

## ESNEK ÜRETİM SİSTEMLERİNİN İŞLETME VERİMLİLİĞİNE ETKİSİ: BİR ALAN ARAŞTIRMASI

Enver AYDOĞAN\*

### Özet:

*Esnek Üretim Sistemleri (EÜS), üretim sistemleri ve teknolojileri alanında sahip olunan son yeniliklerden birisidir. İşletmelerde, en düşük stok düzeyinde birçok değişkeni dikkate alarak üretimi planlamak, ihtiyaç duyulan ürünü zamanında, uygun yer ve maliyetlerle yüksek kalitede üretmek amaçlanmaktadır. EÜS, üretim ve pazarlama avantajlarının yanı sıra işletmeler için daha birçok avantaja sahiptir.*

*Esnek Üretim Sistemleri, Amerika Birleşik Devletleri, Almanya ve Japonya'da ekonomik gelişmeye katkı sağladığından dolayı son zamanlarda tercih edilmeye başlamıştır. Ekonomik durgunluk, yeterli olmayan endüstri yapısı ya da oldukça yüksek stok düzeyine rağmen, yüksek teknolojiler Türkiye'de uygun fiyatlarda ve yüksek kalitede ürünler üreterek değişen taleplere cevap verebilmek için kullanılmalıdır. Türkiye'nin uluslar arası pazarlarda varolabilmesi ve rekabet edebilmesi için bu tür çağdaş teknolojileri üretmeye ve kullanmaya ihtiyacı vardır.*

**Anahtar Kelimeler:** Esneklik, Esnek Üretim Sistemleri, Verimlilik

### **THE EFFECT OF FLEXIBLE MANUFACTURING SYSTEMS ON CORPORATION PRODUCTIVITY : A RESEARCH ON THE FIELD**

#### **Abstract:**

*One of the last innovations that modern technology has managed in area of manufacturing systems and technologies are Flexible Manufacturing Systems (FMS). In a corporation, the aim is to hold inventory levels at a minimum level, to plan production by considering a lot of parameters, manufacturing high quality products and manufacturing the desired goods on time, place and at an appropriate cost. FMS has added some advantages to corporations, due to its manufacturing and marketing advantages.*

*FMS became preferable by contributing economic progress in USA, Germany and Japan, where this technology have been used for some time. Although there is economical unstability, insufficient industry structure or too high inventory levels, high technologies must be used to respond to changing demands , to produce high quality goods, to manufacture products at appropriate price in Türkiye. Türkiye needs to use and manufacture these modern technologies to compete and survive in international markets.*

**Keywords:** Flexibility, Flexible Manufacturing Systems, Productivity

\* Yrd.Doç.Dr., Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makina Eğitimi Bölümü,

## GİRİŞ

Esnek üretim sistemleri (EÜS), tüketicilerin değişik istek ve ihtiyaçlarına cevap vermek amacıyla, rekabet koşullarında işletmeleri koruyan; yapılacak küçük değişikliklerle, farklı mal ve hizmetlerin üretilebileceği sistemler olarak tasarlanmıştır. Yükselen kalite ve düşen maliyetler işletmeye fayda sağlarken, geleceğin fabrikası olarak nitelendirilebilecek sistemler ortaya çıkmaktadır. Esnek Üretim Sistemlerini Türkiye’de ilk uygulayan işletme olan Türk Traktör Fabrikası bu alanda somut bilgiler elde edilecek ve sistem hakkında uygulamaların gözlemlenebileceği bir fabrikadır. Buradan elde bilgiler, EÜS’ni kullanmayı düşünen diğer işletmelere de yardımcı olacaktır.

### I) ESNEKLİK KAVRAMI

Esneklik, üretim sisteminin piyasadaki değişikliklere ve hızlı ve etkili bir şekilde uyum sağlayabilmesi ile ilgili bir kavramdır. (Gupta, 1993:70)

Esneklik, operasyon ihtiyaçlarına ve değişen etmenlere uyum sağlamayı başaran işletme kapasitesinin ölçümü şeklinde tanımlanabilir. (Michon, 1987:160)

Esneklik , işletmenin değişen piyasa koşullarına, üretim sistemini geliştirme ve yenileme stratejisi ile; tasarım, ürün, iş akışı, sürekli etkinlik ve verimlilik alanlarındaki gelişmelerle, müşteri istek ve ihtiyaçlarını göz önüne alarak zaman, yer, fiyat ve fayda bütünlüğünü sağlayabilmesi yeteneğidir.

### II) ESNEK ÜRETİM SİSTEMLERİNİN TANIMI

Günümüzde endüstrinin otomasyona dayalı olarak bütünlüğü geniş bir kabul görmekte ve Bilgisayar Bütünlük Üretim (CIM-Computer Integrated Manufacturing) olarak ifade edilmektedir. İşletmenin bütünlüğü malzeme ve bilgi akışının daha iyi bir şekilde organize edilmesini sağlar. Buradaki asıl amaç, kapasite, malzeme ve bilgi eksikliğinden kaynaklanan darboğazları gidererek kapasite kullanım oranını yükseltmektir. Esnek üretim sistemleri (FMS-Flexible Manufacturing Systems) de CIM’in bir parçasıdır.

Esnek üretim sistemleri; istiflenmiş değişik türdeki iş parçalarının üretim işlemi sırasında değişik tezgahlar ve iş istasyonları arasında, her bir parçanın gereğine göre aynı zamanda ve gelişigüzel zamanlarda ayrı ayrı taşınmasını sağlayan otomatik bilgisayar kontrollü sistemlerdir. (Milner, Vasiliou, 1986:183)

Esnek üretim sistemleri; yoğun otomasyon ve teknoloji ağırlıklı üretimin yapıldığı, montaj hatlarının olmadığı, üretim faktörlerinin hızla üretime yönlendirilebildiği, ürünün zamanında tüketicilere ulaştırılarak nakde çevrildiği,

insanların bu ortama uyum gösterdiği ve değişikliklere eskisinden daha hızlı cevap verilebildiği üretim sürecidir. (Tekin, 1993:20)

### **III) ESNEK ÜRETİM SİSTEMLERİNİN YAPISAL GÖRÜNÜMÜ**

Esnek üretim sistemlerinin ortaya çıkmasında ve gelişmesindeki en önemli etken teknolojidir. Üretim yönetimi alanında kullanılmaya başlayan bilgisayarlar, önceleri taşıma ve montaj hattının işleyişinde yardımcı olurken , bugün tasarım, satın alma ve pazarlama, stok kontrol, karar verme ve sistemin işleyişini kontrol etme gibi özetleyebileceğimiz bütünsel bir yapı için kullanılmaktadır. Üretim sistemindeki her şey merkezi bir bilgisayar tarafından sistemin başlangıcından sonuna kadar izlenebilmektedir. Sonuçta; kalite, verimlilik, esneklik ve performans bütünleşmesi sağlanmaktadır.

Arka sayfada esnek üretim sistemlerini bileşenleriyle gösteren bir şekil görülmektedir. Burada CNC, OGA ve AWC kavramlarını ifade etmek gerekirse; CNC (Computer Numerically Controlled- Bilgisayar Sayısal Denetimli) tezgahlar, step motorlar ile kontrol edilen tezgah eksenlerin sayısal kodlar (G kodu) yazılarak bilgisayar ortamında denetlenmesi olarak tanımlanabilir. Bu şekilde operatörün işle ilgili ayrıntılı talimatları makinaya bağlı bir bilgisayar sistemine girmesi ve çeşitli parça programlarının bilgisayar hafızasında saklanması mümkün olabilmektedir. (Üreten, 1997:208) OGA (Otomatik Güdümlü Araçlar), üretim zemini boyunca karmaşıklaşmış ve değişen yollarda hareket edebilen arabalar ya da araçlardır. AWC (Automatic Work Changer- Otomatik İş Değiştirici), üretim sisteminde etkinliği artırmak için kullanılan ve işlenecek paletlenmiş iş parçalarını OGA tarafından alınana kadar bekleten yardımcı elemanlardır.

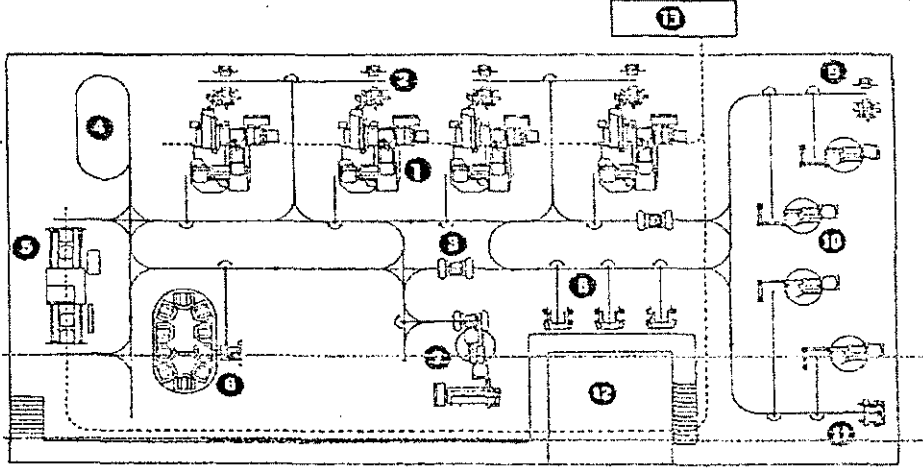
Bir Esnek Üretim Sistemi, Nümerik Kontrollü Makinalar, Malzeme Taşıma Sistemleri ve Kontrol Sistemleri olarak üç ana yapı gösterir. Bunların her birinin alt sistemleri ve bileşenleri mevcut olup bu bütünleşik yapıyı tamamlamaktadır.

#### **A) Nümerik Kontrollü Makinalar**

Esnek üretim sistemlerinde sürecin esnekliği büyük ölçüde kullanılan makinalara bağlıdır. NC (Numerically Controlled) makinalarda parçanın işlenmesi otomatiktir. Kullanıcı bir program hazırlayarak parça üzerinde yapılacak işlemleri ve bu işlemlerde kullanılacak kesici uçları belirler. Parçanın üretilmesi için gerekli işlemlerin program halinde makinanın işlem kontrol birimine yüklenmesi ve parçanın program doğrultusunda üretilmesi (Üster, 1993:43) NC makinaların özelliğidir.

NC makinaların avantajları şunlardır. (Tekin, 1996:252)

- Yüksek düzeyde kaliteli üretim yapabilme,
- Yüze kalitesinin daha iyi olması,
- Karmaşık parçaları ve yüzeyleri üretebilme,
- Ayar zamanının düşüklüğü,
- Daha esnek çalışma.



Kaynak: DİKKULAK, Mesut; Esnek İmalat Sistemleri, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 1993, s.54

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| 1- Dört CNC işleme merkezi        | 9- Takım yükleme/boşaltma istasyonu   |
| 2- Dört takım değişirme istasyonu | 10- Dört iş parçası yükleme/boşaltma istasyonu                                      |
| 3- Üç OGA                         | 11- Palet ve bağlama pabuçlarını hazırlama istasyonu                                |
| 4- OGA bakım istasyonu            | 12- Kontrol merkezi, bilgisayar odası   |
| 5- İş parçası yıkama odası        | 13- Merkezi talaş/soğutma sıvısı toplama/ ayırıştırma sistemi (---- kanal boruları) |
| 6- On paletlik AWC                |   |
| 7- Yatay ölçü-kontrol tezgahı     |   |
| 8- Üç takım servis istasyonu      |   |

Şekil : 1  
Esnek Üretim Sistemleri Modeli ve Bileşenleri

## B) Bilgisayar Kontrollü Makinalar

NC makinalar bir mikro işlemci ile bütünleştirilerek CNC haline dönüştürülmüşlerdir. CNC'lerle birlikte delikli şerit kullanımına da ihtiyaç kalmamıştır. İşleme programları, manyetik disklerle kaydedilerek CNC'ye aktarılabileceği gibi, direkt olarak CNC'nin kendi klavyesi kullanılarak da yazılabilir. Esnek üretim sistemlerinin

bünyesindeki makinalar CNC'lerdir. CNC'lerin bu özellikleri sayesinde insan müdahalesinin en aza indirildiği veya hiç olmadığı üretimler gerçekleştirilebilmektedir.

### **C) Direkt Nümerik Kontrol**

Birden fazla NC makina bir bilgisayar aracılığı ile birbirlerine bağlanırsa, ortaya DNC (Direct Nümerically Controlled) sistemi ortaya çıkar. DNC, NC'lere parça işleme programı yükleyerek, üretimin ne aşamada olduğuna dair bilgileri toplar. DNC sistemlerinde, üretim bilgisayar kontrolü altında yapılmaktadır. Üretim, operatörünün müdahalesine gerek olmadan uzunca bir süre sürdürülürken, DNC sistemi NC makinalarla DNC kontrol sistemi arasındaki veri değişimini sağlar.

### **D) Malzeme Taşıma Sistemi**

Malzeme taşıma, her bir üretim işleminin önemli bir bölümüdür. Bir üretim sürecinde pekçok kez malzemelerin, parçaların ve ürünlerin taşınmasını, yüklenmesini, boşaltılmasını, istiflenmesini ve depolanabilmesini sağlar. (Powers, 1990:269) Esnek üretim sistemlerinde MTS (Malzeme Taşıma Sistemi) hammaddenin ürün haline dönüşüncüye kadar süreç içinde gerekli her türlü parçanın taşınması için kullanılır. MTS'nin, sistemin geri kalan kısmıyla bütünleşmesinin getirdiği en büyük avantaj, parçaların istasyondan istasyona taşınmasındaki bekleme süresini kısaltmasıdır. Aynı zamanda parçaların paletler üzerinde bulunması taşıma sistemine bir standardizasyon getirmesi nedeniyle sistemde çalışması gereken personel ihtiyacını azaltır.

Bu amaçlar için yardımcı olacak ve günümüzde bilinen ve kullanılan birkaç MTS türü vardır. Ranky'e göre esnek üretim sistemlerinde MTS şu tiplerden oluşur (Ranky, 1986:315):

- Otomatik güdümlü araçlar,
- Taşıyıcılar (Konveyörler),
- Endüstriyel robotlar,
- Özel amaçlar için değiştirilebilen paletler ve palet taşıma sistemleri,
- Çekici kamyonlar.

Powers JR'a göre ise şu tiplerden oluşur (Powers, 1990:263) :

- Taşıyıcılar,
- İlerleyen bantlar,
- Silindirler,
- Raylar,
- Yük arabası.
- Arabalar,
- Otomatik güdümlü araçlar
- Robotlar

### **E) Kontrol Sistemi**

İşletmelerde esnekliğin sağlanabilmesi için üretimin bilgisayar desteğinde olması en büyük avantajlardan biridir. İş tasarımı, iş planlaması, ürün tasarımı, malzeme girişleri, çalışma süreleri ve üretim sürecinin bilgisayarla düzenlenmesi işletmelere esnek üretimi gerçekleştirme imkanı verir. (Tekin, 1996:283)

Esnek üretim sistemlerinde kullanılan bilgisayarların görevleri şöyle özetlenebilir. (Milner, 1986:195)

- NC parça işleme programının muhafaza edilmesi,
- Parçalar makina parklarına ulaştığında parça programlarının bir noktaya dağılımının bilgisayar tarafından sağlanması,
- Üretim kontrolü;
- Takım, alet ve edevat kontrolü,
  - Trafik kontrolü,
  - Karşılıklı malzeme hareketi kontrolü,
  - İş yönetimi sisteminin izlenmesi,
  - Arıza, problem ve emniyet olaylarının izlenmesi,
  - Üretimi tamamlanan parçaların makinalardan alınmasını ve yerlerine yeni hammaddelerin konulmasını sağlanması.

### **IV) ESNEK ÜRETİM SİSTEMLERİNİN İŞLETME VERİMLİLİĞİNE SAĞLADIĞI FAYDALAR**

Geleceğin kalite, verimlilik, etkililik, rekabet ve yenilikçilik gibi kavramlarla ilişkili olması, işletmelerin de gelecekte faaliyetlerini sürdürme isteği esnek üretim sistemlerine geçişte başlıca tercih sebebidir. Esnek üretim sistemlerinin işletme verimliliğine sağladığı faydaları 9 ana başlık altında toplayabiliriz. Bunlar;

#### **A) Daha Az Yerleşim Alanı**

İşletmenin teknolojik yapısı ve seçtiği üretim sistem tipine göre gerçekleşen yerleşim planı, hammadde malzeme taşıma süresini ve mesafesini minimuma indirebilmektedir. Esnek üretim sistemlerinde yarı mamül stoku düşük olduğundan, makina grupları arasındaki bütünlük ve iş parçalarının birbiri ardına işlem görmesi, ihtiyaç duyulan alanın daha az olmasını sağlamaktadır. Esnek üretim sistemleri, %40-50 oranında yerleşim alanı ihtiyacında azalma sağlamaktadır.

#### **B) Yüksek Düzeyde Makina Kullanımı**

Parçaların paletler üzerine önceden yerleştirilmesi makina hazırlık zamanını minimuma indirmektedir. (Üreten, 1991:308) Seçilen MTS, makinalar arası taşıma süresini azaltırken, makinaların doluluk oranını maksimum düzeye çıkarmaktadır.

Esnek üretim sistemlerindeki bir makina %85'lik bir çalışma düzeyine sahipse (bozulma, bakım ve onarım nedenleriyle %15'lik bir kayıp söz konusu olabilmektedir) ve bilgisayar sistemiyle de sürekli parça temini gerçekleştirmekteyse, makinanın kullanım oranı %70 ve daha yukarı oranlara çıkabilmektedir.

### **C) İşçilik Maliyetlerinde Azalma**

Esnek üretim sistemlerinde kullanılan teknolojilerin gelişmişliği üretim faaliyetlerinde iş gücüne olan talebi azaltmaktadır. CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) yardımıyla gerçekleştirilen otomasyona dayalı üretim, geleceğin fabrikaları olan esnek üretim sistemlerinde insansız üretime imkan vermektedir. Dolayısıyla bu tür işletmelerde direkt işçilik maliyetleri düşmektedir. Bununla birlikte sistemde CAD/CAM konularında bilgi sahibi olan nitelikli eleman ihtiyacı endirekt işçiliğe olan talebi artırmaktadır. (Dikkulak, 1989:58)

### **D) Stok Maliyetlerinde Azalma**

Esnek üretim sistemlerinde sistemin işleyişi otomasyona dayalı olarak gerçekleştiğinden, sistem içi yarı mamül stokları düşük ve mamül stokları da teslimat süresine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Esnek üretim sistemleri için dünyada uygulanan stok politikası JIT (Just In Time) dir. Dolayısıyla ihtiyaç duyulan hammadde ve malzemeler ile üretimi tamamlanmış mamüllerin stoklama maliyeti son derece düşüktür. Esnek üretim sistemleri, uygulamada %60-80 arasında işletmeye katkı sağlamakta ve stok maliyetlerinde azalma gerçekleşmektedir. (Üster, 1993:33)

### **E) Programlama ve Genişleme Kolaylığı**

Esnek üretim sistemlerinde iş parçalarının üretimi bilgisayarlar yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Ortak veri tabanında toplanan bilgilerde, hangi iş parçasının hangi makinada üretileceğinin belirlenmiş olması, iş parçalarının işlenmesinde kolaylık sağlar. Sistem, parçaları tek tek ya da partiler halinde işleme olanağına sahiptir. (Üreten, 1991:309) CNC tezgahların bünyesinde veya DNC aracılığıyla yapılan programlar, tür ve miktar olarak talep değişikliklerine ayak uydurmada ve piyasada rekabet koşullarında işletmenin pazar payını korumada yardımcı unsurlardır.

### **F) Değişik Ürünleri Kısa Sürede ve Kaliteli Üretebilme**

Tasarımdaki inanılmaz değişimler ürün hayat seyrini kısaltırken tüketicilere çok alternatifli seçme hakkını vermesi rekabeti artırmaktadır. Esnek üretim sistemlerinde hazırlık zamanlarının azalması, üründen ürüne geçiş ve üretim zamanının kısalmasında çok önemli bir faktör haline gelmiştir. Robotlar ya da OGA sayesinde makina grupları

arasındaki taşımının azlığı ve ara stok bulundurma süresinin kısalığı sistemin sürekliliğini ve esnekliğini artırmaktadır. Esnek üretim sistemlerinde birden fazla ürünü üretebilmenin yanı sıra, karmaşık ürünler, artan pazar talepleri karşısında kaliteli ve güvenilir bir şekilde üretilmektedir. (Manji, 1991:16)

### G) Bilgisayar Kontrollü İşlem Süreci

Bilgisayar ve bilgisayar denetimli kontrol aletlerinin üretim sürecinde kullanımı, işlemlerin daha etkin olarak yapılmasını sağlamaktadır. (Özgen, Savaş, 1996:87) Farklı rota ve işlem önceliklerine sahip parçaların üretiminde süreç esnekliği sağlanmaktadır. (Üster, 1993:35) Üretim sistemindeki işlemlerin bilgisayar aracılığı ile yönlendirilmesi, makinalardaki iş yükünü dengeleyerek sistemin etkin hale gelmesini sağlarken, yapılan hassas kontrollerle, meydana gelebilecek darboğazlar ve makina aksaklıkları gibi aksaklıklar tespit edilmekte, gerekli önleyici bakım tedbirleri süratle alınmaktadır.

### H) Yükselen Verim Düzeyi

Esnek üretim felsefesi otomasyon seviyesini artırarak verimliliğin yükselmesini amaç edinir. Böylece makina kullanım oranı artmakta ve malzeme girişi ile ürün çıkışı arasında düzenli bir denge oluşmaktadır. Parça işleme sürelerinin üretim zamanı içerisindeki verimli kullanım süreleri aşağıdaki gibidir. (Çoğun, 1997:76)

NC tezgahı	%5
Takım değiştiricili CNC tezgahı	%26
Takım ve parça değiştiricili CNC tezgahı	%39
DNC sistemi ile bütünleşik tezgahlar	%45
Esnek üretim sistemleri	%85

Bilgisayarların üretim alanında kullanımı ile üretim sistemleri giderek entegre hale dönüşmekte, bu da üretim zamanlarını (parça işleme sürelerini) önemli derecede artırmakta, bekleme ya da boşta geçen sürenin azalmasına neden olmaktadır. Aşağıda da görüldüğü gibi entegrasyon düzeyi ile verimlilik arasında pozitif bir ilişki vardır. (Çoğun, 1997:79)

Entegrasyon Düzeyi	Verimlilik Düzeyi
- Tek başına CNC tezgahı :	%60 ve daha az
- DNC sistemi :	%60 ve daha üzeri
- Esnek üretim hücresi :	%90 ve daha az
- Tam otomatik hücre :	%90 ve daha üzeri
- Bütünleşik hücre :	%90 ve daha üzeri

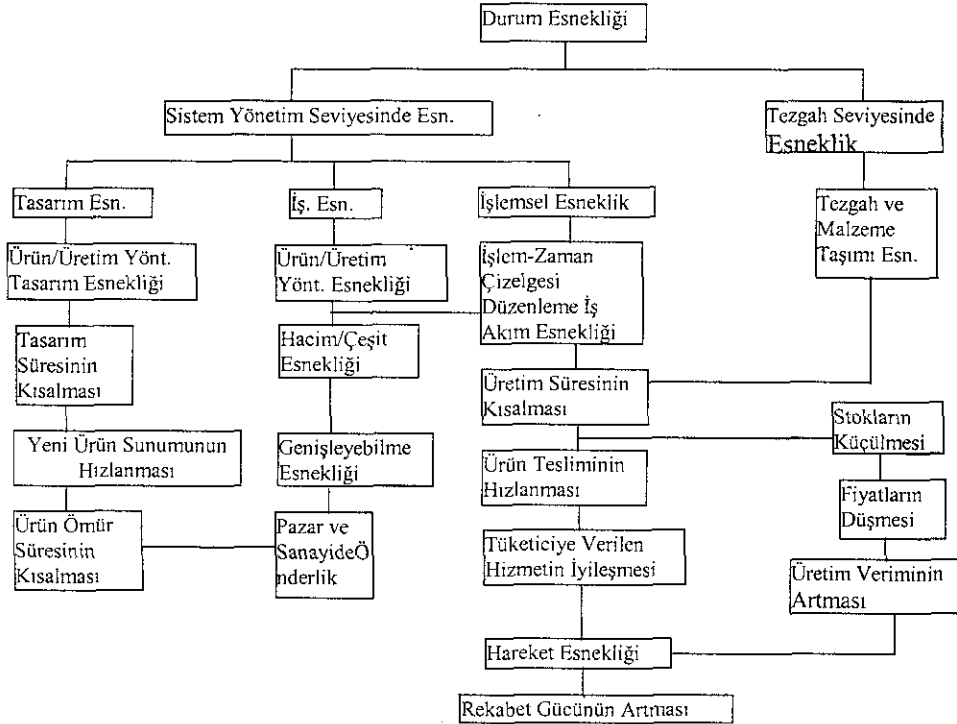


olarak gerçekleşmektedir. Sistem ne kadar entegre olursa bilgisayar kullanım düzeyi o derece artmakta ve işletmenin verimliliği yükselmektedir.

### D) Rekabet Avantajı

Rekabetçi çevrede ürün hayat seyrinin kısa olması, zamanın ve esnekliğin artan önemi, üretilebilirlik ve tasarımı yapılan ürünün ilk üretiminde hatasız üretimi ve yeni üretim teknolojileri (Dierdanck, 1990:303) gibi kavramları ön plana çıkarmıştır.

Esnek üretim sistemleri hızla artan ve farklılaşan taleplere cevap verebilme özelliği, düşük envanter maliyeti ve yüksek otomasyon sayesinde kalite, durumsallık ve performans artışı sağlaması, kendilerine olan ilgiyi artırmaktadır. Geniş bir tüketici ve ürün yelpazesine sahip olan işletmeler, müşteri tatmini ve kalite boyutlarında başarıyı, esnek ve değişken bir yapıya sahip son derece üretken sistemler olan esnek üretim sistemlerinde yakalamaktadırlar. Aşağıdaki şekilde esneklik ve rekabet ilişkisi açıkça görülmektedir. (TÜBİTAK, 1994:13)



Kaynak: TÜBİTAK, Esnek Üretim/Esnek Otomasyon Sistem ve Teknolojileri, Ankara, 1994, s.13

Şekil : 2  
Esneklik ile rekabet ilişkisi

## V) ESNEK ÜRETİM SİSTEMLERİNDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR

Esnek üretim sistemleri, günümüzdeki yoğun rekabet koşullarında, değişen tüketici isteklerine karşı global pazarlara cevap verebilen bir üretim sistemidir. Değişik durumlara karşı çabuk uyum gösterebilmesi ve üretim faaliyetlerinde süreklilik ve hız sağlayabilmesi esnek üretim sistemlerine olan talebi arttırmaktadır. Geleceğin fabrikaları mükemmeli yakalamak için çalışmaktadırlar. Buna karşın üretim sisteminin kuruluş, işleyiş ve üretim sonrası aşamalarda pek çok sorunları olabilmektedir. Bunları şu başlıklar altında toplayabiliriz.

### A) Yönetim Sorunları

Esnek üretim sistemlerinin bir işletmede kullanılıyor olması, işletmenin verimlilik ve karlılık problemlerinin çözümü anlamına gelmemektedir. İşletmenin organizasyon yapısı, yetkilerin yönetici kademesinde toplanması, yeterli olmayan iletişim düzeyi, verilecek üretim kararlarını olumsuz etkileyebilmektedir. Yönetim düzeyindeki bilgi eksikliği ve çağdaş üretim fonksiyonlarının uygulanamaması, esnek üretim sistemlerinin işletmeye sağlayacağı faydayı minimuma indirir.

### B) Tasarım Sorunları

Esnek üretim sistemlerinde kullanılan bilgisayarlar için yazılım, uygulamada karşılaşılan en büyük sorundur. Kapsamlı, kullanımı kolay, sistemin esnekliğinden tam olarak yararlanabilme imkanı tanıyan bir yazılım henüz mevcut değildir. (Huang, Cheh, 1986:83) Her bir esnek üretim sisteminin kendine özgü özellikleri olması nedeniyle, kullanıcıların satın aldıkları yazılımı elden geçirmeleri gerekmekte, bu da yüksek maliyetleri ortaya çıkarmaktadır. (Üreten, 1991:310)

### C) Ekonomik Sorunlar

Esnek üretim sistemlerinde karşılaşılan en büyük sorunlardan birisi ekonomik sorunlardır. İşletmelerin sermaye büyüklüğünün ve yapısının yeterli düzeyde olması, uygulamaya geçişte büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Ekonomik sorunlar olarak üç konuya değinilebilir.

#### 1) Yatırım maliyetleri

Esnek üretim sistemleri uzun dönemli yapılan yatırımlardır. Esnek üretim sistemleri donanım teknik özellikleri ve otomasyon düzeyleri yüksek düzeyde yatırım gerektirmektedir. (Üster, 1993:38) Dolayısıyla esnek üretim sistemlerinde yatırım

maliyetleri yüksek, işletme maliyetleri ise düşüktür. Kurma maliyetinin yanı sıra, donanım ve yazılım maliyetlerinin yüksek oluşu sabit maliyetleri arttırmaktadır.

## **2) Bakım maliyetleri**

Makinalarda kullanım oranının yüksek tutulması, bakım-onarım, yedek parça ve servis işlemlerine ödenen paranın da artmasına neden olur. Makina gruplarının, teknik donanımın bakım planlaması kapsamında yenilenmesi, onarımı ve muayenesi yüksek düzeyde maliyet unsuru olarak karşımıza çıkmaktadır.

## **3) Enerji maliyetleri**

Esnek üretim sistemlerinde kullanılan teknolojinin bilgisayarlı ve otomasyona dayalı olması kullanılan enerji miktarını da arttırmaktadır. Sistemdeki programlama işleminden kontrol işlemine, malzeme taşıma ve depolama sisteminden kullanılan makinalara kadar her birimin yüksek düzeyde enerji gereksinimi bu maliyetlerde artışa neden olmaktadır.

## **D) İş Parçası Seçimi Sorunu**

Üretilecek parçaların seçiminde, üretimi gerçekleştirecek makina, takım ve taşıma sistemlerinde tipi ve miktarı ön plana çıkmaktadır. Her bir iş parçası tipi için belirlenen süreç planında, makinalarda yapılacak işlemler, işlem zamanları ve kullanılacak takım magazinleri ve kapasiteleri belirlenir. Bir süreç planı aynı zamanda operasyonlar arası öncelik ilişkilerini de belirleyebilir. (Özçelik, 1993:67)

## **E) Malzeme Taşıma Sisteminin Seçimi Sorunu**

Malzeme taşıma sisteminin seçiminde, taşınacak iş parçalarını sayısı, ağırlığı, boyutları, taşıma işleminin belirli bir sırayla veya rasgele olması, sistemin esnekliği, güvenilirliği gibi çeşitli unsurlar etkili olmaktadır. (Klahorst, 1981:112)

## **F) Stoklama Sisteminin Seçimi Sorunu**

Ara stoklama diyebileceğimiz sitem içi depolama işleminde, malzemeler makina gruplarıyla taşıma sistemleri arasında kurulan geçici depolarda tutulurken, merkez stoklama diyebileceğimiz, sistemde işletme politikalarına ve üretim teknolojisine göre depolama işlemi yürütülür. İyi bir depolama sistemi, makinaların boş kalma sürelerini en aza indirir. (Dikkulak, 1989:73) Ara stoklardaki yarı mamullerin bulunma zamanı düşük ve miktar olarak azdır. Kontrol sisteminin işleyişi iş akışında meydana gelebilecek aksaklıkları önler.

### **G) Takım Tezgahlarının Seçimi Sorunu**

Takım tezgahlarının seçimi, esnek üretim sistemlerinin esnekliğini doğrudan etkileyen bir faktördür. Takım tezgahlarının seçiminde dikkat edilecek diğer hususlar ise şunlardır. (Dikkulak, 1989:72)

- Tezgaha bağlanacak iş parçalarının boyutları,
- Tezgahın ömrü,
- Servis kolaylığı ve bakım maliyetleri,
- Kolay programlanabilme özelliği ve yeni iş parçasına geçiş süresindeki kısalık,
- Takım magazininin kapasitesi,

### **H) Fabrika İçi Yerleşim Sorunu**

İşletmeler, fabrika içi yerleştirme işlemini genellikle kullandıkları üretim teknoloji ve üretim sistemlerine bağlı olarak gerçekleştirmektedirler. Makina gruplarının sıralanış biçimi, iş parçalarının sistemdeki dolaşım şekli, fabrika içi yerleşim düzeninde göz önüne alınmalıdır. Esnek üretim sistemlerinde yerleşim sorunu MTS'ne bağlı olarak çözülür ve iş parçalarının tezgah grupları arasındaki taşıma sürelerini ve toplam taşıma zamanını minimuma indirecek şekilde yerleştirme yapılır. (Özçelik, 1993:146) Makina grupları arasında oluşturulacak tampon (ara) stoklar da düşünülerek MTS'nin yerleşim planına karar verilir.

### **I) İşlemsel Sorunlar**

Esnek üretim sistemlerinin etkin ve verimli olarak işletilebilmesi için, sistemde ortaya çıkan karar problemlerinin en uygun çözümü gerekmektedir. Yani sistemin çalışmasında etkinliği arttırabilmek için planlama, gruplama, ve programlama (Kusiak, 1985:1063) sorunlarının ortadan kaldırılması gerekmektedir.

#### **1) Planlama**

Planlama faaliyetlerinde işletme içi değişkenler olarak stok maliyetleri, üretim maliyetleri yer alırken, işletme dışı değişkenler olarak talebe bağlı değişen üretim kapasitesi yer alır.

#### **2) Gruplama**

Gruplama sorununda en bilinen çözüm yöntemi; iş parçası kümelerini ve bunları işleyecek olan makina gruplarının bütünleştirildiği sistem olan GT (Grup Teknolojisi) yöntemini kullanmaktır. Esnek üretim sistemlerinde GT farklı bir anlayışla ele alınarak

iş parçası kümeleri, makina ve kaynak gruplamaları önemli birer karar aşaması olarak düşünülmekte ve gruplama işlemi, sistemin işleyişinde aksaklık yaratmayacak ve etkinliği artıracak bir unsur olarak düşünülmektedir.

### **3) Programlama**

Esnek üretim sistemlerinde programlama faaliyetleri farklı değişkenlerin etkisi altında incelenmekte ve kararlaştırılmaktadır. Kusiak programlama faaliyetlerinde şu konulara dikkat çekmektedir (Kusiak, 1985:1069).

- İş parçalarının programlaması,
- Palet ve bağlama araçlarının programlaması,
- Takım tezgahlarının programlaması,
- MTS'nin programlaması.

Sistemdeki yükleme sorunu , teknoloji ve kapasite sınırları göz önünde tutularak yükleme amaçları doğrultusunda, seçilen iş parçalarının makinalara tahsisinin yapılması durumunu ifade eder (Stecke, 1986:103).

## **VI) TÜRK TRAKTÖR FABRİKASINDA ESNEK ÜRETİM SİSTEMLERİNİN İŞLETMEYE SAĞLADIĞI VERİMLİLİK İLE İLGİLİ BİR ARAŞTIRMASI**

Esnek üretim sistemlerini işletmesinde uygulayan Türk Traktör Fabrikası (TTF), sistemin uygulanışı hakkında bilgi edinilebilecek tek işletmedir. Bu işletmenin sistemin işleyişi ile ilgili karşılaştığı sorunlar ve sağladığı faydalar tespit edilebilecek olunursa, bu teknolojiyi işletmelerinde kullanmayı düşünen işletmeler de bazı ip uçları elde edebileceklerdir.

TTF'na EÜS 1995 yılı Aralık ayında kurulmuş ve 1996 yılında da faaliyete geçmiştir. Yöneticilerin ifadelerine göre kurulan sistem, EÜS'nin esnek üretim hattı (EÜH) çeşididir. EÜ hattı, Japon Yamazaki firmasının ürettiği Mazak makinalarının birbirine bağlanmasıyla oluşturulmuştur. Satıcı firma, EÜ hattının montaj işlemini de gerçekleştirmiştir.

1995 yılı defter kayıtlarına göre; 2 adet Mazak tezgaha 70.655.518.350 TL ve diğer 2 adet Mazak tezgâha ise 64.542.001.540 TL ödenmiştir. Toplamda ise, 135.197.519.890 TL ödenmiştir. Bulunan bu rakamı 1996 Yeniden Değerleme Değer Artış Oranı ( YDDAO ) olan % 72.8 ve 1997 YDDAO olan % 80.4 ile bugüne realize edersek 421.452.847.000 TL bulunmuş olur.(son üç rakam göz ardı edilmiştir) 1998 yılı için EÜS'ni kurma maliyeti 1 trilyona yaklaşacaktır. Görüldüğü gibi EÜS'ni kurma maliyeti çok yüksek düzeylerde gerçekleşmektedir. EÜS'ni kullanacak işletmenin güçlü bir sermaye yapısına sahip olması gerekmektedir.

Çalışmadaki amaç ülkemizde sadece TTF'de uygulanan EÜS'nin, işletmenin etkinliği ve verimliliği üzerindeki etkilerini tespit ederek, sistemin işleyişi ile beraber işletmeye sağladığı fayda ve getirdiği sorunları ortaya çıkarmaktır.

Çalışmanın ikincil bir amacı da;

- Sistemin kapasite kullanım oranını tespit etmek
- Rekabet koşullarında işletmeye sağlayacağı avantajları ortaya koymak
- Genel verimlilik ölçütlerine göre oranları tespit ederek, ülkemizde bu sistemi uygulamayı düşünen işletmeleri farklı bir bakış açısı sunmaktır.

Araştırma kapsamında, EÜS'nin işletmeye sağladığı katkıyı ölçmek amacıyla, sistemin performansı ile ilgili olarak bazı veriler elde edilmiş ve bu veriler bilimsel olarak yorumlanmaya çalışılmıştır.

EÜS bilgisayar sisteminden ve gözlemler sonucu elde edilen bilgiler neticesinde, EÜS'nin dakikalık, günlük, haftalık, aylık ve yıllık bazda hesaplanan bazı değerleri ve oranları tespit edilmiş ve bunlar sistemin genel performansının değerlendirilmesinde kullanılmıştır. 1996 ve 1997 yılları için veri ve bilgi elde etme ve kullanabilme imkanı bulunmuştur. Ayrıca üst düzey ve orta düzey bir yönetici ve altı operatörle araştırmacı tarafından gerçekleştirilen anket ile yüz yüze görüşme sağlanmıştır.

Araştırmanın TTF'ndeki uygulanış safhasında, bilgisayar kayıtlarının yanı sıra, gerek yöneticiler gerekse operatörler tarafından verilen bilgilerin beyanları dahilinde gerçek olduğu varsayılmıştır. (Personel sayısı, muhasebe kayıtları, işletmeyi tanıttıcı bilgiler vb)

Araştırmanın evreni, anılan işletmeyle sınırlıdır. Bununla birlikte işletmenin personel, muhasebe, pazarlama ve koordinatörlük birimlerinden elde edilebilecek bazı bilgiler işletmenin gizlilik ilkesi gereği elde edilememiştir.

### **A) TTF Esnek Üretim Sisteminin İşleyişi ve Kuralları**

EÜS'leri TTF'nın işleme merkezinde kullanılmaktadır. Japon Mazak firmasına ait 4 tezgah, 2 yükleme/boşaltma istasyonu, 28 adet palet, 1 adet merkezi yönetim bilgisayarı ve 1 adet OGA bulunmaktadır. İşletmedeki EÜS, esnek üretim hattını içeren bir yapıdadır.

Her tezgahta bir giriş bir de çıkış istasyonu bulunmaktadır. Makinada iş parçası olması durumunda veya giriş istasyonu dolu olması durumunda gelen parça 28 adet paletten birinde bekletilmektedir.

EÜS'nde genellikle traktörün en az kullanılan, üretimi zor ve hassas parçaları olan 80/60'lar (vites kutusu kapağı, hidrolik kaldırıcı piston iteneği, kuyruk kapağı, mesnedi, hidrolik kaldırıcı gömleği) üretilmektedir.

EÜS'nin işleyiş mekanizması makina üzerine yerleştirilen lambalara göre yorumlanmaktadır.

- Yeşil ışık yanıyorsa; makina sorunsuz olarak çalışmaktadır.

- Sarı ışık yanıyorsa; makina sorunsuz olarak çalışmaktadır, fakat beklemede bulunmaktadır.

- Kırmızı ışık yanıyorsa; makinada alarm ışığı yanıyor demektir ve bir sorun olduğunu ifade etmektedir.

- Kırmızı ve yeşil ışık birlikte yanıyorsa; makinada sorun var demektir fakat bu sorun çalışmasına engel değildir.

## **B) Müşteri Tatmin Kriteri**

Araştırma sonucu elde edilen bulgulardan, işletmenin iç ve dış pazar hacmi ve buna bağlı olarak müşterilerin işletme hakkındaki düşünceleri belirlenmeye çalışılacaktır.

### **1) Pazar hacmi**

TTF ülkemizdeki traktör pazarının % 90'lık bir bölümünü diğer bir üretici firma ile paylaşmaktadır. Yıllar itibariyle % 2-3'lük gibi oranlarla pazardaki liderlik el değiştirmektedir. Bununla birlikte, İtalya ve Meksika gibi ülkelere traktör ihracatı gerçekleştirilmektedir. İşletmenin pazar hacmi, dış pazarlar da düşünüldüğünde sürekli artma eğilimindedir. Yapılan ihracatlar bunu göstermektedir. Türkmenistan'a kurulacak ihracat ve montaj fabrikası da bilgileri doğrulamaktadır.

## **C) Çalışanların Tatmini Kriteri**

TTF'ında çalışanların tatmin düzeyini izlemek ve insan kaynakları yönetimi bölümünce tespit edilen performanslar için aşağıdaki göstergeler kullanılmaktadır.

### **1) Üretim miktarı/Toplam çalışan sayısı**

İşgücü verimlilik göstergelerinden birisidir. Çalışan başına düşen üretim miktarını göstermektedir. Oranın büyüklüğü emeğin verimliliğini gösterir. Uygulamanın ilk yılında işletmede gerçekleşen bu oran 1611.2 parça/adamdır. TTF'nda 1997 yılı içerisinde EÜS'nde bu oran aylık olarak 1678.3 parça/adam olarak gerçekleşmiştir. Gerçekleşen bu artış oranı, yüksek teknoloji kullanılan sistemin üretkenliği yanında, iş görenin de verimli olarak kullanıldığını göstermektedir. Gerçekleşen üretimin EÜS yerine universal tezgahlarda yapılması durumunda, EÜS'nde 28 adet palet

kullanıldığından, üniversal tezgahlarda benzer işi yapacak ve üretimi gerçekleştirecek 28 çalışana ihtiyaç duyulacaktır. Dolayısıyla EÜS kişi başına düşen üretim miktarında önemli bir katkı sağlamıştır.

## **2) Toplam işçilik gideri/Toplam çalışılmış süre**

İşgücü verimlilik ve ücret göstergelerinden birisidir. Çalışılan bir saat için ortalama işçilik giderini göstermektedir. 1997 yılında EÜS'nde 403.000 TL/adam olarak gerçekleşmiştir. EÜS'nde çalışan 6 iş gören yerine 3 iş görenin yeterli olacağı yöneticiler tarafından ifade edilmektedir. Bu durumda sağlanacak tasarruftan söz etmek olasıdır.

## **D) Toplum Üzerindeki Etki Kriteri**

İşletmede faaliyetlerin toplum üzerindeki etkilerini izlemek amacıyla bazı göstergeler kullanılmaktadır. Bu göstergeler işletmenin bir sorumluluk alanı olarak kabul edilen çevre için verdiği değeri de göstermektedir. Çevresi tarafından kabul görmeyen bir işletmenin başarılı olacağını söylemek güçtür.

## **1) Kusursuz üretim miktarı/Toplam üretim miktarı**

İç başarısızlık, maliyetler açısından önemli bir göstergedir. İşletmede kusurlu miktarı azaldıkça gerek iş görenlerin gerekse toplumun işletme için bakış açısı olumlu yönde değişecektir. 1997 yılında EÜS'nde bu oran % 99.9 olarak gerçekleşmiştir. 1996 yılında gerçekleşen % 98.1'lik oranla kıyaslandığında 1 yıl içerisinde önemli bir gelişme görülmüştür. Bu oranın elde edilmesinde EÜS'nin gelişmiş bir otomasyona sahip olmasının ve işletmede uygulanan Toplam Kalite Yönetimi'nin payı büyüktür. Sistemin gelişmişliği, insansız üretimi gerçekleştirebilmesi ve minimum hata vermesi ile kendini göstermektedir.

## **E) Sonuçlar Kriteri**

EÜS'lerinin işletmeye sağladığı katkılar ve performansı hakkında bu kriterler daha fazla bilgi edinilmesini sağlayacaktır.

## **1) Satın alınan parçalar için ortalama temin süresi**

Siparişlerin ortalama temin süresi, işletmenin uyguladığı stok politikası ile tedarikçilerin işletmeye katkısını gösteren bir göstergedir. 1997 yılı için yerli yan sanayiden montaj hatları için temin edilen parçaların ortalama temin süresi 2-3 güne düşürülürken, EÜS'nde kullanılan parçalar için temin süresi 15 günü bulmaktadır. EÜS



için tedarik edilen parçalar, üretimi zor ve hassas parçaların üretimi için kullanıldığından, özel ve kaliteli üretimleri gerektirmektedir. Bu talebe karşılık veren tedarikçilerin piyasada azlığı tedarik süresinin artmasına neden olmaktadır. İthal malzemeler için ise siparişlerin ortalama temin süresi 1 aydır. İşletme 1998 yılı içerisinde uygulamayı düşündüğü Just In Time (JIT) stok politikasıyla bu süreyi günlük hatta saatlik baza indirgemeyi hedeflemektedir. Bu hedef EÜS için uygulanabilir bir sonuçtur.

## **2) Toplam üretim değeri**

Toplam performansın belirlenmesine yönelik temel göstergelerden birisidir. Üretim verimliliğinin bulunması bilinmesi gereken bir değerdir.

1997 yılı içerisinde EÜS'nde üretilen toplam üretim değeri (1996 yılı sabit fiyatlarıyla) 92.651.538.367 TL'dir. Bu üretim değeri 1996 yılında faaliyete başlayan EÜS'nin o yıl gerçekleştirdiği 88.945.477.367 TL'lik toplam üretim değerine göre bir artışı ifade etmektedir.

## **3) Toplam üretim değeri/Çalışanlar genel toplamı**

Bu oran, işletmenin üretim değeri ile çalışanlar toplamını ilişkilendirmektedir. İşgücü kısmi verimlilik oranını veren bu göstergede üretim değeri brüt olarak alınmaktadır. Oran bize iş görenlerin verimliliğini göstermektedir. 1997 yılı baz alındığında EÜS'nde gerçekleşen değer 15.441.923.000 TL/adamdır. 1997 yılında gerçekleşen bu değer 1996 yılına indirgenerek karşılaştırıldığında %4 oranında artış göstermiştir. Dolayısı ile çalışan başına üretilen değerde artış kaydedilmiştir.

## **4) Toplam üretim değeri/Çalışılan işçilik saatleri toplamı**

Bu oran, verimlilik ölçümlerinde en yaygın kullanılan oran niteliğine sahiptir. Çalışılan işçilik saati başına üretilen değer, işletmede iş gücünün verimliliğini ölçmede yararlı olan bir orandır. Oranın artan değerlerle yüksekliği iş gücü performansının artışı ve üretilebilecek katma değer artışı verecektir. 1997 yılında oranımız 15.287.031 TL/saattir. Bu durum yine 1996 yılına indirgenerek kıyaslandığında % 4'lük bir artışı göstermektedir.

## **5) Kullanılan kapasite (doluluk oranı)**

Kapasite kullanım oranı, EÜS'nin verimliliğinin işletmeye sağladığı katkının ölçülmesinde kullanılır. İşletmenin 1996 yılında kullanmaya başladığı EÜS'nde önce bağımsız tezgahlar kullanılmaktaydı. Bu kullanılan tezgahların kapasiteleri de yüksek

bir düzeyde gerçekleşmekteydi. Üniversal tezgahlardan EÜS'ne geçiş durumunda kapasite kullanım oranlarında çarpıcı farklılıklar ortaya çıkmış , hatta % 30'lara varan oranlarda kapasite kullanım artışı sağlanmıştır. 1996 ve 1997 yıllarındaki gerçekleşen kapasite kullanım oranları bu görüşü destekler niteliktedir.

1997 yılında elde edilen verilerle dört makinanın kapasite kullanım oranları; MC1 %71.5; MC2 % 70.9, MC3 % 60.2 ve MC4 % 44.7 dir. EÜS'nin toplam doluluk oranı % 61,8 dir. 1998 yılı içerisinde işletme hedefleri, ortalama doluluk oranını % 70'e yükseltmek olarak seçilmiştir.

#### **6) Toplam hazırlık süreleri/Toplam üretim saatleri**

Hazırlık sürelerinin en az düzeye indirildiği işletmelerde, küçük partiler halinde üretime geçiş, hem malzeme, hem de son ürün stok gereksinimini azaltacağı gibi siparişlerde de gecikme oranının azaltılmasına, darboğazların önlenmesine, satış ve dağıtım etkinliklerinin kolaylaşmasına olanak sağlar. EÜS işletmelerde en çok hazırlık zamanlarını kısaltarak katkı vermektedir. Böylelikle, üretimde meydana gelecek zaman kayıpları en aza indirmektedir. TTF'nda EÜS'ne geçişteki birincil amaçlardan birisi hazırlık sürelerindeki kısalmadır. İşletmede 1997 yılı için bu oran %1,35 gibi düşük bir oranda gerçekleşmiştir.

#### **7) Duruş süreleri/Toplam kullanılabilir makina saatleri**

Bu oran işletmelerde birim zamanda üretilen parçalar için harcanan süreyi göstermektedir. Oranın düşüklüğü makina saati başına, üretilen parçalar için harcanan sürenin kısalığını belirtmektedir. EÜS'nde üretilen parçalar için, tanımlanan veriler dahilinde üretim gerçekleştiğinden duruş süreleri de en düşük sürede gerçekleşmektedir. 1997 yılı için bu oran % 5,92 olarak gerçekleşmiştir.

#### **8) Bakım onarım maliyetleri/Toplam üretim değeri**

Toplam üretim değeri içerisindeki, bakım onarım maliyetlerini gösteren bir orandır. Maliyet unsuru olarak bakım onarım maliyetlerinin düşüklüğü işletmenin lehine yorumlanmaktadır. Dolayısı ile oranın küçüklüğü de tercih edilmektedir. 1997 yılında EÜS için gerçekleşen oran, % 1,53 dür.

#### **9) Boşta geçen süre**

EÜS'nde dört adet makina bulunmaktadır. Bunlardan; MC1 %16,4 aylak, % 7,5 kapalı ve % 4,6 alarm olarak çalışmış ve toplam boşta geçen süre % 28,5 oranında gerçekleşmiştir. MC2 için % 16,1 aylak, % 6,9 kapalı ve % 6,1 alarm olarak çalışmış ve

toplam boşa geçen süre % 29,1 oranında gerçekleşmiştir. MC3 için % 29,3 aylak, % 6,2 kapalı ve % 4,3 alarm olarak çalışmış ve toplam boşa geçen süre % 39,8 oranında gerçekleşmiştir. MC4 için ise % 35,3 aylak, % 18,7 kapalı ve % 1,3 alarm olarak çalışmış, ve toplam boşa geçen süre % 55,3 oranında gerçekleşmiştir. Bu veriler toplamda % 24,27 aylak %9,82 kapalı ve % 4,075 alarmda çalışılmış olmak üzere toplamda % 38,165 oranında tespit edilmiştir.

1997 verilerine göre boşa geçen süre 3341,06 saattir. (1 gün 24 saat ve 1 yıl 365 gün) Sistem yapılan araştırma sonuçlarında da elde edildiği gibi parçalar uygun dağıtılmadığından, uygun parça seçimi yapılmadığından zaman zaman işlenecek parça bulunamadığından ve yeterince parça seçilememesinden dolayı boşa geçen süre artmaktadır.

İşletmelerde boş makina süresi/mevcut makina süresini gösteren oran, makinanın performansı açısından önemlidir. Toplam makina süresinin maksimum olduğu işletmelerde veya makinelerde üretilen miktar ve parçalar daha yüksek düzeyde gerçekleşmektedir. 1997 yılı için EÜS'nde gerçekleşen oran % 38.165'dir. Bu oranın yüksekliği boş makina süresinin fazlalığından kaynaklanmaktadır. ( 1 gün 24 saat, 1 yıl 360 gün )

#### **10) Parça üretim miktarı/Makina saatleri**

İşletmede üretilen parçaların sayısı üretim için harcanan sürenin etkili ve verimli kullanılıp kullanılmadığını gösterir. İşletmelerde istenen, birim zamanda üretilen parça miktarının yüksek düzeyde çıkmasıdır. Bu durum hem iş görenin hem de makinanın performansı için ölçü kabul edilebilir. 1997 yılı için aylık gerçekleşen bu oran 14,52 parça /saat' dir. (1 ay 30 gün ve 1 günlük makina saati 23 saat)

#### **11) Boş işçilik süresi/Mevcut işçilik süresi**

İşçilerin performansı ve iş gücünden yararlanma ölçüsünü veren bir göstergedir. Birim zamanda boş geçen işçilik süresi işletmenin aleyhine yorumlanır. Üretim işleminin gerçekleşmediği ve makinanın kullanılmadığını gösterir. Oysaki EÜS'lerinde insansız üretim de gerçekleştirildiğinden bu yorum kabul edilmeyebilir. Sistem her gün 1200 1300 arası insansız çalışmaktadır. 1997 yılı için bu oran % 2.2 olarak gerçekleşmiştir.

#### **12) Üretim miktarı/(Toplam makina saatleri- Boş süreler)**

Bu oran hesaplanırken toplam makina saatlerinden boş sürelerin çıkarılması, makinanın reel olarak birim zamanda ürettiği parça miktarını vermektedir. Makinanın birim zamanda ürettiği parça miktarının fazlalığı makina performansı ve işletme

performansı açısından önemlidir. 1997 yılında aylık bazda gerçekleşen bu oran 1.82 parça/saattir.

EÜS'nin uygulanmasına geçiş amacı araştırma bilgilerine göre; "işlem basamaklarındaki zaman kayıplarını en aza indirmek ve değişik talepleri karşılayabilme gücüne sahip olmaktır" şeklindedir. Bunun için de pazarda oluşan farklı talepleri tespit ederek, ihtiyacı zamanında ve yeteri kadar karşılamak gerekmektedir.

EÜS'ne geçişle birlikte işletmenin bütününde verimlilik ve etkinlik artmış, işgücü tasarrufu sağlanmıştır. Sistemde bulunan 28 palette değişik parçalar üretilmektedir. Bu parçaların üniversal tezgahlarda üretilmesi durumunda 28 adet çalışana ihtiyaç olacaktır. Dolayısıyla işgücü tasarrufunda çok önemli bir gelişme sağlanmıştır. Üretilen parçalar az sayıda çalışan kullanılarak üretilmeye başlanmış, ürünlerdeki hurda oranı azalmış ve makinanın performansından dolayı üretilen ürün miktarı artmıştır.

### **F) Araştırmanın Değerlendirilmesi**

Ensek Üretim Sistemlerinin ülkemizdeki ilk ve tek uygulayıcısı olan Türk Traktör Fabrikası'ndaki yapılan bu araştırma, ülkemizde aynı teknolojiyi kullanmayı düşünen işletmeler için bazı ip uçları verebilecektir.

İşletmede oluşturulan örgüt kültürü, çalışanların işyerine bağlılıklarını artırırken, işletme çalışanlarına her türlü sosyal ve ekonomik katkıyı sağlamaktadır. İşletmede işgörenlerin eğitimine ayrı bir önem verilmekte ve her türlü gelişmenin anahtarının eğitim olduğu bilinci kabul edilmektedir. Araştırmadan elde edilen bulgular bu fikri doğrulamaktadır.

İşletmede oluşturulan idari yapılanma, çalışanlarla yöneticilerin iletişimine yardımcı; karşılıklı öğrenmeye ve gelişmeye açık, işletmenin hedeflerini aşma yönündedir. Kalite ve verimlilik artırma çalışmalarını çalışanlarla yöneticiler birlikte gerçekleştirdiğinden, hiyerarşiden dolayı ortaya çıkan iletişimsizlikler toplantılarda beyin fırtınası tekniği kullanılarak giderilmeye çalışılmaktadır.

EÜS'nin uygulanmasında yönetim etkinliği, "yöneticinin (üretim koordinatörü) açıklamasına göre artmışken, mühendisin yaptığı açıklamaya göre olumlu veya olumsuz bir etkisi olmadığı görülmüştür" şeklindedir. EÜS'nin uygulanışı işletmenin yönetim yapısında herhangi bir değişikliğe neden olmamıştır.

İşletme ödev alanı içerisinde bulunan çevreye de duyarlılığını, gerçekleştirdiği yatırımlar ve kullandığı teknolojinin çevre dostu olmasıyla göstermektedir.

İşletme stok politikasını, kullanmayı düşündüğü JIT stok modeline göre değiştirmekte ve kullandığı üretim teknikleri de ( EÜS dahil ) bu amaca hizmet etmektedir. Siparişlerin ortalama temin süresi montaj hatlarında 2-3 güne düşmüştür.

Bu oran daha da düşürülmeye çalışılmaktadır. Tedarikçilerin istenen kalite ve performansta hizmet sağlayabilmeleri için işletmece desteklenmesi sürdürülmekte, modern teknolojiyi kullanmaları teşvik edilmektedir.

EÜS'nin kullanılmasıyla birlikte işleme merkezinin verimliliği artmış, üretilen parça çeşitliliği ve miktarında artış kaydedilmiştir. Sistemin kapasite kullanım oranındaki artışa rağmen, işgücü kullanımında çarpıcı azalmalar görülmüştür. Sistemdeki boş işçilik sürelerindeki düşmeler, ayar zamanlarındaki azalmalar EÜS'nin etkinliğini ve verimliliğini artırmaktadır.

İşletmede uygulanan koruyucu ve önleyici bakım sayesinde, işgücünden ve makina saatlerinden maksimum düzeyde yararlanılmaktadır. AR-GE faaliyetlerine büyük önem verildiğinden kusursuz üretim, işletmede hedef olarak alınmaktadır.

EÜS'nin uygulanmasında işletmede, yönetim alanında ve iş parçası seçimi kararlarında bazı sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu konular sorumlu müdürlerin çözüm önerileri ve montaj hatları dikkate alınarak giderilmeye çalışılmaktadır.

İşletmeler tarafından EÜS'ne geçişte en önemli olumsuz faktör sistemi kurma maliyetidir. Sistemin kurulması, yazılımlar üretilmesi veya alınması büyük sermaye yatırımlarını gerektirmektedir.

## KAYNAKÇA

- ÇOĞUN, Can. (1997), *EÜS Ders Notları*, Ankara, s.s. 76-79
- DIERDANCK, R.Van. (1990), "De Vlerick Schoolvoor Management, St. Pietersnieuwstraat 49, 9000 Ghent.Belgium, R&D Management", *The Manufacturing/Design Interface*, Vol.122, No.3, p. 303
- DİKKULAK, Mesut. (1989), *Esnek İmalat Sistemleri*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, s.s. 54-73
- GUPTA, Douglas. (1993), " On Measumerent and Valuation of Manufacturing Flexibility " *International Journal of Production Research*, Vol.31, No:12, p. 70
- HUANG, Philip.Y.,CHEH,Chin-Sheng. (1986),"FMS: An Overview and Bibliograph", *Production and Inventory Management*, Cilt.27, Sayı.3, p. 83
- KLHORST, H.T. (1981), "FMSs: Combining Elements to Lower Cost, Add Flexibility", *Industrial Engineering*, November, p. 112
- KUSIAK, Andrew. (1985),"FMSs, A Structural Approach", *Internetonal Journal of Production Research*, Vol.23, No.6, pp. 1063-1069
- MANJI, James. F. (1991),"Manufacturing the Macintosh with Automated Material Handling", *Automation*, February, p.16
- MICHON, François. (1987), "Time and Flexibility: Working Time in The Debate on Flexibility", *L.S.*, Vol.12, No:1, January, p. 160
- MILNER, Douglas.A., VASILIOU, Vasas.A.(1986), *Computer Aided Engineering for Manufacturing*, Kogan Page Ltd, London, pp. 183-195
- ÖZÇELİK, Armağan.E. (1993), *Esnek Üretim Sistemleri*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, s.s. 67-146
- ÖZGEN, Hüseyin., SAVAŞ, Halil. (1996),"Bir Tekstil Sanayii İşletmesinde EÜS'nin Firma Verimliliği Katkısı Üzerine Bir Araştırma", *Verimlilik Dergisi*, Ankara, s. 87
- POWERS, John.H. Jr. (1990), *Computer Automated Manufacturing*, Glence/Mc Graw Hill Educational Division, Illinois, p. 269
- RANKY, Paul. (1986), *Computer Integrated Manufacturing*, Prentice Hall International, UK, p. 315
- STECKE, Katryn.E. (1986),"A Hierarchial Approach to Solving Machine Grouping and Loading Problems of FMSs", *European J.of Op.Res.*, Vol.24, p. 103
- TEKİN, Mahmut. (1993), *Üretim Yönetimi*, Atlas Basım Yayın, II.Baskı, Konya, s. 220
- TEKİN, Mahmut. (1996), *Üretim Yönetimi 2*, Arif Ofset Matbaacılık, Konya, s. 283
- TÜBİTAK (1994), *Esnek Üretim/Esnek Otomasyon Sistem ve Teknolojileri*, Ankara.

*Esnek Üretim Sistemlerinin İşletme Verimliliğine Etkisi / 95*

ÜRETEN, Sevinç. (1991), " Esnek İmalat Sistemleri", *Gazi Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, Cilt 7, Sayı 1-2, Ankara, ss. 308-310

ÜRETEN, Sevinç. (1997), *Üretim/İşlemler Yönetimi, Stratejik Kararlar ve Karar Modelleri*, Bizim Büro Basımevi, Ankara, s.s. 33-43

ÜSTER, Halit. (1993), *Esnek Üretim Sistemlerinde İş Yükü Programlaması*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara, s. 208