da artıran yöntemlerdir.

Üretimden insan gücüne tüm işlemlerinde kaliteyi ön plana çıkarmaya ilişkin faaliyetleri benimseyen bir kurum, müşteri beklentilerine cevap verebilecek ürününün arzulanan kalite standartlarında üretildiğini, müşteri ve rakiplerine bir kalite güvence belgesine sahip olarak kanıtlamak istemektedir.

5.4 Müşterinin İstediği Ürün Miktarını / Çeşidini Sağlayabilme Esnekliği

Esneklik, üretim sisteminin piyasadaki değişikliklere hızlı ve etkili şekilde uyum sağlayabilmesiyle ilgili bir kavramdır **(Gupta, 1993).** Bir üretim sisteminin esnekliği çeşitli açılardan incelenebilir. Literatürde yer alan esneklik tanımları esneklik için bir ölçü getirmektedir ve üretim sistemleri belirli bir açıdan daha az esnek ya da daha fazla esnek (yani daha esnek) olarak nitelendirilebilmektedir.

Ürün esnekliği, üretim sisteminin yeni bir ürün dizisine geçiş yapabilme yetisinin ölçüsüdür. Üretim sisteminin tasarlanıp kurulması sırasında gelecekteki ürün tasarımları belirsiz olduğundan ürün esnekliğine hangi boyutta gerek duyulacağına karar vermek oldukça zordur.

Hacim esnekliği, Üretim Sisteminin değişik üretim hacimlerinde verimli şekilde üretim yapabilmesiyle ilgilidir.

Üretim süreci (Process) esnekliği, üretim sisteminin, her biri farklı malzemeler kullanılarak ve farklı biçimlerde üretilen, çeşitli tipten bir dizi parçayı üretebilme yetisiyle ilgili bir ölçüdür.

Tezgah esnekliği, çeşitli tipte parça işlenebilmesi için tezgahta yapılması gereken ayarların ve değişikliklerin ne kadar kolay ve çabuk yapılabildiğini gösteren bir ölçüdür.

İş akımı (Routing) esnekliği, sistemde meydana gelebilecek beklenmedik bir aksaklığın üretim miktarını ne ölçüde etkileyeceğinin bir göstergesidir **(Falkner, 1986)**. İş akımı esnekliği, sistemin elemanlarından birinin, meydana gelebilecek bir arıza ya da bir bakım çalışması nedeniyle devre dışı kalması halinde, bu elemanın

işlevlerinin üretimi aksatmaksızın diğer elemanlara aktarılabilmesi yetisini ifade eder. İşlemsel (Operational) esneklik, her bir parça tipi ile ilgili işlem sıralamasının değiştirilebilirliğinin bir göstergesidir.

6. ARAŞTIRMA VE SONUÇLAR

6.1 Araştırma Yöntemi ve Örnekleme

Araştırmada verilerin toplanmasında anket yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada 100 işletmeye anket uygulanmıştır. Araştırma doğrultusunda örneklemeye dahil edilen işletmelerin, küçük veya orta ölçekli olmaları ve ileri imalat teknolojilerinden en az birini kullanıyor olmalarına dikkat edilmiştir. İleri imalat teknolojilerini kullanan KOBİ'lerle ilgili bir veritabanı olmadığından ve araştırmanın amaçları da dikkate alındığında, en uygun örnekleme yöntemi olarak kararsal örnekleme yapılmıştır. Kararsal örneklemede örneklerin araştırmaya yapacakları katkı dikkate alınmıştır. Bununla beraber örneğin temsil gücünü arttırabilmek için mümkün olduğu ölçüde farklı ölçekte (küçük ve orta) ve sektörde faaliyette bulunan işletmelere ulaşılmaya çalışılmıştır. Ankette toplanan veriler SPSS paket programı ile analiz edilmiştir.

6.2 Araştırma Bulguları ve Değerlendirmesi

6.2.1 Ankete Katılan İşletmeler Hakkında Bilgiler

Tablo 6.1 İşletmelerin Dökümü

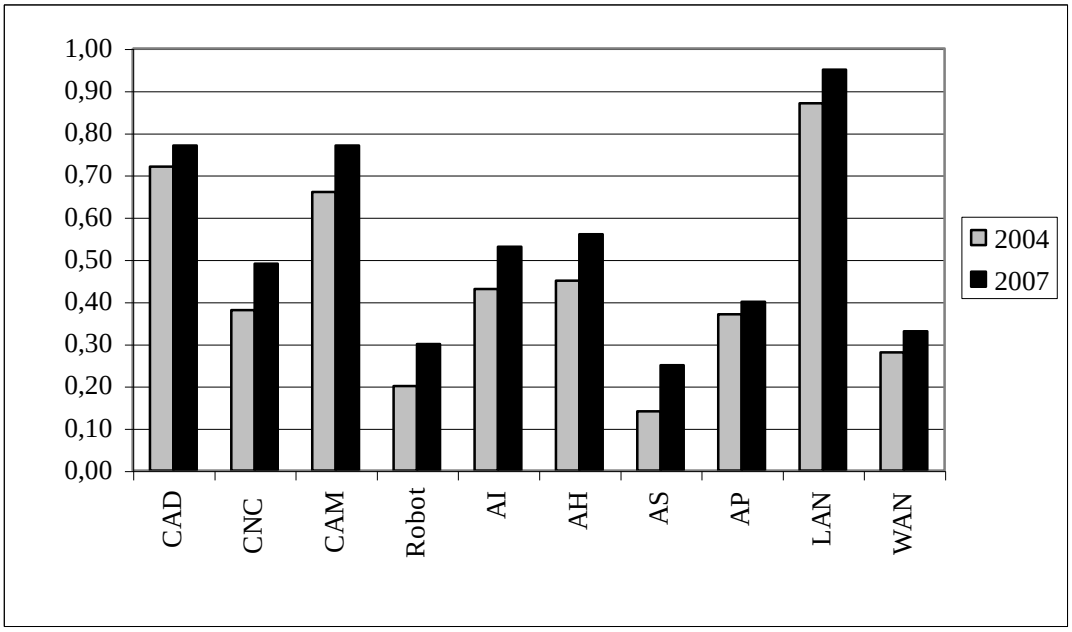
Çalışan Sayısı			İşletme Sayısı	%	Kümülatif %
0	≤	25	11	11	11
26	≤	50	24	24	35
51	≤	75	13	13	48
76	≤	100	16	16	64
101	≤	125	11	11	75
126	≤	150	4	4	79
151	≤	175	4	4	83
176	≤	200	10	10	93
201	≤	225	4	4	97
226	≤	250	3	3	100

Araştırmaya katılan işletmelerde çalışan personel sayısı ikinci bölümdeki KOBİ tanımı kabulümüz ışığında 9 ile 246 arasında değişmektedir. 1 ile 125 arasında personele sahip işletme sayısı 75 (%75) , 125 ile 250 arasında personele sahip işletme sayısı ise 25 (%25) tir. Tabloda görüldüğü üzere %24 oranıyla, 26 ile 50 arasında personel çalıştıran işletmelerin sayısı diğer gruplara göre en yüksektir.

Tablo 6.2 Mevcut İİT Kullanımı Tablosu (%)

İleri İmalat Teknolojileri	2004
LAN	0. 87
CAD	0. 72
CAM	0. 66
Otomatik Taşıma	0. 45
Otomatik Muayene	0. 43
CNC	0. 38
Otomatik Paketleme	0. 37
WAN	0. 28
Robot	0. 20
Otomatik Depolama	0. 14

Tablo 6.3 Mevcut ve Gelecekteki İİT kullanımı Karşılaştırma Tablosu



İşletmelerin ileri imalat teknolojileri kullanım oranları Mevcut durum (% olarak) ve 3 yıl sonraki durum olarak Tablo 6.2 de ve Tablo 6.3 de verilmektedir. İlk tabloda görüldüğü üzere mevcut olarak en yaygın kullanılan teknoloji %87 ile LAN (yerel alan ağı) teknolojisidir. Günümüz bilgisayar teknolojilerinin çok ilerlemesi ile bilgisayar ve ağ altyapısı maliyetlerinin çok düşük seviyelere inmesi nedeniyle birçok KOBİ yerel alan ağı teknolojisi temininde güçlük yaşamamaktadır. Otomatik depolama teknolojisi ise %14 kullanım oranıyla son sıradadır. Tüm ileri imalat teknoloji için işletmelerin eğiliminin artış yönünde olduğu Tablo 6.4 de görülmektedir. Önümüzdeki 3 sene içerisinde en yüksek artış beklentisi Bilgisayar Destekli İmalat, Otomatik taşıma, CNC Tezgahları ve Otomatik depolama teknolojilerinde %11 oranı ile eş düzeydedir. En düşük artış eğilimi ise %3 ile otomatik paketleme teknolojisinde olduğu Tablo 6.4 de görülmektedir.

Tablo 6.4 İİT Kullanımı Artış Hızı (%) Tablosu

İleri İmalat Teknolojileri	2004	2007	Artış Hızı
LAN	0. 87	0. 95	0. 08
CAD	0. 72	0. 77	0. 05
CAM	0. 66	0. 77	0. 11
Otomatik Taşıma	0. 45	0. 56	0. 11
Otomatik Muayene	0. 43	0. 53	0. 10
CNC	0. 38	0. 49	0. 11
Otomatik Paketleme	0. 37	0. 40	0. 03
WAN	0. 28	0. 33	0. 05
Robot	0. 20	0. 30	0. 10
Otomatik Depolama	0. 14	0. 25	0. 11

İşletmelerin sektör farkı gözetmeksizin, hepsinin yoğun bir rekabet ortamında oldukları gerçeğini bilmeleri, pazarda rekabet gücünü arttırtabilmek için yapılması gereken düzenlemeler açısından oldukça önemlidir. İşletmelerin içinde bulundukları sektördeki rekabet koşullarını algılama biçimlerinin, ileri imalat teknolojileri kullanımları üzerine etkisi olduğu söylenebilir. İşletmeler artan rekabet ortamında rekabet üstünlüğü elde etmek için ileri imalat teknolojileri yatırımlarını arttırmak eğilimindedirler.

İleri imalat teknolojilerinin kullanımının çok yüksek olmaması, bir ölçüde, araştırmaya katılan işletmelerin KOBİ'ler olması nedeniyle, bu teknolojilerinin finansmanı için gerekli olan finansman kaynaklarını bulmalarındaki güçlükle, yurt içi pazar ile yetinme eğilimiyle ve kötü yönetim anlayışıyla açıklanabilir.

6.2.2 İmalat Parametreleri & Firma Performansı İlişkisi

Aşağıdaki tabloda İmalat Parametreleri arasındaki korelasyon değerleri verilmiştir. Regresyon analizi için gerekli olan bu işlem de bağımsız değişkenler arasında korelasyon olmadığının görülmesi için yapılmıştır.

Tablo 6.5 İmalat Parametreleri Korelasyon değerleri

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	0. 48***	0. 32**	0. 36***	0. 18	0. 22*	0. 37***	0. 26**	0. 26**	0. 19	-0. 06	0. 00	0. 06	0. 02	0. 12	0. 30***	0. 26**
2		0. 25**	0. 41***	0. 35***	0. 23*	0. 47***	0. 35***	0. 43***	0. 25**	0. 07	0. 06	0. 09	0. 10	0. 25**	0. 25**	0. 49***
3			0. 15	0. 41***	0. 37***	0. 29**	0. 09	0. 18	0. 09	0. 09	-0. 05	0. 04	0. 13	0. 00	0. 06	0. 21*
4				0. 28**	0. 30***	0. 38***	0. 22*	0. 14	0. 19*	0. 05	0. 02	0. 13	0. 05	0. 07	0. 11	0. 26**
5					0. 50***	0. 46***	0. 19*	0. 35***	0. 31***	0. 17	0. 19*	0. 04	0. 13	-0. 02	0. 05	0. 21*
6						0. 34***	0. 25**	0. 32***	0. 34***	0. 37***	0. 15	0. 15	0. 21*	0. 09	0. 06	0. 25**
7							0. 38***	0. 29**	0. 24**	0. 32***	0. 19*	0. 16	0. 24*	0. 06	0. 19*	0. 41***
8								0. 39***	0. 27**	0. 21*	0. 37***	0. 28**	0. 23*	0. 24**	0. 32***	0. 31***
9									0. 24*	0. 05	0. 35***	0. 09	0. 06	0. 06	0. 09	0. 47***
10										0. 44***	0. 37***	0. 09	0. 19	0. 05	0. 22*	0. 23*
11											0. 27**	0. 26**	0. 40***	0. 21*	0. 16	0. 13
12												0. 19*	0. 36***	0. 16	0. 16	0. 21*
13													0. 59***	0. 23*	0. 17	0. 31***
14														0. 36***	0. 10	0. 31***
15															0. 04	0. 15
16																0. 23*

* p≤0. 05, ** p≤0. 01, *** p≤0. 001

Tablo 6.6 İmalat Parametreleri Regresyon Analizi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	21. 554	4	5. 388	14. 480	0. 000
Residual	39. 073	105	0. 372		
Total	60. 626	109			

	Unstandardized Coefficients		Std. Coef.		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
(Constant)	0. 546	0. 402		1. 358	0. 177
İmalat zamanı kullanımı	0. 183	0. 083	0. 201	2. 213	0. 029
Takım ihtiyacı	0. 153	0. 078	0. 178	1. 972	0. 051
Ürün tasarım performansı	0. 288	0. 087	0. 293	3. 321	0. 001
Tertibat ihtiyacı	0. 217	0. 085	0. 240	2. 553	0. 012

İşletme imalat performansını en çok en yüksek B değerine sahip olan ürün tasarım performansının etkilediği görülmektedir. Ürün tasarımı ürün seçimi, fikir üretimi, ilk taslaklar, ürünün kağıt üzerinde tasarımı ve geliştirilmesi, prototip testi, final ürün ve üretim süreci tasarımı gibi aşamaları içerir. Bu yüzden ürün tasarım sürecinde kısa geliştirme zamanları ve düşük maliyetler sağlanabildiğinde firma imalat performansı anket sonuçlarında da görüldüğü üzere oldukça artmaktadır.

Bilgisayar sistemlerinin imalatta, katı model parçalar oluşturma, tanımlama, analiz ve tasarımın optimizasyonu gibi işlerde kullanılması CAD (Computer Aided Design) kullanılması veya parça ve ürün tasarımının teknik boyutunda CNC sistemlerinin kullanılması daha doğru ve güvenilir tasarımlar yapılabilmesine, daha hızlı ve daha doğru parça üretimine olanak sağlamaktadır. CAD ve CNC sistemlerini kullananlar ile finansal gücü yetmediği için vs. gibi sebeplerle kullanamayan KOBİ'lerin ürün tasarım performansları arasında ciddi bir fark olduğu söylenebilir.

Anketlerin değerlendirilmesi bölümünde regresyon analizi tablosundan Tertibat İhtiyacı imalat parametresinin firma performansını ürün tasarım performansından sonra en çok etkileyen parametre olarak karşımıza çıktığı görülmektedir.

İmalat sistemi tek bir takım tezgahı grubu ile çok çeşitli gruplarda ürünler üretebilmesi için uygun şekilde tasarlanmış bir bağlama düzenine ihtiyaç

duymaktadır. Bu düzenleme çeşitleri üretim sürecine göre, mamule göre, sabit iş merkezlerine göre veya grup üretimine göre seçilmelidir. Bu seçimin doğru veya yanlış yapılması firma imalat performansı açısından çok önemlidir.

Regresyon analizi tablosundan imalat zamanı kullanımı imalat performansını etkileyen üçüncü parametre olarak tespit edilmiştir. Bir imalat hattındaki toplam imalat süresinin bulunabilmesi için her bir tezgahtaki işlem süresinin hesaplanması gerekmektedir. Tezgahın (iş istasyonunun) işlem süresinin analizi ve hesaplanması simülasyon çalışmaları ile tespit edilmektedir. Bu hesaplamalar sonucu ortaya çıkan değerin doğru olarak tespit edilmiş olması ve aynı ürünü imal eden diğer rakiplere göre farkı imalat performansını etkileyen önemli parametrelerdendir.

Analizimizden ortaya çıkan ve imalat performansını etkileyen faktörler arasında en son ve az etkileyen parametre Takım İhtiyacıdır. Takım sayısı çoğaltılarak çok sayıda prosesin yerine getirilmesi ihtiyacı karşılanabilir. Bir saniyeden daha az olan ayarlama süresinde ve yaklaşık beş saniye süren otomatik takım değiştirme işini gerçekleştirebilen nümerik kontrollü işlemede en önemli konu takımlardır. Aslında imalat performansını etkileyen parametreler arasında ilk sıralarda çıkması beklenebilecek Takım İhtiyacı parametresinde işletmeler pahalı olan CNC tezgahlarının verimli ve metodik kullanımı sayesinde imalat performanslarını oldukça arttırabilirler.

6.2.3 Rekabet Parametreleri & Firma Performansı İlişkisi

Aşağıdaki tabloda Rekabet Parametreleri arasındaki korelasyon değerleri verilmiştir. Regresyon analizi için gerekli olan bu işlem bağımsız değişkenler arasında korelasyon olmadığının görülebilmesi için yapılmıştır.

Tablo 6.7 Rekabet Parametreleri Korelasyon Analizi

	Teslim performansı	Ürün kalitesi	Ürün hacim esnekliği	Ürün çeşitliliği esnekliği
Ürün maliyeti	0. 24 *	0. 39 ***	0. 16	0. 07
Teslim performansı		0. 53 ***	0. 50 ***	0. 34 ***
Ürün kalitesi			0. 46 ***	0. 35 ***
Ürün hacim esnekliği				0. 38 ***

- p≤0. 05, ** p≤0. 01, *** p≤0. 001

Tablo 6.8 Rekabet Parametreleri Regresyon Analizi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	22. 596	4	5. 649	15. 657	0. 000
Residual	38. 244	106	0. 361		
Total	60. 840	110			
	Unstandardized Coefficients		Std. Coef.		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
(Constant)	0. 715	0. 366		1. 951	0. 054
Ürün kalitesi	0. 227	0. 088	0. 245	2. 577	0. 011
Ürün hacim esnekliği	0. 218	0. 078	0. 252	2. 808	0. 006
Ürün çeşitliliği esnekliği	0. 142	0. 062	0. 196	2. 295	0. 024

Araştırma yapılan işletmelerde rekabet parametreleri arasında firma performansını regresyon analizinde en çok en yüksek B değerine sahip olan ürün kalitesi etkilemektedir. İşletmelerinin hem iç pazarda hem de dış pazarda rekabet edebilmeleri için en önemli iki koşul olan düşük maliyetli ve kaliteli üretimi sağlamaları gerekmektedir. Ancak bazı nedenlerden kaynaklanan kalite problemlerinden dolayı işletmeler, daha yüksek maliyetlere katlanmakla birlikte, müşteri beklentilerine de cevap veremediği için iç ve dış pazarda ki rekabet gücünü ve pazar payını ya kaybetmektedir ya da hiçbir zaman rekabet gücüne sahip olamamaktadır. Rekabet gücüne sahip olmayı sağlayacak kaliteli ürün için ürünün doğru ve eksiksiz tasarlanması, üretim sürecinin kontrolü, girdi ve yardımcı malzemenin de kalitesi olması ve insan gücünün iyi yönetilmesi gibi yoğun emek ve tecrübe gerektirmektedir. Kaynak sıkıntısı çeken veya kötü yönetilen KOBİ'ler ilgili ileri imalat teknolojilerine (Bilgisayar Destekli İmalat, Kalite Güvence sistemi, Toplam Kalite Yönetimi vb.) ve ilgili kalite belgelerine sahip olamamakta ve rakiplerinin gerisinde kalmaktadırlar.

Ürün Hacim Esnekliği yani müşterinin istediği zamanda diliminde talep ettiği miktarda ürün sağlayabilme yetisi ürün kalitesinden sonra firma performansını en çok etkileyen rekabet parametresi olarak karşımıza çıkmaktadır. Üretim Sisteminin değişik üretim hacimlerinde verimli şekilde üretim yapabilmesiyle işletmeler rekabet güçlerini arttırmaktadırlar. Uygun ileri imalat teknolojilerine sahip olmayan, yetenekli ve yeterli iş gücü, finansal kaynaklar ve seri üretim kapasitesi düşük ve yetersiz olan KOBİ'ler yüksek hacimlerde üretim yapamamaktadır.

Ürün Çeşitliliği parametresi müşterinin istediği çeşitte ürünü sağlayabilme kapasitesidir. Rekabet parametreleri arasında son sırada olarak firma performansını etkileyen ürün çeşitliliği üretim sisteminin yeni bir ürün dizisine geçiş yapabilme yetisinin yüksek olması ile sağlanmaktadır. Üretim sisteminin tasarlanıp kurulması sırasında gelecekteki ürün tasarımları belirsiz olduğundan ürün esnekliğine hangi boyutta gerek duyulacağına karar vermek oldukça zordur. Bu tasarımı iyi gerçekleştiren ve ürün çeşitliliğini arttıran ileri imalat teknolojilerini (CAD/CAM, CNC tezgahları, Endustriyel Robotlar vb.) kullanan KOBİ'ler belli ölçüde rakiplerine karşı avantaj sağlamış olmaktadırlar.

Rekabet parametrelerinden teslim performansı ve imalat maliyeti analiz sonucu işletme performansını etkilemeyen parametreler olarak karşımıza çıkmaktadırlar. Düşük imalat maliyeti ve kısa teslim süreleri ile çalışan firmalar her zaman daha avantajlıdır. Düşük imalat maliyetine sahip işletme pazar payını arttırabilir, kısa teslim süresine sahip işletmeler ise fiyatlarını da daha yüksek tutabilme imkanına sahiptirler. Fakat araştırma analizinde regresyon analizimizde bir parametre olarak yer almamaktadırlar ve işletme performansına etkileri olmadıkları tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

Biemans, F.P. and Vissers, C.A., 1991. A systems theoretic view of computer integrated manufacturing, *Int. J. Prod. Res.* ,Vol.29, No. 5. 947-966.

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

Çetin ,C., Akım, B., ve Erol V., 2001. *Toplam Kalite Yönetimi ve Kalite Güvence Sistemi*, İstanbul: Beta Basım A.Ş.

Durmaz, D., 1999. *Üretim Kaynakları Planlaması - MRP II* , YTÜ, İstanbul

Falkner, C. H., 1986, "Flexibility in Manufacturing Plants", (in) Proceedings of the *Second ORSA/TIMS Conference on Flexible Manufacturing Systems*, Ann Arbor, MI, Ed. Stecke, K.E., and R. Suri

Gupta, D., 1993. "On Measurement and Valuation of Manufacturing Flexibility", *Int. J. of Production Research*, Vol. 31, No. 12

Kochan,A and Cowan, D., 1986 *Implementing CIM: Computer Integrated Manufacturing*, IFS Ltd. & Springer-Verlag

Kuloğlu, D., 1993**.** Avrupa Topluluğunda Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler Uygulama ve Politikalar, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, Ankara, s.17.

Kumar, B., *ERP Presentation*, **www.alluwanted.com,** Mumbai, 1998

Mitchell, F.H. Jr., 1991. CIM Systems - An Introduction To CIM, Prentice-Hall.

Müftüoğlu, T., 1991. *Türkiye'de Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler Sorunlar Öneriler***,** II.Baskı, S. Yayınları Ankara, s. 99

Müftüoğlu, T., 1997 ; *Türkiye'de Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler***,** EGS Bank Yayınları, No:6, İstanbul, s.17

Müftüoğlu, T., 1989. İşletme İktisadı**,** Ankara, s.140.

Riggs,J., 1994. *Production Systems: Planning, Analysis and Control*, 3rd edition, JOHN WILEY & SONS, ABD)

Tanyaş, M., 1997. *İşletme Kaynakları Planlaması,* Üretim ve Kurumsal Kaynak Planlaması Workshop

Tanyaş,M., 1994. *Üretim Kaynakları Planlaması (MRPII) Çözümlerinin Geliştirilmesi ve Yararları* , MRP II Üretim Kaynak Planlaması Workshop Bildirileri Kitabı, İstanbul

Tersine, R.J., 1985, *Production/Operations Management*: Concepts, Structure and Analysis. 2. p. New York, .s.2-112

TSE, (1995), *Kalite Güvence Yönetimi Eğitim Kitabı*, Doküman No: KGY.34.03, İstanbul

Ürer, F., 1985. Japonya'da Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelere Yönelik Ekonomik ve Sosyal Politika ve Tedbirlerin Türkiye Bakımından Değerlendirilmesi, DPT No:2085, Ankara, s.12

ÖZGEÇMİŞ

Ünal PERENDİ Haziran 1979'da Sivas'ta doğdu. 1997-2001 yılları arası İstanbul Teknik Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Bölümünü bitirdi. Halen İstanbul Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim dalı Mühendislik Yönetimi programında okumakta ve Tubitak-Uekae'de çalışmalarını sürdürmektedir.