

# "İŞ, GÜÇ" ENDÜSTRİ İLİŞKİLERİ VE İNSAN KAYNAKLARI DERGİSİ

"IS, GUC" INDUSTRIAL RELATIONS AND HUMAN RESOURCES JOURNAL

2019 Cilt/Vol: 21/Num:1 Sayfa/Page: 111-128

***Editörler Kurulu / Executive Editorial Group***

Aşkın Keser (Uludağ University)  
K. Ahmet Sevimli (Uludağ University)  
Şenol Baştürk (Uludağ University)

***Editör / Editor in Chief***

Şenol Baştürk (Uludağ University)

***Yayın Kurulu / Editorial Board***

Doç. Dr. Erdem Cam (Ankara University)  
Yrd. Doç. Dr. Zerrin Fırat (Uludağ University)  
Prof. Dr. Aşkın Keser (Uludağ University)  
Prof. Dr. Ahmet Selamoğlu (Kocaeli University)  
Yrd. Doç. Dr. Ahmet Sevimli (Uludağ University)  
Prof. Dr. Abdulkadir Şenkal (Kocaeli University)  
Doç. Dr. Gözde Yılmaz (Marmara University)  
Yrd. Doç. Dr. Memet Zencirkıran (Uludağ University)

***Uluslararası Danışma Kurulu / International Advisory Board***

Prof. Dr. Ronald Burke (York University-Kanada)  
Assoc. Prof. Dr. Glenn Dawes (James Cook University-Avustralya)  
Prof. Dr. Jan Dul (Erasmus University-Hollanda)  
Prof. Dr. Alev Efendioğlu (University of San Francisco-ABD)  
Prof. Dr. Adrian Furnham (University College London-İngiltere)  
Prof. Dr. Alan Geare (University of Otago- Yeni Zelanda)  
Prof. Dr. Ricky Griffin (TAMU-Texas A&M University-ABD)  
Assoc. Prof. Dr. Diana Lipinskiene (Kaunos University-Litvanya)  
Prof. Dr. George Manning (Northern Kentucky University-ABD)  
Prof. Dr. William (L.) Murray (University of San Francisco-ABD)  
Prof. Dr. Mustafa Özbilgin (Brunel University-UK)  
Assoc. Prof. Owen Stanley (James Cook University-Avustralya)  
Prof. Dr. Işık Urla Zeytinoğlu (McMaster University-Kanada)

***Ulusal Danışma Kurulu / National Advisory Board***

Prof. Dr. Yusuf Alper (Uludağ University)  
Prof. Dr. Veysel Bozkurt (İstanbul University)  
Prof. Dr. Toker Dereli (Işık University)  
Prof. Dr. Nihat Erdoğan (İstanbul Şehir University)  
Prof. Dr. Ahmet Makal (Ankara University)  
Prof. Dr. Ahmet Selamoğlu (Kocaeli University)  
Prof. Dr. Nadir Suğur (Anadolu University)  
Prof. Dr. Nursel Telman (Maltepe University)  
Prof. Dr. Cavide Uyargil (İstanbul University)  
Prof. Dr. Engin Yıldırım (Anayasa Mahkemesi)  
Prof. Dr. Arzu Wasti (Sabancı University)

---

*İş, Güç, Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi, yılda dört kez yayınlanan hakemli, bilimsel elektronik dergidir. Çalışma hayatına ilişkin makalelere yer verilen derginin temel amacı, belirlenen alanda akademik gelişime ve paylaşım katkıda bulunmaktadır. "İş, Güç," Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi, 'Türkçe' ve 'İngilizce' olarak iki dilde makale yayınlanmaktadır.*

*"Is, Güc" The Journal of Industrial Relations and Human Resources is peer-reviewed, quarterly and electronic open sources journal. "Is, Güc" covers all aspects of working life and aims sharing new developments in industrial relations and human resources also adding values on related disciplines. "Is, Güc" The Journal of Industrial Relations and Human Resources is published Turkish or English language.*

## TARANDIĞIMIZ INDEXLER



Dergide yayınlanan yazılardaki görüşler ve bu konudaki sorumluluk yazarlarına aittir.  
Yayınlanan eserlerde yer alan tüm içerik kaynak gösterilmeden kullanılamaz.

All the opinions written in articles are under responsibilities of the authors.  
The published contents in the articles cannot be used without being cited

“İş, Güç” Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi - © 2000-2019

“Is, Guc” The Journal of Industrial Relations and Human Resources - © 2000-2019

# İÇİNDEKİLER

Yıl: 2019 / Cilt: 21 Sayı: 1

SIRA	MAKALE BAŞLIĞI	SAYFA NUMARALARI
1	<b>Dr. K. Murat GÜNEY</b> <b>The Paradox of Development: Rapid Economic Growth and Fatal Workplace Accidents in Turkey</b>	5
2	<b>Arş. Gör. Ümran YÜCE-SELVİ, Arş. Gör. Özge KANTAŞ</b> <b>“The Psychometric Evaluation of the Maternal Employment Guilt Scale: A Development and Validation Study”</b>	27
3	<b>Arş. Gör. Dr. Hüseyin SEVGİ</b> <b>“Sosyal Medya ve Sendikalar: Facebook Etkinlik Analizi”</b>	57
4	<b>Doç. Dr. Ali Murat ALPARSLAN, Arş. Gör. Mehmet Ali TAŞ,</b> <b>Öğr. Gör. Seher YASTIOĞLU</b> <b>“Yöneticiler Dağıtım Adaletini Nasıl Sağlar? Senaryo Tekniği ile Bir Saha Araştırması”</b>	77
5	<b>Dr. Öğr. Üyesi Özlem KAYA, Gizem AKALP</b> <b>“Occupational Health and Safety Perception of Students”</b>	95
6	<b>Öğr. Gör. Oğuz GORA</b> <b>“Bir Disiplin Olarak Mekatronik Mühendisliğinin Ortaya Çıkışında Post-Fordist Üretim Sisteminin Etkileri”</b>	115
7	<b>KİTAP DEĞERLENDİRME</b> <b>Dr. Başak KICIR</b> <b>Mental Illness in The Workplace: Psychological Disability Management (Psychological and Behavioural Aspects of Risk)</b>	133

# BİR DİSİPLİN OLARAK MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİNİN ORTAYA ÇIKIŞINDA POST-FORDİST ÜRETİM SİSTEMİNİN ETKİLERİ

*Öğr.Gör.Oğuz Gora*

*Yaşar Üniversitesi – Meslek Yüksek Okulu*

## ÖZET

**E**ndüstriyel gelişmenin başladığı 18. yüzyılda üretim sistemlerinin içine girmeye başlayan makineler, günümüze gelene dek insan emeğini ve onun üretkenliğini değiştirmiş ve ugratmıştır. Makineleşmenin giderek güçlenmesiyle endüstriyel üretimde verimliliği arttırmaya yönelik çalışmalar da başlamıştır. Bu çalışmalardan biri olan Taylor'un bilimsel yöntemi ise çalışma ilişkileri ve üretim süreçlerinde önemli bir noktada yer almaktadır. 20. ve 21. yüzyıla geldiğimizde ise bilgi teknolojilerinde ve elektronik sistemlerdeki gelişmeler üretim süreçlerini farklı noktalara getirmiştir. İnsan emeğinin makinelerle ve birbirleriyle ilişkileri daha çok bilgi tabanlı olmaya başlamıştır. Üretim süreçleri, hata kaldırabilir olmaya ve hızlı işlemeye başlamıştır. Fordizmde üretim hatlarının mekanik kontrolü öne çıkmış ve daha sonrasında post-fordizm olarak adlandırılan dönemde ise elektronik sistemler, üretimin her aşamasını kontrol eder hale gelmiştir. Bu durum rekabet koşullarının gerektirdiği esnek taleplere arz ile karşılık verebilme imkânı sağlamıştır. Üretim süreçleri bu şekilde değişirken, 1960'lı yıllardan bu yana yeni bir bilim dalı olarak Mekatronik Mühendisliği gelişmeye başlamıştır. Mekatronik mühendisliği, konvansiyonel mühendisliklere kattığı disiplinlerarası bakışla endüstrinin ihtiyaçlarını karşılarken, kendine de yeni bir konum edinmiştir. Bu çalışmada, mekatronik mühendisliğinin ortaya çıkışında post-fordist üretim sisteminin ihtiyaçlarının ne oranda etkili olduğu araştırılmıştır. Mekatronik mühendisliğinin bakış açısının ve çalışma konularının post-fordist üretim sistemi etkileri ile ortaya çıkması çalışmanın temel tezidir.

**Anahtar Kelimeler:** Fordizm, Post-fordizm, Mekatronik Mühendisliği, Esnek Uzmanlaşma

## THE EFFECTS OF THE POST-FORDIST PRODUCTION SYSTEM IN THE EMERGENCE OF MECHATRONICS ENGINEERING AS A DISCIPLINE

### ABSTRACT

In the 18th century, when the industrial development began, the machines that started to enter into the production systems have changed human labor and its productivity until today. Studies on increasing the productivity in the industrial production have also started with the growing strength of mechanization. One of these studies, Taylor's scientific method, has an important place within the labor relations and production processes. By the 20th and 21st centuries, the development in information technologies and electronic systems has carried the production processes to different points. The relationship of human labor both with the machines and with themselves has become more knowledge based. The production processes have converted into fault-tolerant and fast operating systems. In fordism, mechanical control of the production lines has become more prominent and later on, in the period called post-fordism, electronical systems have started to control every phase of the production. This situation has enabled the opportunity to meet the flexible demands required as a result of the conditions of competition with the supply. As the production processes have been continuing to change in this way, "Mechatronics Engineering" has started to develop as a new science branch since the 1960s. The mechatronics engineering has obtained a new place for itself with an interdisciplinary approach to the conventional engineering while meeting the demand of the industry. In this study, it is analyzed that to what extent the requirements of post fordist production system are effective in the emergence of the mechatronic engineering. The emergence of the mechatronics engineering perspective and its study fields with the effect of post-fordist production systems are the basic theses of this study.

**Keywords:** Fordism, Post-fordism, Mechatronics Engineering, Flexible Specialization

## 1. GİRİŞ

Üretim teknolojilerinin ortaya çıkışı ve değişmeye başlaması tarihsel olarak oldukça gelişlere gitmektedir. İnsan var olduğu ilk zamanlardan bu yana doğayla ilişki kurmuştur. Diğer canlılardan farklı olarak doğayla kurduğu ilişki, doğayı kendine uyarlama biçiminde olmuştur (Hançerlioğlu, 1995). Buradan hareketle insanın var olma mücadelesinin başından beri doğayı değiştirmeye başladığı söylenebilir. Bu da insanı toplumsallaşma ve üretim ilişkisi içine sokmuştur. Elbette üretim ilişkisi başladığı bu şekliyle kalmamıştır. Üretim ilişkileri insanların doğayla kurduğu bir ilişki olmuş, aynı zamanda toplumsal ilişkilerle de evrilir hale gelmiştir.

Tarihsel olarak bakıldığında feodalizmi takiben küçük üretim biçimlerinin ortaya çıktığı görülmektedir. Kapitalizm olarak adlandırılan ve 17. yüzyılın başında ilk defa terim olarak karşımıza çıkan bu üretim biçimi (Braudel, 1982), insan toplumlarının yaşamında önemli bir dönüm noktasıdır. Kapitalizmin ortaya çıkışına ilişkin tezlerden Karl Marx'ın dikkate alınması, onun 'özgül bir üretim tarzı' olarak ifade ettiği kapitalizmin, kendi evlerinde çalışan zanaatkarların 'dışa iş verme sistemi' diye adlandırılan yolla kapitaliste bağlandıkları yeni bir ilişki biçimine dönüşmesiyle ortaya çıktığı düşünülmektedir (Dobb, 2007). Bunun yanında, Max Weber'e göre (Weber, 1999) kapitalizm rasyonel düşüncenin gelişmesiyle ortaya çıkan özgür işgücü örgütlenmesi olarak kavramsallaşmaktadır.

Kapitalizmin ortaya çıkışıyla birlikte, sanayi devriminin itici gücü olan buharlı makinenin bulunması, üretim sistemlerini yeni bir boyuta taşımış ve üretim sistemlerinin değişme ivmesini de hızlandırmıştır. 1940'lı yılların sonunda transistörün icadı da önemli bir dönüm noktasıdır. Transistör, öncelikle amaçlanan yükselteç görevinin ötesindeki anahtarlama kapasitesiyle gelecekteki dijital elektroniğin ve mikroişlemci teknolojisinin temelleri anlamına gelmekteydi. Entegre devrelerin de kullanılmasıyla bugünkü bilinen anlamda bilgi temelli teknolojilerin çağına giriş yapılmıştır. Bu sayede dünyadaki bilgi birikimi çok daha hızla artmaya ve aktarılmaya başlamıştır. Şöyle ki bu birikimin;

- 1850 yılına kadar 100'er yıl
- 1950 yılına kadar 50'şer yıl
- 1960 yılına kadar 10'ar yıl
- 1970 yılına kadar 5'er yılda bir ikiye katlandığı bilinmektedir (Yücel, 1992).

Moore yasası (Schaller, 1997) olarak adlandırılan bu yasanın, günümüzde yıl bazlı olmaktan çıkarak çok daha kısaldığı düşünülmektedir.

Teknolojik gelişmelerin hızlanması, iş sürecinin bütününde köklü değişiklikler yaşanması ve bu dönemlerin kendi içsel kapasitelerinin zorlamalarıyla üretim sistemlerinde dönemsel ayrımların ortaya çıktığı görülmektedir.

Teknolojideki -ve dolayısıyla üretim sistemlerindeki- gelişmeler, Thomas Kuhn'a göre öncülü olan bilimsel paradigmalarda belirlenmektedir (Kuhn, 2005). Buna karşılık, mekatronik mühendisliği disiplini özelinde; post-fordist üretim sisteminin bu disiplinin ortaya çıkışına hem teknik hem de emek gücü talepleriyle etki ettiği düşünülmektedir.

Mekatronik mühendisliği disiplini, kullandığı ileri teknoloji, sunmuş olduğu yeni bakış açısı ve ihtiyaç duyduğu yeni emek biçimiyle post-fordist üretim sisteminin taleplerine cevap verebilmiştir.

Bu çalışmada, üretim sistemlerinin tarihi taylorizm, fordizm, post-fordizm ve esnek üretim sistemleri (EÜS) şeklinde incelenmiştir. Mekatronik mühendisliği sistem yaklaşımı ve esnek üretim sistemleriyle ortak ilgi alanları bağlamında, esnek üretim sisteminin mekatronik mühendisliği disiplininin ortaya çıkışına etkileri gösterilmiştir.

## 2. ÜRETİM SİSTEMLERİNİN TARİHİ

### 2.1. Taylorizm

Taylorizm, adını Amerikalı makina mühendisi Frederick W. Taylor'dan alan bir yönetim felsefesidir. Üretim sistemlerine bilimsel yöntemin Taylor ile girdiği kabul edilir. 1911 yılında yazdığı "Bilimsel Yönetimin İlkeleri" kitabında üretim sürecinin yeni organizasyon biçimini açıklamıştır. Kendisinin çok verimsiz bulunduğu *geleneksel üretim organizasyonunun*, "Gayret ve Mükâfat" yönteminin ötesine geçemeyerek işe dair bütün görevleri işçilerin üzerine attığını söyler. Böylece sistematik tembellik ve doğal tembellik olarak adlandırdığı verimsiz bir durumun ortaya çıktığını anlatır (Taylor, 2012). Taylor, bu durumun üretime bilimselliğin egemen olmasıyla aşılabileceğini düşünmüştür ve bu yüzden emek üretkenliğinin nasıl arttırılabileceği üzerinde çalışmalar yapmıştır (Alcorta, 1998).

Yönetimin yapması gerekenin idareyi ele almak ve işçilere bırakılan işlerin büyük bölümünü üstlenmek olduğunu söyler (Taylor, 2012). Bunu yapabilmek için ise uzun deney ve gözlemler sonrasında işin mümkün olduğu kadar parçalarına ayrılıp analiz edilmesini ve gereksiz, basitleştirilebilir kısımlarının atılmasını önerir. Taylor'un bilimsel yönteminin ilkeleri şöyle sıralanabilir:

1) Üretim süreci mümkün olduğu kadar işçilerin becerilerinden arındırılmalıdır. Üretim bilgisi mümkün olduğunca bilimsel yöntemlere dayandırılmalıdır (Taylor, 2012).

2) Üretim sürecinde tasarımın uygulamadan ayrılması gerekir. Tüm zihinsel faaliyet üretim planlama bölümlerinde toplanmalıdır (Ansal, 1996).

3) Üretim süreci en uygun araç ve yöntemlerle zaman etüdüne tabii tutulmalıdır (Taylor, 2012).

Böylece yönetimin iş üzerinde tam denetimi sağlanması hedeflenmiştir. Çalışmanın her aşaması kronometrik olarak kontrol edilmiştir. Ayrıca Gilbreth, zaman çalışmasına hareket çalışmasını ekleyerek yapılan her iş için hareket katalogları hazırlamıştır (Belek, 1999).

### 2.2. Fordizm

Fordizm Henry Ford'un ilk olarak otomotiv endüstrisine uyguladığı üretim sistemidir. Taylorizm ile birçok ortak yön barındırmakla birlikte fordizmin, taylorist anlayışı derinleştirdiği düşünülmektedir. Geliştirdiği montaj hattı ile taylorizmde geçerli olan çalışanların denetimini bir adım daha öteye



taşıyarak üretim süreciyle çalışanların bir arada düşünüldüğü bir anlayışa geçilmiştir. Böylece çalışma sırasında ortaya çıkan transfer ve manipülasyon kayıpları azaltılmış ve çalışanlar üretim sürecindeki bir segmente entegre edilmiştir (Aglietta, 1979) .

Fordist iş organizasyonunda taylorist ilkelere göre küçük parçalara bölünmüş işler, montaj hattında üretim sırasına göre dizilmektedir. Hattın çevresinde çalışanların operasyonlarıyla üretim sonlandırılmaktadır. İşin montaj hattında tamamlanması, montaj çevrim süresi olarak adlandırılan sürenin azalmasını sağlamıştır. Womack ve Jones'a göre (Womack & Jones, 1990), fordist montaj hattı ile montaj çevrim süresi 2,3 dakikadan 1,19 dakikaya inmiştir. Bu durum, fordizmin avantajlı konumunu ortaya çıkarmaktadır. Fabrikalar, bu montaj çevrim süresini kısaltmak için daha standart ve özelleşmiş makineler kullanarak rekabet koşullarını güçlendirmiştir.

Bir üretim operasyonu incelenecek olursa;  $T_c$ , birim işin monte edildiği ya da işlendiği süre olarak tanımlanır ve bir birim işin işlenmeye başlamasıyla, sıradaki birimin işlenmeye başlaması arasındaki süre aralığıdır. Aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$T_c = T_o + T_h + T_{th} \quad (1)$$

$T_o$ , operasyon süresi;  $T_h$ , iş ünitesi yükleme ve boşaltma süreleri;  $T_{th}$  aletlerin yükleme ve boşaltma süreleri.

Yığın işleme süresi,  $T_b$  olarak ifade edilir ve aşağıdaki şekilde formüle edilir (Groover, 2008)

$$T_b = T_{su} + QT_c \quad (2)$$

$T_{su}$ , hazırlık zamanı;  $Q$ , yığın miktarı.

(1) ve (2) denklemlerinde yer alan süreler aynı zamanda bu iş organizasyonunun kısıtlarını da belirtmektedir. Çevrim süresini kısaltmak ve yığın işleme sürelerini minimuma indirmek, bu üretim anlayışının optimizasyonu için gereklidir.

Fordist üretim anlayışı içinde çalışan işçilerin çalışmalarının niteliği de değişime uğratılmıştır. Taylorizmde, çalışanların emeği yönetimce denetlenen zihin-kol ayrışmasına uğratılmıştı. Fordizm ise çalışmadaki bu ayrımın artmasına ve derinleşmesine neden olmuştur. İşlerin niteliği de daha fazla düşmüş ve standartlaşmıştır. İş ihtiyacındaki bu değişimler, işgücünün bu ihtiyaçlara göre biçim almasıyla sonuçlanmıştır. Yarı vasıflı işçi ve toplu sözleşmeler fordist üretim doğrultusunda ortaya çıkmıştır (Şaylan, 2002) (Ansal, 1996). Dönemin devlet politikaları da refah devleti politikaları olmuştur. Toplumsal hayatta, işçi sınıfı kimliği politik bir kavram olarak oluşmuştur (Şaylan, 2002). Günümüzde sıklıkla kullanılan kitle kültürü, popüler kültür gibi kavramlar bu dönemin yansımaları olarak sözcük dağarcığımıza eklenmiştir.

Henry Ford, bu iş organizasyon biçimini uyguladığı ücret politikasıyla örtüştürmüştür. Çalışanların ücretlerini iki katına çıkartarak kendi ürettikleri, fiyatları ucuzlayan arabaları taksitle satın alma imkânı yaratmıştır (Gramsci, 1999). Bu iş organizasyon biçimi, ortaya çıktığı fabrikadan takip edilebileceği gibi tüketim taleplerine de bağlıdır ve talep üretme yolunu daha başından tercih etmiştir.

İkinci Dünya savaşından sonra fordist üretim anlayışı yaklaşık 20 yıl kadar kitlesel üretim ve tüketim arasındaki uyumu sağlayarak ve yüksek sermaye birikimleri oluşturarak sürdü. Ancak 1970'lerden başlayarak ortalama kâr oranlarında düşme seyri gözlemlendi. Kâr oranlarının düşme eğilimi bilindiği gibi kapitalizmin kendine özgü karakteri olmakla beraber, o tarihlerde yönetilemez hale gelmeye başlamıştır. Bu düşüşten çıkmak için üretkenlik artışı ve ücretlerin düşürülmesi gerekmektedir. Bu bağlamda başlarda kitle tüketimini, dolaylı yoldan da fordist üretim sistemini garanti altına alan toplu sözleşme, kitle üretimi gibi unsurlar artık aynı üretim sisteminin kurtulması gereken unsurları haline gelmiştir.

### 2.3. Post-Fordizm ve Esnek Üretim Sistemleri

Post-fordist dönem üretim sistemleri fordist üretim sistemlerine tepki olarak bütün üretim sisteminin ve iş organizasyonlarının yeniden düşünülmesiyle ortaya çıkmıştır. Bu yeniden yapılanma sürecinde firmalar esnek üretim sistemleriyle birlikte esnek otomasyon teknolojilerini benimsemeye başladılar (Alçın, 2006).

Esnek üretim sistemleri kavramsal olarak ilk defa Londra'da David Williamson adlı mühendis tarafından mikro elektroniği ve mekanik mühendisliğini küçük ölçekli üretim için birleştirilirken kullanılmıştır (Luggen, 1991). Esnek üretim sistemlerinin ortaya çıkmasını sağlayan temel ihtiyaçlar, fordizmin değişken ve çeşitli taleplere cevap veremiyor oluşu, kalite kontrolü açısından zayıflıkları, üretim çevrim zamanını değiştirme yönündeki katılıkları ve yoğun stok gereksinimleridir.

Yine esnek otomasyon teknolojilerinin tercih edilmesi geçmişte var olan otomasyon sistemlerinin merkezi ve ayırık olmasından kaynaklanmaktadır. Söz konusu esnek otomasyon sistemleriyle üretim birimleri arasında entegrasyon sağlanmasıyla birlikte tasarım, üretim, pazarlama, sipariş, finans ve tedarik süreçlerinin tamamını kapsayacak tümleşik bir otomasyon sistemine eğilim gözükülmektedir. Bu sistemler desantralize çalışan kendi kendine karar alma mekanizmalarına gerek duymaktadır. Ancak birbirleriyle ilişkilerinde yatay bir şekilde bilgi akışının gerçekleştiği söylenebilir. Şekil 1'de üretim sistemlerinde bilgi akışı görülmektedir.



Şekil 1. Üretim sistemlerinde bilgi akışı (Luggen, 1991).

Bir üretim sisteminin esnek üretim sistemi olarak değerlendirilmesi için:

- Üretim sisteminde işlenen farklı ürün veya parçaları tanıyabilme ve ayırt edebilme yeteneği,
- Operasyon talimatlarını hızlıca yenileyebilme yeteneği,
- Operasyon programını değiştirebilme yeteneği,
- Operasyonlar için gerekli fiziksel düzeni hızla değiştirme yeteneği,
- Yeni parça ve ürünlerin üretim prosesine dâhil edilebilme kapasitesi gibi özelliklerin var olması gerekmektedir (Groover, 2008).

Esnek üretim sistemleriyle önem kazanan bir konu da kalite ve kalite yönetimidir. Fordist üretim sistemindeki kalite anlayışı kalite kontrole ayrılmış bir kısımdan ibarettir. Numune alma ve istatistiksel metotlara göre işletilir. Alınan numuneler istenen kalite standartlarına göre incelenir. Bu yapı, üretim sürecinin tamamını kontrol etmekten uzaktır. Bu yüzden de istenen yüksek kalite kontrol düzeylerine çıkamamaktadır.

Post-fordist üretim sistemlerinde ve esnek üretimlerde bilindiği gibi yapı talebin esnekliği üzerine kurulmuştur. Bu esneklik, kalite parametrelerinin de talep bazlı belirlenme gereği doğurduğu gibi belirlenen parametrelerin esnek bir şekilde yeniden ve yeniden değiştirilebilme ihtiyacını da oluşturmuştur.

Bu yeni kalite anlayışıyla, esnek üretim sistemindeki toplam kalite kontrolü, daha hata oluşmadan denetleme, oluştuğunda da mümkün olduğu kadar çabuk hatayı görünür kılma yoluna gitmektedir. Dahası, kalite kontrolü üretimin birimlerine yayıldığından her birimin belirli ancak gerektiğinde

esneyebilen kalite parametrelerine göre kendi kendilerini denetlediği, o yönde kararlar aldığı sistemler oluşmaya başlamıştır. Hatalı bir üretim olduğunda üretim prosesini durdurup hatalı üretim elimine edilmektedir. Böylece üretim proseslerinin son noktasına kadar taşınan, hatalı ürün olasılığı oldukça azaltılmaktadır.

Söz konusu toplam kalite kontrolünün gerçekleştirilmesi hem yönetimin hem de teknolojinin iyi bir kombinasyonunu gerektirmektedir. Toplam kalite yönetimine uygun çalışan bir firmada kalite kontrolü tek bir departmanda olmamalıdır. Kalite kontrol üretim prosesinin tamamına yayılmaktadır. Esnek üretim sistemleriyle birlikte düşünüldüğünde toplam kalite kontrol yönetimi, tüketici memnuniyetini, sürekli iyileştirme çalışmalarını kapsamaktadır.

Toplam kalite kontrolünün diğer bir parçası olarak gerekli teknolojik altyapının kurulması önemlidir. Bunu gerçekleştirmek için otomasyon sistemlerinde denetim ve kontrol bileşenleri öne çıkmıştır. Özellikle üretim süreçlerinin tamamının denetlenmesi için sensör teknolojisinde ciddi çeşitlilik ve hassaslık ihtiyacı oluşmuştur. Örneğin mekatronik mühendisliğinin ilgi alanlarından birisini oluşturan makine görsel algısı konusundaki çalışmalar, toplam kalite teknolojilerinde temel bir bileşen haline gelen kameraların renk, sayı, konum, yerleşim, sıcaklık, hareket gibi fiziksel özelliklerin ölçülmesinde önemli rol oynamaktadır.

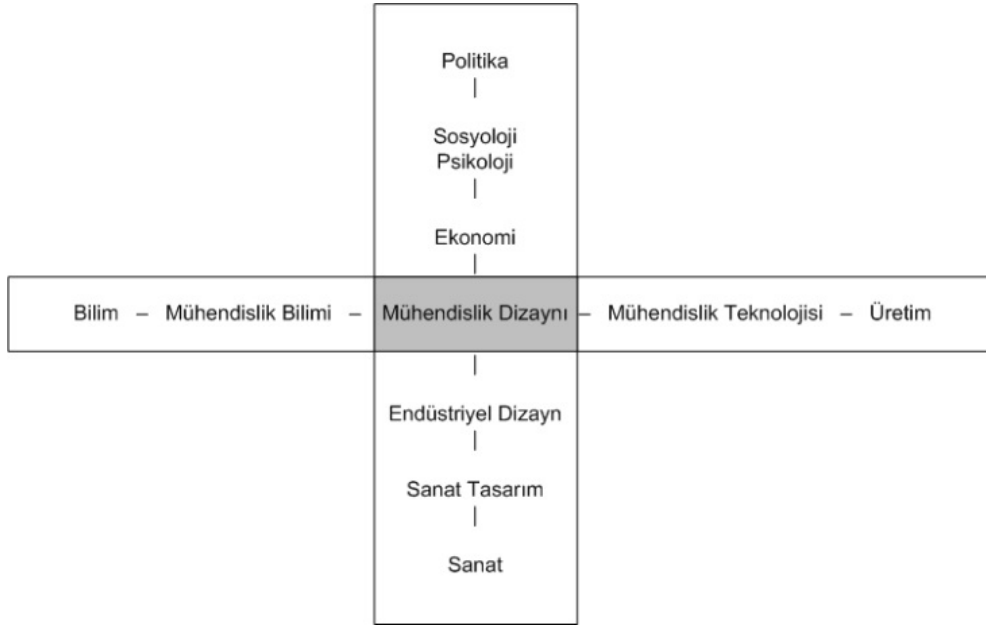
### 2.3.1. Esnek Uzmanlaşma

Fordizmin nasıl benzer etkileri olduysa post-fordizmin ve esneklik kavramlarının da toplumsal etkileri olmuştur. Fordizmin ortaya çıkardığı kitlesel çalışan ve onun yarattığı popüler kültür yerine post-fordizmle birlikte postmodernizm çağında emek biçimi olarak daha heterojen - ayrılmış - çalışan tipleri ortaya çıkmıştır.

Piore ve Sabel'in kavramları olan esnek uzmanlaşma (Piore & Sabel, 1984), insan emeğinin yapısının nasıl değiştiğini anlamak açısından önemlidir. Piore ve Sabel bu süreci, taylorist işbölümünden taylorizm öncesi formlara göre üst düzey bir zanaatçiliğe geçiş olarak görmektedir. Zanaatçilikte gözlenen kafa ve kol emeklerinin bütünleşmiş niteliğinin bilgisayarlı üretim ve esnek üretim sistemleriyle birlikte yeniden ortaya çıktığı söylenebilir. Emek niteliğindeki bu değişim ihtiyacının mühendislik disiplinlerini değiştirdiği, ihtiyaca göre yeni alanlara yönlendirdiğinin düşünülmesi üretim süreçlerinin geçmişi göz önüne alındığında anlaşılır gözükmektedir.

## 3. MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ VE SİSTEM YAKLAŞIMI

Mühendislik tasarım süreci, birçok farklı alanın etkileşim içinde olduğu karmaşık bir süreçtir. Şekil 2'de görüldüğü gibi dönemin bilimsel paradigması ve uygulamalı bilimlerdeki kavrayışı tasarım sürecinin bilimsel arka planını oluşturur. Bu arka plan dahilinde mevcut tasarım anlayışı teknik imkanlar kullanılarak üretim teknolojilerini ve üretimi belirlemede rol oynar.



**Şekil 2. Mühendislik tasarımı (Bradley, 2010).**

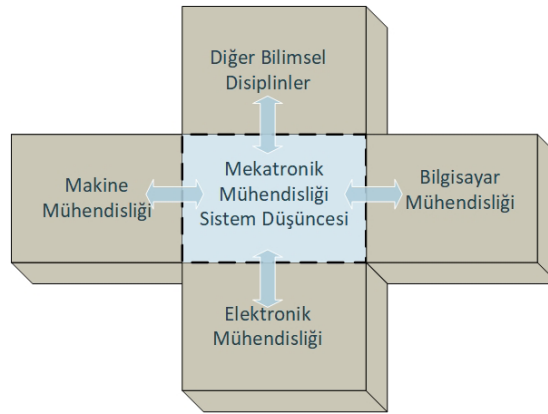
Üretim sistemlerinin tarihinden söz edilen 2. bölümde belirtildiği gibi dönemin politikası, sosyo-ekonomik durumu mühendislik süreçlerine doğrudan etki eder. Mühendislik süreçlerinin yardımıyla ortaya çıkan üretim süreçleri de sosyo-ekonomik hayata etki eder. Böylece değişimin karşılıklı etkileşimle ortaya çıktığı düşünülebilir.

1960'lı yılların sonlarında mekatronik kavramı ilk kez Yaskawa Elektrik şirketi tarafından kullanılmıştır. "Mekatronik" kelimesi, mekanik ve elektronik kelimelerinin birleştirilmesiyle oluşmuştur (aktaran Bishop & Ramasubramanian, 2002). Birçok akademik çalışmada ve çeşitli yayınlarda mekatronik disiplini, "Mekatronik = Mekanik + Elektronik" biçiminde algılansa da, bu disiplin belirtilen denklige indirgenemeyecek konumdadır. Mekatronik disiplininin geniş bir tanımında mekatronik mühendisliği, makine mühendisliği, elektronik, kontrol mühendisliği ve bilgisayar bilimlerinin etkileşerek bir araya geldiği bir alan olarak tanımlanır (Craig & Stolfi, 1994). Bir başka tanımda da mekatronik, mekanik ve elektronik fonksiyonları bir arada gerektiren akıllı ürün ve sistemlerini tasarlayan ve imal eden mühendislik sürecidir (Hsu, 1998), denilmektedir.

Temel mühendislik disiplinlerine kıyasla bu yeni disiplinin tanımında tam bir uzlaşma gerçekleşmiş olmasa da mühendislik alanında yeni bir eğilimin ortaya çıktığı fikri birçok insan tarafından paylaşılmaktadır. Bu eğilime yakından bakacak olursak şu özelliklerin ortaya çıktığı söylenebilir:

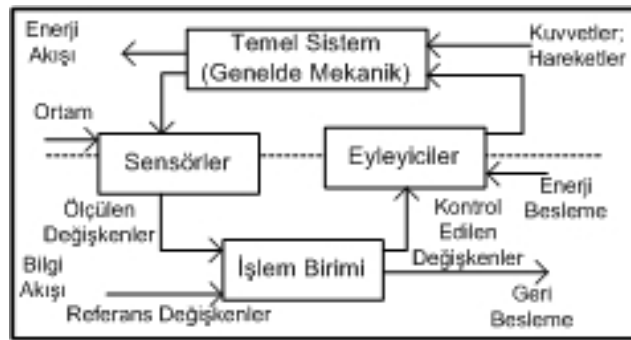
- Disiplinlerarası sistemsel bakış
- Yeni koşulları algılama ve adapte olabilme
- Dizayn ve çalışmada eşgüdüm
- Operasyon sırasında esneklik kabiliyeti
- Operasyona hazırlık ve operasyon sürelerinde azalma.

Mekatronik mühendisliğini konvansiyonel mühendislik anlayışlarına kıyasla farklılaştıran, öncelikle mühendislik disiplinleri arasındaki konumudur. Bu konum, tasarım aşamasında majör disiplinler olan makina, elektronik ve bilgisayar mühendisliklerinden birlikte faydalanılmasından kaynaklanır. Şekil 3'te mekatronik mühendisliğinin diğer disiplinlerle ilişkisi gösterilmektedir.



Şekil 3. Mekatronik Mühendisliğinin Diğer Disiplinlerle İlişkisi.

Mekatronik bir sisteme yakından bakılırsa genellikle mekanik bir temel sistem bulunur. Bu temel sistem eyleyiciler (actuators) sayesinde fiziksel ortamda değişikliklere sebep olur. Bu değişiklikleri yapan eyleyiciler, bir kontrol birimince denetlenir. Ortamda yapılan değişiklikler de sensörler aracılığıyla kontrol birimine iletilir. Kontrol birimi, bütün verilerin yorumlandığı, karar, süreç ve algoritmalarının kullanıldığı kısımdır. Oluşturulan bu sistemler, gün geçtikçe kendi kendine karar alan kapalı çevrim sistemleri bünyesinde barındıran *makinelere* doğru yönelim göstermektedir. Şekil 4'te mekatronik bir sistemin iç işleyiş süreci görülmektedir. Burada temel sistem, eyleyiciler yardımıyla dış ortamda istenilen operasyonları gerçekleştirmektedir. Ölçülen değişkenlerde gerçekleşen değişimler sensörler yardımıyla alınıp işlem birimine taşınmaktadır. Geri besleme yardımıyla da üretim sisteminde yer alan diğer birimlere bilgi akışı sağlanabilmektedir.



Şekil 4. Mekatronik Sistemin İç İşleyişi (Bosch, 2000).

### 3.1 Mekatronik Mühendisliği ve Esnek Üretim Sistemlerinin Ortak İlgi Alanları

Post-fordist dönemde esnek üretim sistemleri ile mekatronik mühendisliğinin kesişim kümesini elde etmek için öncelikle bu alanların iç işleyişinde baskın olan karakteristikleri ortaya çıkarmak gerekmektedir.

Literatürden örnekler incelendiğinde (Shivanand, Benal, & Koti , 2006), (Bozkurt, 1997), (Tolio, 2008) esnek üretim sistemlerinde başlıca şu hedefler ortaya çıkmaktadır:

- *Operasyonel kontrolde artış*: Üretimde kontrol edilemeyen değişkenlerin sayısının düşürülmesi üretim kontrolünde artışı sağlamaktadır. Bunun yanında üretim planında ve çeşitliliğinde değişikliklere hızlı cevap verebilecek teknik ekipmanlara ihtiyaç artmaktadır. Üretim kalitesinin yüksek tutmak ve hatalı üretimlerin önüne geçebilmek için sensör teknolojileriyle desteklenmiş (yaklaşım, ağırlık, görsel, termal, nem, sıcaklık, akış değişkenlerini kapsayan) enerji verimliliği

yüksek cihazlar ve robotik kontrol kullanılmaktadır. Ayrıca fiziksel sistemin iyi bir modelinin oluşturulması da kurulacak sistemin kontrolü için önem taşımaktadır.

- *Emeğe olan ihtiyacı düşüşü*: Üretimde operatörlere ve insan koordinasyonuna dayalı emek biçimlerine ihtiyacı düşürmek hedeflenmektedir. Böylece hem üretimde kontrol düzeyi artmakta hem de üretim maliyetleri açısından önemli bir parametre teknolojik destekle düşürülebilmektedir. Bunun yanında esnek üretim sistemlerinde tüm sisteme dair teknik hizmet verebilecek uzmanlaşmış az sayıda personele ihtiyaç duyulmaktadır.
- *Kısa süreli veya uzun süreli çalışmaya cevap verme yeteneğinde artış ve hız*: Üretim prosesinde üretim hacminde değişikliklere, yeni ham maddelere hızlı adaptasyona, işleme ekipmanlarında hızlı değişikliklere ve sistemin arızalı kaldığı sürede düşmelere ihtiyaç duyulmaktadır.

Mekatronik mühendisliği literatürü incelendiğinde (Bishop, 2007), (Bolton, 2009), bu disiplinin çalışma alanını oluşturan temalar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Sensörler ve eyleyiciler
- Sinyaller Sistemler ve Bilgi İşleme
- Yazılım
- Modelleme

Esnek üretime ilişkin hedefler ve mekatronik mühendisliğine ait çalışma alanları incelendiğinde Şekil 5'teki gibi birbirleriyle ilişkili olan kısımlar ve esnek üretime destekleri görülebilmektedir.



Şekil 5. Esnek Üretim Sistemleri ve Mekatronik Mühendisliği İlişkisi.

### 3.2 Mekatronik Mühendisliği ve Diğer Mühendislik Disiplinlerinin Karşılaştırılması

Mekatronik mühendisliğinin diğer mühendislik disiplinlerinden belirli özellikleriyle farklılaştığı düşünülmektedir. Bunlar, öncelikle *materyal kullanımında, işgücünde, teknolojisinde* ortaya çıkmaktadır. Tablo 1'de bu özellikler detaylı olarak karşılaştırılmaktadır.



	<i>Diğer Mühendislikler</i>	<i>Mekatronik Mühendisliği</i>
<i>Bileşenler</i>	Birbirinden ayrı	Entegre
<i>Mekanik Yapı</i>	Rijit ve Katı	Elastik ve Hafif
<i>Temel Parametreler</i>	Sabit	Değişebilen, Öğrenebilen
<i>Hassasiyet Aralığı</i>	Dar	Ölçme teknolojileri sayesinde yüksek
<i>Çalışma</i>	Merkezi çalışır	Otonom çalışabilir
<i>Sensör Teknolojisi Kullanımı</i>	Az	Yoğun

**Tablo 1. Mekatronik mühendisliğinin konvansiyonel mühendisliklerle karşılaştırılması.**

Mekatronik mühendisliğinin sistem yaklaşımı sayesinde tasarım süreçlerinde ortaya çıkan farklılıklar materyal kullanımını etkilemiştir. Tasarım sürecinde kullanılan bileşenler mekatronik bakış açısıyla, birbiriyle ilişkisi çerçevesinde ve entegre bir şekilde düşünülmektedir. Bunun yanında mekanik yapı da ihtiyaca göre mümkün olduğu kadar elastik ve hafif tasarımlara doğru yönelmektedir. Ayrıca diğer mühendislikler olarak adlandırılan disiplinlerden farklı olarak mekatronik bakış açısıyla tasarlanan sistemlerde, sistemin temel parametrelerinin çıktılarının ilk planlandığı gibi çalışmaya devam etme zorunlulukları bulunmamaktadır. Bu sistemlerde temel parametrelerin değiştirilebildiği, güncellenebildiği, bazı sistemlerde çeşitli yollarla kendi kendine öğrenebildiği de görülmektedir (Pellicciari, Andrisano, Leali, & Vergnano, 2009). Ayrıca mekatronik sistemlerde teknoloji kullanımına bağlı olarak yüksek hassasiyet, yoğun sensör kullanımı, otonom, işbirliği halinde ya da merkezi çalışma görülmektedir. Bu özelliklerin yanında mekatronik mühendisliğinin ihtiyaç duyduğu işgücü nitelikleri açısından da farklılıklar görülmektedir. Bunlar Tablo 2’de görülmektedir.

	<i>Diğer Mühendislikler</i>	<i>Mekatronik Mühendisliği</i>
<i>Mühendis Emeginin Niteliği</i>	Alana İlişkin Dar Bilgi	Sisteme İlişkin Geniş Bilgi
<i>Mühendis Emeginin Sınırları</i>	Sınırları Katı Biçimde Belirlenmiş	Esnek, Diğer Bilimlerden Yararlanır
<i>Mühendis Üretim Bilgisi</i>	Sadece Kendi Alanı Kapsamında	Sistemin Tamamına İlişkin Bilgi Sahibi

**Tablo 2. Mühendislik İşgücü Açısından Karşılaştırma.**

Mekatronik mühendisi diğer mühendislik disiplinlerinden farklı olarak çalışma alanlarına ilişkin sınırlı bir bilgi yerine tam da disiplinlerinin beslediği gibi geniş, disiplinlerarası bakış açısına sahiptir. Bu nedenle de mühendis emeğinin niteliği sistemin tamamını kapsayacak şekilde, esnek ve diğer bilimlerden mümkün olduğu kadar yararlanmaya açıktır. Bu durum, üretim bilgilerinin de sistemin tamamına ilişkin olmasını sağlamaktadır.

#### 4. SONUÇ

Post-fordist dönem ve esnek üretim sistemleri üretim sistemlerinin gelişimiyle birlikte ele alındığında bu üretim sistemlerinin birtakım ihtiyaçlarla gündeme geldiği görülmektedir. Bu ihtiyaçların başında üretim teknolojisine ait ihtiyaçlar ve bu ihtiyaçları karşılayacak işgücü gelmektedir. Üretim teknolojisine ait ihtiyaçlar üretim operasyonları kontrolünde artış, üretim için gerekli işgücünde düşüş ya da işgücü ihtiyacını yönetebilme kabiliyetidir. Bu ihtiyaçların karşılanabilmesi teknolojik olarak da yüksek hassasiyet, doğruluk, yüksek kalite ve izlenebilirlik gerektiren sistemler kurulması ile mümkün hale gelmiştir. Bunun yanında, üretim teknolojisinde de uygun işgücü ihtiyacı doğmuştur.

İncelenen üretim sistemlerinde gerekli işgücünün dönem koşullarına uygun olarak ortaya çıktığı görülmektedir. Bu durum, fordist dönemde kitle çalışanı; post-fordist dönemde ise esnek uzmanlaşma nedeniyle daha ayrılmış çalışan tipleri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu dönemselle değişimin mühendislik disiplinlerindeki etkilerinden biri, mekatronik mühendisliğinin yepyeni bakış açısıyla ortaya çıkışıdır. Mekatronik mühendisliği tasarım süreçlerinde disiplinlerarası bakış ile eşgüdüm sağlayabilmiştir. Mekatronik mühendisliği bu avantajlarını teknolojik olarak sağlayabildiği yüksek kontrol, algılama ve operasyonlarda esneklik kabiliyetleri ile elde etmiştir. Böylece ürün ve süreç temelli bir disiplin ortaya çıkabilmiştir.

Bu bağlamda, mekatronik mühendisliği disiplininin sağladıkları ile post-fordist üretim sistemi ihtiyaçlarının büyük oranda örtüştüğü görülmüştür. Bu yüzden, post-fordist üretiminin teknolojik ve işgücü ihtiyaçları göz önüne alındığında, post-fordist üretimin mekatronik mühendisliğinin bir disiplin olarak ortaya çıkışında etkisinin olduğu ortaya çıkmaktadır.



## KAYNAKÇA

- Aglietta, M. (1979). *A Theory of Capitalist Regulation, The US Experience*. Loncon: NLB.
- Alcorta, D. (1998). *Flexible Automation in Developing Countries*. USA: Routledge.
- Alçın, K. S. (2006). Teknolojik Yenilik-Emek İlişkisi ve Emegın Teknolojik Algısı. *Doktora Tezi*, 65.
- Ansal, H. (1996). Esnek Üretimde İşçiler ve Sendikalar: Post-fordizm'de Üretim Esnekleşirken İşçiye Neler Oluyor? Birleşik Metal-İş Yayınları.
- Belek, İ. (1999). *Postkapitalist Paradigmalar* (2. Baskı b.). Sorun Yayınları.
- Bishop, R. H. (2007). *Mechatronic Systems, Sensors and Actuators: Fundamentals and Modeling*. CRC Press.
- Bishop, R. H., & Ramasubramanian, M. K. (2002). *What is Mechatronics*. USA: CRC Press LLC.
- Bolton, W. (2009). *Mekatronik: Makine ve Elektrik Mühendisliğinde Elektronik Kontrol Sistemleri* (3. b.). (B. K. Tunçalp, Çev.) Dahi Yayınları.
- Bosch, A. (2000). *Mechatronics. Theory and Applications*. Germany: OMEGON Fachliteratur.
- Bozkurt, V. (1997). *Enformasyon Toplumu ve Türkiye*. İstanbul: Ssitem Yayıncılık.
- Bradley, D. (2010). Mechatronics - More Questions than Answers. *Mechatronics*, 20(8), 827-841.
- Braudel, F. (1982). *The Wheels of Commerce: Civilization and Capitalism, 15th--18th Century, vol. 2*. London: Collins .
- Craig, K., & Stolfi, F. (1994). *Introduction to Mechatronic System Design with Applications: Course Book*. American Society of Mechanical Engineers.
- Dobb, M. (2007). *Kapitalizmin Gelişimi Üzerine İncelemeler, Geçiş Tartışmaları*. Belge Yayınları.
- Gramsci, A. (1999). *Selections from the Prison Notebooks*. (Q. Hoare, & G. N. Smith, Eds.) London: ElecBook.
- Groover, M. (2008). *Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing*. Pearson Education Inc.
- Hançerlioğlu, O. (1995). *Düşünce Tarihi*. Remzi Kitabevi.
- Hsu, T. (1998). *Mechatronics in Manufacturing*. The CRC Handbook of Mechanical Engineering.
- Kuhn, T. (2005). *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*. Kırmızı Yayınları.
- Luggen, W. (1991). *Flexible Manufacturing Cells and Systems*. USA: Prentice Hall Int. Inc.
- Pellicciari, M., Andrisano, A., Leali, F., & Vergnano, A. (2009). Engineering method for adaptive manufacturing systems design. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 3(2), 81-91.
- Piore, M., & Sabel, C. (1984). *The Second Industrial Divide*. London: Basic Books.
- Schaller, R. (1997). Moore's law: past, present and future. *IEEE Spectrum*, 34(6), 52-59.
- Shivanand, H. K., Benal, M. M., & Koti , V. (2006). *Flexible Manufacturing System*. New Age International.
- Şaylan, G. (2002). *Postmodernizm*. Ankara: İmge Kitabevi.

- Taylor, C. (2012). *Bilimsel Yönetimin İlkeleri* (Cilt 5). Adres Yayınları.
- Tolio, T. (2008). *Design of Flexible Production Systems*. Springer.
- Weber, M. (1999). *Protestan Ahlakı ve Kapitalizmin Rubu*. Ayraç Yayınevi.
- Womack, J., & Jones, D. (1990). *Dünyayı Değiştiren Makina*. Newyork: Rawson.
- Yücel, İ. (1992). Bilim Teknoloji Politikalarının Ülke Kalkınmasındaki Önemi ve Türkiye'nin Araştırma Kapasitesi. *Sosyal Planlama Genel Müdürlüğü Planlama Dairesi Genel Başkanlığı*.