

<i>Haziran 2006, REF</i>	<i>Genel Yaklaşım ve Firma Profilleri</i>	<i>Rekabet ve İşbirlikleri</i>
<b>Üretim Sistemleri Teknolojileri</b>	<i>Yönetim Teknolojileri ve İnsan Kaynakları</i>	<i>Üretimde Modernizasyon</i>
<i>Kalite Yönetimi</i>	<i>Metal Sektöründe Üretim Yönetimi</i>	<i>Ar-Ge/Yeni Ürün Geliştirme/Yenilik</i>



## İMALAT SANAYİNDE YENİLİK ARAŞTIRMASI 2004/05

### ÜRETİM SİSTEMLERİ TEKNOLOJİLERİ

**G. Ulusoy\*, D. Çetindamar\*, H. B. Akın\*\*, Ç. Bulut\*\*\*, H. Yeğenoğlu\***

*İmalat Sanayinde Yenilik Araştırması 2004/05, Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (Fraunhofer ISI) işbirliği ile TÜSİAD-Sabancı Üniversitesi Rekabet Forumu (REF) koordinasyonunda uygulanmış bir araştırma projesidir. Proje, Türkiye’de imalat sanayinin önemli bir bölümünün yer aldığı İstanbul, Kocaeli, Konya ve Kayseri illerinin merkezlerini oluşturduğu 4 bölgede uygulanmıştır. Anılan bölgelerin bazılarında birden fazla il bulunmaktadır. Bu iller; Kırklareli, Sakarya, Balıkesir, Karaman ve Nevşehir’dir. İncelenecek sektörler olarak gıda, tekstil, metal ve kimya belirlenmiştir. Bu bölge ve illerde, bu 4 sektörden TOBB veri tabanından istatistiki kurallara uygun olarak seçilmiş*

*temsil niteliğine haiz toplam 135 firma (20 gıda, 46 tekstil, 48 metal ve 21 kimya sektörü firması) ziyaret edilerek buralarda İmalat Sanayinde Yenilik Anketi mülakat şeklinde uygulanmıştır. İller bazında istatistikî olarak yeterli sayı olmadığı için analizler sektör bazında yapılmıştır.*

*Elde edilen bu veriler REF tarafından değerlendirilerek, yukarıdaki başlıkta adları yer alan sekiz ayrı rapor halinde yayımlanmaktadır. Elinizdeki raporda, üretim sistemlerinde uygulanan görelî modern teknolojilerin bazılarının çalışmaya konu 4 sektördeki kullanım yaygınlığı ele alınmaktadır. Bu teknolojilerin bir bölümü sadece metal sektöründe uygulandığından ayrıca değerlendirilmektedir.*

\* Sabancı Üniversitesi; \*\*Selçuk Üniversitesi; \*\*\*Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü

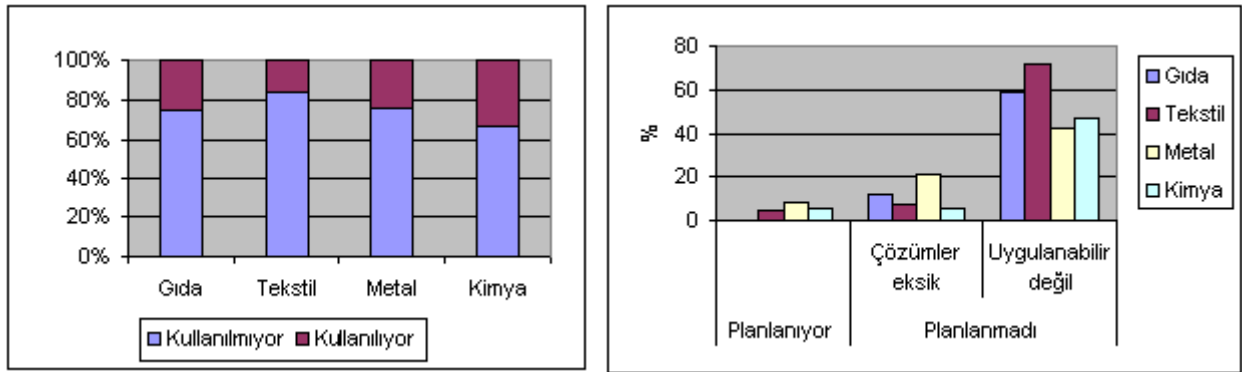
## ÜRETİM SİSTEMLERİ TEKNOLOJİLERİ

Bu rapor çerçevesinde çalışmanın gerçekleştirildiği 4 imalat sektöründe kullanılan üretim sistemleri teknolojilerinin yaygınlığı incelenmektedir. Bunların bazıları, sadece metal sektöründe kullanımı olduğundan ayrı bir başlık altında toplanmıştır. Çalışmada kapsanan üretim sistemleri teknolojileri görece modern teknolojiler olup, yazılıma dayalı teknolojileri de içermektedir.

Bu rapordaki şekillerde her sektördeki firmaların cevapları tüm seçenekler (kullanılıyor + planlanıyor + mali / teknolojik çözümler eksik + uygulanabilir değil) üstünden toplam %100 edecek şekilde gösterilmiştir.

### Otomatik Malzeme Akış Sistemleri

Üretimde veya montajda otomatik malzeme akış sistemleri kullanımı genelde yaklaşık %25 oranındadır ve en çok kimya sektöründe kullanılmaktadır. Gıda sektörü hariç diğer sektörlerin yaklaşık %6'sı bu teknolojiyi önümüzdeki iki yıl içinde kullanmayı planlamaktadırlar (Şekil 1). Bu teknoloji en erken tekstil sektörüne girmiştir ve en yavaş bu sektörde artmıştır. Kimya sektöründeki büyük artış 1990-1995 yılları arasındayken gıda sektöründe 1995-2000 arasında gerçekleşmiştir.

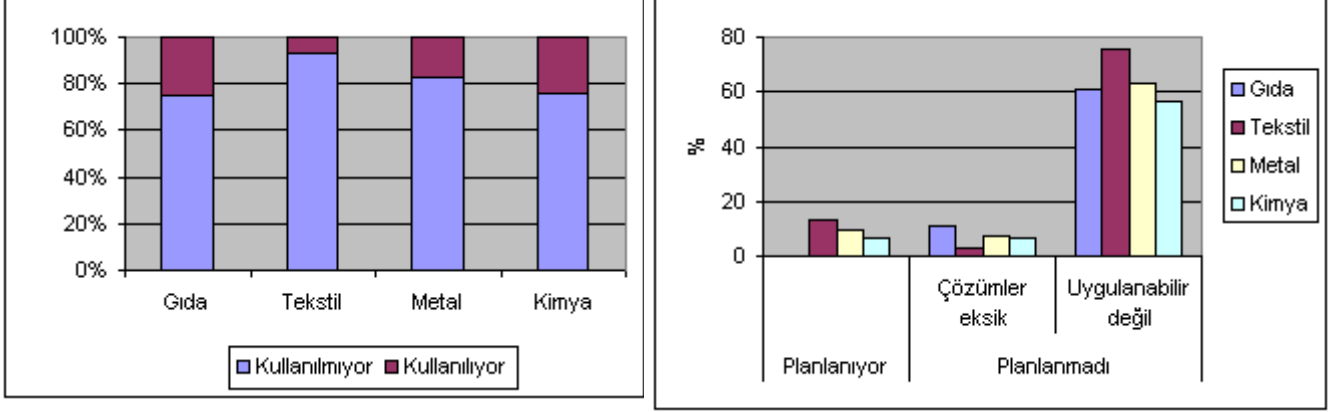


Şekil 1. Otomatik malzeme akış sistemi kullanımı ve önümüzdeki iki yıl içinde kullanım planı

### Süreçle Bütünleşik Kalite Kontrolü

Süreçle bütünleşik kalite kontrolü kullanım oranı da tekstil sektörü dışında (%6) %20'ye yakın bir orandadır. Bu teknolojiyi kullanmayan firmaların %80'inden fazlası firmada uygulanabilir olmadığı için önümüzdeki iki sene içinde kullanmayı planlamamaktadırlar (Şekil 2). İlk kullanım yılı metal sektöründe 1970-1995 yılları arasında olmuşken, 1995 yılından sonra yeni kullanan firma olmamıştır. Kimya sektörüne 1990

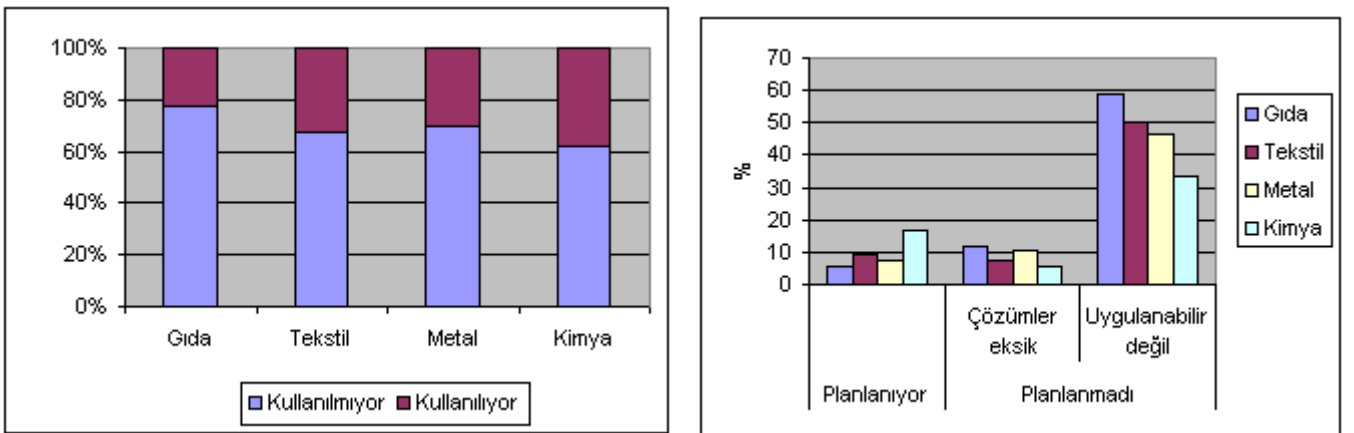
yılından sonra girmiştir ve 1995-2000 arasında görece büyük bir artış yaşanmıştır. Gıda sektörü 1995 yılından sonra bu teknoloji ile tanışmış olmasına rağmen şu anda en çok gıda sektöründe kullanılmaktadır.



**Şekil 2.** Süreçle bütünleşik kalite kontrolü kullanımı ve önümüzdeki iki yıl içinde kullanım planı

### Üretimi Sensor ve Yazılım Kullanımı ile Takip Etme

İmalat tezgâhlarının veya üretim sürecinin sensorlar ve yazılımlar aracılığı ile durumunun sürekli ya da belirli aralıklarla takip edilmesi teknolojisinin kullanım oranı %30 civarındadır (Şekil 3). En yaygın olarak kimya sektöründe görülürken (%38), önümüzdeki iki yıl içinde en çok yine kimya sektörü firmaları tarafından kullanımı planlanmaktadır. Çalışmaya katılan firmalar arasında genelde 1990'lardan sonra görülmeye başlanan bu teknolojinin kullanımında sürekli bir artış görülmektedir.



**Şekil 3.** Üretimin sensorlar ve yazılımlar aracılığı ile gözetilmesi teknolojisinin kullanımı ve önümüzdeki iki yıl içinde kullanım planı

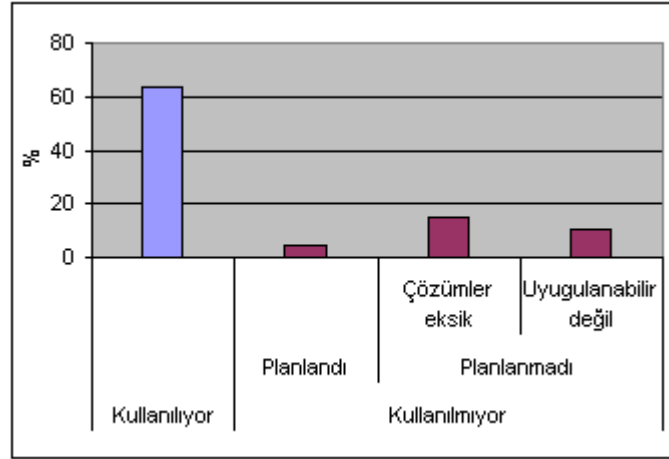
## METAL SEKTÖRÜNDE BAZI ÜRETİM TEKNOLOJİLERİ

Bu bölümde metal sektörüne has veya henüz metal sektöründe kullanım bulmuş bazı üretim teknolojileri üzerinde durulacaktır.

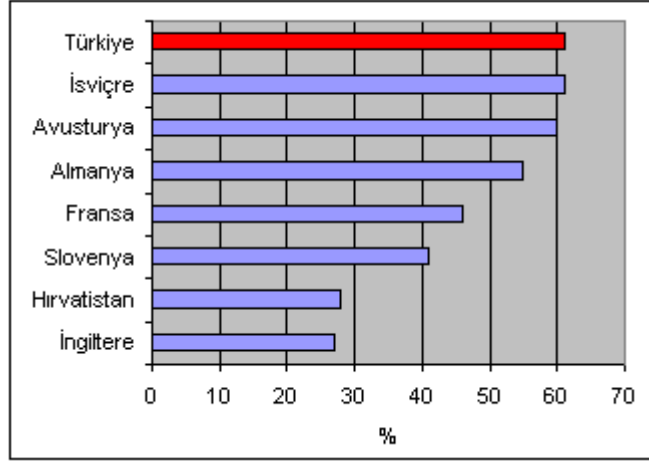
### Bilgisayar Kontrollü Makine ve Hatlar

Bilgisayar kontrollü makine ve hat kullanımı metal sektörü firmalarının %63'üne yayılmıştır (Şekil 4). Önümüzdeki iki yıl içinde, metal sektörü firmalarının %4'ü bu teknolojiyi kullanmayı planlamışlardır. Bu teknolojinin metal sektörüne 1970'lerden önce girdiği görülmektedir.

*Avrupa İmalat Sanayiinde Yenilik Araştırması 2004* sonuçlarına göre imalat altyapısının nispeten yeni olması ve yatırımlarda yeni teknolojilerin tercih edilmesi nedeni ile Türkiye'de bilgisayar kontrollü makine ve hat kullanımının bu araştırmada yer alan Avrupa ülkelerine göre mevcut imalat altyapısı içinde daha yaygın olduğu görülmektedir (Şekil 5). Bu sonuç değerlendirilirken dikkat edilmesi gereken husus, yapılan kıyaslamanın bu ülkeler içinde en çok bilgisayar kontrollü makine ve hattın Türkiye'de bulunduğunu değil, mevcut altyapı içindeki oranının en yüksek olduğunu gösterdiğiidir.



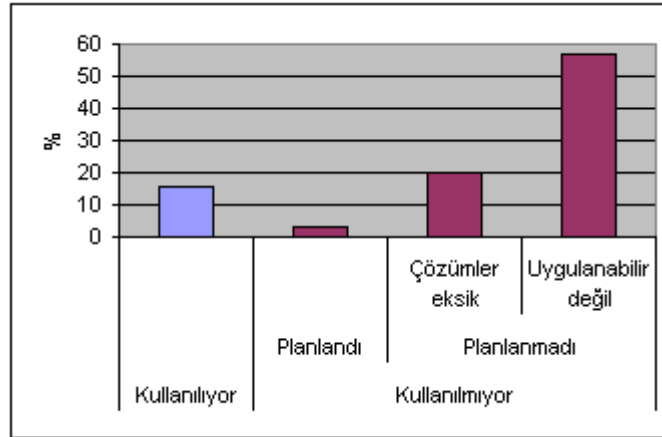
Şekil 4. Bilgisayar kontrollü makine ve hatların kullanımı ve önümüzdeki iki yıl içinde kullanım planı



**Şekil 5.** Avrupa ülkeleri metal sanayiinde mevcut imalat altyapısı içinde bilgisayar kontrollü makine ve hat kullanımının yaygınlığı

### Sanayi Robotları ve Otomatik Elleçleme Sistemleri

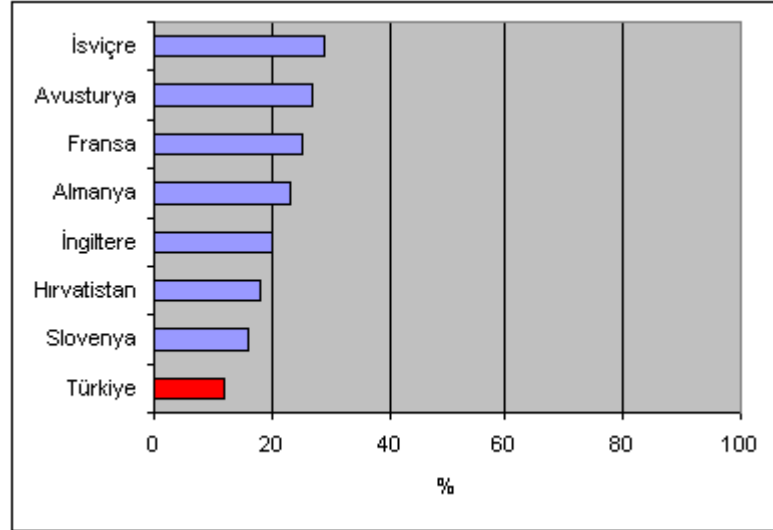
Metal sektörü firmalarında takım veya parçalar için sanayi robotları ve otomatik elleçleme sistemleri teknolojisinin kullanım oranı %15 civarındadır (Şekil 6). Önümüzdeki iki yıl içinde kullanmayı planlayan firmalar da çok az sayıdadır (%5). Çalışmaya katılan firmalar genel olarak bu teknolojinin kendi firmalarında uygulanabilir olmadığını düşünmektedir.



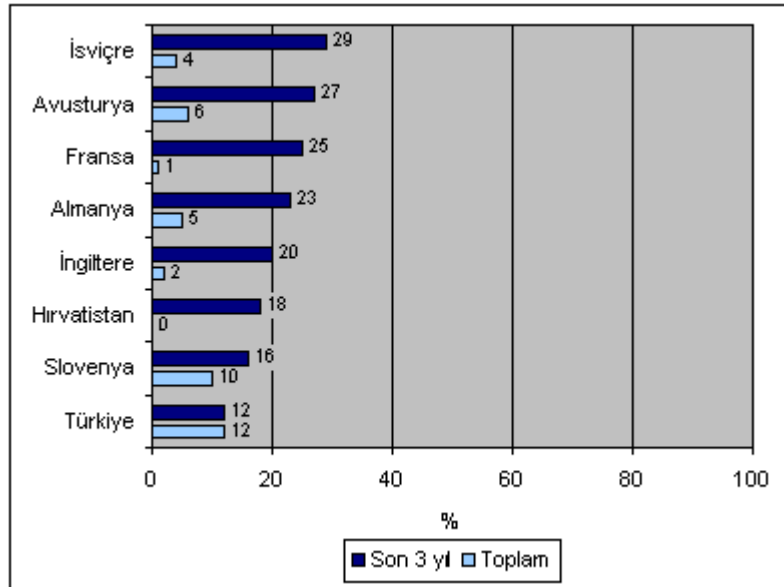
**Şekil 6.** Takım veya parçalar için sanayi robotları ve otomatik elleçleme sistemleri

Avrupa'nın çeşitli ülkelerinde metal sektörünü kapsayan *Avrupa İmalat Sanayiinde Yenilik Araştırması 2004* sonuçlarına göre, sanayi robotları ve otomatik malzeme elleçleme sistemlerinin konsorsiyum ülkeleri arasında en az yayılımının Türkiye metal sektöründe olduğu gözlenmiştir (Şekil 7). Buna karşın sektörde 3 yaş veya daha genç sistemlerin yaygınlığı incelendiğinde ilginç bir durumla karşılaşılmaktadır. Buna göre, bu sistemlerin Türkiye metal sanayiinde genellikle son 3 yıl içinde kurulduğunu görüyoruz. Bu veri örneklem yöntemi ile elde edildiğinden sektörde 3 yıldan önce kurulmuş sistemlerin bulunma

olasılığı vardır. Ancak bu sonuç, sanayi robotları ve otomatik malzeme elleçleme sistemlerine yatırımların büyük oranda son yıllarda gerçekleşiyor olduğunun ve bu sistemlerin metal sektöründe önümüzdeki yıllarda daha yaygın kullanılacağına habercisi olarak algılanabilir (Şekil 8).



**Şekil 7.** Avrupa ülkeleri metal sanayiinde sanayi robotları ve otomatik malzeme elleçleme sistemleri kullanımının yaygınlığı



**Şekil 8.** Son 3 yıl içinde Avrupa ülkeleri metal sanatiinde sanayi robotları ve otomatik malzeme elleçleme sistemleri kullanımı

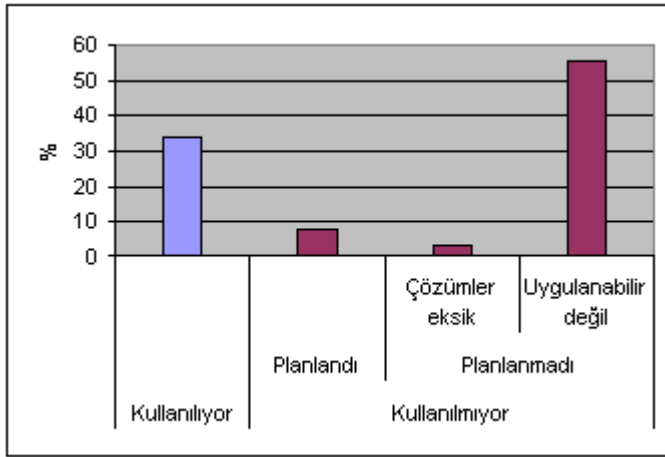
### Tasarım için Benzetim

Tasarım için benzetim teknolojisi metal sektörü firmalarının %34'üne yayılmıştır (Şekil 9). Firmaların %55 gibi büyük bir çoğunluğu bu teknolojinin firmada uygulanabilir

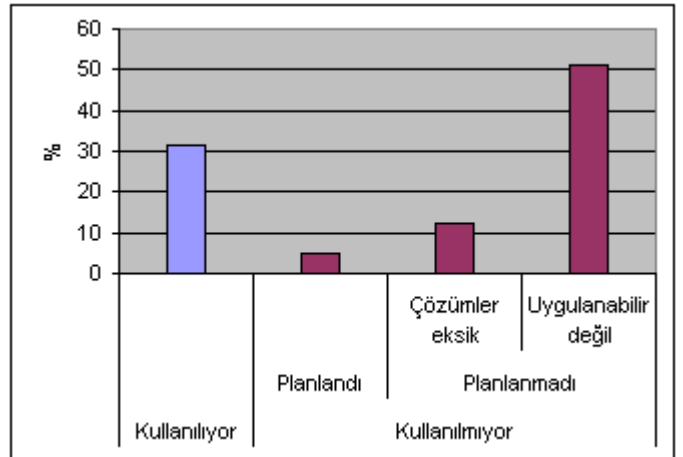
olmadığını ifade etmişlerdir. Bunun temel nedeni bu firmalarda tasarım fonksiyonunun bulunmaması veya henüz bu teknolojiye gereksinim duyacak aşamada olmamasıdır. Firmaların %8'i ise önümüzdeki iki yıl içinde bu teknolojiyi kullanmayı planlamışlardır. Tasarım için benzetim teknolojisi sektörde 1990'lardan sonra kullanılmaya başlanmıştır.

### Bütünleşik CAD/CAM Uygulaması

Bütünleşik CAD/CAM uygulaması, metal sektörü firmalarının %32'sine yayılmıştır (Şekil 10). Gelecek iki yılda bu teknolojiye yatırım firmaların %5'inde planlanmıştır. %51 gibi bir çoğunluk ise bu teknolojinin uygulanabilir olmadığını ifade etmiştir. Mutlaka gerekmeseyse de, bütünleşik CAD/CAM uygulaması öncelikle firmada bir tasarım faaliyetinin mevcudiyetini ister. Bu koşul uygulamanın yapılabileceği firma kümesini daraltan bir koşuldur. Oldukça ileri düzeyde bir entegrasyonu ima eden bütünleşik CAD/CAM uygulamasının nispeten dar bir çevrede uygulanabilir olması beklenen bir sonuçtur.



Şekil 9. Tasarım için benzetim



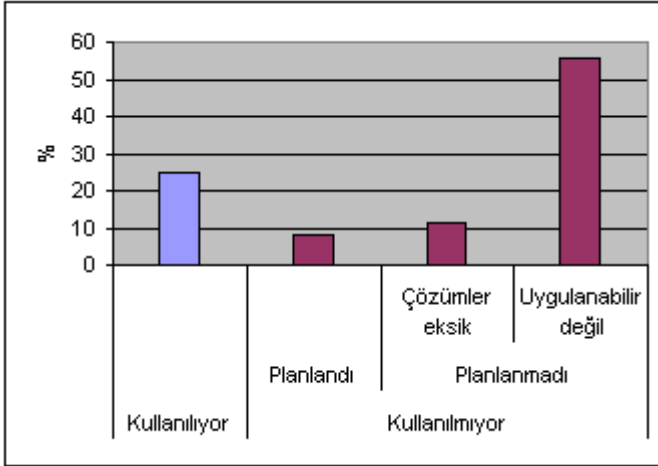
Şekil 10. Bütünleşik CAD/CAM uygulaması

### Otomatik Montaj İstasyonları

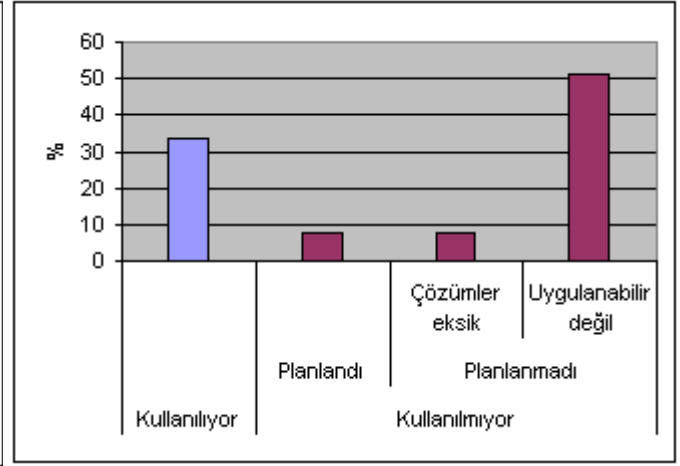
Otomatik montaj istasyonları kullanımı ise metal sektörüne %25 oranında yayılmıştır (Şekil 11). Bu sektöre 1990'lardan önce giren otomatik montaj istasyonları teknolojisini firmaların %56'sı uygulanabilir olmadığı için önümüzdeki iki yıl içinde kullanmayı planlamamışlardır. Bu sonucun temel nedenlerinden biri çalışmaya katılan metal sektörü firmalarının hepsinde montaj operasyonunun bulunmamasıdır.

## Hızlı Prototipleme, Takım Seçme ve İmalat

Hızlı prototipleme, hızlı takım seçme ve hızlı imalat teknolojisi metal sektöründe %33 oranında kullanılmaktadır (Şekil 12). Bu teknolojiyi firmaların %8'i önümüzdeki iki yıl içinde kullanmayı planlamışlardır. Metal sektöründe 1995-2000 yılları arasında kullanım çok hızlı bir şekilde artmıştır.



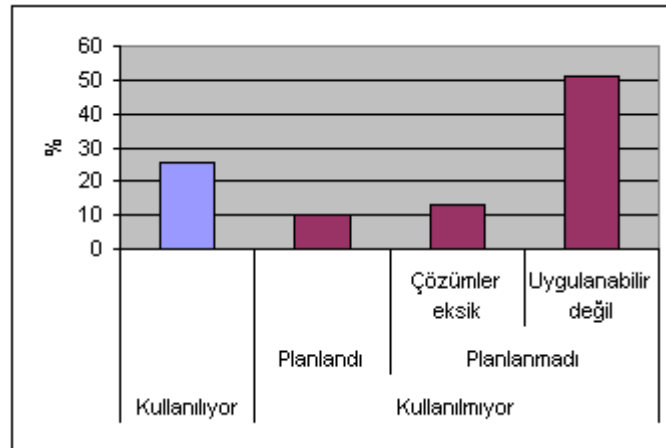
Şekil 11. Otomatik montaj istasyonları



Şekil 12. Hızlı prototipleme, hızlı takım seçme, hızlı imalat

## Otomatik Malzeme Depolama ve Çekme İstasyonları

Otomatik malzeme depolama ve çekme istasyonu metal sektörü firmalarının %26'sında kullanılmaktadır (Şekil 13). Gelecek iki yıl içinde bu sektördeki firmaların %10'u kullanmayı planlarken, %51'i ise uygulanabilir olmadığını belirtmişlerdir.



Şekil 13. Otomatik malzeme depolama ve çekme istasyonu kullanımı



## SONUÇ

Burada rapor edilen görece modern üretim sistemleri teknolojilerinin yaygınlıklarının sınırlı sayıda firma ile kısıtlı kaldığı görülmektedir. Bazı özel durumlar dışında, firmaların %25-35'inde uygulama yapıldığı anlaşılmaktadır. Önümüzdeki iki yıl içinde uygulama yapmayı düşünen firma oranı da %10'u geçmemektedir. Uygulama yapan veya planlayan firmaların diğerlerine göre daha farklı bir üretim ortamına ve altyapısına sahip olduklarını söyleyebiliriz. Her teknolojiye bu teknolojiyi kendi firmaları için “uygulanabilir değil” diye niteleyenlerin oranının bir özel durum dışında %50'den aşağı inmediğini görmekteyiz. “Mali ve teknik çözüm eksikliğinden dolayı uygulayamama” genelde %10'u geçmemektedir ve yukarıda verilen orana dahil değildir. Bu sonuçta, ilgili firmaların yönetici ve teknik kadrolarının bu teknoloji ile ilgili olarak uygulandığı ortam ve sunduğu imkânlar hakkında bilgi sahibi olmamaları veya yanlış bilgilendirilmiş olmaları bir rol oynamakla birlikte esas nedenlerin farklı olduğu kanısındayız. Bu nedenleri şöyle özetleyebiliriz.

Otomatik malzeme akış sistemi gibi belirli bazı üretim sistemi teknolojileri için yatırım ancak belirli üretim miktarının üstünde olurlu olabilir. Bu tür üretim teknolojilerini “uygulanabilir değil” diye niteleyen firmaların bir bölümünün gerekli üretim düzeyine erişmemiş olduklarını düşünebiliriz.

Bir diğer husus da uygulanabilir değil diye nitelendirilen üretim teknolojisi ile ilgili fonksiyonun firmada mevcut olmamasıdır. Örneğin tasarım için benzetim teknolojisi gibi. Firma zaten tasarım yapmıyorsa bu teknolojiye gereksinim duymayacaktır. Veya otomatik montaj istasyonu gibi; eğer firmada montaj yapılmıyorsa bu teknolojiye gerek olmayacaktır.

Ürün ve üretimin yapısına bağlı olarak tercih edilebilecek teknolojiler söz konusu olabilir. Örneğin üretim sürecine müdahale edilemeyen üretim ortamlarında süreçle bütünleşik kalite kontrolü nihai ürün kalite kontrolüne ek olarak bir fayda sağlamayacaktır. Veya üretim miktarları yüksek dahi olsa, tutulan stok birimi adedinin yüksek olmadığı durumlarda otomatik malzeme depolama ve çekme istasyonu uygulaması olurlu olmayacaktır.

## TEŞEKKÜR

Anketin hazırlanmasında emeği geçen Prof. Dr. Hacer Ansal ve Prof. Dr. Metin Durgut ile anketin uygulaması ve verilen cevaplardan bir veri tabanı hazırlanmasında emeği geçen Mahmut Akın, Polat Alpman, Mehmet Ali Aydemir, Nursel Aydın, İbrahim Başoğlu, Aylin Bayar, Erşan Cığerim, Ahmet Çeşme, Umut Ekmekçi, Sevcan Güleç, Nadide Sevil Halıcı, Bahar Kaynar, Erhun Kundakçıoğlu, Ali Erhan Küçük ve Nahit Yılmaz'a teşekkür ederiz.