

Bu çalışma Tuncer Bulutay tarafından derlenen *Teknoloji ve İstihdam* (DİE: Ankara, 1998) kitabında yayımlanmıştır.

# Türkiye imalat sanayiinde teknolojik değişme ve istihdam

Erol Taymaz  
İktisat Bölümü  
Orta Doğu Teknik Üniversitesi  
Ankara  
(1 Ekim 1997)

# İçindekiler

## **1 Giriş**

## **2 İktisat teorisinde teknoloji ve istihdam**

2.1 Teknoloji ve üretim fonksiyonları

2.2 Teknolojik değişimin yönü

2.3 Teknolojik değişimin istihdam etkileri

## **3 Türkiye imalat sanayiinde teknolojik değişme**

3.1 Teknolojik değişme hızının stokastik üretim sınırı yöntemi ile tahmin edilmesi

3.2 Model ve veri kaynakları

3.3 Tahmin sonuçları

## **4 Türkiye imalat sanayiinde istihdam**

## **5 Türkiye imalat sanayiinde teknolojik değişimin istihdam etkisi**

5.1 Model ve değişkenler

5.2 Tek denklemlilik model tahmin sonuçları

5.3 Eş-anlı denklem modeli tahmin sonuçları

## **6 Sonuçlar**

# **Türkiye imalat sanayiinde teknolojik değişme ve istihdam**

## **1 Giriş**

Sanayi Devrimi'nin başlamasından bu yana teknolojik değişmenin ekonomik büyüme ve istihdam üzerindeki etkisi iktisatçıların ve politika yapıcıların ilgisini çekmiştir. 18. yüzyılın sonları ve 19. yüzyılın başlarında klasik iktisatçılar teknolojik değişim sürecine çalışmalarında önemli bir yer vermişlerdir. Freeman and Soete'nin (1994: 17) belirttiği gibi "iktisatçılar genellikle yüksek işsizlik ve işsizliğin getirdiği huzursuzluk dönemlerinde işsizlik ve nedenleri konusunda düşünmeye yönelmişlerdir". Örneğin klasik iktisatçılar arasında Ricardo'nun, ilk defa *Principles of Political Economy* (1821) kitabının üçüncü baskısında yer alan ünlü "Makina Üzerine" bölümü tekstil sanayiinde mekanizasyon sonucu istihdam kaybının yarattığı karamsarlığı yansıtmaktadır. "Kral Ludd"un adına atfen Ludizm olarak adlandırılan makinaların kırılması hareketi, sanayileşmenin erken dönemlerinde (kalifiye) işgücünü ikame eden makinaların yaygınlaşmasına karşı ilk protesto biçimiydi.

Teknolojik değişmenin istihdam üzerine etkisi tekrar iktisatçıların ve politika yapıcıların gündemindedir. Son yirmi yılda pek çok köklü teknolojilerin (elektronik, esnek imalat sistemleri, enformasyon ve iletişim teknolojileri gibi) geliştirilmiş olmasına ve "beşeri sermaye" ve AR-GE gibi fiziki olmayan varıklara yatırım büyük oranda arttırılmasına rağmen üretkenlik artışı düşük oranlarda gerçekleşmiştir. Teknolojik faaliyetlere ve yeniliklere artan miktarda yatırım yapılmasına karşın üretkenlik artış hızının düşmesi "üretkenlik paradoksu" olarak tanımlanmıştır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin çoğunda 1970'lerin başlarından itibaren gözlenen

ekonomik kriz, sürekli ve giderek artan işsizlik ile gelişmiş ülkelerin (özellikle Avrupa'nın) yeni iş alanları yaratmaktaki açık başarısızlığı iktisatçıları, yeni teknolojilerin istihdam üzerindeki etkilerini yeniden değerlendirmesine yol açmıştır. Son yıllarda “üretkenlik paradoksu”nu ve teknoloji-istihdam ilişkisini inceleyen pek çok çalışma yapılmıştır.

G-7 Detroit İş Konferansı'nda dile getirilen talep sonucu geçtiğimiz yıl hazırlanan bir OECD çalışması (1996a and 1996b) “istihdam tartışmalarının merkezine teknolojinin konulması gerekliliğini” vurgulamaktadır. Rapor, OECD ekonomileri için teknoloji ve üretkenlik artışının merkezi önemde olduğunu, uzun dönemde bilginin, özellikle de teknolojik bilginin ekonomik gelişmenin ve yaşam kalitesindeki artışın ana nedeni olduğunu belirtmektedir (OECD, 1996a: 11). Bu çalışmada Schumpetergil “yaratıcı yıkım” kavramı önemli bir rol oynamaktadır. Bu kavrama göre teknolojik değişim süreci yenilikler tarafından sürdürülen *yaratıcı* bir süreçtir, fakat bu süreç aynı zamanda *yıkıcıdır*, çünkü bu süreç kaynakların firmalar, meslekler, sanayiler ve hatta ülkeler arasında yeniden-dağılımını öngörür. Bu sürece ayak uyduramayanlar yok olacaktır.

Son yıllarda yapılan çalışmalar yeni teknolojiler (uluslararası) rekabet gücü kazanmaktaki önemini vurgulamaktadır. Yeni teknolojilerin kullanımı ve yenilik yapma kapasitesi rekabet gücünün ve, böylece, “küresel ekonomi” içinde firmaların ayakta kalmasının ve istihdam yaratabilmesinin ana koşulu olarak görülmektedir. Teknolojik gelişmenin önemi üzerine bu artan vurguya karşın, teknolojik gelişme ve istihdam üzerine Türkiye’de yapılan ampirik çalışma eksikliği oldukça şaşırtıcıdır. Bu çalışmada Türkiye imalat sanayiinde teknolojik değişim ve istihdam artışı arasındaki ilişkilerin istatistiksel yöntemler kullanılarak analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bildiğimiz kadarıyla

bu çalışma sektörel düzeyde yapılan ilk çalışmadır ve bu nedenle zorunlu olarak daha kapsamlı çalışmalarla geliştirilmesi gerekmektedir.

Makale altı bölümden oluşmaktadır. Bu giriş bölümünden sonra analizde kullanılan temel kavramlar tanımlanmakta ve teknolojik değişme ile istihdam arasındaki ilişkiler tartışılmaktadır. 3. Bölüm’de Türkiye imalat sanayiinde teknolojik değişme üzerine yapılan çalışmanın sonuçları özetlenmiştir. Teknolojik değişmedeki eğilimler de bu bölümde incelenmiştir. Özel ve kamu kesimlerinde 1985-92 dönemindeki iş akımları 4. Bölüm’de incelenmiştir. 5. Bölüm’de teknolojik değişimin istihdam üzerindeki etkisi 4-haneli sanayi düzeyinde eş-anlı denklemler modeli yöntemi ile tahmin edilmiştir. Son bölüm çalışmanın sonuçlarını özetlemektedir.

## 2 İktisat teorisinde teknoloji ve istihdam

### 2.1 Teknoloji ve üretim fonksiyonları

Teknolojik değişim sürecinde kavramsal olarak üç aşama vardır: buluş, yenilik, yayılma (difüzyon). Buluş, ekonomide uygulanma potansiyeli olan yeni bir düşüncenin oluşturulmasıdır. Buluşların sıklığının bilimsel bilgi birikimi tarafından belirlendiği, buluşların zaman içinde adeta tesadüfi bir şekilde dağıldığı varsayılır. İkinci aşama, yenilik, buluşun ilk *ticari* uygulanma aşamasıdır. Yeniliklerin geliştirilmesi büyük ölçüde (yenilik yapan) firmanın içinde bulunduğu teknolojik ve ekonomik koşullar tarafından belirlenir. Yenilikler belirli dönemlerde ve sektörlerde yoğunlaşabilir çünkü köklü bir yeniliğin tüm teknolojik potansiyelinin kullanılabilmesi için genellikle pek çok tamamlayıcı (küçük) yeniliklere ihtiyaç duyulur. Bir başka deyişle, (başarılı) bir köklü yenilikten sonra teknolojik değişim “teknolojik yörünge” olarak tanımlanan belirli bir yol izler. Teknolojik değişim sürecinde üçüncü aşama, yeniliğin diğer işyerleri ve

sektörlere yayılmasıdır. Teknolojik yeniliğin ekonomik etkisi, yeni teknoloji pek çok işyeri tarafından kullanılmaya başladığı için, bu aşamada ortaya çıkar.

İktisatçılar *teknolojik* yenilikleri iki gruba ayırmaktadır: ürün ve süreç yenilikleri.<sup>1</sup> Tamamen yeni bir ürünün ilk ticari üretimi veya mevcut bir ürünün kalitesini arttıran değişiklikler “ürün yeniliği” olarak tanımlanmaktadır. Süreç yeniliği ise mevcut bir ürünün yeni bir süreç ile üretilmesidir.

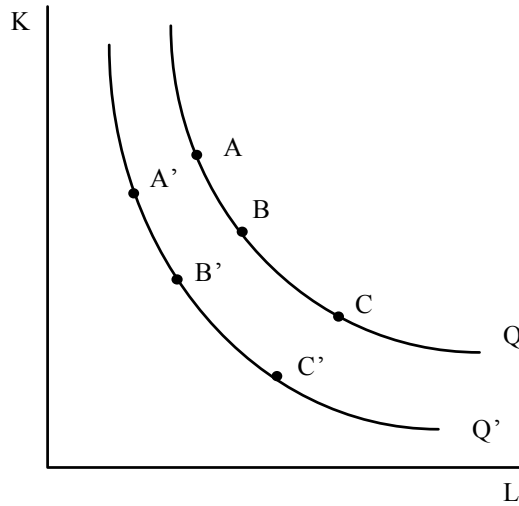
Gerçek yaşamda ürün ve süreç yenilikleri arasındaki ayırım çok net olmayabilir. Örneğin sermaye malı üreten sektörlerdeki bir ürün yeniliği, bu üretim aracını kullanan işyerleri için süreç yeniliği olmaktadır. Ayrıca bir ürün (süreç) yeniliğinin uygulanması tamamlayıcı bir süreç (ürün) yeniliği gerektirebilir. Bu zorluğa karşın ürün ve süreç yeniliği ayırımının kullanılmasında yarar vardır çünkü ürün ve süreç yeniliklerinin, yenilik yapan işyerine etkisi farklıdır. Bir ürün yeniliği (yeni ürün için) yeni bir piyasa yaratabilir veya mevcut ürüne olan talebi arttırabilir. Süreç yeniliği ise işyerinin maliyet yapısını etkiler: süreç yenilikleri işyerinin üretim maliyetini düşürerek arzın (ve böylece toplam arzın) artmasına yol açar.

Bu çalışmada, pratik nedenlerle, *süreç* yeniliklerinin istihdam üzerindeki etkisi incelenmiştir. Süreç yenilikleri sonucu maliyet yapısındaki değişimler ekonometrik analiz yoluyla tahmin edilebilir, fakat ürün yenilikleri üzerine kapsamlı veri olmaması ürün yeniliklerinin etkisinin incelenmesini güçleştirmektedir. Bu nedenle bu çalışmada öncelikle işyeri verileri kullanılarak ISIC 4-hane düzeyinde tanımlanan sektörler için teknolojik değişim hızları tahmin edilmiş, daha sonra teknolojik değişimin istihdam üzerindeki etkisi sektörel düzeyde incelenmiştir.

---

<sup>1</sup> Organizasyon yenilikleri de (yeni iş örgütlenme biçimleri, vb.) çok önemli olmakla birlikte bu çalışmada sadece (kelimenin dar anlamıyla) teknolojik yenilikleri inceliyoruz.

Teknolojik değişmenin üretim üzerindeki etkisi, ilk yaklaşım olarak, neo-klasik üretim fonksiyonu kavramı kullanılarak incelenebilir.<sup>2</sup> *Üretim fonksiyonu*, teknolojik olarak etkin girdi ve çıktı bileşimlerini tanımlar. Eş-ürün eğrisi, iki boyutlu uzayda üretim fonksiyonlarını göstermekte kullanılır. Bir eş-ürün eğrisi, belirli miktarda çıktı üretmek için kullanılabilir (etkin) teknikler setini tanımlar. Şekil 1'deki eş-ürün eğrisi iki girdinin (işgücü ve sermaye) olduğu bir üretim fonksiyonunda Q miktarda çıktı üretmek için kullanılabilir etkin teknikleri göstermektedir (A, B, C, ... teknikleri).



Şekil 1. Teknolojik değişme ve üretim fonksiyonları

Neo-klasik teori, firmaların tüm üretim teknikleri hakkında eksiksiz bilgiye sahip olduğunu ve böylece işyerlerinin kârlarını ençoklaştıran tekniği kullandıklarını varsayar. Bu bağlamda teknolojik değişme (veya aynı anlamda teknolojik ilerleme) eş-

<sup>2</sup> Üretim fonksiyonu kavramı ve neo-klasik üretim teorisi pek çok iktisatçı (özellikle evrimci iktisatçılar) tarafından eleştirilmiştir. Bu çalışmada da, teknolojik değişim süreci incelenirken “üretim fonksiyonu” kavramı yerine “üretim sınırları” kavramı kullanılmaktadır.

ürün eğrisinin orijin noktasına doğru kayması olarak tanımlanmaktadır. Şekil 1’de Q eş-ürün eğrisinin Q’ olarak kayması sonucu aynı miktarda çıktı daha az işgücü ve/veya sermaye kullanılarak üretilebilmektedir. Örneğin B tekniğini kullanan bir firma teknolojik değişmeden sonra B’ tekniğini kullanarak aynı miktarda ürünü daha az işgücü ve sermaye ile üretebilecektir.

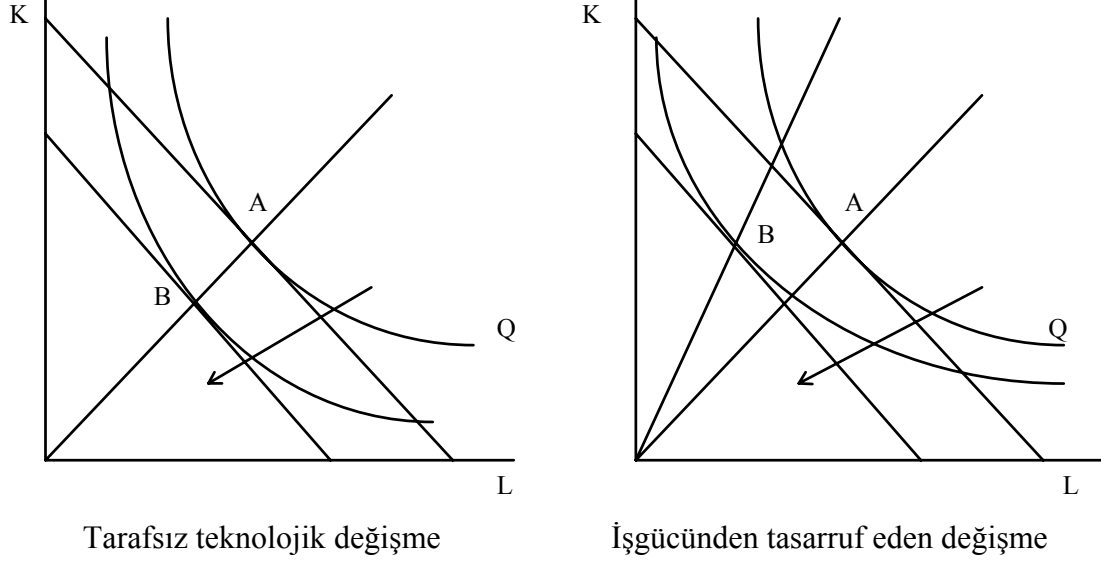
## 2.2 Teknolojik değişimin yönü

Üretim fonksiyonundaki kayma paralel değil ise teknolojik değişimin yanlı olduğu söylenir. Bu konuda farklı tanımlar (Hicks, Solow ve Harrod) olmasına karşın, bu makalede Hicks’in tanımı kullanılmıştır. Aynı görelî girdi fiyatları düzeyinde teknolojik değişme sonucu işgücünün toplam çıktı içindeki payı değişmiyorsa (veya aynı şekilde, sermaye/işgücü oranı değişmiyorsa) teknolojik değişme Hicks-anlamda tarafsızdır. Teknolojik değişme sonucu işgücünün çıktı içindeki payı azalıyorsa (veya sermaye/işgücü oranı artıyorsa) teknolojik değişme işgücünden tasarruf etmektedir.

Şekil 2’de tarafsız ve işgücünden tasarruf eden süreçler görünmektedir. Kârını ençoklaştıran bir firma süreç yeniliğinden önce A tekniğini, yenilikten sonra B tekniğini kullanmaktadır. (Firma kârını ençoklaştırmak için, eş-ürün eğrisinin eğiminin ücret/sermaye fiyatı oranına eşit olduğu noktadaki tekniği kullanacaktır.) Tarafsız değişimde kârı ençoklaştıran tekniğin sermaye/işgücü oranında bir değişiklik yoktur. İşgücünden tasarruf eden değişimde ise sermaye yoğunluğu (sermaye/işgücü oranı) artmaktadır (A ve B teknikleri). Değişim sonucu B tekniğini kullanan firma gerçekte (A tekniğine göre) aynı miktarda çıktı üretmek için daha az işgücü kullanmaktadır fakat bu değişim için “işgücünden tasarruf eder” denilmemektedir çünkü neo-klasik tanım işgücünün *görelî* kullanım düzeyine göre yapılmaktadır. Teknolojik değişme her iki



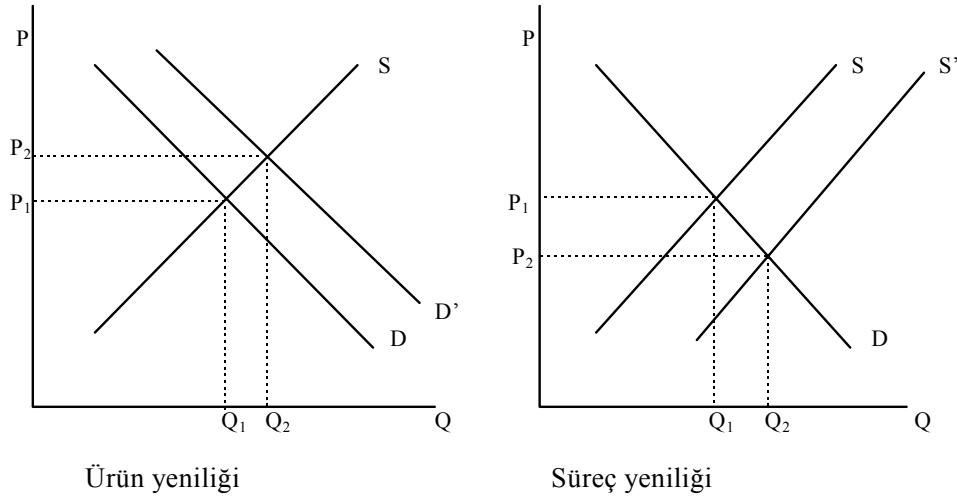
girdiye olan talebi azaltabilir, fakat işgücünden tasarruf eden değişimde işgücü üzerindeki etki daha fazla olacaktır.



Şekil 2. Teknolojik değişimin yönü

### 2.3 Teknolojik değişimin istihdam etkileri

Teknolojik değişimin istihdam üzerindeki etkisi, öncelikle değişimin tipine bağlıdır. Ürün yenilikleri daha çok talebi etkilerken, süreç yenilikleri maliyet yapısını ve böylece arzı etkilemektedir. Bu iki yenilik tipinin etkileri basit bir arz-talep çerçevesinde özetlenebilir.



Şekil 3. Ürün ve süreç yeniliklerinin arz ve talep fonksiyonlarına etkisi

Ürün yeniliği, talep fonksiyonunun D'den D'ye kaymasına yol açarak denge üretim miktarını artırır. Bu nedenle, sektör düzeyinde, ürün yeniliği işgücü talebini arttırabilir.<sup>3</sup> Ekonomi düzeyindeki etki ise bütün sektörler arasındaki etkileşime bağlıdır. Örneğin, yenilikten önce ekonomi tam istihdam düzeyinde ise, işgücü talebindeki artış gerçek ücretlerin artmasına yol açacak, böylece diğer sektörlerde istihdam azalacaktır. Bu durumda ürün yeniliğinin istihdam üzerindeki olumlu etkisi artan ücretler tarafından giderilecektir. Bu çalışmada süreç yeniliklerini incelediğimiz için ürün yeniliklerinin etkileri konusunu daha fazla tartışmayacağız. (Bu konuda kapsamlı iki çalışma için Katsoulacos (1986) ve Stoneman'a (1983) bakınız.)

Süreç yeniliklerinin istihdam etkileri üç düzeyde incelenebilir: firma (mikro), sektör (mezo) ve ekonomi (makro). *Firma düzeyinde*, süreç yeniliği girdilerden tasarruf ettiği için, birim üretim maliyetini düşürür. Süreç yeniliğinin ilk etkisi işgücünden tasarruf edilmesi olacaktır. Bu nedenle firma düzeyinde yapılan çalışmalarda teknolojik

<sup>3</sup> Burada örtük olarak ürün değişikliğinin üretim sürecine bir etkisi olmadığını varsayıyoruz. Fakat yeni bir ürün, yeni tasarımın özelliğinden dolayı, daha az işgücü kullanılabilebilir. Bu

değişmenin işgücü talebini azalttığı yolunda sonuçlar elde edilmesi şaşırtıcı değildir (örnek olarak bkz. Schettkat and Wagner, 1990). İşgücü talebindeki düşme, teknolojik değişimin hızı ve yönü, girdiler arasındaki ikame esnekliği gibi çeşitli etkenlere bağlıdır.

Yenilik yapan firma üretim maliyetini düşürdüğü için, fiyatı da düşürerek satış miktarını ve kârını arttırabilir. Düşük fiyatlarda rekabet edemeyen firmalar üretimlerini düşürecek, istihdamı azaltacak ve hatta kapanabilecektir. Bu durumda yeni teknoloji, o sektördeki çıktının daha büyük kısmının yeni teknoloji kullanılarak üretilmesi anlamında, yaygınlaşmış olacaktır. Etkin çalışmayan işyerlerindeki/firmalardaki istihdam kaybı, daha etkin olan, yeni teknolojiyi kullanan işyerlerinin büyümesi ile kısmen telafi edilecektir. *Sektör düzeyinde* net istihdam etkisi ürüne olan talepteki artışa bağlıdır; talep artışı da talebin fiyat esnekliği, ölçek ekonomileri, yenilik yapan firmanın piyasa gücü, uluslararası rekabet ve teknolojik değişimin hızı ve yönü tarafından belirlenir. Köklü teknolojik değişim durumunda üretim maliyeti büyük ölçüde düşürülecek ve toplam arz fonksiyonu (Şekil 3’de görüldüğü gibi) büyük ölçüde sağa doğru kayacak, sonuç olarak ürün fiyatı düşecek ve toplam üretim miktarı artacaktır. Sektörel istihdam ancak üretim artışı birim işgücü ihtiyacındaki düşmeden daha yüksek olduğu durumda artacaktır. Yenilik yapan firma piyasada tekelci konuma geçerse, tekelci kâr elde etmek için ürün fiyatının düşmesini kısıtlayacaktır. Bu durumda üretim artışı ve dolayısıyla istihdam artışı daha az olacaktır. Belirli bir fiyat düşüşünde, talepteki artış, talebin fiyat esnekliğine bağlıdır. Talep esnek ise ürün fiyatındaki küçük bir düşme bile talebi büyük ölçüde arttırabilecektir. Uluslararası rekabet de teknolojik değişimin istihdam üzerindeki etkisini belirleyen etkenlerden biridir. Yerel firmalar

---

durumda sektör düzeyinde bile işgücü talebi düşebilir. Üretim sürecindeki tüm değişiklikleri “süreç

süreç yeniliği sonucu uluslararası piyasalardaki paylarını arttırabilirlerse, üretim ve istihdamda da bir artışı sağlayacaklardır.

Süreç yenilikleri ve istihdam arasındaki ilişki üzerine önermelerimizi aşağıdaki şekilde özetleyebiliriz: süreç yeniliği büyük bir olasılıkla işyeri düzeyinde işgücü talebini azaltacaktır. Fakat bu olumsuz etkiyi zayıflatabilecek bazı telafi mekanizmaları da mevcuttur. Firma verili toplam talep durumunda piyasa payını arttırarak, veya iç ve dış piyasalarda fiyatı düşürüp talebi, üretimi ve istihdamı arttırabilir. Bu nedenle süreç yeniliğinin sektörel düzeydeki istihdam etkisi teorik olarak belirsizdir: süreç yeniliği, birim girdi gereksinimini büyük ölçüde düşürürse veya işgücünden tasarruf etme eğilimi güçlüyse istihdamda azalmaya yol açabilir. Piyasa ve talep yapıları da önemlidir: üretim artışı sonucu istihdamdaki telafi edici artış monopolist piyasalarda ve talebin fiyat esnekliğinin düşük olduğu durumlarda daha az olacaktır.

Yeni yeknolojinin istihdam üzerindeki etkisi ancak *makro düzeyde*, sektörler arasındaki bağlantılar ve ekonomi-düzeyindeki telafi mekanizmaları göz önüne alındığında tam olarak değerlendirilebilir. Makro düzeyde beş telafi edici mekanizma vardır (bu konuda kapsamlı bir tartışma için bkz. Vivarelli (1995)). İlk olarak, süreç yeniliği büyük bir olasılıkla ürün fiyatında bir düşmeye yol açacaktır. Bu durumda bu ürünü kullanan sektörlerin üretim maliyetleri düşecek ve üretim miktarları artacaktır. Bu ürünü kullanan sektörlerdeki üretim artışı sonucu toplam istihdam artacaktır. Ayrıca süreç yeniliğinin diğer sektörlerle de yayılması mümkündür. İkinci olarak, süreç yenilikleri genellikle yeni makina ve teçhizat için talep yaratırlar. Ayrıca yenilik sonucu artan üretim için yeni yatırımlara ihtiyaç vardır. Böylece sermaye malı üreten sektörlerde de talep ve istihdam artışı beklenebilir. İstihdam yaratılmasında yeni yatırım

---

yeniliği” olarak tanımladığımız için bu olasılığı bu kapsamda değerlendirmiyoruz.

talebinin etkisi bu konuda yapılan ilk çalışmalarda vurgulanmıştır (Cooper ve Clark, 1982). Üçüncü olarak, ürün fiyatlarındaki düşüş sonucu gerçek ücretler artacak, böylece tüketim malları talebinde de bir artış meydana gelecektir. Bu nedenle tüketim malları sektöründe de istihdam artışı beklenebilir. Dördüncü olarak, işgücü piyasaları da önemli bir rol oynamaktadır. Örneği neo-klasik iktisatçılar yeni teknolojilerin istihdam kaybına (daha doğru bir ifade ile, işsizliğe) yol açmayacağını, çünkü ücretlerdeki ayarlamalar yoluyla işsizliğin ortadan kalkacağını iddia etmektedirler. Bu önermeye göre, yeni teknoloji sonucu işsizlik olursa ücretler düşecek, ücretlerin düşmesi firmaların kârlılığını arttıracak, kârlı firmalar üretimlerini ve işgücü talebini arttıracaklardır. Böylece işgücü piyasalarındaki ayarlama sonucu teknolojik işsizlik ortadan kalkacaktır. Son olarak Vivarelli (1995) “Pigou etkisi”ni tartışmaktadır. Bu önermeye göre süreç yeniliği sonucu gerçekleşen fiyat düşüşleri para talebini azaltacak, bu durum faiz oranlarının düşmesine ve yatırımların (ve dolayısıyla istihdamın) artmasına yol açacaktır.

İstihdama ilişkin en önemli gerçeklerden biri, uzun dönemde haftalık çalışma süresinin kısalmasıdır. Kanımızca, diğer telafi edici etkilerin büyüklüğü ne olursa olsun, süreç yeniliklerinin getirdiği üretkenlik artışları, daha az çalışılmasına olanak sağlamaktadır. Bu nedenle haftalık çalışma süresindeki azalma uzun dönemdeki en önemli telafi edici mekanizma olarak görünmektedir.

Yeni teknolojinin makro-etkilerinin değerlendirilmesi için (hanehalkı ve sermaye piyasası dahil) tüm sektörler arasındaki etkileşimin modellenmesini gereklidir. Böyle bir değerlendirme çok büyük boyutta modelleme ve veri derlenme çalışmasına ihtiyaç duyar. Bu nedenle bu çalışma, teknolojinin mezo-düzeyde istihdam üzerindeki

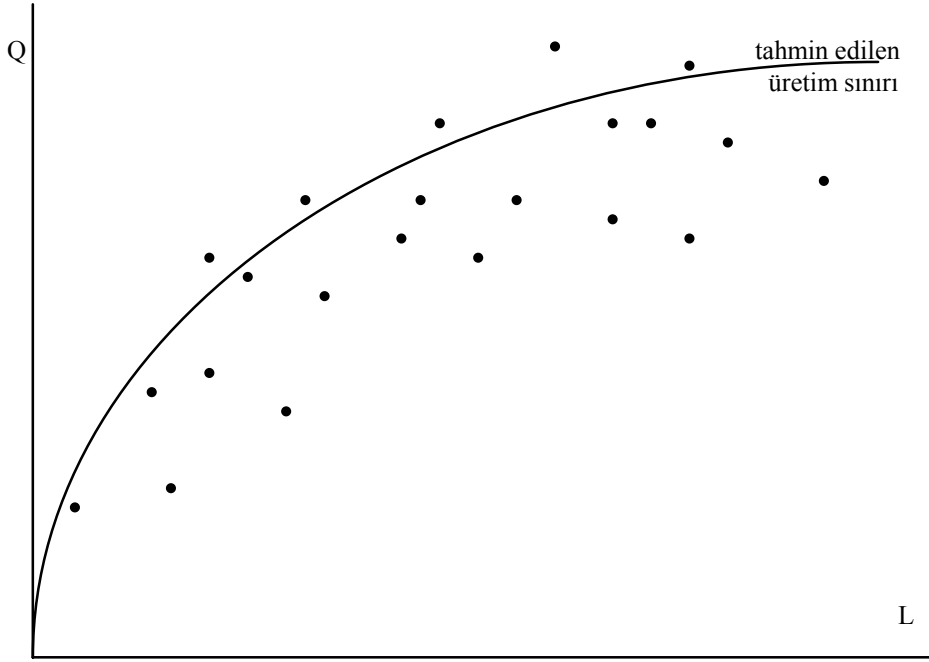
etkisinin incelenmesi ile sınırlandırılmıştır. Teknolojik değişimin sektörel düzeyde istihdama direkt ve (üretim artışı yoluyla) dolaylı etkileri analiz edilmiştir.

### 3 Türkiye imalat sanayiinde teknolojik değişme

#### 3.1 Teknolojik değişme hızının stokastik üretim sınırı yöntemi ile tahmin edilmesi

Teknolojik değişimin hızı ve yönü stokastik üretim sınırları tahmin edilerek ölçülebilir. Stokastik üretim sınırı yaklaşımı bazı işletmelerin kaynakları etkin olarak kullanmadığı gerçeğini kabul eder. Bir başka deyişle, bazı işletmeler “en iyi teknoloji” tarafından tanımlanan üretim sınırının altında üretim yapmaktadır. Bu anlamda stokastik üretim sınırı yaklaşımı, firmaların tüm üretim tekniklerini bildiği ve kârı ençoklaştıran tekniği kullandığını varsayan neo-klasik firma teorisinden ayrılmaktadır.

Stokastik üretim sınırı yaklaşımı, veri girdi düzeyinde firmaların en fazla belirli bir miktarda çıktı üretebileceğini varsayar. Firmaların üretim fonksiyonu tarafından tanımlanan düzeyde üretim yapamamasının iki nedeni vardır. İlk olarak, firma tarafından öngörülemeyen (üretim sürecinde beklenmedik sorunlar, girdi kalitesinde değişimler, işçilerin çalışma temposundaki değişiklikler, vb.) söz konusudur. İkinci olarak, firma tam etkin olarak çalışmadığı için beklenen en yüksek üretim düzeyinin altında kalabilir. Bu iki etken ve stokastik üretim sınırı, üretim sınırının formuna ilişkin belirli varsayımlar altında tahmin edilebilir. Yöntem, işletme düzeyinde girdi-çıkıtı verisine üretim sınırı uyarlanmasına dayanmaktadır (bir girdi-bir çıktı örneği için bkz. Şekil 4). Teknolojik değişme hızı, üretim sınırının kayma oranı ile ölçülmektedir.



Şekil 4. Stokastik üretim sınırının tahmin edilmesi

ISIC 4-hane düzeyinde imalat sanayileri için teknolojik değışmenin hızı ve yönü ile teknik etkinlik düzeyleri daha önce yapılan bir çalışmada tahmin edilmiştir (Taymaz, (1997); yöntem için bkz. Taymaz and Saatçi (1997)). Bu çalışma 1987-92 yıllarında işletme düzeyinde veri kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada üretim sınırı için esnek bir form olan translog fonksiyonu kullanılmıştır. Translog stokastik üretim sınırı aşağıdaki şekilde tanımlanabilir:

$$y_{ft} = \alpha_0 + \sum_i \alpha_i x_{ift} + \alpha_T t + \beta_{TT} t^2 + \beta_{Ti} t x_{ift} + \sum_{i \leq j} \beta_{ij} x_{ift} x_{jft} + \varepsilon_{ft} - v_{ft}$$

Bu denklemde  $y$  çıktı düzeyini,  $x_i$  değışkenleri girdileri göstermektedir. Girdi ve çıktı değışkenlerinin logaritması alınmıştır.  $t$  zaman değışkenidir.  $f$  ve  $t$ , sırasıyla, işletme ( $f = 1, \dots, F$ ) ve gözlem zamanını ( $t = 1, \dots, T$ ) tanımlamaktadır.  $i$  ve  $j$  girdileri endekslemektedir ( $i, j = L, R, E$  ve  $K$ ; sırasıyla, işgücü, ham madde, enerji ve sermaye). Hata terimlerinin,  $\varepsilon$ , normal dağıldığı ve etkinlik teriminden,  $v$ , bağımsız olduğu

varsayılmıştır.  $v$  terimi işletmeye özgü teknik etkinsizlik düzeyini göstermektedir.

Bu stokastik sınır modeli yanlı teknolojik değişimin tanımlanmasına olanak sağlamaktadır.  $\beta_{Ti}$  katsayısı pozitif (negatif) ise teknolojik değişme  $i$  girdisini daha fazla kullanma (tasarruf etme) yönünde gelişmektedir. Bütün  $\beta_{Ti}$  terimlerinin sıfıra eşit olduğu durumda teknolojik değişme tarafsızdır. Bütün  $\beta$  terimlerinin sıfıra eşit olduğu durumda ise fonksiyon Cobb-Douglas üretim fonksiyonuna dönüşmektedir.

Teknik etkinsizlik değişkenlerinin,  $v_{ft}$ ,  $N(\mu_{ft}, \sigma_n^2)$  normal dağılımının negatif olmayan kısmı şeklinde ve bağımsız olarak dağıldığı varsayılmıştır.  $\mu_{ft}$  terimi aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır.

$$\mu_{ft} = \delta_0 + \sum_{k=1}^m \delta_k z_{kft}$$

Bu denklemde  $z$  değişkenleri işletmeye-özgü olan ve teknik etkinliği belirleyen değişkenleri göstermektedir. Bu değişkenler Bölüm 3.2’de tanımlanmıştır.

$f$  işletmesinin  $t$  zamanındaki teknik etkinlik düzeyi,  $EFF_{ft}$ , gerçekleşen üretimin potansiyel üretime oranı ile ölçülmektedir.

$$EFF = e^{-v}$$

Çıktının  $i$  girdisine göre esnekliği aşağıdaki şekilde bulunabilir.

$$\eta_i = \partial E(y) / \partial x_i = \alpha_i + \sum_{j \neq i} \beta_{ij} x_j + 2\beta_{ii} x_i + \beta_{Ti} t$$

Ölçeğe göre getiri,  $k = \sum_i \eta_i$  şeklinde tanımlanır.  $k=1$  ise ölçeğe göre getiri sabit,  $k>1$  ise ölçeğe göre artan getiri vardır.

Teknolojik değişme hızı potansiyel üretimin zamana göre türevinin alınmasıyla bulunur:



$$RTP = \partial E(y) / \partial \ln t = \alpha_T + 2\beta_{TT}t + \sum_i \beta_{Ti}x_i .$$

Çıktı esnekliği ve teknolojik değişme hızı girdi düzeyine bağlıdır. Bu nedenle stokastik üretim fonksiyonunun tahmin edilmesinde girdi ve çıktı değişkenleri logaritmik ortalamaya göre normalize edilmişlerdir. Bu çalışmada kullanılan teknolojik değişme hızları tüm girdilerin (geometrik) ortalaması düzeyinde ölçülen değerlerdir.

### 3.2 Model ve veri kaynakları

Çıktı (Q), girdi değişkenlerinde olduğu gibi, fiziksel olarak veya değer cinsinden ölçülenilir. Bu çalışmada incelenen işletmeler genellikle birden fazla ürün ürettikleri için çıktı değişkeni değer olarak (1987 fiyatlarıyla) ölçülmüştür. Çıktı, satış hasılatı + mamül mal stoklarındaki artış olarak tanımlanmıştır.

Stokastik üretim sınırı tahmininde dört girdi kullanılmıştır: sermaye (K), işgücü (L), enerji (E) ve ham madde (R). “Sermaye” girdisi teorik olarak sermaye mallarının hizmetleri olarak tanımlanmaktadır. Sermaye hizmetleri ve sabit varlıkların yeniden edinim değerine ilişkin veri olmadığı için, sermaye girdisi için farklı değişkenlerin denenmesi zorunlu olmaktadır. Sermaye girdisi için dört alternatif değişken mevcuttur: makina sayısı, makinaların toplam beygir gücü, amortismanlar ve sabit varlıkların muhasebe kayıtlarındaki değeri. Daha önce yapılan bir çalışmada (Taymaz and Saatçi, 1996), her dört değişken de kullanılarak stokastik üretim fonksiyonları tahmin edilmiştir. “Makina sayısı” ile “beygir gücü” değişkenleri ve “amortismanlar” ile “sabit varlıkların değeri” değişkenleri benzer sonuçlar vermiştir. Bu sonuçlar ışığında gözlem sayısı daha fazla olan “amortismanlar”ın sermaye değişkeni olarak kullanılmasına karar verilmiştir. “Makina sayısı” gibi fiziksel ölçümlerin bazı sanayilerde anlamlı olmaması, amortismanların kullanılmasında bir başka etkidir.

İşgücü değişkeni (L) üretimde çalışılan saat olarak ölçülmüştür. Enerji (E) 1987 fiyatlarıyla yakıt ve elektrik tüketim değeridir. Ham madde değişkeni (R), girdi stoklarındaki değişimler de göz önüne alınarak hesaplanan, 1987 fiyatlarıyla girdi (ham madde, yardımcı malzemeler, paketleme malzemeleri, vb.) maliyeti değeridir. İşgücü girdisi homojen olmadığı için teknik (mühendis ve teknisyen) personelin ve idari personelin toplam işgücü içindeki oranları da kontrol değişkeni olarak modele konmuştur. Teknik personelin oranı (Tech) üretimde çalışan işgücünün kalifiye bileşimini yansıtmaktadır. Teknik personel diğer işçilerden daha üretken ise bu değişkenin üretim sınırı fonksiyonundaki katsayısının pozitif olması beklenmektedir. Benzer şekilde idari personelin (Adm) toplam personel içindeki payı da, bu personelin üretime etkisinin tesbit edilmesi amacıyla, fonksiyona eklenmiştir.

Stokastik üretim sınırı modeli, işletmeye özgü bazı değişkenlerin doğrusal fonksiyonu olan teknik etkinlik terimini içermektedir. Aşağıda belirtilen değişkenler, işletmeler arasında teknik etkinlik düzeyindeki farklılıkları açıklamak üzere modele konmuşlardır.

*Region:* "Region", işletmenin bulunduğu bölgedeki diğer işletmelerin toplam üretiminin ülke üretimi içindeki payıdır. Bu değişken yoğunlaşma ve kentleşme dışsallıklarının teknik etkinlik üzerine etkisini ölçmek için modele konmuştur.

*Owned:* "Owned", işyerinin hukuki konumunu gösteren kukla değişkenlerden biridir. İşyeri adi şirket ise bu değişken 1 değerini almaktadır.

*Joint:* Joint, hukuki duruma ilişkin ikinci kukla değişkendir. Joint, anonim şirket statüsündeki işyerleri için 1 değerini almaktadır. Bu değişkenler firmaların yasal konumlarının teknik etkinliğe bir etkisinin olup/olmadığını test etmek için modele konmuşlardır. Bu değişkenler, adi ve anonim şirketlerin etkinliğini, diğer şirket tiplerine

göre (limited, kollektif, vb.) ölçmektedir.

*Overtime:* Bu değişken birinci vardiyada çalışılan saatin toplam çalışılan saat içindeki oranı olarak tanımlanmıştır. Bu değişken birden çok vardiyada çalışmanın teknik etkinlik üzerindeki etkisini ölçmek için modele konulmuştur.

*S-input ve S-output:* S-input ve S-output değişkenleri, fason ilişkilerin etkisini görmek için modele konmuştur. "S-input", fason olarak yaptırılan işlerin toplam girdi içindeki payını göstermektedir. "S-output" ise diğer firmalara fason olarak yapılan işlerin satış hasılatı içindeki oranıdır. Sadece fason çalışan firmalarda bu değişken 1 değerini almaktadır.

*Adver:* Reklam harcamalarının toplam girdi içindeki payı olarak tanımlanan bu değişken firmanın reklam yoğunluğunu ölçmektedir.

*Com:* Haberleşme (PTT) harcamalarının toplam girdi içindeki payı olarak tanımlanan haberleşme yoğunluğunu ölçmektedir. Adver ve Com değişkenleri modele ürün özelliklerinin ve firmanın stratejik davranışının teknik etkinlik üzerindeki etkisini ölçmek amacıyla konmuştur.

*Private ve Foreign:* Bu değişkenler, sırasıyla, özel yerli ve yabancıların firma sermayesi içindeki payı olarak tanımlanmıştır. Private değişkeni, firmanın sermayesinin tamamı yerel özel şahıslara (veya kuruluşlara) ait olduğunda 1 değerini almaktadır. Bu değişkenler özel ve yabancı firmaların kamu işletmelerine göre etkinliğini ölçmektedir.

*Intel:* "Intel" teknoloji kaynağını gösteren bir kukla değişkendir. Firma lisans, know how anlaşması gibi herhangi bir yöntem ile yurtdışından teknoloji transfer etmiş ise bu değişken 1 değerini almaktadır. Yurt dışından elde edilen teknoloji daha iyi ise, teknoloji transfer eden firmaların daha etkin olması beklenir.

*Lsize:* Bu değişken işletme büyüklüğünün teknik etkinlik üzerine etkisini kontrol

etmek amacıyla modele konmuştur. Lsize, bir yılda çalışılan saatin logaritmasına eşittir.

*Zaman kukla değişkenleri:* (1988'den 1992'ye kadar) Zaman kukla değişkenleri zaman içinde teknik etkinlikteki değişimlerin etkisini görmek amacıyla modele konmuştur.

### 3.3 Tahmin sonuçları

Tablo 1 2-haneli düzeyde ortalama teknolojik değişme hızı, ölçüğe göre getiri ve teknik etkinlik değerlerini göstermektedir<sup>4</sup>. Bu değişkenler bütün 4-haneli sektörler için yapılan stokastik üretim sınırı tahminlerinden elde edilmiştir. (bkz. Tablo A.1).<sup>5</sup> Stokastik üretim sınırı tahminlerinde Coelli (1994) tarafından yazılan FRONTIER 4.1 programı kullanılmıştır.

Tablo 1 mühendislik ve ağaç ürünleri sanayilerinde teknolojik değişme hızının yüksek olduğunu göstermektedir (sırasıyla %4.8 and %4.3%). Tekstil, cam ve çimento gibi geleneksel sanayilerde teknolojik değişme hızı düşüktür (sırasıyla %1.3 and %1.4). Tablo A.1'de 4-haneli sektör düzeyinde tahmin sonuçları görülmektedir. Bilgi işlem makinaları (ISIC 3825) sanayi en yüksek teknolojik değişim hızına sahiptir (%35.1). Bu sanayi gelişmiş ülkelerde önde gelen yüksek teknoloji sanayilerinden biri olmasına karşın, tahmin edilen değişim hızı gerçekçi olarak beklenebilecek düzeyden çok fazladır. El aletleri (%10.8), kara taşıtları (%9.9), diğer kimyasal ürünler (%9.4), şeker (8.4%), bira (8.3%) ve ana kimyasal maddeler (%8.0) sanayilerinde teknolojik ilerleme oldukça yüksektir. Stokastik üretim sınırı tahmin edilen 73 sektörün yarısından fazlasında teknolojik ilerleme varken, dokuz sektörde teknolojik gerileme

---

<sup>4</sup> Bu çalışmadaki tüm analiz ve tablolar DÝE'de hazırlanan işyeri düzeyindeki panel veri setine dayanmaktadır.

gözlenmektedir. Örgü ve konfeksiyon gibi ihracata yönelik geleneksel sektörlerde düşük, hatta negatif teknolojik büyüme hızlarının tesbit edilmesi, bu sektörlerin rekabet gücünün (uzun dönemde sürdürüleemeyecek olan) düşük işgücü maliyeti sayesinde kazanıldığını göstermektedir.

Teknolojik değişimin yönü *ortalama* girdi düzeyinde tahmin edilmiştir. 18 sanayide *daha fazla işgücü kullanan* teknolojik değişme saptanırken, işgücünden tasarruf eden değişim ancak iki sanayide görülmüştür (kereste ve elektrikli ev aletleri; tüm sanayiler için bkz. Tablo 2). İşgücü kullanan teknolojik değişme et, yağ, un, elyaf, iplik, dokuma, örgü, halı ve kilim, kutu, basım, sentetik reçine ve plastik, diğer kimyasal ürünler, diğer plastik ürünler, el aletleri, diğer metal ürünler, özel makina, diğer elektrikli makinalar, gemi yapım, bilimsel cihaz ve diğer imalat sanayilerinde mevcuttur. Teknolojik değişimin yönü açısından sektörler arasında belirgin bir farklılık yoktur. İşgücü kullanan teknolojik değişim, geleneksel, düşük teknoloji kullanan sektörlerde de, yüksek teknoloji kullanan sektörlerde de gözlenmektedir. Bu noktada “işgücü kullanan teknolojik değişim” kavramının anlamını tekrar vurgulamakta yarar vardır. İşgücü kullanan değişim, işgücü talebinin artacağı anlamına değil, sadece, göreceli fiyatlarda bir değişme yoksa, işgücünün çıktı içindeki *payının* artacağı anlamına gelmektedir. İşgücü kullanan değişim, mutlak olarak, işgücünden çok sermayeden tasarruf eden değişimdir.

Tahmin sonuçlarına göre 17 sanayide hammaddeden tasarruf eden teknolojik değişim varken, sadece dört sanayide daha fazla hammadde kullanma yönünde bir eğilim vardır. Enerji ve sermaye girdileri açısından belirli bir eğilim yoktur. Enerji

---

<sup>5</sup> Yeterli gözlem olmadığı için balık, sicim, diğer tekstil, kürk giyim ve boyama, ağaç ambalaj, asfalt ve çatı malzemesi, kok, kömür ve briket, demiryolu araçları, uçak, saat, müzik aletleri ve spor aletleri sanayileri için stokastik üretim sınırları tahmin edilememiştir.

kullanan (tasarruf eden) değişim 10 (dört) sanayide gözlenmiştir. Sekiz sanayide teknoloji sermaye kullanma yönünde değişirken, üç sanayide de sermayeden tasarruf etme eğilimi vardır.

4-haneli sanayi düzeyinde ölçeğe göre getiri değerleri Tablo A.1’de görölmektedir. 25 sanayide ölçeğe göre artan getiri mevcutken, sadece beş sanayide (şeker, yem, halı ve kilim, ana kimyasal maddeler ve gemi yapımı) ölçeğe göre azalan getiri vardır. Bu sonuç, üretim artışı yoluyla istihdamdaki telafi edici etkinin pek çok sektörde düşük düzeyde kalabileceğini göstermektedir.

#### 4 Türkiye imalat sanayiinde istihdam

2-haneli sektör düzeyinde istihdam (iş) akımları özel ve kamu kesimleri için Tablo 3’de özetlenmiştir. Bu tabloda 1985 yılındaki istihdam düzeyi, 1985-92 döneminde istihdamdaki net değişim ile yeni işletmeler, eski işletmeler ve kapanan işletmeler tarafından yaratılan net istihdam gözükmemektedir. 4-haneli sektör düzeyinde aynı veriler Tablo A.2’de sunulmuştur.

Türkiye imalat sanayii 1985’den 1992’ye yaklaşık 50,000 yeni iş yaratabilmiştir. Yedi yıllık dönemde istihdam artışı yaklaşık %5’tir; bu oran, yıllık nüfus artış hızının %2’den fazla olduğu bir ülke için oldukça düşüktür. Bu dönemde özel kesim istihdamında bir net artış görülürken (+99,328) kamu kesiminde çok önemli bir düşüş yaşanmıştır (-50,322). Kamu kesimindeki istihdam kaybının büyük bir kesimi mevcut işyerlerindeki kayıplardan oluşmaktadır. Kamu kesimindeki bu kayıplar, hükümetlerin Kamu İktisadi Teşekküllerinin ekonomideki payını azaltmaya yönelik politikalarının bir sonucudur.

Özel kesim büyük ölçüde tekstil (ISIC 32) ve mühendislik sanayilerinde (ISIC 38) yeni istihdam yaratabilmiştir. Hazır giyim, (ISIC 3222), örgü (ISIC 3213), radyo, TV ve haberleşme araçları (ISIC 3832) ve kara taşıtları (ISIC 3843) sanayileri özel kesimde istihdam yaratan başlıca sektörlerdir. Özel kimya (ISIC 37) ve diğer imalat sanayilerinde (ISIC 39) istihdam azalmıştır.

Tablo 3'deki veriler, özel sektörde yeni istihdamın büyük ölçüde (1986-92 yıllarında açılan) yeni işletmeler tarafından yaratıldığını göstermektedir. Örneğin tekstil sanayiinde yeni işletmeler 100,000'den biraz fazla istihdam yaratırken mevcut işletmeler sadece 12,000 kişiye yeni iş olanakları sağlayabilmiştir. Fakat işletmelerin kapanmasıyla oluşan iş kaybı özellikle yeni işletmelerin istihdam yaratmada önemli bir rol oynadığı sektörlerde yüksektir. Bu bulgu, işletme devir hızının büyüyen sanayilerde yüksek olduğunu göstermektedir. Bu sektörlerde pek çok (büyük bir olasılıkla küçük) işletme açılmakta fakat bu işletmelerin önemli bir kesimi kısa bir süre içinde kapanmaktadır.

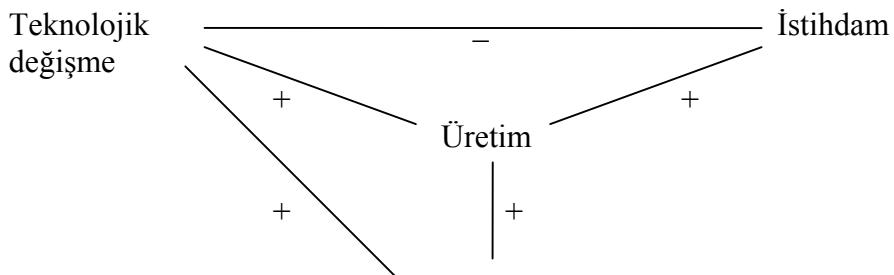
Tablo A.2'deki veriler, istihdam yaratma açısından sektörler arasında önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir. Bundan sonraki bölümde 4-haneli sektör düzeyinde istihdam artışını açıklamada teknolojik değişimin rolü incelenecektir. Bu bölümde sadece istihdamdaki *net* değişme incelenecektir. Teknolojik değişme ve istihdam yaratmanın çeşitli mekanizmaları (yeni işletmeler, mevcut işletmeler, vb.) arasındaki ilişkiler bu çalışmada ele alınmayacaktır.

## 5 Türkiye imalat sanayiinde teknolojik değişimin istihdam etkisi

### 5.1 Model ve değişkenler

Sektörel düzeyde teknolojik değişimin istihdam etkisine ilişkin 2. Bölüm'deki tartışmada, yeni (süreç) teknolojilerinin istihdam üzerindeki ilk, direkt etkisinin olumsuz olacağı sonucuna varılmıştı. Süreç yenilikleri, birim işgücü ihtiyacını düşürerek firma ve sektör düzeyinde işgücü talebini azaltma eğilimindedir. Buna karşın üretim artışının getirdiği telafi edici etkiler de mevcuttur: süreç yenilikleri birim üretim maliyetini düşürerek firmaların fiyatları düşürmesine ve üretim miktarını arttırmasına olanak tanır. Üretim artışı işgücü talebini arttırır ve hatta yeni teknolojilerin işgücünden tasarruf edici etkisini tamamen telafi edebilir.

Bu çalışmada, Şekil 5'de özetlenen basit teknoloji-istihdam modeli kullanılmıştır. Bu modelde teknolojik değişimin istihdam üzerindeki direkt etkisinin (üretim artışının etkisi giderildiğinde) olumsuz olacağı beklenmektedir. Daha önce açıklandığı gibi üretim miktarında bir değişme yoksa teknolojik değişme istihdamı azaltır. Fakat teknolojik değişme (birim üretim maliyetini düşürerek) üretim düzeyinde ve istihdamda bir artışa yol açar. Son olarak, teknolojik değişimin uluslararası rekabet gücünü arttırması beklenir. Bu etki de üretim ve istihdamda artışa yol açacaktır. Bölüm 5.3'de teknolojik değişimin direkt ve dolaylı istihdam etkilerinin sınanması amacıyla istihdam, üretim ve uluslararası rekabet denklemlerinden oluşan bir eş-anlı denklem modeli tahmin edilecektir. Fakat bu modeli tahmin etmeden önce Bölüm 5.2'de basit bir istihdam denklemi ön-analiz olarak en küçük kareler (EKK) yöntemi ile tahmin edilecektir.





Uluslararası  
rekabet

Şekil 5. Teknolojik değişimin istihdam etkisi

5.2 Tek denklemler tahmin sonuçları

Bu bölümde çeşitli değişkenlerin sektörel istihdam üzerindeki etkisini kontrol etmek için basit bir istihdam artış denklemleri tahmin edilecektir. Devlet İstatistik Enstitüsü'nün Genel Sanayi ve İşyerleri Sayımı'nın kapsamı Yıllık İmalat Sanayii anketlerinden daha geniş olduğu için analizde genel sayım yıllarına ait veriler kullanılmıştır. İstihdam artışı son iki sayım yılı (1985 ve 1992) dönemi için tahmin edilmiştir.

Basit bir istihdam modeli aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$\ln L_i^{92} = a_0 + a_1 \ln L_i^{85} + a_2 \text{TCHANGE}_i + \sum_j a_j z_{ji} + e_j$$

Bu modelde  $L$  sektörel istihdam düzeyi, TCHANGE teknolojik değişim hızı ve  $z$  diğer açıklayıcı değişkenleri göstermektedir.  $e$  hata terimidir.  $i$  sektörü,  $j$  de açıklayıcı değişkenleri endekslemektedir.

Bu denklemin iki tarafından  $\ln L^{85}$  değişkeni çıkarıldığında büyüme denklemleri elde edilir. Bu durumda büyüme denklemleri

$$\ln(L_i^{92}/L_i^{85}) = a_0 + (a_1-1)\ln L_i^{85} + a_2 \text{TCHANGE}_i + \sum_j a_j z_{ji} + e_j \quad [1]$$

şeklinde tanımlanacaktır. Bu denklemlerde  $\ln(L_i^{92}/L_i^{85})$  logaritmik istihdam artış oranını göstermektedir. İstihdam artış hızı ile sektörün (1985'deki) ilk büyüklüğü arasında bir ilişki yok ise  $\ln L_i^{85}$  değişkeninin katsayısı,  $(a_1-1)$ , sıfıra eşit olacaktır. TCHANGE değişkeninin katsayısı teknolojik değişimin istihdam üzerine etkisini gösterecektir. Açıklanan değişken logaritmik olarak kullanıldığı için  $a_2$  istihdamın esnekliği olarak tanımlanabilir.  $a_2$ , üretim sınırındaki %1 kayma sonucu istihdamın ne kadar değişeceğini göstermektedir. Bu modelin tahmin edilmesinde teknolojik değişim hızı

(TCHANGE değişkeni) olarak Tablo A.1’de verilen değerler kullanılmıştır. Aşağıda belirtilen değişkenler de istihdam modelinde açıklayıcı değişken olarak kullanılmıştır.

*RDint*, AR-GE yoğunluğu, 1992’de AR-GE harcamalarının satış hasılatına oranı olarak ölçülmüştür. (1985 verisi olmadığı için 1992 verisi kullanılmıştır.) Bu değişken sektörün ne kadar (formel) AR-GE faaliyetlerine kaynak ayırdığını göstermektedir. İstihdam “yüksek teknoloji” sanayilerinde daha hızlı artıyorsa, bu değişkenin katsayısı pozitif olacaktır.

*RelRD* Türkiye’deki AR-GE faaliyetlerinin, en çok ticaret ilişkisi içinde bulunduğu ülke, Almanya’daki AR-GE faaliyetlerine göre önemini göstermektedir. Bu değişken Türkiye’deki (özel) AR-GE harcamalarının Almanya’daki harcamalara oranı olarak tanımlanmıştır. Bu değişken ile uluslararası rekabet gücü arasında pozitif bir ilişki beklenmektedir. Bu nedenle *RelRD* değişkeninin katsayısının pozitif olması gerekmektedir, çünkü istihdam artışı, uluslararası rekabet gücü olan sektörlerde daha yüksek olacaktır.

*GRVA* 1985’den 1992’ye sektörel reel katma değer artış oranıdır. Bu değişkenin istihdam üzerinde pozitif etkisi olması gerektiği açıktır, çünkü işgücü talebi hızla büyüyen sektörlerde daha fazla olacaktır.

*Lnprod*, o sektör içinde tanımlanan ürün sayısının logaritmasına eşittir. Bu değişken modele ürün çeşitliliğinin etkisini katmak için eklenmiştir. Farklı ürünler üreten sektörlerde istihdam artışının daha fazla olacağı beklenebilir.

*NXR*, 1985-92 dönemindeki ortalama net ihracat oranı, uluslararası rekabet gücünü ölçmek için kullanılmıştır. Net ihracat oranı net ihracatın toplam ticarete oranı olarak tanımlanmıştır ( $NXR = (X-M)/(X+M)$ ); bu tanımda X ihracat, M de ithalat değerini göstermektedir). *CXMPrice* 1985-92 döneminde ihracat/ithalat fiyat oranındaki

değişimi göstermektedir. NXR ve CXMPPrice değişkenleri modele uluslararası rekabet gücünün ve görelî fiyatlardaki değişimin etkisini kontrol etmek amacıyla eklenmiştir. Her iki değişkenin katsayısının pozitif olması beklenmektedir.

*Grprice* 1985-92 döneminde yurtiçi sektörel fiyatlardaki artış oranıdır. Sektörel fiyatların ortalamanın üzerinde artması o sektörde (artan) fazla talep olduğunu gösterebilir. Bu durumda firmalar yatırımı ve dolayısıyla istihdamı arttıracaklardır. Bu nedenle *Grprice* değişkeninin katsayısının pozitif olması beklenebilir.

Sanayi özelliklerinin etkisini tesbit etmek amacıyla modele çeşitli değişkenler eklenmiştir. *Subc* 1985'de fason üretimin satış hasılatı içindeki payını göstermektedir. Sektörde fason üretim yapan işletme yoksa bu değişken 0 değerini alacaktır. İmalat sanayiinde fason üretime yönelik bir eğilim varsa, fason üretime uygun sektörlerde istihdam daha hızlı artacaktır. Bu nedenle *Subc* değişkeninin *kendi sektöründeki* istihdama katkısı olumlu olacaktır. *APS*, 1985'deki ortalama işletme büyüklüğü, işletme büyüklüğünün istihdam artışına etkisini görmek için modele konulmuştur. Büyük işletmelerin yaygın olduğu sektörler daha hızlı büyüyorsa, *APS* değişkeninin pozitif katsayıya sahip olması gerekmektedir. *Eff* ve *Scale* değişkenleri ortalama etkinlik düzeyi ve ölçeğe göre getiriyi ölçmektedir. Sanayiinin ilk etkinlik düzeyi düşükse, üretim istihdamda fazla bir artış olmadan arttırılabilir. Bu durumda *Eff* değişkeni negatif katsayıya sahip olacaktır. Bu önerme örtük olarak etkinlik düzeyinin kısa dönemde firma tarafından yükseltilebileceğini varsaymaktadır. *Scale* değişkeni modele, ölçeğe göre getirinin etkilerini ölçmek için konmuştur. 2. Bölüm'de açıklandığı gibi üretim artışı yoluyla istihdam kaybının telafi edilmesi, ölçeğe göre getirinin yüksek olduğu sektörlerde daha zayıf olacaktır.

Son olarak 1985'deki ortalama ücret düzeyinin logaritması, *Lwage*, modele eklenmiştir. Sektörler arası ücret farklılıkları piyasadaki aksaklıklar sonucu oluşuyorsa, istihdamın ücretlerin yüksek olduğu sektörlerde daha düşük bir hızla artmasını bekleyebiliriz. İşgücü piyasaları etkin olarak çalışıyorsa ücret farklılıkları sadece işgücünün nitelikleri arasındaki farklılıkları yansıtacaktır. Bu durumda *Lwage* değişkeni istihdam artışına bir etkide bulunmayacaktır.

6-9 nolu şekiller teknolojik değişme ile bazı önemli değişkenler arasındaki ilişkileri göstermektedir. Sektörel düzeyde teknolojik değişme ile istihdam artışı arasında negatif ilişki vardır fakat bu iki değişken arasındaki bağıntı istatistiksel olarak anlamlı değildir (Şekil 6).<sup>6</sup> Teknolojik değişme ve üretim artışı arasında pozitif ve anlamlı bir bağıntı vardır (Şekil 7). İlk beklentimize aykırı olarak teknolojik değişme ve uluslararası rekabet gücü arasındaki ilişki negatif ve %5 düzeyinde anlamlıdır (Şekil 8)! Bağıntı katsayısı  $-0.256$ 'dır (gözlem sayısı 68). Bu bulgu, teknolojik açıdan dinamik sanayilerde Türkiye imalat sanayiinin rekabetçi olmadığını göstermektedir.

Gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında Türkiye imalat sanayiindeki firmalar AR-GE faaliyetlerine az yatırım yapmaktadır. Bir başka deyişle, Türkiye'deki firmalar teknoloji kaynağı olarak teknoloji transferine yönelmektedir. Bu olguya karşın AR-GE yoğunluğu ve teknolojik değişim hızı arasında pozitif bir bağıntı bulunmaktadır (bkz. Şekil 9; bağıntı katsayısının değeri  $0.210$ 'dur ve %5 düzeyinde anlamlıdır).

İstihdam modeli EKK tahmin sonuçları Tablo 4'de sunulmuştur. Model 1'de bütün açıklayıcı değişkenler vardır. Model 2'de, Model 1'de anlamlı bulunmayan değişkenler çıkarılmıştır. Model 3'de ise, istihdamı üretim artışı yoluyla etkileyeceği

---

<sup>6</sup> Aksi belirtilmedikçe "anlamlı", %5 düzeyinde anlamlı (tek yanlı test) demektir.

düşünülen  $\ln\text{prod}$  and  $\text{NXR}$  değişkenleri çıkarılmıştır. Bu değişkenlerin ortak etkisini ölçmek için kullanılan olabilirlik testi sonuçları da tabloda görülmektedir.

Her üç modelde  $\text{TCHANGE}$  değişkeninin katsayısı negatiftir fakat bulunan değer istatistiksel olarak sıfırdan farklı değildir. Teknolojik değişim, istihdam artışına olumsuz fakat zayıf bir etkiye sahiptir.  $\text{RDint}$  değişkeni anlamlı olmamasına karşın,  $\text{ReIRD}$  değişkeni pozitif ve anlamlı bir etkiye sahiptir. Şekil 10'da görüldüğü gibi Türkiye düşük teknolojili sanayilerde görece olarak daha fazla AR-GE yatırımı yapmakta ve bu sektörlerde daha fazla istihdam artışı sağlamaktadır (sektörlerin teknoloji yoğunluğuna göre sınıflandırılması için bkz. OECD, 1996b: 61).

Beklendiği gibi yurt içi ve yurt dışındaki fiyatlar istihdam üzerinde pozitif bir etkiye sahiptir ( $\text{CXMPPrice}$  ve  $\text{Grprice}$  değişkenlerinin katsayıları pozitif ve anlamlıdır).  $\text{Subc}$  değişkeninin katsayısının pozitif ve anlamlı olması, son yıllarda Türkiye imalat sanayiinde fason üretime yönelik bir eğilim olduğu gözlemini desteklemektedir. Son olarak, 1985'deki istihdam düzeyi, istihdam artışına olumsuz etki yapmaktadır, büyük sektörlerde istihdam artışı daha düşük hızda gerçekleşmektedir.

### 5.3 Eş-anlı denklem modeli tahmin sonuçları

Teknolojik değişim ve istihdam artışı arasındaki ilişkiler modeli (Şeki 5) bu iki değişken arasındaki direkt ve dolaylı bağlantıları göstermektedir. Teknolojik değişimin direkt etkisi, birim işgücü kullanımındaki düşmeden dolayı işgücü talebinin azaltılması yönündedir. Diğer yanda, üretim maliyetini düşüren firmalar üretimi ve istihdamı arttıracaklardır. Bu nedenle model üretim artışının teknolojik değişim (ve diğer değişkenler) tarafından belirlenen bir içsel değişken olduğunu belirtmektedir. Bu

durumda EKK yöntemi ile bulunan sonuçlar, üretim artışının içselliği göz önüne alınmadığı için, yanlı (biased) olacaktır.

Bu bölümde eş-anlı denklemler modeli tahmin edilmiştir. İstihdam denklemine [1] ek olarak üretim artışı ve (bir ölçüde teknolojik gelişme tarafından belirlenen) uluslararası rekabet gücü için iki denklem daha tanımlanmaktadır.

Üretim artış modeli aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır.

$$GRVA_i = b_0 + b_1TCHANGE_i + b_2NXR + b_3CXMPPrice + b_4Lnprod + b_5Women + b_6Tech + b_7Lwage \quad [2]$$

Bu denklemde GRVA 7-yıllık dönemde sektörel gerçek katma değerdeki artış oranıdır;  $GRVA = \ln(VA_i^{92}/VA_i^{85})$ . Women ve Tech, sırasıyla, kadın işçilerin ve teknik elemanların 1985’de işgücü içindeki oranlarıdır.

Uluslararası rekabet modeli de aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır.

$$NXR_i = c_0 + c_1TCHANGE_i + c_2TIMESQ + c_3RDint + c_4RelRD + c_5Tech + c_6Lwage + c_7Capital + c_8Labor + c_9Raw + c_{10}Energy + c_{11}Adver \quad [3]$$

TIMESQ, stokastik üretim sınırı fonksiyonunda ZAMAN<sup>2</sup> değişkeninin katsayısıdır. Bu değişken teknolojik değişimin ivmesini göstermektedir. TIMESQ değişkeninin sıfırdan küçük olması teknolojik değişim hızının zamanla düştüğü anlamına gelmektedir. Capital, Labor, Raw ve Energy, stokastik üretim sınırında sermaye, işgücü, ham madde ve enerji değişkenlerinin katsayılarıdır. Bu değişkenler faktör (girdi) yoğunluklarının uluslararası rekabet gücüne etkisini ölçmek için modele eklenmişlerdir. Örneğin sermaye yoğun sektörlerde Capital değişkeninin değeri yüksek olacaktır. Türkiye’de sermaye kıt faktör ise bu değişkenin katsayısının negatif olması beklenir. Son olarak Adver 1985’deki reklam yoğunluğunu (sektörel reklam

harcamalarının sektörel çıktıya oranı) ölçmektedir. Genellikle tüketim malları sanayilerinde reklam yoğunluğu yüksektir.

Eş-anlı denklem modeli tahmin sonuçları (1-3 nolu denklemler) Tablo 5’de sunulmuştur. Önemli bulgular aşağıda özetlenmiştir.

1. Teknolojik değişim uluslararası rekabet gücüne (NXR) anlamlı bir etkide bulunmamaktadır. Fakat teknolojik değişimin ivmesi (TIMESQ) pozitif ve anlamlı bir etkiye sahiptir. AR-GE yoğunluğu bir ölçüde önemlidir: RDint değişkeninin katsayısı pozitif fakat sadece %10 düzeyinde anlamlıdır. Göreli AR-GE harcamasının (RelRD) uluslararası rekabet gücüne çok güçlü olumlu bir etkiye sahip olması anlamlıdır. Almanya’ya göre AR-GE faaliyetlerine daha fazla yatırım yapılan sanayiler uluslararası piyasalarda daha rekabetçidir. Bu bulgu uluslararası rekabet için ürün yeniliklerinin önemini göstermektedir çünkü AR-GE harcamalarının çoğunluğu yeni ürünlerin geliştirilmesi için yapılmaktadır.

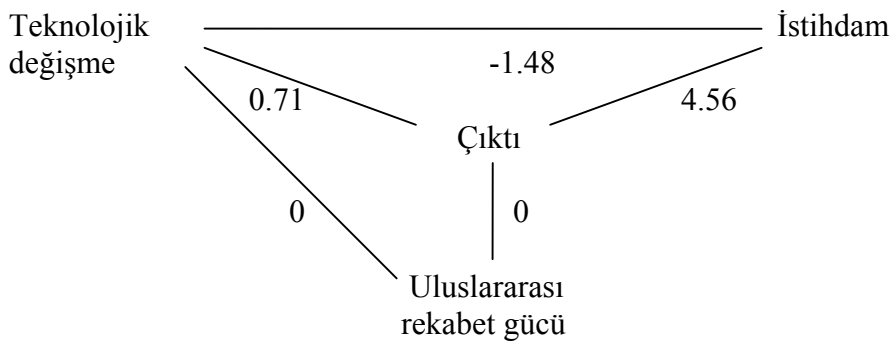
Teknik personel oranını ölçen Tech değişkeninin negatif ve anlamlı bir katsayıya sahip olması, Türkiye’nin kalifiye-işgücü yoğun sanayilerde rekabetçi olmadığını göstermektedir. Ücret değişkeninin (Lwage) katsayısı da negatif ve anlamlıdır: beklenileceği gibi ücretlerin yüksek olduğu sanayiler rekabetçi değildir. Fakat Lwage değişkeni yorumlanırken, bu değişkenin Tech değişkeni ile saptanamayan işgücü niteliğine ilişkin diğer etkenleri de içerdiği unutulmamalıdır. Son olarak, Türkiye, Capital değişkeninin negatif katsayısında da görüldüğü gibi, sermaye yoğun sanayilerde rekabetçi değildir.

2. Teknolojik değişim hızı üretim artışına önemli bir etkide bulunmaktadır. %1’lik bir teknolojik değişim üretimde (yedi yılda) %0.71’lik bir artışa yol açmaktadır. Diğer değişkenlerin etkileri kontrol edildiğinde uluslararası rekabet gücü değişkeninin

üretim artışına önemli bir etkisi yoktur. Üretim artış hızı ürün yelpazesi geniş sektörlerde (LNprod) daha fazladır. Görelî ihracat fiyatındaki bir artış (CXMprice) üretimi de arttırmaktadır. Üretim artış hızı daha fazla kadın çalıştıran sektörlerde yüksek iken ücretlerin yüksek olduğu sektörler daha yavaş büyümektedir.

3. Eş-anlı denklem modelinde istihdam denklemi için elde edilen sonuçlar, tekdenklemlî modelde elde edilen sonuçlara benzemektedir. Üretim artış hızı (GRVA) istihdam üzerinde çok büyük bir etkiye sahiptir. GRVA değişkeninin katsayısının tersi (1/4.56), işgücünün çıktı esnekliği ortalamasına (tüm sektörlerin ortalamasına) çok yakındır. Teknolojik değişimin istihdam artışına etkisi negatiftir. TCHANGE değişkeninin katsayısı sadece %10 düzeyinde anlamlıdır. EKK yöntemi ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında eş-anlı denklem sisteminde istihdam denklemi için elde edilen tek önemli farklılık CXMprice değişkeninde görülmektedir. Bu değişkenin katsayısı eş-anlı denklem sisteminde anlamlı değildir. Görelî ihracat fiyatındaki değişimin istihdam üzerindeki etkisinin üretim artışı (GRVA) yoluyla olduğu anlaşılmaktadır.

Şekil 11 teknolojik değişim ile istihdam arasındaki ilişkileri özetlemektedir.



Şekil 11. Teknolojik değişimin istihdam etkisi, tahmin sonuçları



Teknolojik değişmenin istihdam artışı üzerinde direkt etkisi negatiftir (%10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı). Üretim artışı yoluyla indirekt etki anlamlı ve büyüktür. %1'lik bir teknolojik değişme, üretimi %0.71 arttırmakta, bunun sonucu olarak istihdam %3.24 artmaktadır ( $3.24 = 0.71 \times 4.56$ ). Böylece teknolojik değişim hızının %1 olması durumunda istihdam *yedi* yılda %1.76 artmaktadır ( $3.24 - 1.48$ ). Türkiye imalat sanayiinde ortalama teknolojik değişim hızı %2.8'dir (bkz. Tablo A.1). Bu durumda 1985-92 döneminde teknolojik değişimin istihdam üzerindeki etkisi yaklaşık %5'lik bir artış sağlamak olmuştur. Bir başka deyişle teknolojik değişim süreci sonucu bu dönemde her yıl 6,500 yeni iş yaratılmıştır.

## 6 Sonuçlar

Bu makalede 1985-92 döneminde Türkiye imalat sanayiinde teknolojik değişimin istihdam etkisi incelenmiştir. İstihdam, üretim ve uluslararası rekabet denklemlerinden oluşan bir model, teknolojik değişimin direkt ve dolaylı etkilerini ölçmek için tahmin edilmiştir.

Tahmin sonuçları teknolojik değişimin istihdam üzerinde çok önemli (dolaylı) etkide bulunduğunu göstermektedir. Analizdeki bazı sorunlar nedeniyle teknolojik değişimin istihdam etkisi olduğundan fazla tahmin edilmiş bile olsa, bu makalede görüldüğü gibi, teknolojik değişimin Türkiye için önemi, bu analizi geliştirecek çalışmaların yapılması gerektiğini açıkça göstermektedir. Bu nedenle makalede kullanılan yöntemin bazı zayıf noktalarına değinilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada kullanılan model diğer değişkenler arasındaki etkileşimler de eklenerek zenginleştirilebilir. Model, teknolojik değişmeyi dışsal bir değişken olarak ele almaktadır. Fakat teknolojik değişme üretim artışı dahil (Verdoon yasası) pek çok

değişken tarafından belirlenmektedir. Teknolojik değişim ve yatırımları da içeren bütünsel bir model daha iyi tahmin sonuçları elde edilmesini sağlayabilir. (Bu makalede kullanılan modelde yatırımların etkisi üretim artışı değişkeni aracılığıyla olmaktadır.) Modelde kullanılan denklemlerin, özellikle uluslararası rekabet denkleminin, yeniden tanımlanmasında da yarar vardır.

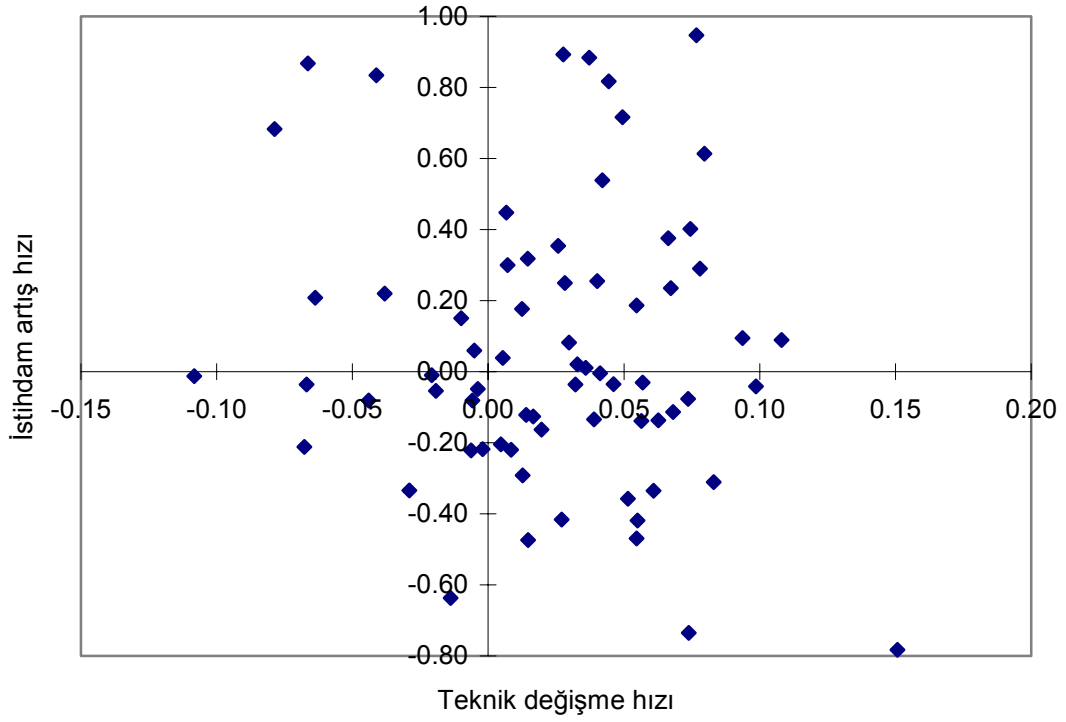
Bu modelde kullanılan model, sektörler-arası ilişkileri göz ardı etmektedir. İstihdam üzerinde önemli bir etkiye sahip olan bu ilişkilerin de tanımlandığı modellerin geliştirilmesi gereklidir.

## Kaynaklar

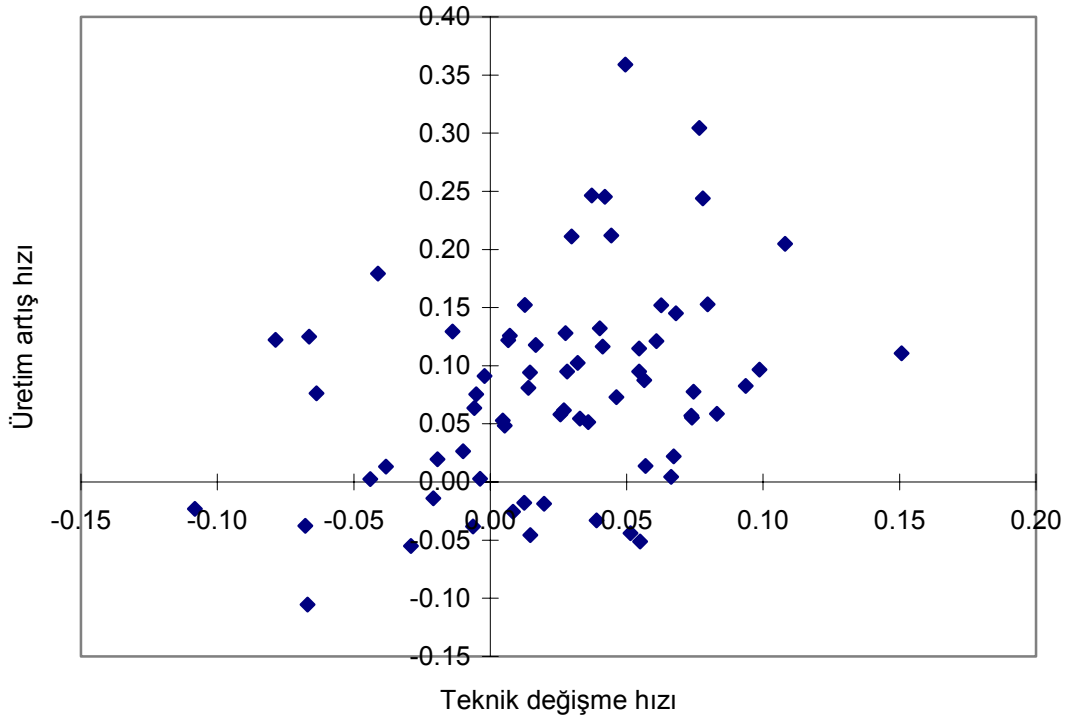
- Bosworth, D.L. (ed.) (1983), *The Employment Consequences of Technological Change*, Londra: Macmillan.
- Coelli, T.J. (1994), *A Guide to FRONTIER Version 4.1: A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimates*, yayımlanmamış makale, Ekonomi Bölümü, New England Üniversitesi, Armidale.
- Cooper, C.M. ve Clark, J. (1982), *Employment, Economics and Technology: The Impact of Technological Change on the Labor Market*, New York: St.Martin's Press ve SPRU.
- Freeman, C. ve Soete, L. (1994), *Work for All or Mass Unemployment?* Londra: Pinter.
- Katsoulacos, Y. (1986), *The Employment Effect of Technical Change*, Brighton: Wheatsheaf.
- OECD (1996a), *Technology, Productivity and Job Creation, Highlights*, Cilt 1, Paris: OECD.
- OECD (1996b), *Technology, Productivity and Job Creation, Analytical Report*, Cilt 2, Paris: OECD
- Schettkat, R. ve Wagner, M. (eds.), (1990), *Technological Change and Employment: Innovation in the German Economy*, Berlin: Walter de Gruyter.
- Stoneman, P. (1983), *The Economic Analysis of Technological Change*, Oxford: Oxford University Press.
- Taymaz, E. (1997), *Small and Medium-sized Industry in Turkey*, Ankara: DİE.
- Taymaz, E. ve Saatçi, G. (1996), *Technical Change and Efficiency in Turkish Manufacturing Industries: An Exploratory Analysis*, ERC Working Paper No.96/3, Ekonomi Bölümü, ODTÜ.
- Taymaz, E. ve Saatçi, G.(1997), "Technical Change and Efficiency in Turkish Manufacturing Industries", *Journal of Productivity Analysis* (yayınlanacak).

Vivarelli, M. (1995), *The Economics of Technology and Employment: Theory and Empirical Evidence*, Hants: Edward Elgar.

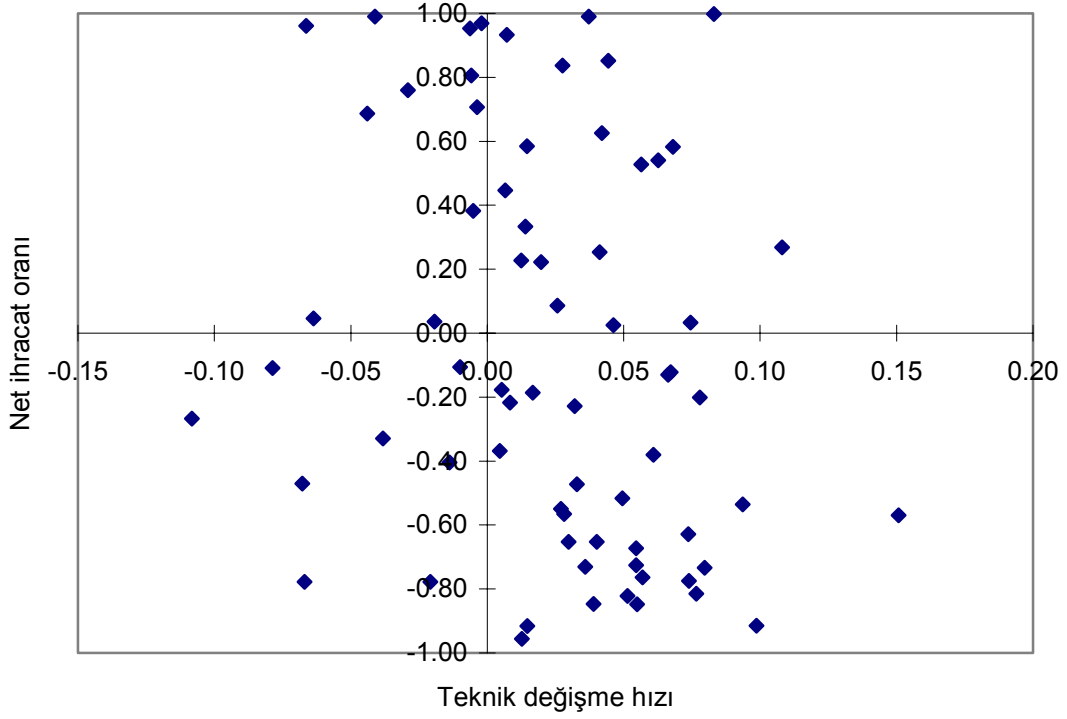
Şekil 6. Teknik değişme-istihdam artışı ilişkisi



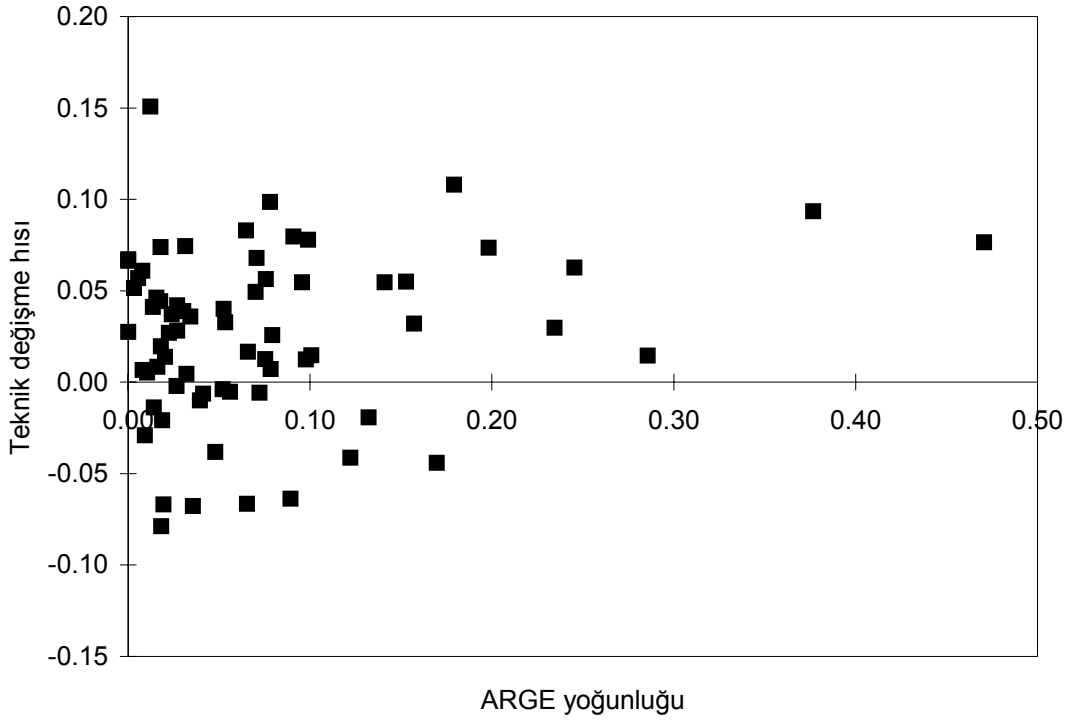
Şekil 7. Teknik değişme-üretim artışı ilişkisi



Şekil 8. Teknik değişme-uluslararası rekabet gücü ilişkisi



Şekil 9. Teknik değişme-ARGE ilişkisi



Şekil 10. Görelî AR-GE harcamaları ve teknolojik düzey

