

Makine İmalat Sektöründe Faaliyet Gösteren Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerin Rekabet Gücünün Artırılmasında İleri İmalat Teknolojileri ve Bir Alan Araştırması

Mehmet ALTUĞ*, Muammer NALBANT**

*Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü,
ANKARA

**Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü
06500 Teknikokullar, ANKARA.

ÖZET

Bu çalışmada, ileri imalat teknolojileri bağlamında Ankara'daki OSTİM ve İVEDİK Organize Sanayi bölgelerinde bulunan Küçük ve Orta Ölçekli 75 işletmeyi kapsayan bir alan araştırması yapılmıştır. Bu araştırmanın değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular doğrultusunda Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerin ileri imalat teknolojilerini kullanım düzeylerinin rekabet güçlerine etkisi incelenmiştir. Sayısal denetim ve bilgisayarlı sayısal denetim, bilgisayar destekli tasarım, bilgisayar destekli imalat, bilgisayarla bütünleşik imalat, hücresel imalat ve esnek imalat sistemleri olarak ele alınan ileri imalat teknolojilerinin rekabete dayalı işletme faktörlerini hangi yönde ve ne ölçüde etkilediği ortaya konulmuştur. Ayrıca uygulamanın sonucunda, Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerin ileri imalat teknolojileri temelinde oluşturulacak rekabet yöntemleri konusunda öneriler getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: KOBİ, İleri İmalat Teknolojileri, Rekabet

Advanced Manufacturing Technologies in the Increasing of Competition Power of Small and Medium Sized Enterprises that were Occupying in the Machine Manufacturing Sector and a Field Research

ABSTRACT

This study is a field research that contains 75 small and medium sized enterprises OSTİM and İVEDİK organized industrial region in Ankara in Turkey. These enterprises are using advanced manufacturing technologies. The effects of using advanced manufacturing technology levels in small and medium sized are investigated on the competition power. The effects of advanced manufacturing technologies such as Numerical control, Computerized numerical control, Computer aided Manufacturing, Computer integrated manufacturing, Cellular production and Flexible manufacturing system, were produced on the enterprises factors based on competition. It was also produced suggestions on the competition methods of small and medium sized enterprises in the base of advanced manufacturing technologies.

Key words: SMEs, Advanced manufacturing Technologies, Competition

1.GİRİŞ

İşletmeler; küresel rekabet üstünlüğü sağlamak için kalite, hız, maliyet ve ürün çeşitliliği gibi faktörleri rekabetçi ortamlara uyarlayarak müşteri ihtiyaçlarını etkin bir şekilde karşılamaya çalışmaktadırlar. Günümüz işletmeleri rekabet edebilmek ve pazarda rakiplerine üstünlük sağlayabilmek için üretimlerinde ve imalat yöntemlerinde değişikliğe gitmektedirler. İşletmeler ürettiğini satmak yerine satılabilecek ürünleri üretmeyi tercih etmektedir. Bu nedenle üretimlerinde öncelikle kalite ve hız unsurlarına önem vermektedirler. Rekabetin gücünü belirleyen önemli faktörlerden biri de işlet-

melerin kullandığı imalat teknolojileridir. Kullanılan teknolojinin niteliği, tedarik edilebilirliği ve maliyeti, altyapı uygunluğu, teknolojinin getireceği kolaylıklar, teknolojiyi kullanacak operatör, rakiplerin teknoloji düzeyleri, bu teknolojinin seçiminde son derece etkili olmaktadır.

Teknolojinin üretim süreci üzerindeki etkisini hem üretim teknolojileri hem de yönetim teknolojileri açısından değerlendirebiliriz. Bilgisayarlı Sayısal Denetim (BSD/CNC) tezgahları, robotlar, esnek imalat sistemleri, otomatik montaj sürekli gelişen imalat teknolojilerinin sonucudur. İmalat sürecinde özellikle üç alanda

önemli gelişmeler gözlenmektedir. Bunlar, hızlı imalat, hızlı model üretme ve yüksek hassasiyette ürün üretimidir. Ayrıca Bilgisayar Destekli Tasarım ve İmalat (BDT/BDİ) sistemleri ve endüstriyel robotların kullanımını üretimde esnekliği sağlamıştır. Bunun sonucu olarak işletmeler daha hızlı ve daha kolay ürün üretebilmek ve çeşitlilik sağlayabilme avantajına sahip olacaktır.

2. KOBİ KAVRAMI VE TANIMI

Bütün ekonomilerin temel dinamiğini kobilerin oluşturmasına rağmen, bugün dünya literatüründe üzerinde görüş birliği sağlanmış KOBİ tanımı bulunmamaktadır (1). KOBİ'ler daha çok ekonomik bir oluşum oldukları için KOBİ tanımlamaları istihdam edilen işçi sayısı ile ölçülmektedir (2). Ülkemizde bazı kurum ve kuruluşların KOBİ tanımlamaları birbirlerinden farklılıklar göstermektedir. Buna örnek olarak Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi Geliştirme ve Destekleme Başkanlığı (KOSGEB), İstanbul Sanayi Odası (İSO), İstanbul Ticaret Odası (İTO), Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Ankara Sanayi Odası (ASO) gibi bazı kurum ve kuruluşların KOBİ tanımlamaları gösterilebilir (Tablo 1).

Tablo 1. Türkiye'de KOBİ (3)

Kuruluşun Adı	İşletme ölçeği	
	Küçük	Orta
KOSGEB	1-50	51-150
İSO	1-19	20-99
HALKBANK	1-100	101-250
TÜİK	1-49	50-99
İTO	5-10	-
ASO	10-30	31-299
Hazine Müsteşarlığı	-	1-100
Dış Ticaret Müsteşarlığı	-	1-200

KOBİ'lere yönelik çalışan kurumların her biri kendine göre bazı tanımlar yapabilmektedir. Tanımlardaki sınırlar, genellikle ülkelerin ekonomilerinin büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle, KOBİ deyimi, hukuki olmaktan çok ekonomik bir anlam taşımaktadır. Diğer ülkelerde olduğu gibi tüm bu tanımlamalarda kullanılan ölçüt, bir iktisadi teşebbüste istihdam edilen kişi sayısıdır (4). Küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ) adında nitel özellikleri taşıyan kelimeler bulunmasına rağmen daha çok nicel özelliklere sahip işletmeler olarak tanımlanmaktadır. KOBİ tanımında kullanılan esas ölçüler; çalışan işçi sayısı, sabit sermaye yatırım tutarı, makine parkı değeridir. Sadece çalışan işçi sayısı ölçüt alınırsa isabetli tanım olmayabilir. Çünkü gelişmiş yeni teknolojiler sayesinde daha az işçi ile imalat yapılabilir. Gelişmiş otomasyon ve teknolojilerle, dev işletmelerde az işçiyle imalat yapılabilir. Buna örnek olarak en gelişmiş otomotiv fabrikalarındaki çalışanların sayına bakarak bu fabrikayı küçük ve orta büyüklükteki işletme olarak değerlendirmek doğru olmayacaktır.

3. İLERİ İMALAT TEKNOLOJİLERİ

İleri imalat teknolojilerinde geleneksel teknolojilerde olduğu gibi yazılım, donanım ve insan faktörleri yer almaktadır. Ancak, geleneksel teknolojilerden farklı olarak ileri imalat teknolojilerinde bu faktörlerin göreceli bileşimi farklı düzeydedir. İleri imalat teknolojilerini geleneksel teknolojilerden ayıran en büyük özellik özel bilgisayar yazılımlarının kontrol amaçlı olarak yoğun şekilde kullanılmasıdır (5). Bilgisayar destekli teknolojiler imalatın her aşama ve alanında gerekli bilgilere hızlı ve güvenli ulaşılmasını, sistemin yönetim ve kontrolünün iyileştirilmesini sağlamaktadırlar. Bu şekilde makinelerin verimliliği artmakta, daha az stok gerekirken, hatalı imalat en aza indirilmekte, imalat ve sevki hızı artmakta, makine arızaları daha az olmakta ve hatta tahminlerle önlenebilmektedir. İleri imalat teknolojileri, işletmenin tasarım ve imalat fonksiyonlarının işlevini artırmaya yönelik olarak süreç teknolojileri ve yönetim sistemlerini de kapsamaktadır. Bir işletme yeni bir teknoloji kullanmaya karar verirken birlikte bu teknolojinin ne kadar etkin ve verimli kullanılacağı da öngörülür. İşletme için ileri teknolojinin kullanım zamanı, kullanım yeri ve kullanıma konuş şekli de son derece önemlidir.

Uluslararası rekabet koşulları ve verimliliğin iyileştirilmesi çalışmalarının hızlanması, standart ürünlerin kitle üretiminden özel nitelik üretimine geçilmesi, daha yüksek esneklik gerektirmesi, kısa süreli ömür çevrimleri olan mamuller için imalat sisteminin değişime kolaylıkla uyum sağlayabilmesi bilgisayar teknolojisi ile bütünleşen karmaşık imalat nedeniyle üretimde meydana gelen sorunların daha güç hale gelmesi teknolojik yenilikleri zorunlu kılmaktadır (6).

3.1. Sayısal Denetim ve Bilgisayarlı Sayısal Denetim

Sayısal Denetim (SD/ Numerical Control-NC), üzerinde delikli bir şerit ile takım tezgahlarına uyarlanan yarı otomatik bir sistemdir. Sayısal denetimli tezgahların yerleştirilmesi ve fazladan yeni özellikler eklemek çok zor olduğundan günümüzde kullanımı önemli ölçüde azalmıştır. Sayısal denetimli tezgahlara 1970'li yıllarda mikro bilgisayarlar eklenerek Bilgisayarlı Sayısal Denetimli-BSD (Computerized Numerical Control-CNC) sistem oluşturulmuştur (7). Bilgisayar yazılımlarını kullanarak makine imalat işlemlerini etkin bir şekilde denetleyen bir sistem olarak meydana çıkan Bilgisayarlı Sayısal Denetimli tezgahlar; maliyetleri düşürmek SD yazılımları için harcanan zamanın kısaltılması ve ürün kalitesinin artırılması gibi yararları da beraberinde getirmiştir.

BSD tezgahlarının geleneksel tezgahlara göre bazı üstünlükleri aşağıda verilmiştir (8,9):

1. Daha iyi operatör emniyeti: BSD takım tezgahlarında işlemler tezgah kapağının kapalı olduğu durumlarda meydana geldiğinden operatör emniyeti sağlanmaktadır.

2. Hatalı imalatlarda azalma: Geleneksel tezgahlarda operatörün yeteneği ile gerçekleştirilen işlem, BSD tezgahlarında bilgisayar ile yapıldığından hatalı imalat oranı düşüktür.
3. İmalat için hazırlık zamanının çok kısa olması: BSD tezgahlarında programın hazırlanması ve bunun denetim ünitesine girilmesi, ayrıca daha basit bağlama tertibatları gerektirmesinden dolayı hazırlık zamanları çok kısadır.
4. Yüksek hassasiyet: BSD takım tezgahlarının makine elemanları yüksek hassasiyetle işlenip kalite kontrolü hassas olarak yapılabilir. Bu nedenle işlenen parçalar yüksek hassasiyette işlenir.
5. Karmaşık parçaların kolay işlenmesi: BSD tezgahlar, elektronik ölçme tertibatları sayesinde, karmaşık parçaları hızlı ve hassas bir biçimde işlemektedir.
6. Daha az aparat maliyeti: Basit bağlama tertibatlarına ihtiyaç duyulması nedeniyle aparat konstrüksiyonunda hem zamandan hem de maddi açıdan fayda sağlamaktadır. Bu bağlama tertibatları işlem hızı bakımından %70 oranında fayda sağlamaktadır.
7. İmalat verimliliğinin artması: BSD tezgahlarında verimliliğin artması, hazırlık zamanının kısa olması, parçaların hassas ve seri bir şekilde işlenmesi ile sağlanmaktadır.
8. Parçaların daha az sıklıkta kontrolüne gerek duyulması: BSD takım tezgahlarında sabit kalitede parça elde edilir. Üretilen tüm parçaların yüzey ve ölçü kalitesi ilk parçayla uyumlu olur.
9. Boş alan ihtiyacı azalır: BSD tezgahlarında daha az aparat sistemi gereksinimi olmasından dolayı aparat bulundurma yerine gerek duyulmadığından, yerden tasarruf edilir.

BSD tezgahlarının sayılan bu üstünlüklerinin yanı sıra, yatırım maliyetlerinin önemli ölçüde yüksek olması ve elektronik donanımın fazlalığından dolayı kalifiye eleman bulma zorluğu mahzur olarak değerlendirilebilir. Ayrıca BSD tezgahlarının bulunduğu koşullarda sıcaklık ve nem gibi unsurların sürekli olarak kontrol edilmesi, arıza olasılıkları yüksek olan bu tezgahlar açısından bir mahzur olarak sayılabilir.

3.2. Bilgisayar Destekli Tasarım

Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT/Computer Aided Design-CAD) ile ürünler daha kaliteli ve daha hızlı tasarlanmaktadır. Belirli bir süreci tanımlamak için ihtiyaç duyulan zamanın kısaltılması kalite sorunlarının çözümünde önemli ölçüde rol oynayacaktır. Bu sürecin kısaltılması, belirli bir işi yapmak için gereksinim duyulan basamakları azaltacağından hataların ortaya

çıkma olasılığı da azalacaktır (10). BDT'nin özellikleri sayesinde ürünlerin tasarımından imaline kadarki tüm aşamalarda önemli ölçüde hız sağlanmıştır. Daha çok tasarım süreçleri üzerinde otomasyonun sağlanması amacıyla ortaya konan BDT, kalitenin ve verimliliğin artırılması konusunda etkili olmaktadır. Ayrıca bu sistemle tasarımların saklanması mümkün olmakla beraber daha sonradan bu tasarımlara erişim de kolaylaşmaktadır.

Bilgisayar destekli tasarım ve mühendislik uygulamaları, mühendislere ürünleri fiziki olarak ortaya çıkarmadan tasarlama, analiz ve test etme imkanı sağlamaktadır. Bilgisayar destekli imalat ve mühendislik sistemleri, üretim planlama ve programlama sistemleri için süreç bilgileri sağlama, malzeme ihtiyaçlarının otomatik olarak hazırlanması, kolaylıkla güncellenmesi ve daha sonra kullanılabilmesi için saklanması gibi özelliklere sahiptirler (11). BDT sistemleri, parçaların imalatından önceki son halinin görülmesine (simülasyon) yardımcı olduğu için tasarımcının verimliliğini de artıran bir özelliğe sahiptir. Verimlilikte meydana gelen bu artış aynı zamanda maliyetlerin düşmesine de katkıda bulunacaktır.

BDT sistemlerinin sağladığı yararlar şöyle sıralanabilir (13,14):

1. Tasarım işlemlerinin süresi kısalmır. Kopyalama, döndürme ve ölçkleme gibi işlemler bunu sağlayan fonksiyonlardır.
2. Tasarlanan parçalar gerçeğe yakın olarak görülebildiği için üzerinde fikir yürütülebilir.
3. Kopyalama mümkün olduğu için daha önceden tasarlanmış parçaların belirli kısımları kullanılarak yeni tasarımlar oluşturulabilir.
4. BDT sayesinde tasarımcı farklı bakış açıları ile çizimleri değerlendirebilir, karmaşık tasarımlar parçalara ayırabilir ve kolaylıkla birleştirme yapılabilir.
5. BDT ile çizimlerin temiz, yazıların okunaklı ve istenilen ölçekte olması sağlanabilir.
6. BDT sistemlerinde kullanılan benzetim, tasarlanan parçaların kontrol ve analizi konusunda önemli ölçüde üstünlük sağlamaktadır.
7. İç içe geçmiş parçaların tasarımı daha kolay olmaktadır.
8. Tasarım, bilgisayar destekli imalata geçiş için veri tabanında saklanır.

BDT sistemleri, tasarım hatalarını daha önceden görebilme ve bu hataları düzeltme imkanı sağladığından, hem tasarım kalitesini hem de imalat kalitesini olumlu yönde etkilemektedir. Ayrıca BDT sistemleri, tasarım özellikleri konusunda veri tabanı ve tasarım envanteri oluşturulmasına imkan sağlamaktadır.

3.3. Bilgisayar Destekli İmalat

Bilgisayar Destekli İmalat (BDİ/Computer Aided Manufacturing-CAM), imalatta bilgisayar faaliyetlerinin bütününe kapsamaktadır. Bu sistemlerde imalat süreci bilgisayar denetimi ile yapılmaktadır. BDİ sistemleri tasarım veri tabanını kullanma yoluyla, bir hammaddenin nihai mamüle dönüşmesini sağlayan tüm imalat tekniklerini kapsamaktadır. BDİ, tezgah hareketlerinin ve kesme parametreleri gibi imalat işlemlerini bilgisayar denetiminde yapılmasıdır. Değişik parça üretebilmesi, sık sık tasarım değişikliği yapılabilmesi, karmaşık imalat süreçleri ve bir parça üzerinde birden çok işlem yapılabilmesi şeklinde değerlendirilebilir. BDT bir parçanın tanımını oluşturur, BDİ ise bu tanımlamayı yorumlayarak parçanın imal tekniklerini tespit eder.

BDİ sistemlerinin sağladığı yararlar şöyle sıralanabilir (14,15):

1. Tasarım Kalitesi: Bilgisayarda geliştirilen model üzerinde bir çok seçeneğin değerlendirilebildiği ve model parametreleri için optimum sonuçlara ulaşılabildiğinden dolayı tasarımın kalitesi yükselmektedir.
2. Tasarım Güvenilirliği: Tasarımlar için hassas analiz teknikleri kullanıldığından ve simülasyon yöntemi ile tasarımlar denendiğinden, güvenilirlik yükselmiştir.
3. Dokümantasyon: Tasarımı yapılan parçaların, grafiklerin, raporların otomatik olarak kısa zamanda hazırlanabilmesidir.
4. Yenilik ve Değişiklikler Yapma Kolaylığı: Tasarımda ve imalatta yapılabilecek değişiklikleri hızlı bir şekilde uygulayabilmek ve bu şekilde hataları kısa zamanda düzeltebilmek mümkündür. Ayrıca bu şekilde yeni modellere ulaşmak daha kısa sürede ve kolay olacaktır.

BDİ sistemleri, imalatta denetimin iyileştirilmesi, kapasite kullanımının artırılması ve operatörlerin verimliliğinin artırılması gibi avantajları da beraberinde getirecektir. Bilgisayar Destekli İmalatta, programlama yeteneği ile makineler arasındaki malzeme akışının kolaylaşması bunun sonucunda ise daha etkin ve ekonomik stok yöntemlerinin oluşmasını sağlayacaktır.

3.4. Bilgisayarla Bütünleşik İmalat

Bilgisayarla Bütünleşik İmalat (BBİ/Computer Integrated Manufacturing-CIM), bilişim teknolojilerini kullanarak tek bilgisayar denetiminde, ürün ve süreçlerin tasarımı, üretim planlama ve kontrol ve üretim sürecinde kullanılan bireysel ileri imalat teknolojilerinin bir araya getirilmesidir (11). Bilgisayarla Bütünleşik imalat, mühendislik ve işletim etkinliklerini aynı çatı altında toplamaktadır. Bu şekilde Bilgisayarla bütünleşik İmalat, işletmenin farklı bir çok departmanlarında tüm düzeyler arasındaki fonksiyonel ilişkileri belirten bir yapıdır. BBİ sistemlerinin en önemli etkisi bilişim teknolo-

jileri yoluyla oluşturulmuş olan üretimdeki otomasyon sistemlerinin insan (operatör) faktörüyle tam bir uyum içerisinde birleştirilmesidir.

BBİ sistemlerinin amaçları şunlardır (15, 16):

- 1- Ürün kalitesini arttırmak,
- 2- Makine hazırlık zamanı gibi katma değer oluşturmayan faaliyetler için harcanan zamanı kısaltmak,
- 3- Mümkün olduğunca esnek imalat sistemlerini geliştirmek,
- 4- Merkezi bir bilgisayar tarafından işletilen, tam bütünleştirilmiş ve koordine edilmiş üretim sistemi için çalışmak.

BBİ sistemlerinin bir işletmeye uygulanmasında belirlenmesi gereken üç temel aşamadan bahsetmek mümkündür. Bunlar, firma ihtiyaçlarının belirlenmesi, kullanılacak yazılımın seçilmesi ve donanımın seçilmesi şeklinde ifade edilebilir (17). BBİ sistemleri bir işletme içerisinde tasarım kontrolü, üretim kontrolü, kalite kontrol ve stok kontrolü gibi unsurların entegrasyonunu sağlayarak işletme verimliliğini artırmayı hedeflemektedir. Ayrıca BBİ sistemlerinin uygulamalarında öncelikle ürün kalitesini arttırmak, maliyetleri düşürmek, etkin bir tasarım ve imalat ortamı oluşturmak amaçlanmaktadır.

BBİ sistemlerini uygulayan işletmelerde gözlenmiş bazı sonuçlar şunlardır (18):

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

Düşük maliyetli bilgisayarlar, güvenilir, elektronik olarak kontrol edilebilir çok yönlü, duyarlı takım tezgahları, yüksek düzeyde diller ve veri tabanı sistemleri sonuçta tüm bu teknik ve teknolojilerin entegrasyonu Bilgisayarla Bütünleşik İmalat sistemini ortaya çıkarmaktadır (6). BBİ sistemleri Bilgisayar Destekli Tasarım ve Bilgisayar Destekli İmalat sistemlerinin teknoloji ve kavramlarının çoğu ile birlikte değerlendirilir ve şunları kapsar (8,15):

- 1- Bilgisayarlı sayısal denetim,
- 2- Doğrudan sayısal denetim,
- 3- Bilgisayarlı süreç kontrol,
- 4- Bilgisayarla Bütünleşik İmalat Yönetimi,
- 5- Otomatik muayene yöntemleri,
- 6- Endüstriyel robotlar.

Küçük firmalarda, bilgisayarla bütünleşik imalata geçiş süreci kaçınılmaz olarak büyük firmalarınkin-

den farklı olacaktır. Büyük ölçekli bir firma, genellikle, BBİ sisteminin kuruluşunun planlanması ve sistemin uygulamaya geçirilmesi aşamalarında firma içinden veya dışından uzmanlardan yardım alacaklardır. Küçük firmaların ise çoğunlukla, uzun zaman alan, yüksek maliyetli planlama uğraşlarına ayıracak bütçeleri veya kendi içlerinde BBİ uzmanları yoktur (17). Küçük ve orta ölçekli işletmelerde bilgisayar destekli imalat ve bilgisayar destekli stok kontrol sistemleri oluşturulmasına ve kısmen de olsa otomasyona geçmelerine rağmen, bütün bilgisayarların işletme genelinde tam bir entegrasyonu sağlanmış değildir.

3.5. Hücresel İmalat Sistemleri ve Grup Teknolojisi

Klasik imalat sistemlerinde, sistem sürece yöneliktir ve atölye tipi imalat, akış tipi imalat, proje tipi imalat ve sürekli imalat olmak üzere dört grupta incelenir. Sürekli imalat sistemi, farklı parçaların imalatı ile ilgilenmez. Bununla beraber farklı parçaların bu sistemde olduğu gibi bir akışa yaklaşması isteği, üretimdeki parti miktarlarının küçültülmesi ve hatta idealize edilerek bire indirilmesi şeklinde imalat süreçlerinin oluşturulması hedefi, Hücresel İmalat Sistemlerinin (HİS) ortaya çıkmasını sağlamıştır (21). Geleneksel imalat sistemlerinden farklı bir yaklaşımla ortaya çıkan HİS, maliyet ve kalite açısından daha üstün durumdadır. Bu yeni yaklaşımın iki temel amacı vardır (12):

- 1- Basit süreçlerin yer aldığı endüstrilerde ve kitlesel imalatta kullanılan akış tipi imalat ile elde edilen tasarruflara eş değer tasarrufları kesikli ve atölye tarzı imalatlarda elde etmek.
- 2- İşletmede çalışanlar arasındaki ilişkileri geliştirmeye yarayacak daha iyi bir sosyal alt yapı oluşturmak.

HİS, atölye tipi imalatla karşılaştırıldıklarında sağladığı üstünlükler şöyle sıralanabilir (21):

- 1- Malzeme taşıma kolaylığı,
- 2- Hazırlık zamanlarında azalma,
- 3- Süreç içi envanterlerde azalma,
- 4- Geçiş zamanlarında azalma,
- 5- Atölye tarzı imalata göre takımlara ilişkin işlemlerde azalma,
- 6- İnsan ilişkilerinde iyileşme,
- 7- Kaliteden direkt olarak işçilerin sorumlu olması nedeniyle azalan kusurlu imalat miktarı,
- 8- Kapasite planlama, malzeme planlama ve kontrolde birleştirilmeye gidilmesi.

Hücresel imalat sistemlerinin tasarımı ve kurulması sırasında, ilk aşamayı oluşturan grup teknolojisi, işletmenin geleceğe yönelik imalat yöntemlerini belirlemede etkili olmaktadır.

Grup Teknolojisi (GT), fiziksel olarak bir araya getirilmiş, özgün teçhizat ve takımlarla donatılmış, birim olarak planlanmış tezgahlardan oluşan küçük özel hücrelerde, malzeme ölçü ve geometrileri bir miktar farklılık gösteren, birbirleri ile benzer süreçleri gerektiren parçaları küçük ya da orta ölçeklerde partiler halinde imal etmek için kullanılan teknikler grubu şeklinde tanımlanmaktadır (8). GT'de parçaların sınıflandırılıp kodlanması, malzeme özellikleri, imalat yöntemleri ve geometrik özelliklere göre yapılmaktadır. Parça aileleri olarak adlandırılan bu gruplar sayesinde üretimde kolaylık, verimlilik ve kalite artışı sağlanacaktır.

3.6. Esnek İmalat Sistemleri

Esnek İmalat Sistemleri (EİS), bir malzeme taşıma sistemiyle birbirine bağlanmış Bilgisayarlı Sayısal Denetimli (BSD) ya da Sayısal Denetimli (SD) tezgahlardan ve bunların işleyişini kontrol eden bilgisayar sisteminden oluşan ve birbirinden farklı parçalar üretebilen bir imalat sistemi olarak tanımlanabilir (21). Esnek imalat sistemleri, ürün ve tasarım değişikliklerine hızlı cevap veren sistemler olarak tasarlanmıştır. Küçük parti büyüklüğündeki parçaları yüksek verimlilikle üretebilen EİS, iş istasyonları, robotlar, BSD tezgahlar, otomatik malzeme taşıma sistemleri ve merkezi bir bilgisayardan oluşmaktadır.

EİS'de merkezi bilgisayar denetimi ile rotalama, yük dengeleme ve imalat programı yardımı ile işlemlerin tüm düzen ve sıralaması yönetilir, uygun takım ve bağlayıcıların seçimi, değiştirilmesi için gerekli süre kısaltılır. Bu şekilde tezgahları yükleyip boşaltmak ve malzemeleri imalat hücrelerine taşımak amacıyla otomatik yönlendirilmiş araçları, otomatik depolama ve çekme sistemlerini ve robotları da içermektedir. Bununla birlikte, düşük maliyet, yüksek kalite, sermaye kontrolü ve insan faktörünün en aza indirilmesi gibi unsurlar hedeflenmektedir. (7,22). Ayrıca EİS, ürün tasarımında sık meydana gelen değişikliklere cevap verebilmesi nedeniyle pazara özel tasarım ve imalat yapabilmek gibi etkin bir rekabet gücünün oluşmasını sağlayabilir.

EİS'nin temelini oluşturan sekiz farklı esneklik çeşidi mevcuttur ve aşağıdaki şekilde sıralanabilir (21):

- 1- Makine Esnekliği: Tezgahta farklı operasyonlar yapabilmek.
- 2- Süreç Esnekliği: Mümkün olan farklı malzemeleri kullanarak parçaları alternatif süreçlerde üretebilmek.
- 3- Ürün Esnekliği: Hızlı bir şekilde ve ekonomik olarak ürünün miktar ve bileşimini değiştirebilmek.
- 4- İş Akışı (Routing) Esnekliği: Sistemde meydana gelebilecek beklenmedik bir aksaklıkta parçaların alternatif rotalarda üretilmesi.
- 5- Hacim Esnekliği: Sistemin değişik hacimlerde verimli şekilde imalat yapılabilmesi.

- 6- Genişleme Esnekliği: Teknolojik olarak sistemin genişletilebilme kolaylığı.
- 7- İşlem Esnekliği: Parçaların işlem sırasının değiştirilebilmesi.
- 8- İmalat Esnekliği: Sistemin üretebileceği parça tiplerinin çeşitliliği.

Yüksek yatırım maliyetleri olan ve dolayısıyla teknolojik açıdan değişimlerin zor gerçekleştirilebileceği büyük ölçekli işletmelerden çok, küçük ve orta ölçekli işletmeler için bu tür değişimlerin daha kolay olduğu söylenebilir. Ancak ekonomik yapıları, sahip oldukları teknoloji ve işgücü ile söz konusu değişimlerin beklenen düzeye ulaşması mümkün görünmemektedir. Bu nedenle, mevcut makine parkına çok küçük eklemelerle daha esnek imalat yapılarına geçişi sağlayan hücresel imalat sistemleri bir çözüm olarak ortaya çıkmakta ve özellikle KOBİ'ler için uygulanabilirliği mümkün olan bir alternatif oluşturmaktadır.

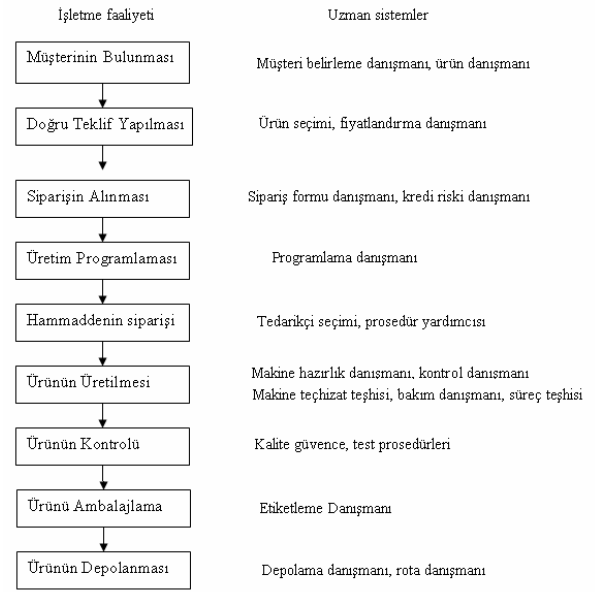
3.7. Robotlar

Endüstriyel robotlar için, Amerikan Robot Enstitüsü (RIA); "Belirli görevleri yerine getirebilmek için çeşitli programlanmış hareketlerle özel parçaları, aletleri, parçaları, malzemeleri hareket ettirmek için tasarlanmış çok fonksiyonlu ve yeniden programlanabilen manipülatör/el işleyicisidir" şeklinde bir tanımlama yapmaktadır (11). Robotların sanayide kullanılması, hızlı değişimlerin ve gelişimlerin bir sonucudur. İnsan hareketlerine yakın hareket kabiliyetleri bulunan ve programlanmaları mümkün olan makineler şeklinde tanımlanabilir.

Robotlar genel olarak üç kısımdan oluşur. Bunlar, manipülatör, güç kaynağı, ve kontrol sistemidir. Manipülatör, hareket eksenlerini üzerinde taşıyan ve robotun yerleştirme, aktarma gibi temel görevlerini yerine getirmesini sağlayan ana bölümdür. Güç kaynağı bu hareketlerin oluşabilmesi için gücü veren kısımdır. Hidrolik, pnömatik sistemler ve elektrik motorları bu görevi yerine getirebilirler. Robotun beynini oluşturan, hareketlerin koordinasyonunu sağlayan kontrol sistemi, aynı zamanda bağlı olduğu sistemle de irtibatı sağlamaktadır (8). Robotlarda diğer ileri teknolojiler gibi, üretimde verimliliği arttırmak, üretimde esnekliği ve kaliteyi sağlamak gibi katkılar da bulunmaktadır. Ayrıca robotlar işletmede işgücü maliyetlerini de azaltacaktır. Endüstriyel robotların yüksek maliyetlerinin olması, özellikle KOBİ'ler gibi belli bir üretim hacminin altında olan işletmeler tarafından kullanılmasını zorlaştırmaktadır.

3.8 Yapay Zeka

Yapay zeka, insanın zeka gerektiren davranışlarının özelliklerini taklit eden zeki bilgisayar sistemlerini tasarlayan ve geliştiren bilgisayar faaliyetleridir. Uzman sistemler, özel bir alandaki uzman bilgi gerektiren problemleri çözebilen ve bu bilgileri belli bir formatta saklayabilen, bilgiye dayalı sistemlerdir (Şekil 1) (19).



Şekil 1. Üretim Sürecinde Uzman Sistemlerin Kullanım Alanları (20)

4. İLERİ ÜRETİM TEKNOLOJİLERİ REKABET GÜCÜ İLİŞKİSİ BAĞLAMINDA KÜÇÜK VE ORTA ÖLÇEKLİ İŞLETMELERE YÖNELİK BİR ALAN ARAŞTIRMASI

Ekonomik yapı içerisinde imalat yapan ve katma değer üreten işletmelerin %99'u KOBİ'ler olduğundan, oluşturduğu hareketlenme ve diğer yapıları etkileme düzeyi düşünüldüğünde KOBİ'lerin önemi daha da belirginleşecektir. Bu anlamda makine imalat sektöründe faaliyet gösteren KOBİ'lerin bu yapılanma içerisinde kalıcı ve başarılı olmaları, ileri imalat teknolojilerini başarılı bir şekilde takip edip, bu teknolojileri elde etmeleri ve etkin bir şekilde kullanmalarından geçecektir. Dolayısıyla alan araştırması bu maksatla yapılmıştır.

4.1. Araştırma Yöntemi ve Kapsamı

Ankara Ostim ve İvedik organize sanayi bölgelerinden seçilen 75 işletmeyi kapsamaktadır. Araştırmada dikkate alınan hususlar; işletmenin KOBİ olması, bilişim teknolojilerini kullanıyor olması, makine imalat sanayinde faaliyette bulunması şeklindedir. Araştırmada kullanılan likert ölçeğindeki aralıkların dağılımı aşağıda belirtilmiştir.

1,00-1,80 Hiç / 1,81-2,60 Çok az / 2,61-3,40 Orta / 3,41-4,20 Büyük oranda / 4,21-5,00 Tamamen

Ayrıca soruların anlaşılabilirliği açısından açık uçlu sorulara yer verilmemiştir. Ankette hazırlanan soruların bazılarında birden fazla seçeneğin işaretlenmesine imkan sağlanmıştır. Bu şekilde hangi faktörün daha önemli ve etkili olduğunun tespitine çalışılmıştır.

4.2. Araştırma Verilerinin Analizi

Çalışmada kullanılan anket sorularına işletme yöneticilerinin verdiği cevaplar SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 11.0 for Windows prog-

ramı ile analiz edilmiş ve değerlendirmeler bu analizler doğrultusunda yapılmıştır. Yapılan araştırma sonucunda elde edilen bulgular ışığında KOBİ'lerin teknolojik yapısı ile rekabet güçleri arasındaki ilişkilendirme ile ortaya çıkan sorunların çözümü için bir takım tespitlerde bulunup, öneriler getirilmiştir.

4.2.1. İşletmenin Kuruluş Yılları

Araştırmaya katılan işletmelerin kuruluş yıllarını belirten bilgiler, Tablo 2'de görülmektedir. İşletmelerin rekabet güçleri, belli bir örgütsel kültürün gerekliliği ile doğru orantılı olarak değerlendirilebilir. Bu açıdan işletmelerin başarılı bir örgüt kültürünün oluşturulması, yeterli zaman gerektirdiğinden kuruluş yılları daha da önem kazanmaktadır. Bu anlamda etkili bir takım çalışması ve güçlü bir rekabet için, işletme çalışanlarının uzun süreli birliklikleri, teknolojik yeniliklere karşı uyum sağlamalarını kolaylaştırmaktadır.

Tablo 2. İşletmelerin kuruluş yıllarına göre dağılımı

Kuruluş Yılı	frekans	%
1965-1974	2	2,67
1975-1984	17	22,67
1985-1994	11	14,66
1995-2005	45	60
Toplam	75	100

4.2.2. İşletme yöneticilerinin demografik yapısı

Yöneticilerin yaş ortalamalarına bakıldığında tecrübeli yönetici sayısının fazla olduğu dikkat çekmektedir. Yaş ortalamaları ile ilgili dağılım Tablo 3'de gösterilmektedir. Ancak eğitim düzeyi ve işletmedeki konumları ile birlikte değerlendirildiklerinde teknolojik değişime olumlu cevap verebilecek yöneticilerin de bulunduğu belirlenmiştir.

Tablo 3. Yöneticilerin yaş durumuna göre dağılımı

Yaş	frekans	%
22-27	12	16
28-33	26	34,67
34-39	11	14,67
40-45	14	18,67
46-51	7	9,33
52+	5	6,66
Toplam	75	100

Araştırmaya katılan yöneticilerin cinsiyete göre bakıldığında önemli bir oranın (%94,67) erkek yönetici olduğu görülmektedir. İşletme yöneticilerinin cinsiyete göre dağılımları ve oranları Tablo 4'de verilmektedir.

Tablo 4. Yöneticilerin cinsiyete göre dağılımı

Cinsiyet	frekans	%
Erkek	71	94,67
Bayan	4	5,33
Toplam	75	100

İşletme yöneticilerinin eğitim durumuna bakıldığında önemli bir kısmı lise (% 34,67) ve lisans derecesine sahip (% 33,33) yöneticilerin oluşturduğu görülmektedir. Lise mezunu olan yönetici sayısının bu oranda olması KOBİ'lerin teknolojik değişime karşı direncini de arttırabilmektedir. Araştırmaya katılan yöneticilerin eğitim durumlarını ve toplam değerler içerisindeki oranları, Tablo 5'de gösterilmektedir.

Tablo 5. Yöneticilerin eğitim durumuna göre dağılımı

Eğitim Durumu	frekans	%
İlköğretim	19	25,33
Lise	26	34,67
Önlisans	3	4
Lisans	25	33,33
Yüksek Lisans	2	2,67
Doktora	0	0
Toplam	75	100

İmalatta görev alan yöneticilerin teknolojiyi bire bir kullandıkları göz önünde bulundurulursa değişen teknolojinin işletme tarafından benimsenip tedarik edilmesi önemli ölçüde hızlı olacaktır. Tablo 6, anketi cevaplayan işletme yöneticilerinin çalıştığı birimlere göre dağılımlarını göstermektedir.

Tablo 6. Yöneticilerin çalıştığı birimler

Çalışılan Birim	frekans	%
Yönetim	56	74,67
Üretim	19	25,33
Toplam	75	100

Yöneticilerin görevleri ile ilgili dağılım Tablo 7'de gösterilmektedir. Araştırmaya katılan yöneticilerin büyük bir bölümü (% 70,67) Üst ve tepe yöneticisidir. KOBİ'lerin teknolojiye bakışları ve buna paralel olarak rekabet edebilirlikleri üst yönetimin tutumu ve başarısına bağlı olacaktır. Teknolojik yenilikler konusunda alınan kararların, çalışanlar üzerinde meydana getireceği olumsuz etkileri ortadan kaldırmak veya en aza indirmek yönetimin sorumluluğundadır.

Tablo 7. Yöneticilerin Görevleri

Görevi	frekans	%
Üst düzey ve tepe yöneticisi	53	70,67
Orta düzey yönetici	22	29,33
Toplam	75	100

4.2.3. İşletmenin Personel Sayısı ve Eğitim Durumları

Araştırma yapılan 75 KOBİ'nin toplam personel sayısı 1201 olarak belirlenmiştir. Personelin eğitim durumlarıyla ilgili olarak Tablo 8 hazırlanmıştır. Personelin eğitim düzeyi ilk ve orta öğretimde yoğunlaşmış olsa da işletme teknolojik yapısını değiştirdikçe bu yapılanma da olumlu yöne doğru değişmektedir.

Tablo 8. İşletme personelinin eğitim durumu

	Eğitim Durumu					
	İlköğretim	Lise	Ön lisans	Lisans	Yüksek Lisans	Doktora
<i>f</i>	569	433	50	136	13	0
%	48	36	4	11	1	0

4.2.4. Teknolojik Değişimin Temel Sebepleri

Araştırmaya katılan işletmelerin, teknolojik değişimin sebeplerine verdikleri cevaplar ve bu cevapların oransal dağılımları Tablo 9'da gösterilmektedir. KOBİ'lerin daha çok sipariş türü imalat yaptıklarından teknolojik değişimin nedeni olarak en fazla müşteri tercihlerindeki değişimi göz önünde bulundurmaları ve buna göre yeni teknoloji transferine gitmeleri söz konusudur. İşletmelerin etkili rekabet edebilmesinin bir yolu da ya rakipleri ile aynı teknolojiyi kullanıyor olması ya da rakiplerinden daha ileri bir teknolojiyi kullanıyor olmasından geçmektedir.

Tablo 9. Teknolojik değişimin temel sebepleri

Teknolojik Değişimin Nedeni	frekans	%
Toplumsal ve Kültürel Çevre	17	22,7
Ekonomik Çevre	18	24,0
Müşteri Tercihlerindeki Değişim	55	73,3
Rakiplerin Yeni Teknoloji Kullanımı	45	60,0
Ulusal Rekabet	34	45,3
Uluslar Arası Rekabet	13	17,3

İşletmelerin içinde faaliyet gösterdikleri pazarlarda mevcut pazar paylarını artırmaları ya da yeni pazarlara girmelerini, müşteri tercihlerindeki değişimler belirleyecektir. Bu durumda işletme içi faktörlerin iyileştirilmesi, çevresel faktörlerin iyileştirilmesi ile bir-

Tablo 10. İşletmelerin ileri imalat teknolojisi kullanımı

İleri İmalat Teknolojileri	Hiç		Çok az		Orta		Sıklıkla		Her zaman	
	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
Sayısal ve Bilgisayarlı Sayısal Denetimli İmalat (SD-BSD)	1	1,3	7	9,3	3	4	8	10,7	55	74,7
Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT)	8	10,7	13	17,3	4	5,3	5	6,7	45	60
Bilgisayar Destekli İmalat (BDİ)	20	26,7	12	16	3	4	7	9,3	33	43
Bilgisayarla Bütünleşik İmalat (BBİ)	35	46,7	11	14,7	11	14,7	11	14,7	5	6,7
Yapay Zeka Uygulamaları	67	89,4	7	9,3	1	1,3	-	-	-	-
Hücreyel İmalat Sistemleri ve Grup Teknolojisi	57	75	9	12	8	10,7	1	1,3	-	-
Esnek İmalat Sistemleri	26	34,7	17	22,7	19	25,3	12	16	1	1,3
Robotlar	73	98,7	-	-	-	-	1	1,3	-	-

f: frekans

likte değerlendirildiği sürece daha etkin sonuçlar elde edilebilecektir.

4.2.5. İşletmelerin İleri İmalat Teknolojilerini Kullanım Düzeyleri

Araştırmaya katılan KOBİ'lerin ileri imalat teknolojilerini kullanım düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 10'da belirtilmektedir. İşletmelerin daha çok Sayısal ve Bilgisayarlı Sayısal Denetimli İmalat, Bilgisayar Destekli Tasarım, Bilgisayar Destekli İmalat teknolojilerini kullandıkları tespit edilmiştir. Bunun temel nedenlerinden biri, SD ve BSD tezgahların imalatla çok etkili oldukları şeklinde değerlendirilebilir. Başka bir nedeni ise bu alanda iyi yetişmiş, bilgi ve tecrübe sahibi yüksek öğrenim görmüş çalışanların olmasıdır. Sayısal ve Bilgisayarlı Sayısal Denetim teknolojilerinin her zaman kullanımının oranı % 74,7, Bilgisayar Destekli Tasarımın her zaman kullanımı ile ilgili oran ise % 60 olarak belirlenmiştir.

KOBİ'lerin ekonomik yapıları ve istihdam ettirdiği bilgi sahibi tecrübeli personel sayısı değerlendirildiğinde, işletmenin teknolojiye bakışı daha da netlik kazanmaktadır. Dikkat çeken bir diğer nokta ise yapay zeka uygulamalarının hiç kullanılmıyor olması ile ilgili oran % 89,4 ve robotların hiç kullanılmıyor olması ile ilgili oran, % 98,7 gibi çok büyük değerlerdir.

Yapay zeka uygulamalarını kullanan KOBİ oranı düşüktür ve bu uygulamalar kendisini daha çok uzman sistemler olarak göstermektedir. Uzman sistemlerin kullanılmasında işletmelerde imalat süreçlerinin daha etkin bir şekilde kontrolü sağlanmış ve verimlilik artışı gözlenmiştir. Ancak yapay zeka ve robotların kullanımında kayda değer gelişmelerin olmadığı da tespit edilmiştir. KOBİ'lerin imalat yapısı Esnek İmalat Sistemlerine benzerlik gösterdiği için EİS kullanımında belirli bir ortalama değer yakalanmıştır.

KOBİ'lerin kullandıkları ileri imalat teknolojilerinin ortalama değerleri Tablo 11'de gösterilmektedir. Bu değerler 75 işletmenin cevapları doğrultusunda, likert ölçeğine göre, 5 üzerinden elde edilmiş değerlerdir. Bu ortalama değerler içerisinde yine en önemli oranı SD-BSD (4,46), BDT (3,85) ve BBİ (3,23) almaktadır. Bu bağlamda KOBİ'lerin rekabet gücünü etkilemesi bakımından en önemli paya SD-BSD, BDT ve BBİ sistemleri sahip olmaktadır. Bu bulgular ışığında KOBİ'lerin ürettikleri ürünlerin tasarım aşamalarında yoğun bir şekilde bilgisayar teknolojilerinin kullanıldığı belirlenmiştir. Bununla birlikte SD tezgahların azalması ile birlikte BSD kullanımının hızlı bir şekilde arttığı sonucuna varılmıştır.

Tablo 11. İleri imalat teknolojilerinin ortalama değerleri

İleri İmalat Teknolojileri	Ortalama
Sayısal ve Bilgisayarlı Sayısal Denetimli İmalat (SD-BSD)	4,46
Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT)	3,85
Bilgisayar Destekli İmalat (BDİ)	3,23
Bilgisayarla Bütünleşik İmalat (BBİ)	2,18
Yapay Zeka Uygulamaları	1,12
Hücreyel İmalat Sistemleri ve Grup Teknolojisi	1,38
Esnek İmalat Sistemleri	2,30
Robotlar	1,04

İleri imalat teknolojileri kullanımının işletme faktörleri üzerine etkileri Tablo 12'de gösterilmektedir. Bu faktörler arasında en yüksek orana sahip olan faktör, %60 ile doğrudan işçi verimliliğinin artmasıdır. Sıklıkla (4.Düzye) ve orta sıklıkta (3.Düzye) etkileme düzeylerinde bir yığılma görülmektedir. İşletme faktörlerinden birim maliyetlerin azalması en yüksek değerine % 46,8 ile sıklıkla etkileme düzeyinde ulaşmıştır. Uygunluk kalitesi yine bu düzeyde, % 48'lik bir oranla en yüksek değerine ulaşmıştır. Bu değerlerin ışığında ileri imalat teknolojilerinin kullanımının bu faktörleri olumlu olarak etkilediği sonucuna varılabilir

4.2.6. İleri İmalat Teknolojileri Kullanımının Rekabet Unsurları Üzerine Etkileri

İleri imalat teknolojilerinin kullanımının rekabet unsurlarını etkileme düzeyleri Tablo 13'de gösterilmektedir. Rekabet unsurlarının etkilenme düzeyleri birbirinden bağımsız değerler göstermektedir.

İleri imalat teknolojileri, kaliteyi (%52), güvenilirliği yüksek ürünler üretmeyi (%33,3) ve verimliliği (% 45,4) her zaman olumlu olarak etkilemiştir. Düşük imalat hatalarını (% 37,4), ürün çeşitliliğini (% 42,7) ve imalat kapasitesini (% 49,4) sıklıkla olumlu olarak etkilemiştir. Rekabet unsurlarından güvenilirliği yüksek ürünler, kalite ve verimlilik ileri imalat teknolojilerinden en fazla etkilenen unsurlar olmuşlardır.

Tablo 12. İleri İmalat Teknolojileri Kullanımının İşletme Faktörleri Üzerine Etkileri

İşletme Faktörleri	Hiç		Çok az		Orta		Sıklıkla		Her zaman	
	f	%	F	%	f	%	f	%	f	%
Birim Maliyetlerinin Azaltılması	1	1,3	6	8	11	14,7	35	46,8	22	29,3
Uygunluk Kalitesinin Arttırılması	1	1,3	5	6,7	10	13,3	36	48	23	30,7
Direkt İşçi Verimliliğinin Arttırılması	4	5,3	5	6,7	12	16	45	60	9	12
İmalat Akış Süresinin Kısaltılması	2	2,7	6	8	22	29,3	33	44	12	16
Yeni Ürün Geliştirme Süresinin Kısaltılması	1	1,3	13	17,3	25	33,3	31	41,3	5	6,7
Tezgah Ayar Sürelerinin Kısaltılması	2	2,7	21	28	28	37,3	17	22,7	7	9,3
Stok Devir Hızının Arttırılması	12	16	19	25,3	19	25,3	17	22,7	8	10,7
Pazar Payının Arttırılması	5	6,7	4	5,3	19	25,3	35	46,8	12	16
Arıza ve Planlanmamış Duruşların Azaltılması	1	1,3	17	22,7	41	54,7	11	14,7	5	6,7
İşletme İçi Koordinasyonun Artması	-	-	21	28	33	44	13	17,3	8	10,7
Satışların Artması	-	-	9	12	17	22,7	35	47	14	18,7
Rekabet Gücünün Artması	1	1,3	6	8	14	18,7	27	35,9	27	35,9
Enerji Tüketiminin Azalması	8	10,7	39	42	20	26,7	1	1,3	7	9,3

Tablo 13. İleri İmalat Teknolojileri Kullanımının Rekabet Unsurları Üzerine Etkileri

Rekabet Unsurları	Hiç		Çok az		Orta		Sıklıkla		Her zaman	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Güvenilirliği Yüksek Ürünler	1	1,3	3	4	7	9,3	19	52	25	33,3
Düşük İmalat Hataları Yapmak	2	2,7	1	1,3	19	25,3	28	37,4	25	33,3
Teslimatta Güvenilirlik ve Hız	2	2,7	11	14,7	26	34,7	18	24	18	24
Tasarım Değişikliği ve Tasarım Kalitesi	-	-	5	6,7	37	49,4	24	32	9	12
İmalat Miktarlarında Hızlı Değişim	-	-	10	13,3	34	45,4	17	22,7	14	18,7
Minimum Kaynak Kullanımı İle İmalat	6	8	37	49,4	17	22,7	6	8	9	12
Yeni Ürün Sunma Hızı	6	8	14	18,7	25	33,3	21	28	9	12
Kalite	1	1,3	4	5,3	4	5,3	27	36	39	52
Verimlilik	1	1,3	2	2,7	8	10,7	30	40	34	45,4
Düşük Fiyat	-	-	7	9,3	28	37,4	18	24	22	29,3
Ürün Çeşitliliği	4	5,3	6	8	17	22,7	32	42,7	16	21,3
İmalat Kapasitesi	1	1,3	5	6,7	11	14,7	37	49,4	21	28
Toplam Maliyet	4	5,3	12	16	25	33,4	21	28	13	17,3
Satış Sonrası Hizmetler	7	9,3	19	25,3	35	46,7	10	13,3	4	5,3
Yüksek Performanslı Hizmetler	3	4	10	13,3	32	42,7	19	25,3	11	14,7
Dağıtım Kanalları	10	13,3	32	42,7	19	25,3	14	18,7	-	-

5. SONUÇ

İşletmelerde ileri imalat teknolojilerinin kullanımı ile ürün ve hizmet kalitesinde iyileşme, düşük imalat hataları, tasarım kalitesi ve değişikliği gibi konularda olumlu gelişmeler kaydedilmiştir. Ancak minimum kaynak kullanımı ile imalat yapmak konusunda yeterli derecede bir avantaj sağlanamamıştır. Çalışmada yer alan KOBİ'ler ileri imalat ve ileri yönetim teknolojilerini kullanarak satışlarının arttığını, pazar paylarının arttığını ve rekabet güçlerinin arttığını belirtmişlerdir. Ayrıca ileri teknolojilerin etkin kullanımı ile kalite, verimlilik ve işletme içi koordinasyonun arttığı gözlenmiştir.

Araştırmaya katılan işletmelerin elde ettikleri başarılar incelendiğinde, bu başarıların altında yatan olgunun ileri teknolojiler olduğu belirlenmiştir. Teknolojik anlamda kendilerini yenileyen işletmeler rekabet üstünlüğü elde etmiş, gerek çalışanları üzerinde gerekse müşteriler üzerinde olumlu etkiler bırakmıştır. Bu bağlamda müşteri isteklerini en etkin şekilde karşılayan işletmeler rekabet üstünlüğü elde edecektir. Ayrıca yönetimin bu teknolojik değişim sürecine katkısı da son derece önem arz etmektedir. Araştırmaya katılan KOBİ'lerin ileri imalat teknolojilerini kullanım düzeylerine bakıldığında en fazla Sayısal ve Bilgisayarlı Sayısal Denetimli tezgahların kullanıldığı tespit edilmiştir. Yapay zeka ve endüstriyel robotların kullanımının yok denecek kadar az olmasıdır.

İleri imalat teknolojilerinin kullanımında ürün maliyetlerini azaltmak ve üretim planlama ve kontrol imkanı da sağlamaktadır. İleri imalat teknolojilerinden BDT-BDİ-BSD uygulamalarının etkin olarak kullanılmasıyla, verimlilik artışı, imalat maliyetlerinde azalma, üretimde esnekliğin sağlanması gibi değişimler de söz konusu olmaktadır. KOBİ'lerin ileri teknoloji kullan-

malarına engel teşkil eden faktörlerden en önemlileri, yüksek finansman maliyeti, tedarikçilerle uyumlu teknolojinin olmaması olarak belirlenmiştir. Rekabet gücünün artırılması amacıyla sürekli değişen teknolojinin takip edilmesi de önem kazanmaktadır. Küçük ve Orta Ölçekli işletmelerin rekabet güçlerini artırmalarını önemli unsurları arasında üniversitelerle teknik işbirliği yapmaları ve üniversitelerden eğitim desteği almalarıdır. Bununla beraber KOBİ'ler teknolojik yenilikleri izlemekle kalmayıp, Ar-Ge faaliyetlerini artırma yoluna gitmelidirler. Söz konusu yöntemler uygulanırken, bu paralelde değerlendirilmesi gereken bir diğer konu ise bilgi teknolojileri ve entelektüel sermayeye yatırım yapılmasıdır.

6. KAYNAKLAR

1. Sarıaslan, H., "Orta ve Küçük Ölçekli İşletmelerin Finansal Sorunları", TOBB Yayınları, Ankara, 12, 1994.
2. Karataş, S., "Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler", Veli Yayınları, İstanbul, 25, 1991.
3. Demir, N., Birbil, D., Atalay, N., Yıldırım, Ş., "Pazarlama Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar ve Küçük ve Orta Boy İşletmeler", Milli Produktivite Merkezi Yayınları, Ankara, 18-69 (2000).
4. Çelik, A., Akgemci, T., "Girişimcilik Kültürü ve KOBİ'ler", Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 64-91, 1998.
5. Altuğ, M., "Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde (KOBİ) Rekabet Gücünün Artırılması İçin İleri Teknoloji Kullanımı: Makine İmalat Sektöründe Bir Uygulama", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 72, 2005.
6. Ertan, T., "İleri İmalat Teknolojisi Yatırımlarının Ekonomik Analizi", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 10-80, 1995.

7. Üreten, S., “Üretim/İşlemler Yönetimi Stratejik Kararlar ve Karar Modelleri”, Başar Ofset, Ankara, 212-284, 1999.
8. Okay, Ş., “İleri İmalat Teknolojilerinin Yönetiminde Toplam Kalite Yönetimi Uygulamalarının Yeri: Bir Alan Araştırması”, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 6-38, 45-75, 2004.
9. Nalbant, M., Mastercam X CNC programlama. Cilt 1-2. Alfa Basım Yayım Dağıtım A.Ş.Yayın No:1673, 1676, İstanbul, 2006
10. Güleş, H. K., “Bilişim Sistemlerinin Toplam Kalite Yönetimindeki Yeri ve Önemi”, Dokuz Eylül Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 15 (1): 103-113, 2000.
11. Akın, H. B., “Yeni Ekonomi Strateji Rekabet Teknoloji Yönetimi”, Çizgi Kitabevi, Konya, 51-314, 2001.
12. Semiz, S., “İleri Teknolojilerle Üretim Yapan İşletmelerde Stratejik Teknoloji Yönetimi: Bir Alan Araştırması”, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 69-183, 2004.
13. Nalbant, M., AutoCAD 2007 ile çizim ve tasarım. Alfa Basım Yayım Dağıtım A.Ş., Yayın No: 1738, İstanbul, 2006
12. Arıkan, M. A. S., “Sayısal Denetim, Bilgisayarlı Sayısal Denetim Takım Tezgahları ve Modern İmalat Sistemleri”, İşletmelerde CAD/CAM Yazılımlarının Etkin Kullanımı Semineri Notları, Ankara,1-80, 1997.
15. Nalbant, M., Bilgisayarla bütünleşik tasarım ve imalat. Beta Basım Yayım ve Dağıtım A.Ş., Yayın No:698, İstanbul, 1997.
16. Erdoğan, M., “Teknolojik Gelişmeler Karşısında 2000’li Yılların İşletmeleri”, Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 2 (2): 15-31, 2001.
17. Ohsen, V. C., “Küçük Firmalarda Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sistemi (CIM) Uygulaması”, Verimlilik Dergisi, 1999 (3): 107-120, 1999.
18. Öztürk, F., “Bilgisayar Destekli Tasarım ve Grafik Standartları”, Mühendis ve Makine, (375): 21-30, 1991.
19. Özkan, M. T., Gülesin, M., “Uzman Sistem Yaklaşımı İle Cıvata ve Dişli Seçimi”, Turk J. of Engineering and Environment Sciences (23): 169-177, 2001.
20. Güleş, H. K., Bülbül, H., “İşletmelerde Proaktif Bir Strateji Olarak Yenilikçilik, 500 Büyük Sanayi İşletmesi Üzerine Bir Uygulama”, Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 4 (1): 40-63, 2003.
21. Atalay, N., Birbil, D., Demir, N., Yıldırım, Ş., “KOBİ’lerin Esnek Üretim Sistemleri Yönünden İrdelemesi ve Bir Uygulama”, Milli Produktivite Merkezi Yayınları:632, Ankara, 18-80, 1998.
22. Çapçı, S. A., “Esnek İmalat Sistemleri (EİS)”, Verimlilik Dergisi, 1997 (3): 25-43, 1997.