

ENFORMASYON VE İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİ (ICT) GERÇEKTEN VERİMLİ Mİ? VERİMLİLİK PARADOKSU ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

Özgür ASLAN*

Özet

Bu çalışmada, genel amaçlı teknolojiler, enformasyon ve iletişim teknolojileri ve verimlilik paradoksu incelenmektedir. Buhar gücü, Endüstri Devrimi'ne yol açmış, elektrik ise üretim ünitelerinin verimli bir şekilde üretim yapmalarını sağlamıştır. Günümüzde, enformasyon ve iletişim teknolojileri yeni ekonomide benzer bir rol üstlenmektedir. Buna karşın, bu teknolojilerin verimliliğe katkıları istatistiklere yansımamaktadır. Bu durum verimlilik paradoksu olarak adlandırılan bir olguya işaret etmekte ve Robert Solow'un ünlü sözü "bilgisayarlar verimlilik istatistikleri dışında her yerde var"ı akla getirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Genel Amaçlı Teknolojiler, Enformasyon ve İletişim Teknolojileri (ICT), Bilgisayarlar, Verimlilik Paradoksu.

Are the Information and Communication Technologies Actually Productive? An Assesment on the Productivity Paradox

Abstract

In this study, general purpose technologies, information and communication technologies and productivity paradox have been analysed. Steam power lead to Industrial Revolution, and electricity provided productive production for the production units. Today, information and communication technologies undertake a similar role in the new economy. However, the contributions of this technologies to productivity are not reflected in the statistics. This situation indicates a phenomen called productivity paradox, and this brings to our mind Robert Solow's famous words "we see the computer age everywhere except in the productivity statistics".

Key Words: General Purpose Technologies, Information and Communication Technologies (ICT), Computers, Productivity Paradox.

* Araştırma Görevlisi, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, İktisat Bölümü, İstanbul.

1. GİRİŞ

Verimlilik her şey değildir. Fakat iktisatçı Paul Krugman'ın belirttiği üzere, uzun dönemde verimlilik hemen hemen her şeydir. Verimlilik artışı yaşam standardımızı ve milli zenginliğimizi belirlemektedir. Çünkü bir ulusun tüketim olanakları, ulusun ne ürettiği ile yakından ilişkilidir. Aynı şekilde bir işletmenin başarısı da genellikle daha az emek, sermaye ve diğer girdileri kullanarak daha fazla reel değeri olan mal ve hizmetleri tüketiciye sunmasına bağlı bulunmaktadır (Brynjolfsson ve Hitt, 1998: 49).

Diğer yandan verimlilik ve reel ücretler arasında da önemli ilişkiler bulunmaktadır. İşgücü verimliliğinin büyümesi reel ücretlerin uzun dönemde artışını belirleyen en önemli etkidir. Bir ulusun çıktısı (üretimi) temel olarak işgücüne yapılan ödemelere ve karlara bölünmektedir. Eğer reel ücretler verimlilikten daha hızlı büyürse, kar oranı daralmaktadır. Kapitalist bir sistemde ne bu çeşit bir yapı, ne de reel ücretlerin verimlilikten daha yavaş artması kar oranının yükselmesine yol açmaz. Uzun dönemde, verimlilikteki büyüme ve reel ücretlerdeki artış uyumlu olmalıdır. Çünkü birçok insan gelirlerinin büyük kısmını ücret ve maaşlardan elde etmektedir. Reel ücretlerin büyümesi ise prensip olarak yaşam standardının ne hızla büyüyeceğinin belirleyicisidir. Verimliliğini, dolayısıyla yaşam standardını yükseltmek isteyen bir toplum, aşağıda yer alan maddelerin birini veya birkaçını yerine getirmelidir (Blinder, 2000: 1-2).

- Eğitim ve öğretim yoluyla işgücünün kalitesi arttırılmalıdır.
- Çalışanlar, daha yoğun ve daha iyi sermaye ile donatılmalıdır.
- Teknolojiyi geliştirmek amacıyla çalışmalar yapılmalıdır. Böylece veri girdiyle daha fazla çıktı üretilebilir.

Gerek sanayi devrimi gerekse günümüzde yaşanmakta olan enformasyon devriminin arkasında teknoloji bulunmaktadır. Endüstri devriminin ortaya çıkmasını sağlayan buhar makinesi, elektrik motoru gibi teknolojiler genel amaçlı teknolojiler arasında değerlendirilebilir. Günümüzde ise enformasyon devrimine yol açan teknolojiler enformasyon ve iletişim teknolojileri adıyla anılmakta ve bu teknolojiler bilgisayarlardan internete kadar uzanmaktadır. Buna karşın bu tür teknolojilerin verimliliği arttırıp arttırmadığı konusu oldukça tartışmalı bir nitelik arz etmektedir.

Bu çerçeve de öncelikli olarak, endüstri devrimine yol açan, üretim sürecini etkileyen ve verimliliği arttıran genel amaçlı teknolojiler incelenmektedir. Daha sonra ise enformasyon ve iletişim teknolojisi endüstrileri ve bilgisayarların gelişim süreci değerlendirilerek, verimlilik paradoksu olarak adlandırılan ve son on yıldır önemli araştırmalara konu olan bu olgu değerlendirilmektedir.

2. GENEL AMAÇLI TEKNOLOJİLER

Schumpeter, ekonomik büyümenin yeni ürün kombinasyonları, yeni süreçler, piyasalar, arz kaynakları ve yeni organizasyonlar gibi bir dizi inovasyondan kaynaklandığını öne sürmüştür. Potansiyel inovasyonların sayısı ise sınırsızdır. Bir ekonomi, elemanlar ve bağlantılardan oluşan bir sistem olarak düşünülebilir. Ekonomideki aktörler arasındaki bağlantı ve fikir alışverişi varolan fırsatları tanıma ve yenilerinin keşfi vasıtasıyla daha fazla olası kombinasyon yaratmaktadır. Bağlantılar değiştiğinde, sistemin yapısı değişmekte, yapı değiştiğinde sistemin dinamik özellikleri de değişmektedir. Bu değişim ortamında yeni bağlantılar belirir, daha önce var olanlar başarısız olabilir veya daha da güçlenebilir (Potts, 2001: 2).

Teknolojik değişim, elemanlar arasındaki ilişki değiştiğinde veya yeni bağlantılar kurulduğunda gerçekleşir. Yeni kombinasyonların keşfedilme olasılığı, bağlantıların sayısının artmasıyla artar. Daha yoğun bağlantıya sahip sistemler daha büyük teknolojik olanaklar seti ortaya çıkarırken, daha seyrek bağlantılar daha az olanak yaratırlar. Kısa bir şekilde ifade edersek; günümüz modern ekonomileri, sosyal değişimin geniş yapısına gömülü olan olağanüstü hızlı teknolojik, organizasyonel ve kurumsal değişimden oluşmaktadır (Potts, 2001: 4).

Tarihsel olarak verimlilikte gözlenen en yüksek artışlar bazı özel sınıf teknolojilerle ilgili bulunmaktadır. Bu tür teknolojilere “genel amaçlı teknolojiler” adı verilmektedir. Genel amaçlı teknolojiler, özel amaçlılara göre, daha çok olanak sunarlar. Diğer bir ifadeyle teknoloji daha genel bir uygulama alanına sahipse, ekonomik büyüme potansiyeli artmaktadır (Carlsson, 2004: 249). Buhar makinesi önemli genel amaçlı teknolojilerdendir. Bu teknolojinin fabrikaların mekanik dönen aksamalarını çalıştırmaktan, ulaştırma sektöründe lokomotiflere güç katmaya kadar uzanan çeşitli uygulama alanları bulunmaktaydı. 1890’lı yıllarda birçok inovasyon halkasının oluşmasına yol açan diğer bir anahtar nitelikli teknolojiye elektriktir.

Chandler, buharlı gemilerin, kablunun, telgrafın ve demiryollarının ortaya çıkışıyla hızın, güvenliğin arttığını, iletişim ve taşıma maliyetlerinin ise büyük oranda azaldığının altını çizmektedir. Diğer yandan bu gelişmelerin yaşanması, ABD’de büyük bir ulusal pazarın, sermaye yoğun ve süreç odaklı endüstrilerin ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır. Ölçek ve kapsam ekonomilerine sahip olan ABD üretim üniteleri, yeni teknolojiyi uygulayarak, küçük ünitelerin üretebileceğinden çok daha fazlasını üretmişlerdir. Fakat yeni olanakların ekonomik büyüme dönüşümü kendiliğinden gerçekleşmemiştir.

Bu çerçevede, girişimciler birbiriyle bağlantılı üç dizi yatırım yapmak zorunda kalmışlardır. İlk yatırım, teknolojinin ölçek ve kapsam potansiyelinden tam anlamıyla yararlanabilmek amacıyla üretim teçhizatına yapılmıştır. Diğer bir yatırım ise, satışları yeni üretim miktarına uydurabilmek amacıyla, ulusal ve

uluslararası dağıtım ve pazarlama ağına yapılmıştır. Son olarak, bu iki farklı yatırımı etkin bir şekilde bağlayabilmek amacıyla yönetime yatırım yapılmıştır. Müdürleri, sadece artan işlemler için değil, hem dağıtım hem de üretim sürecinde sayıları hızla artan personel için eğitmişlerdir. Ardı arkasına yapılan ve birbiriyle bağlantılı bu yatırımlar, sonuçta modern endüstriyel girişimi ortaya çıkarmıştır (Chandler, 1990: 8).

Diğer yandan, yeni taşımacılık ve iletişim teknolojileri, küçük bölgesel pazarları bir araya getirerek, tek bir ulusal pazarın oluşumuna yol açmış, ABD hızlı bir şekilde dünyadaki en büyük ulusal pazar haline gelmiştir. Göçler ve hızlı nüfus artışı, altyapı ve üretime yatırım yapılmasına yol açmıştır. ABD firmaları büyük boyutlu, sermaye yoğun, teknoloji kullanarak üretim yapar duruma gelmişler ve Avrupa'daki rakiplerine karşı önemli bir avantaj sağlayarak verimli/hızlı bir şekilde büyümeye başlamışlardır (Carlsson, 2004: 250).

Buhar makinesi, birçok kişi tarafından Endüstri Devrimi'nin sembolü ve genel amaçlı teknolojilerin ilki olarak kabul edilmektedir. Buhar makinesi öncesi üretim için güç kaynağı olarak su gücü kullanılıyordu. Fakat bu enerjiyle üretimin, topografik ve iklimsel olarak bazı kısıtları bulunuyordu. Buhar gücü bu sınırları ortadan kaldırmış, endüstrinin pazara ve girdilere en yakın yerde konumlanması olanağını yaratmıştır. Diğer yandan, bu teknolojinin yayılması ve gelişmesi zaman almıştır. 1980'lerde ABD'de kullanılan buhar makinelerinin büyük çoğunluğunun kapasitelerinin oldukça düşük olduğu ve ortalama 5–25 beygir gücü, güç ürettikleri bilinmektedir (Rosenberg ve Trajtenberg, 2002: 16).

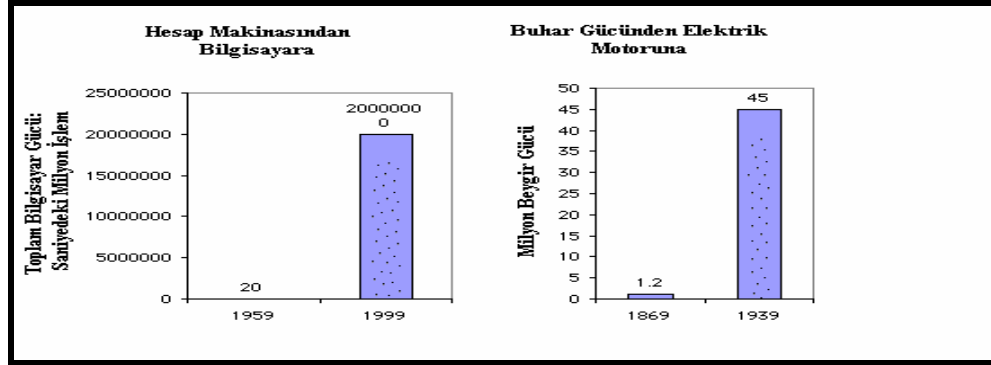
1880'lerin başlarında mucit George Corliss, daha büyük kapasiteli ve güç kesme mekanizması bulunan yeni nesil bir buhar makinesi icat etmiştir. Yeni geliştirilen bu makine diğer makinelere göre daha hızlı daha güçlüydü ve daha kolay kontrol edilebiliyordu. Bu durum bir yandan üretimi etkinleştirirken diğer yandan yakıt tasarrufu sağlıyordu (Carlsson, 2004: 251). Genel amaçlı teknolojilerin tarihsel örneklerinden bir diğeri de elektrik motordur. İktisat tarihçisi Paul David (1990), elektrik motorunu buhar gücüyle karşılaştırmış, elektrik motorunun daha fazla tasarruf sağladığını ve daha etkin olduğunu (özellikle daha fazla kontrol edilebilirlik sunması nedeniyle) göstermiştir.

1880 ve 1890'lı yıllarda aynı tesis içinde birden çok buhar makinesi kullanarak eski sistemin bu esnek olmayan yapısına değiştirmek için girişimlerde bulunmuş olmasıyla beraber elektrik genel olarak kullanılabilir hale gelince, bu teknolojinin büyük üstünlüğü ortaya çıkmıştır. Buna karşın, girişimcilerin elektriğin sağladığı dolaylı faydaların maliyet tasarrufu sağlayan doğrudan faydalardan daha fazla olduğunu fark etmeleri 1900 yılından sonra olmuştur (Freeman ve Soete, 2003: 91).

1869 yılında ABD'nin buhar gücü ABD sanayi üretimine 1,2 milyon beygir gücü sağlamıştır. 1939'da ise elektrik enerjisinin sektöre sağladığı beygir gücü 45

milyona ulaşmıştır. Bu da yaklaşık 70 yılda 40 katlık bir mekanik güç artışı ve yıllık %5'lik kas gücü artışı anlamına gelmektedir (Cohen v.d., 1999: 1-2).

Şekil 1: Teknolojideki Gelişme



Kaynak: Cohen v.d., 1999: 3

David ABD üretim sektörünün 1919–29 yılları arasındaki toplam faktör verimliliğinde görülen yaklaşık %5'lik artışın yarısının, o on yıl içerisindeki ikincil elektrik motoru üretim kapasitesindeki artış ile açıklanabileceğini belirtmektedir. Bu oldukça etkileyici olmasına karşın David, hesaplanan verimlilik artışının ekonomiye yapılan toplam katkının sadece bir parçası olduğunu da belirtmektedir. Geleneksel verimlilik ölçütleri özellikle yeni ürün çeşitlerini ölçmede problemler yaratmaktadır. Daha güçlü daha etkin kontrol edilebilen makineler hem ürünü geliştirmiş (daha kaliteli, daha standart ürünler), hem de tamamıyla ürünü yenilemiştir. Elektrik motorunun kullanımıyla birlikte daha iyi, daha güvenli ve temiz bir iş ortamı, daha iyi aydınlatma sağlanmış ve makinelerin devamlı çalışma süreleri artmıştır. Buna karşın, üretim sektöründeki bu etkilerin sadece bir kısmı verimlilik istatistikleri tarafından yansıtılmıştır (David, 1990: 359).

3. ENFORMASYON VE İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİ (ICT) ENDÜSTRİLERİ

Gelişmiş ekonomilerin üretimleri içerisinde önemleri ve ağırlığı giderek artan ICT endüstrilerin belirlenmesi ve sınıflandırılması başta OECD olmak üzere birçok kurum tarafından yapılan çalışmalara konu olmuştur. OECD, enformasyon ve iletişim teknolojisi ürünleri üreten ve bu alanda hizmet sunan endüstrileri belirlemek amacıyla bir ICT endüstrileri sınıflaması yapmıştır. Geniş bir kabul gören bir ICT endüstrileri tanım ve kapsamının ortaya çıkmasıyla birlikte ülkeler arasında ve zaman boyutunda karşılaştırma yapabilmek adına önemli bir adım atılmıştır. Bununla birlikte OECD'nin topladığı verilerin kalitesi ve karşılaştırılabilirliği artmakta ve birçok üye ülke, ICT endüstrisinin doğru şekilde ölçümünde önemli gelişmeler gösterebilmektedir (OECD, 2002: 20). Aşağıdaki tabloda OECD'nin ICT endüstrileri sınıflaması gösterilmektedir.

Tablo 1: OECD'ye Göre ICT Endüstrilerinin Kapsamı

Başlıca ICT ürünleri
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Firma ve bürolarda kullanılan bilgi işlem ve hesap makineleri ▪ İzole edilmiş metal ve kablo mamulleri ▪ Elektronik supap ve tüp mamuller ile diğer elektronik parçalar ▪ Televizyon ve radyo vericileri ile ilgili ürünler, telefon ve telgraf hat cihazları ▪ Televizyon ve radyo alıcıları mamulleri, ses ve video kayıt cihazları, teksir cihazları ve yardımcı ürünler ▪ Endüstriyel süreç araçları dışında, ölçme,kontrol,test, rota saptama vb. amaçlarla kullanılan araç ve cihazların mamulleri ▪ Endüstriyel süreç kontrol araçları ile ilgili mamuller
ICT ürünleri ile ilgili hizmetler
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Makine ve ekipmanların toptan satışı ve tedariki</i> ▪ <i>Bilgisayar dahil, işyeri makine ve bilgi işlem ekipmanlarının kiralanması</i> ▪ <i>Telekomünikasyon</i> ▪ <i>Bilgisayar ve ilgili hizmetler</i>

Kaynak: Pilat v.d., 2002: 50-OECD, 2002: 81.

Diğer yandan, bir endüstrinin ICT endüstrisi kapsamında değerlendirilebilmesi için aşağıda yer alan temel özelliklere sahip olması gerekmektedir.

- Aday endüstrinin üretimi, enformasyon işleme ve aktarımı ile görüntüyü içeren iletişim fonksiyonlarını gerçekleştirmek maksadıyla olmalıdır.
- Endüstri, fiziksel olguyu taramak, ölçmek, kayıt etmek veya fiziksel işlemi kontrol için elektronik işlem kullanılmalıdır.

Hizmet endüstrisi içinse, aday endüstri, enformasyon işleme ve iletişimi, elektronik vasıtasıyla olanaklı kılmak amacıyla faaliyet göstermelidir (OECD, 2002: 81).

ICT üreten endüstrilerin belirlenmesine yönelik olarak, ABD Ticaret Bakanlığı (U.S. Department of Commerce) tarafından da bir çalışma yapılmıştır. Bu kuruluş tarafından yapılan çalışmada, ICT endüstrileri, donanım, yazılım, iletişim cihazları ve iletişim hizmetleri olarak dört temel gruba ayrılmaktadır. Aşağıda yer alan tabloda, ABD Ticaret Bakanlığı'nın ICT endüstrileri sınıflandırılması verilmektedir.

Tablo 2: ABD Ticaret Bakanlığı'nın ICT Endüstrileri Sınıflaması

Enformasyon Teknolojisi Üreten Endüstriler	
Donanım Endüstrileri	Yazılım/Hizmet Endüstrileri
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bilgisayar ve Donanımı ▪ Bilgisayar ve Donanımı Toptan Ticareti ▪ Bilgisayar ve Donanımı Perakende Ticareti ▪ Hesap ve Ofis Cihazları ▪ Manyetik ve Optik Kayıt Cihazları ▪ Elektronik Tüpler ▪ Baskılı Devre Kartları ▪ Yarı İletkenler ▪ Pasif Elektronik Parçalar ▪ Endüstriyel Ölçüm Cihazları ▪ Elektrik Ölçüm Cihazları ▪ Laboratuvar Tetkik Cihazları 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bilgisayar Programlama Hizmeti ▪ Hazır Yazılım ▪ Yazılım Toptan Ticareti ▪ Yazılım Perakende Ticareti ▪ Bilgisayar Bütünleşik Sistem Dizaynı ▪ Bilgi İşleme, Veri Hazırlama ▪ Bilgisayar Servis Yönetimi ▪ Bilgi Kurtarma Hizmeti ▪ Bilgisayar Kiralama-Leasing ▪ Bilgisayar Tamiri ▪ Bilgisayarlarla İlgili Hizmetler
İletişim Cihazları Üretim Endüstrileri	İletişim Hizmeti Üretim Endüstrileri
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ev, Ses ve Video Cihazları ▪ Telefon ve Telgraf Cihazları ▪ Radyo, TV İletişim Cihazları 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Telefon ve Telgraf Hizmeti ▪ Kablolulu TV ve Diğer TV Hizmetleri

Kaynak: U.S. Department of Commerce, 2002: 24.

4. BİLGİSAYARLAR VE MOORE YASASI

İlk programlanabilir elektronik bilgisayar, 1946 yılında 20 kelime hafızalı olarak geliştirilmiştir. Buna karşın, enformasyon ve iletişim teknolojilerinde devrim niteliğindeki ilerlemeler 1960'ların sonunda ana bilgisayarların yaygınlaşmasına ve 1971 yılında ilk mikroişlemcinin icat edilmesine kadar gerçekleşmemiştir (Economist, 2000: 1).

1950'li yıllarda bilgisayar denilince akla büyük ana makineler gelmekteydi. Milyon dolarlık etiketleri, bu makineleri büyük şirketler ve hükümet kuruluşlarının kullanımıyla sınırlıyordu. Aslında, ticari amaçla üretilen ilk bilgisayar olan UNIVAC'ın ilk müşterisi ABD nüfus dairesi olmuş ve makine 1951 yılında teslim edilmiştir. 1960'ların başında, bilgisayar endüstrisi IBM ve Seven Dwarfs denilen küçük segment piyasasına bilgisayar sunan yedi küçük firmanın elinde bulunuyordu. Bununla birlikte, bilgisayarlar arasındaki uyumsuzluk, endüstrinin gelişimi açısından önemli bir sorun teşkil ediyordu. IBM tek başına, farklı üretim yöntemleri olan ve eşsiz bileşenlere sahip yedi farklı bilgisayar modeli üretiyordu (Stiglitz ve Walsh, 2002: 7).

1950'lerin sonunda, elektronik bilgisayarların elektromekanik hesap makinelerinin yerini büyük ölçüde aldığı dönemde, saniyede 10.000 işlem yapabilen UNIVACs, IBM 680s-702s ve DEC PDP-1s gibi 2000 civarında kurulmuş bilgisayar bulunmaktaydı. 40 yıl sonra günümüzde ortalama saniyede 100.000.000 işlem kapasitesine ulaşan 200 milyon civarında aktif bilgisayar vardır. Bu olgu, 40 yılda milyon katına çıkan ve yılda % 35 oranında artan bir enformasyon işleme kapasitesi anlamına gelmektedir (Cohen v.d., 1999: 1).

Endüstri içerisinde, yazılım uyumsuzluğu da diğer önemli bir problemdi. Büyük bir bilgisayar almak isteyen bir firma, yeni makine için tüm yazılım uygulamalarını başta sona kadar yeniden yazma ihtiyacını duyuyordu. Bu, zaman kaybettirici ve oldukça pahalı bir işlemdi. Çünkü IBM, piyasanın önemli bir kısmını kontrol ediyor ve program geliştirip bunu kendi bilgisayarını alana ücretsiz sunabiliyordu. Küçük firmalar ise, kişiselleştirme eğilimindeydiler ve yazılım uygulamalarını bir veya iki endüstri için geliştiriyorlardı (Stiglitz ve Walsh, 2002: 7).

İntel şirketinin kurucu ortaklarından biri olan Gordon Moore, 1965 yılında silikon chip işlem gücünün her 18 ayda bir ikiye katlanacağını bu durumun ise bilgisayarların işlem kapasitelerinde büyük artışlar getireceğini ve maliyetlerde ise keskin düşüşler yaratacağını söylemiştir. 2010 yılında ortalama bir bilgisayarın düşük fiyatına karşın 1975 yılındaki standart bir bilgisayardan 10 milyon kat daha hızlı olacağı öngörülmektedir. Bilim adamları Moore Yasası'nın en az 10 yıl daha geçerliliğini sürdüreceğini hesaplamışlardır (Economist, 2000: 1).

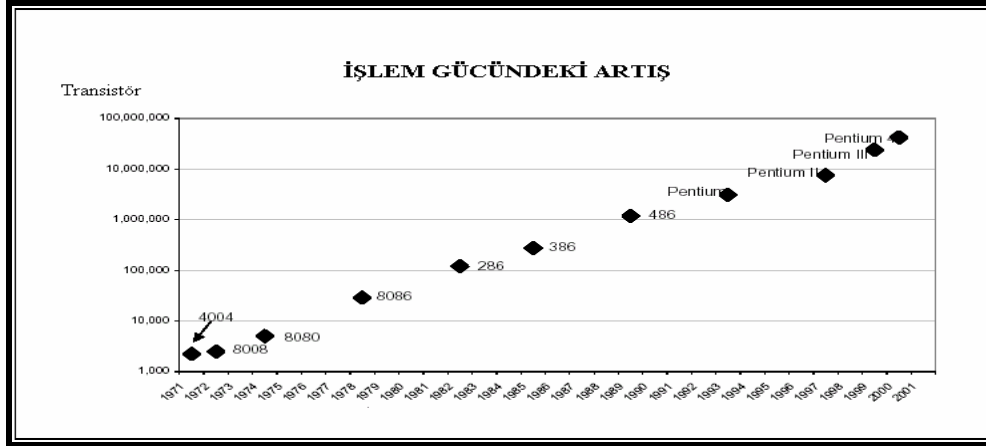
Diğer yandan, bu gelişme veri işleme maliyetinin % 25 azalması anlamına gelmektedir. 1978 yılında İntel firması, daha sonra üretilen x86 serisi için temel teşkil eden ve 29.000 transistör barındıran 8086 chipini üretmiştir. 4 yıl sonra gelen 286'da 134.000 transistör bulunuyordu. 286'dan 3 yıl sonra piyasaya çıkan 386, 275.000 transistöre sahipti. 1995 yılında üretilen Pentium Pro ise 5.5 milyon transistörü barındırıyordu. Aynı dönemde, hızla artan veri işleme gücünün maliyeti de düşüş göstermiştir. 1978 yılında, İntel'in 8086 chipinde fiyat transistör başına 1,2 cent'ti ve saniyede milyon işlemin maliyeti 480\$ gibi oldukça yüksek bir rakamdı. 1985'te 386, transistör başına 0,11 cent'e üretiliyor ve saniyede 1 milyon işlemin maliyeti ise 50\$'a gerçekleştiriliyordu. 10 yıl sonra Pentium Pro ile transistör maliyeti 0,02 cent'e, saniyede milyon işlemin maliyeti de 4\$'a düşmüştür (Atkinson ve Court, 1998: 18).

40 yıldır global işlem kapasitesi yaklaşık bir milyar kat artmıştır. Eskiden haftalar alan veri işlemleri artık saniyelere sığdırılabilmektedir. Günümüzde Ford Taurus otomobillerinde kullanılan bilgisayarların işlem performansı Apollo Uzay Programı'nda kullanılan milyonlarca dolar tutarındaki ana bilgisayar performansından çok daha fazladır. Bilgisayar fiyatlarındaki hızlı düşüş ve işlem kapasitelerindeki artış, bilgisayarların her alanda kullanımına olanak tanımaktadır. 1985 yılında arabanın duvara çarpmasıyla oluşan kazanın her seferinde Ford firmasına maliyeti 60.000 dolardı. Günümüzde bu çarpışma, bilgisayarlar kullanılarak yapılan simülasyonlarla 100 dolar civarında gerçekleşmektedir (Economist, 2000: 2). Diğer yandan genetikle ilgili faaliyette bulunan firmalar, petrol arayıcıları yüksek işlem kapasitesine sahip bilgisayarlarla yaptıkları simülasyonlarla harcamalarında büyük ölçüde tasarrufa gidebilmektedir.

Aşağıda Moore Yasası grafiksel olarak gösterilmektedir. Bilgisayarlarda kullanılan işlemcilerin hızları ve güçleri devamlı artarken, maliyetlerinde ve

fiyatlarında önemli düşüşler yaşanmaktadır. Bu da daha fazla verinin daha güçlü bilgisayarlarla daha hızlı ve daha az maliyetle işlenebilmesi anlamına gelmektedir.

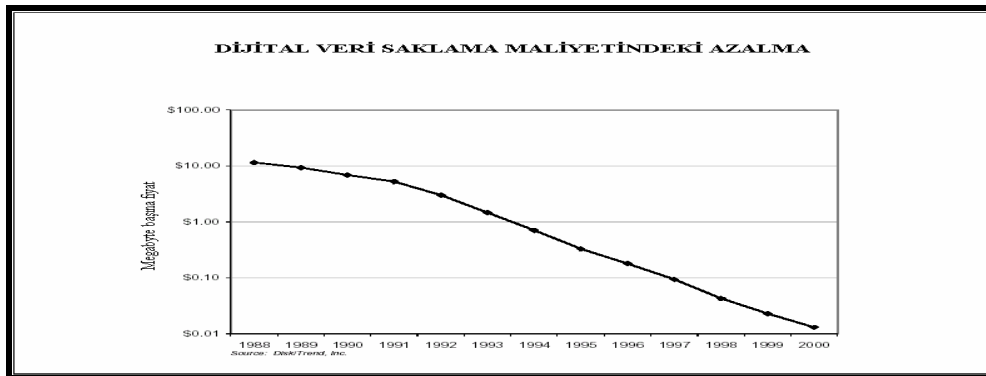
Şekil 2: Moore Yasası



Kaynak: U.S. Department of Commerce, 2002: 19.

Diğer yandan, veri saklama teknolojileri gibi bilgisayarlarla ilgili teknolojilerde, özellikle son yirmi yılda önemli gelişmeler, maliyetlerinde ise büyük düşüşler gerçekleşmiştir. Günümüz hard disklerinin kapasitesi her 9 ayda bir ikiye katlanmaktadır. 1988 yılında 11.54 \$ olan bir megabyte veriyi saklamanın fiyatı, 1999 yılında 0.02 \$'a 2000 yılında da 0.01 \$'a düşmüştür. Mikroişlemci teknolojisi, veri saklama ve diğer tamamlayıcı unsurlardaki ilerlemeler 1987–1994 yılları arasında bilgisayar maliyetlerinde önemli düşüşler yaratmış, bu düşüş 1995 yılının başlarından itibaren ise giderek hızlanmıştır (U.S. Department of Commerce, 2000: 2-U.S. Department of Commerce, 2002: 19).

Şekil 3: Veri Saklama Maliyetindeki Azalma



Kaynak: U.S. Department of Commerce, 2002: 20.

5. VERİMLİLİK PARADOKSU

18. ve 19. yüzyılda, öncelikle İngiltere'yi daha sonra diğer ülkeleri tarım toplumundan üretim temelli ekonomiye dönüştüren Endüstri Devrimi'ne benzer şekilde, interneti de kapsayan enformasyon devrimi, üretimden günlük hayatımıza kadar her şeyi değiştirmeye başlamış bulunmaktadır. Buna karşın, eski ekonomi hala hayattadır ve devamlılığını sürdürmektedir. Yeni dijital ekonominin, toplam ABD ekonomisine oranının % 10 olduğu tahmin edilmektedir. 2000 yılı Fortune dergisi 500 büyük firma sıralamasında ilk dört sırada General Motors, Ford, Exxon ve General Electric gibi eski ekonominin endüstri devleri bulunmaktadır. Bilgisayar üreten IBM firması ise 8. sırada, yazılım pazarının devi Microsoft ise 79. sırada yer almaktadır (Stiglitz ve Walsh, 2002: 5).

Nobel ekonomi ödülü kazanan Robert Solow, “bilgisayarların verimlilik istatistikleri dışında her yerde var” olduğunu söylemiştir. Verimlilik istatistiklerinin, bilgisayar ve enformasyon teknolojilerinden kaynaklanan verimlilik artışını yansıtamaması (gösterememesi) verimlilik paradoksu olarak adlandırılmaktadır. Verimlilik artışı enformasyon ve iletişim teknolojilerine yapılan yatırımların hızla arttığı 1960 yılından itibaren azalma göstermiştir. Bazı iktisatçılar bu durumu enformasyon teknolojilerinin verimliliği etkilemediğine dair bir kanıt olarak kabul etmektedirler (Atkinson ve Court, 1998: 22).

Verimlilik paradoksuna olan ilgi, basit fakat ilgi çekici bir çalışma olan ve Morgan Stanley'in baş ekonomisti Steven Roach'un 1987 yılında yayınladığı “American's Technology Dilemma: A Profile of the Information Economy” adlı çalışmayla artmıştır. Steven Roach, ABD ekonomisinde hesaplanan verimlilik artışı oranının neden 1973 yılından itibaren devamlı olarak düştüğünü açıklama girişiminde bulunmuştur. Roach hizmet sektöründeki beyaz yakalı işgücü başına düşen bilgisayar işlem gücünün 1970 ve 1980'li yıllarda dramatik bir biçimde arttığını, fakat bu sektörlerdeki verimliliğin değişmeden kaldığını gözlemlemiştir. Roach'ın sonucu ise bilgisayarlaşmadaki artışın, özellikle de önemli ölçüde enformasyon işgücünü istihdam eden sektörlerde ekonomik performansa küçük etkileri olduğu noktasındadır (Brynjolfsson ve Hitt, 1998: 51).

Diğer yandan, aynı dönemde enformasyon teknolojileri ve uygulamalarının verimliliği arttırdığına dair çalışmalar bulunmaktadır. 1970'li yıllardan itibaren, ABD'de yoğun şekilde bilgisayar yatırımı yapan endüstrilerde verimlilik yılda % 1.1 artmış, buna karşın bu yatırımların daha az olduğu endüstrilerde yıllık verimlilik artışı % 0.35 olarak gerçekleşmiştir. MIT iktisatçıları, yapılan araştırmaların sonuçlarına göre, 1990'lı yıllarda bilgisayarlar firma düzeyinde çıktıyı ve verimliliği önemli ölçüde etkilediğini belirtmişlerdir. Fakat belirtilmesi gereken önemli bir hususta ortaya çıkan etkilerin sınırlı sayıdaki firmalarda ve endüstrilerde yoğunlaşmasıdır (Atkinson ve Court, 1998: 22).

Yapılan diğer çalışmalarda, bilgisayar yatırımlarıyla verimlilik arasındaki bağı tam anlamıyla destekler nitelikte değildir. 1970’li ve 80’li yıllarda yapılan birçok çalışma, ICT yatırımları ile verimlilik arasında sıfır ya da negatif ilişki ortaya koymuştur. Büyük oranda işgücü verimliliğini temel alan çalışmalardan çıkan en şaşırtıcı sonuç ise prensip olarak işgücü verimliliğine pozitif katkı yapan verimli sermaye stokunun artmasına yol açan ICT yatırımlarının işgücü verimliliği üzerinde olumlu katkısının bulunmamasıdır. Daha sonra yapılan çalışmalar ise ICT yatırımları ile verimlilik arasındaki pozitif ilişkiyi destekler niteliktedir (Pilat vd., 2002: 57). Bazı çalışmalar ise ara faktörler olan maliyet etkinliği veya piyasa payı gibi unsurlar üzerinde, enformasyon teknolojilerinin pozitif etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Fakat bu katkıları ana noktaya bağlamak zor görünmektedir. Üstelik bilgisayar gücündeki büyük ilerlemeye karşın, toplulaştırılmış istatistikler, 1973’ten sonraki yıllardaki verimlilik artışının 1950–1973 periyodundan daha düşük olduğunu göstermektedir. 1980’li yılların sonlarında geleneksel görüşe göre, bilgisayarlar verimliliği önemli ölçüde etkilememektedir (Brynjolfsson ve Hitt, 1998: 51).

Buna karşın bu sonuçlar genellikle enformasyon teknolojisi ile verimlilik arasında küçük kanıtlar bulmalarına rağmen, bilgisayarların verimsiz olduklarına dair kanıtlarda oldukça zayıftır. Özellikle birçok kişi verimlilik ölçütlerinin yetersizliği üzerine vurgu yapmaktadır. Problemlerden biri son yıllara kadar tüm bilgisayar yatırımlarının tüm sermaye ve işgücü harcamalarına göre oldukça küçük (önemsiz) kalmasıdır. Ekonomist Zvi Griliches’e göre enformasyon teknolojisi yatırımları hızla büyümesine karşın geleneksel verimlilik ölçütlerindeki sistematik taraf tutmanın devam etmesi, bu yatırımları doğru biçimde değerlendirmeyi önlemektedir (Brynjolfsson ve Hitt, 1998: 51).

Birçok verimlilik ölçütü sayılabilen şeyler üzerine oturtulmuştur; çalışanların sayısı, işlem yapılan çeklerin miktarı gibi. Verimlilik istatistiklerindeki tuhaflık bankacılık hizmetlerinde kolaylıkla görülebilmektedir. ATM teknolojisi banka ve çek işlemlerini düşürmektedir. Fakat bazı istatistiklere göre bankanın çıktısı ve verimliliği azalmaktadır (Brynjolfsson ve Hitt, 1998: 51).

Son on yılda Solow Paradoksu’nu açıklama yönünde önemli çalışmalar yapılmıştır. Triplett’e göre, ICT’nin Ekonomik ve sosyal faydaları verimlilik istatistikleri tarafından tam olarak ölçülememektedir. Bu problem, ICT yatırımlarının en yoğun olarak gerçekleştiği hizmet sektöründe daha büyük boyuttadır. Örneğin ATM’ler birçok OECD ülkesinde finansal hizmetler alanında bir kalite artışı olarak kabul görmekte ve verimlilik istatistiklerine dâhil edilmemektedir. Benzer problem, sigortacılık, firmalara sunulan işletme hizmetlerinde ve sağlık sektöründe de görülmektedir (Triplett, 1999: 319-320).

Diğer bir görüşe göre, ICT kullanımının faydası uzun dönemde ortaya çıkmaktadır. Yeni teknolojilerin yayılması yavaş gerçekleşmekte ve firmalar yeni teknolojilere uyum sağlamak için uzun zamana ihtiyaç duymaktadır. Çünkü yeni

teknolojilerin etkin bir şekilde kullanılması, organizasyonel yapının değişmesi ve işgücünün yeniden eğitilmesi gibi uzun süren çabaları gerektirmektedir. Başka bir görüşe göre ise, konu üzerine yapılan çalışmalar yeterli bilgi ve veriyi içermedikleri için sonuçları beklentilerin dışında çıkmıştır. Çalışma kapsamına alınan alanın ve verilerin artırılması, ICT'nin verimlilik üzerindeki etkisini daha iyi yansıtabilecektir (Pilat vd., 2002: 58).

Verimlilik paradoksu ile ilgili olarak, Effy Oz tarafından beş aşamadan oluşan bir enformasyon teknolojisi (IT) verimlilik döngüsü modeli önerilmiştir. Oz'a göre, tek bir firma üzerinde, belirli bir teknolojinin verimlilik getirilerinin ölçülmesi olanaklı olmasına karşın, teknoloji olgunlaştığında ve yaygın hale geldiğinde, bu teknolojinin verimlilik getirilerini ölçme görevi oldukça yıldıracı bir nitelik arz etmektedir (Oz, 2004: 794). Aşağıdaki şekilde, beş aşamalı IT verimlilik döngüsü gösterilmektedir.

Şekil 4: Enformasyon Teknolojisi Verimlilik Döngüsü



Kaynak: Oz, 2004: 794.

Oz'un IT verimlilik döngüsündeki aşamalar ise şu şekilde özetlenebilir (Oz, 2004: 794-95);

- Bir firmanın veya firmaların bir kısmının donanım ve yazılım uygulaması gibi yeni bir enformasyon teknolojisini benimsemesi: Bazı durumlarda, IT'yi benimseyen IT'nin geliştiricisi olabilir. Bu durumda, piyasaya ilk girenin getirisi daha fazladır. Teknoloji daha önce var olan teknolojinin yerini alabilir, böylece firmalar aynı hizmeti/ürünü daha etkin bir şekilde üretebilir veya tamamıyla yeni ürün ve hizmetler üretebilirler. Ayrıca firmalar artan verimlilikten büyük ölçüde fayda sağlayabilirler.
- Artan Kar: Yeni teknolojiyi benimseyen firmalardan bazıları, yeni teknolojiye uyum zorlukları nedeniyle, yaptıkları yatırımı, verimlilik artışı olarak alamazlar. Buna karşın diğer firmalar, eğer teknoloji özel mülkiyetseyse veya kolaylıkla kopyalanamıyorsa, karlarını artırabilirler. Firma tarafından benimsenmiş IT, diğer rakip firmalar tarafından elde edilebilir. Teknolojiyi kullanan bütün firmalar, verimliliklerini artırırlar. Teknoloji kullanarak,

teknoloji olmadan yaptıkları üretimin daha fazlasını üretebilirler. DosSantos ve Peffers (1995), 1972–1974 yıllarında ATM teknolojisine ilk olarak yatırım yapan firmaların, piyasa paylarını ve gelirlerini arttırdıklarını ispatlamışlardır. Fakat bu alana daha sonra yatırım yapan firmalar aynı düzeyde getiri sağlayamamışlardır.

- Yeni IT'nin standart olması: Rekabetçi olabilmek için endüstride faaliyet gösteren bütün firmalar, teknolojiyi benimsemeli ve dikkatlice kullanmalıdır. Teknoloji olgunlaştığında, firmalar bu teknolojiyi daha etkin kullanabilirler. Çünkü istihdam ettikleri işgücü bu teknolojiyi, etkin kullanabilecek düzeye erişmiş ve teknoloji rekabet nedeniyle geniş ölçüde satılır duruma gelmiştir. Teknoloji artık her yeredir. Firmalar teknoloji olmadan yapamayacak duruma gelmişlerdir. Örneğin, bankacılık sektöründe tüm bankalar, ATM teknolojisini benimsemişlerdir. 1970'lerin sonunda bankalar için ATM teknolojisi standart ve gerekli hale gelmiştir.

- Fiyatların düşmesi: Firmalar, verimlilik getirilerinin önemli bir kısmını fiyat kesintilerine dönüştürürler. Firmalar yeni teknoloji sayesinde, ürün başına maliyetlerin düşmesi dolayısıyla mal ve hizmetleri daha ucuz bir fiyatla piyasaya sürebilirler. Teknoloji olgunlaşınca ve standartlaşınca, yatırım ekonomik getiriyle sonuçlanmayabilir. Aslında bazı firmalar, IT'yi benimsedikleri halde para kaybedebilirler. Diğer yandan teknolojiyi benimsemeyen firmalar ise diğerlerine göre dezavantajlı durumdadırlar.

- Verimliliğin kaybolması: Eğer firma verimliliğin getirisini nakit ile ölçüyorsa, IT'nin verimlilik artışına katkı yapmadığı gibi bir sonuç ortaya çıkabilir. Satışlar (parasal olarak), IT'nin benimsenmesinden önceye göre daha düşük olabilir. Çünkü her bir ünite ürünün fiyatı verimlilik dolayısıyla çok fazla düşmüştür. Bu, tek bir firma açısından görünen durumdur. Buna karşın aslında verimlilik artmıştır.

6. SONUÇ

Verimlilik oldukça basit bir kavramdır. Belirli bir üretim miktarı ile bu üretimi elde etmek için kullanılan faktörler arasındaki oran olarak tanımlanan verimliliğin, ölçümü ise yapılan tanım kadar kolay değildir. Özellikle günümüz modern yeni ekonomilerinde, mal ve hizmetlerin fiziki özelliklerinden ziyade fiziki olmayan özellikleri ve kaliteleri ön plana çıkmış durumdadır. Buna karşın, geleneksel verimlilik istatistikleri daha çok sayılabilen fiziki mallar üzerinde başarılı sayılabilecek ölçümler yapabilmektedir.

Tarihsel süreç içerisinde bazı teknolojiler, özellikle genel amaçlı teknolojiler verimlilikte büyük artışlar gerçekleştirmişlerdir. Buhar gücünü kullanan İngiliz tekstil firmaları, üretimlerini arttırmakla kalmayıp hem daha standart hem de daha dayanıklı ürünler üretmişlerdir. Diğer yandan, tarih sahnesine daha sonra çıkan elektrik, üretim ünitelerinde daha etkin üretim olanakları yaratmış ve ürünlerin

kalitesini arttırmıştır. Endüstriyel dönemdeki bu teknolojilerin üretim sürecinde verimliliğe yaptıkları katkılar her ne kadar düşük ölçülmesine karşın, üretilen malların fiziki özelliklerinden dolayı, istatistiklerdeki sapmalar günümüzdekine oranla daha düşük kalmıştır.

Günümüz toplum ve ekonomileri, uzmanlar tarafından bilgi çağı, dijital ekonomi, yeni ekonomi, üçüncü dalga gibi kavramlarla adlandırılmaktadır. Yaşamakta olan dönüşümün arkasında da yine genel amaçlı teknolojiler, yani enformasyon ve iletişim teknolojileri bulunmaktadır. Günlük hayatımızın çok büyük kısmına girmiş olan bu teknolojilerin verimlilik artışlarına neden olup olmadıkları ise farklı çalışmalara konu olmuştur. Verimliliğin, geleneksel istatistiklerle ölçülmesindeki sapmalar sonucu, bilgisayarların ve internetin de içinde bulunduğu enformasyon ve iletişim teknolojilerinin verimlilik etkileri düşük görünmektedir. Özellikle makro istatistikler, firma düzeyindeki mikro istatistiklere göre daha büyük sorunlar yaratmaktadır.

Buna karşın birçok firma ve ülke ICT yatırımlarına büyük miktarda kaynak ayırmaktadır. Çünkü günümüz gelişmiş ekonomileri teknoloji temelinde büyümekte ve rekabet avantajlarını bu sayede korumaktadır. Özellikle ABD ekonomisi, teknoloji temelli büyümenin güzel bir örneği olarak ön planda yer almaktadır. 1995 yılından sonra ICT yatırımlarını arttıran ABD, 1973–1995 yılları arasında % 1,4 olan yıllık büyüme trendini 1995–2003 yılında % 3,2'ye çıkarmıştır. Büyümedeki bu artışın altında yatan temel faktör ICT'dir. Her ne kadar verimlilik ölçütlerindeki sapma günümüzde artmakta ise de bilgisayarlar etkilerini göstermeye başlamıştır.

KAYNAKÇA

- ATKINSON, Robert ve Court, RANDOPHL (1998), *The New Economy Index*, Report, <http://www.neweconomyindex.org.>, (Erişim: 24/01/2005).
- BLINDER, Alan (June 2000), "The Internet and the New Economy", *Brooking Policy Brief*, No:60.
- BRYNJOLFSSON, Erik ve Hitt, LORIN (1998), "Beyond the Productivity Paradox: Computers are the Catalyst for Bigger Chances", *Communications of the ACM*, August, Vol. 41, No. 48, s. 49-55.
- CARLSSON, Bo (2004), "The Digital Economy: what is new and what is not?", *Structural Change and Economic Dynamics*, 15(2004), s. 245-264.
- CHANDLER, Alfred (1990), *Scale and Scope: The Dynamics of Industrial Capitalism*, Harvard University Press.
- COHEN, Stephen S. v.d. (1999), *An E-economy*, http://www.j-bradford-delong.net/OpEd/virtual/technet/An_E-economy. (Erişim: 12/01/2005)

- DAVID, Paul A. (1990), "The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox", *American Economic Review*, 80(2), s. 355-361.
- DOSSANTOS, B.L. ve Peffers, K. (1995), "Rewards to Investors in Innovative Information Technology Applications: First Movers and Early Followers in ATMs", *Organization Science*, 6(3), s. 241-259.
- Economist (2000), *Survey: The New Economy*,
http://www.economist.com/surveys/PrinterFriendly.cfm?Story_ID=375486.
(Erişim: 22/02/2005).
- FREEMAN, Chris ve SOETE, Luc (2003), *Yenilik İktisadı*, Çev. Ergun Türkcan, 1. Baskı, Tübitak Yayınları, Ankara.
- OECD (2002), *Measuring the Information Economy 2002*, OECD Publication.
- OZ, Effy (2004), "Information Technology Productivity: In Search of a Definite Observation", *Information and Management*, Vol. 42, Issue 6, s. 789-798.
- PILOT, Dirk v.d. (2002), "Productivity and Use of ICT: A Sectoral Perspective on Productivity Growth in the OECD Area", *OECD Economic Studies*, No:35, 2002/2, s. 47-78.
- POTTS, Jason (2001), *The New Evolutionary Microeconomics: Complexity, Competence and Adaptive Behaviour*, Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- ROSENBERG, Nathan ve TRAJTENBERG, Manuel (2002), "A General Purpose Technology at Work: The Corliss Steam Engine in the Late 19th Century", *NBER Working Paper*, No:8485.
- STIGLITZ, Joseph E. ve WALSH, Carl E. (2002), *Principles of Microeconomics*, Third Edition, www.Norton&Company.
- TRIPLETT, E. Jack (1999) "The Solow Productivity Paradox: What Do Computers Do to Productivity", *Canadian Journal of Economics*, Vol.32, No.2, s.309-333.
- U.S. Department of Commerce (2000), *Digital Economy 2000*, Report
<http://www.esa.doc.gov/pdf/de2Kapp.PDF>., (Erişim: 22/02/2005)
- U.S. Department of Commerce (2002), *Digital Economy 2002*, Report.
<http://www.esa.doc.gov/pdf/DE2002r1.pdf>., (Erişim: 22/02/2005)