
Bölüm 6

İmalat Sanayiinde Teknolojik Gelişme ve Kaynakları

İmalat sanayiinde teknolojik gelişme sürecinin ve bu süreci belirleyen etkenlerin belirlenmesi, ulusal yenilik sisteminin değerlendirilmesi ve gelişimi açısından son derece önemlidir. Ulusal yenilik sisteminin en önemli işlevlerinden biri, bilim ve teknolojinin sanayide kullanılmasıyla üretim süreçlerinde ve ürünlerde yeniliklerin yapılmasını sağlamak, teknolojik yeniliklerin yaygınlaşmasıyla üretim sürecinin etkinliğini ve etkenliğini arttırmaktır. Çalışmanın bu bölümünde imalat sanayiinin alt-sektörlerinde (ISIC 4-hane düzeyinde) teknolojik gelişme hızları ve teknik etkinlik düzeyleri ölçülmüş ve teknolojik gelişme hızını belirleyen etkenler incelenmiştir.

Çalışmanın sonuçlarının tartışılmasından önce, bu bölümde tanımlandığı şekliyle “teknolojik gelişme hızı”nın, sadece üretim süreçlerindeki iyileştirmeleri kapsadığı vurgulanmalıdır. Bu bölümde, “teknolojik gelişme hızı”, belirli girdi düzeyinde çıktıdaki artış oranını göstermektedir. Bu nedenle, kullanılan kavram ürün değişikliklerini içermemektedir.

6.1. Teknolojik gelişme ve teknik etkinlik düzeyinin ölçülmesi

Teknolojik gelişme hızının ve teknik etkinlik düzeyinin ölçülmesinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. En yaygın olarak kullanılan yöntemler veri zarflama yöntemi (data

envelopment analysis) ve stokastik üretim sınırı (stochastic production frontier) yöntemleridir. İki yöntemin de çeşitli üstünlükleri ve zayıf yanları bulunmaktadır. Veri zarflama yönteminin en önemli üstünlükleri, birden fazla çıktı olduğu durumlarda da kullanılabilmesi ve üretim sınırının biçimine ilişkin belirli bir varsayım gerektirmemesidir. Buna karşın stokastik üretim sınırı yaklaşımında sadece bir çıktı kullanılmakta (birden fazla çıktı olduğu durumda çıktılar toplulaştırılarak kullanılmakta) ve üretim sınırına ilişkin belirli bir fonksiyonel form (genellikle Cobb-Douglas veya daha esnek bir form olan translog) varsayılmaktadır. Bu kısıtlarına karşın stokastik üretim sınırı yaklaşımı, sapma gösteren gözlemlerden daha az etkilenmekte ve istatistiksel analize uygun sonuçlar elde edilmesine olanak tanımaktadır. Kullanılan verilerde ölçme hataları olabileceği de göz önüne alınarak bu çalışmada stokastik üretim sınırı yöntemi kullanılmıştır (bu konuda daha önce yapılan çalışmalar için bkz. Taymaz, 1997; Taymaz ve Saatçi, 1997).

Stokastik üretim sınırı yaklaşımı bazı işletmelerin kaynakları etkin olarak kullanamadığı 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 en çoklaştıran 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 sınırı 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-çıktı verisine üretim sınırı uyarlanmasına dayanmaktadır. Teknolojik değişim hızı, üretim sınırının kayma oranı ile ölçülmektedir. Teknik etkinlik düzeyi de, işletmenin gerçekleştirdiği çıktı düzeyi ile, mevcut girdileri kullanarak gerçekleştirebileceği çıktı arasındaki oran olarak tanımlanmaktadır.

Bu çalışmada her sanayii için 1987-97 yıllarına ait işletme düzeyinde veri kullanılarak stokastik üretim sınırları tahmin edilmiştir. 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 değişkenleri girdileri göstermektedir. Girdi ve çıktı değişkenlerinin logaritması alınmıştır. t zaman değişkenidir. 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, ε , normal dağıldığı ve etkinlik teriminden, v , bağımsız olduğu varsayılmıştır. v terimi işletmeye özgü teknik etkinsizlik düzeyini göstermektedir.

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

Teknik etkinsizlik değişkenlerinin, v_{ft} , $N(\mu_{ft}, \sigma^2_v)$ normal dağılımının negatif olmayan kısmı şeklinde ve bağımsız olarak dağıldığı varsayılmıştır. μ_{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 aşağıda ayrıntılı olarak tanımlanmıştır.

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

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

Çıktının i girdisine göre ölçek 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.

6.2. Üretim sınırı ve teknik etkinliği etkileyen değişkenler

Yukarıda açıklandığı gibi üretim sınırı ve teknik etkinlik modelleri eş-anlı olarak tahmin edilmektedir. Bu çalışmada üretim sınırında sermaye, işgücü, enerji ve hammadde girdileri kullanılmıştır. Teknik etkinlik modelinde ise, işyeri düzeyinde teknik etkinlik düzeyini belirleyebilecek bir grup değişken kullanılmıştır.

Çıktı (Q), girdi değişkenlerinde olduğu gibi, fiziksel olarak veya değer cinsinden ölçülebilir. 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. Bu çalışmada 1987 fiyatları ile hesaplanan “amortisman” değeri sermaye değişkeni olarak kullanılmıştır.

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.

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.

Büyüklik: İşletme büyüklüğü ile teknik etkinlik arasındaki ilişki üzerine çelişkili önermeler bulunmaktadır. Bazı araştırmacılar, küçük işletmelerin daha iyi yönetilebileceği ve daha yaratıcı olabileceği için daha etkin çalışacağını söylemektedir. Buna karşın bazı araştırmacılar da büyük işletmelerin piyasayı kontrol ederek ve işletme içinde üretim birimleri arasında denge sağlayarak etkinliği arttırabileceğini iddia etmektedir. Bu araştırmacılar ayrıca, etkin çalışan işletmelerin daha hızlı büyüyeceğini, bu nedenle büyüklük ve etkinlik arasında pozitif bir ilişki olacağını vurgulamaktadır. Bu çalışmada, işletme büyüklüğünün teknik etkinlik üzerindeki etkisini ölçmek için çalışan kişi sayısı (logaritmik değeri) büyüklük ölçütü olarak kullanılmıştır. İşletme büyüklüğü ile teknik etkinlik arasında pozitif bir ilişki varsa, "Büyüklük" değişkeninin katsayısı negatif olacaktır. (Teknik etkinlik modelinde teknik *etkinsizlik* düzeyi açıklandığı için bir değişkenin katsayısının negatif olması, o değişken ile teknik etkinlik arasında pozitif bir ilişki olduğunu gösterecektir.)

Bölge: "Bölge", 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.

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

Anonim: Anonim, hukuki duruma ilişkin ikinci kukla değişkendir. Anonim, 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, kolektif, vb.) ölçmektedir.

Vardiya: Bu değişken 2. ve 3. vardiyada çalışılan saatin toplam çalışılan saat içindeki oranı olarak tanımlanmıştır. Bu değişken birden çok vardiyada çalışmanın teknik etkinlik üzerindeki

etkisini ölçmek için modele konulmuştur.

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

Reklam: Reklam harcamalarının toplam girdi içindeki payı olarak tanımlanan bu değişken firmanın reklam yoğunluğunu ölçmektedir. Bu değişken modele ürün özelliklerinin ve firmanın stratejik davranışının teknik etkinlik üzerindeki etkisini ölçmek amacıyla konulmuştur.

Özel ve Yabancı: Bu değişkenler, sırasıyla, özel ve yabancı şahıs ve kuruluşların firma sermayesi içindeki payı olarak tanımlanmıştır. Özel değişkeni, firmanın sermayesinin tamamı yerli özel şahıs veya kuruluşlara ait olduğunda 1 değerini almaktadır. Bu değişkenler mülkiyet biçiminin etkisini ölçmek için kullanılmıştır. Bu değişkenler, modelde kullanıldıkları zaman, özel ve yabancı işletmelerin devlet işletmelerine göre etkinliğini ölçmektedir.

Teknoloji: "Teknoloji" 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 işletmeye bir avantaj sağlıyorsa, teknoloji transfer eden firmaların daha etkin olması beklenir.

Ücret: Teknik etkinlik düzeyini belirleyen etkenlerden biri de ortalama ücret düzeyidir. Üretim sınırı modelinde teknik ve idari personelin oranı birer değişken olarak kullanılmışsa da, bu değişkenler işgücü niteliğindeki farklılıkları tam olarak yansıtmayabilir. Bu durumda Ücret değişkeni, işgücü niteliğindeki farklılıkları kısmen de olsa yansıtıacaktır. Daha fazla ücret ödeyen işletmelerde işgücü daha nitelikli ise, bu işletmelerin teknik etkinlik düzeyi daha yüksek olabilecektir. Bir başka deyişle, Ücret ve teknik etkinlik arasında pozitif bir ilişki beklenebilir. İşgücü niteliği arasında işletmelerin arasında bir farklılık olmasa bile, Etkin Ücretler Teorisi'ne (Efficiency Wage Theory) göre ücretlerin yüksek olduğu işletmelerde teknik etkinlik daha yüksek olabilir, çünkü daha yüksek ücret, motivasyonu artırarak işçilerin daha yoğun çalışmasını sağlayacaktır. Bu nedenlerle ortalama ücret düzeyi, teknik etkinlik modeline açıklayıcı değişken olarak konulmuştur.

Kadın, İdari ve Teknik: İşgücü bileşimindeki farklılıkların teknik etkinliğe etkisini ölçmek

için kadın personelin toplam personel içindeki oranı (Kadın), idari personelin toplam personel içindeki oranı (İdari) ve teknik personelin toplam personel içindeki oranı (Teknik) modele açıklayıcı değişkenler olarak eklenmiştir.

6.3. İmalat sanayiinde teknolojik gelişme ve teknik etkinlik: Tahmin sonuçları

Stokastik üretim sınırı, sanayiler arasındaki teknolojik farklılıklar nedeniyle ancak “sanayi” düzeyinde tahmin edilmelidir. Bu çalışmada “sanayi” ISIC 4-hane düzeyinde tanımlanmıştır. Teknik etkinlik tahmini için işletme düzeyinde veri kullanılmaktadır. Bu durumda yapılacak karşılaştırmaların anlamlı olabilmesi için yeterli sayıda gözlem (işletme) olması gereklidir. Bu çalışmada yeteri kadar işletme sayısı olan 79 sanayii için 1987-97 yıllarına ait veriler kullanılarak teknolojik gelişme hızları ve teknik etkinlik düzeyleri Frontier 4.1 programı kullanılarak tahmin edilmiştir (program için bkz. Coelli, 1994).

Teknolojik gelişme hızı, teknik etkinlik düzeyi ve ölçek ekonomilerine ilişkin tahmin sonuçları Tablo 6.1’de sunulmuştur. Tablo’nun ilk kısmında ISIC 2-hane düzeyinde ortalama değerler görülmektedir. ISIC 2-hane düzeyinde en yüksek teknolojik gelişme hızı “mühendislik sanayileri” olarak da tanımlanan “makina sanayii”nde (ISIC 38) gözlenmektedir. Bu sanayii 1987-97 döneminde yıllık ortalama %4.5’lük oldukça yüksek bir büyüme hızını yakalayabilmiştir. En yüksek teknolojik gelişme hızına sahip sanayiler metal yapı malzemeleri (%7.4), içten yanmalı motorlar (%7.1), takım tezgahları (%5.2), özel makinalar (%9.7), bilgi işlem makinaları (%8.2), elektrikli sanayi makinaları (%6.7), radyo, televizyon (%5.5), deniz taşıtları (%6.3), demiryolu taşıtları (%7.0), ve mesleki aletler (%6.6) sanayileridir.

Makina imalat sanayiinden sonra en yüksek teknolojik gelişme hızları cam ve çimento (%2.2), metal (%1.2), ağaç ürünleri (%1.0) ve kimya (%0.9) sanayilerinde gözlenmektedir. “Geleneksel” olarak tanımlanan gıda, tekstil ve kağıt sanayilerinde teknolojik gelişme hızı düşük, hatta negatiftir. Bir başka deyişle, bu sektörlerdeki bazı sanayilerde 1987-97 döneminde bir gerileme söz konusudur. Doğal olarak bu sektörlerdeki bazı sanayilerde de oldukça yüksek teknolojik gelişme hızları bulunmuştur (örneğin deri giyimde %11.3 ve halı ve kilimde %5.3), fakat genel olarak bakıldığında “yüksek teknoloji” içeren makina sanayiinin “geleneksel” sanayilerin oranla teknolojik olarak çok daha dinamik olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

Teknolojik gelişme hızı ve teknik etkinlik arasında net bir ilişki görülmemektedir. Bilindiği gibi teknolojik gelişme hızı yüksek olan sanayilerde üretim sınırının hızla kayması sonucu, bu gelişime (bazen zorunlu olarak) ayak uyduramayan işyerlerinin teknik etkinlik düzeylerinin düşmesi ve bir bütün olarak sanayiinin ortalama etkin düzeyinin düşmesi beklenen bir gelişmedir. Tablo 6.1’de görüldüğü gibi 1987-97 döneminde teknik etkinliğin en yüksek olduğu sektör kağıt sanayiidir (%83). Bu sanayi tekstil (%74), makina (%72) ve gıda (%72) izlemektedir. En düşük teknik etkinlik düzeyleri “diğer imalat sanayi” (%40), cam ve çimento (%60) ve metal (%66) sanayilerinde bulunmuştur.

Alt-sektörler arasında farklılık daha fazla olmakla birlikte, ISIC 2-hane düzeyinde ölçeğe göre ortalama getiri yaklaşık 1’dir. Bir başka deyişle 2-hane düzeyindeki sanayilerin pek çoğunda ölçeğe göre sabit getiri vardır. Ölçeğe göre getirinin en düşük olduğu sektörler metal (0.91) ve tekstil (0.92) sanayileridir.

Teknolojik gelişmenin yönüne bakıldığında ilginç sonuçlar elde edilmektedir. Üretim sınırları tahmin edilen 79 sanayiinin 12’sinde daha fazla sermaye, 13’ünde de daha fazla işgücü kullanan yönde bir teknolojik değişim gözlenmektedir. Enerji kullanımı konusunda net bir ayrışma yoktur: özellikle gıda sanayiinde teknolojik gelişme daha fazla enerji kullanma yönünde değişirken, cam ve çimento sanayiinde enerjiden tasarruf eden bir değişim vardır. İncelenen sanayilerin önemli bir kesiminde (26 sanayide) teknolojik gelişme daha az hammadde kullanmaya yönelmiştir.

Tablo 6.3 teknik etkinliği belirleyen etkenleri, analiz edilen tüm sanayiler için göstermektedir. İşyeri büyüklüğü 22 sanayide teknik etkinlik üzerinde olumlu etkiye sahipken, 10 sanayide de olumsuz etkiye sahiptir. Bir başka deyişle, 22 sanayide işyeri büyüklüğü teknik etkinliği arttırırken 10 sanayide azaltmaktadır. Diğer değişkenlerde de görüldüğü gibi, işyeri büyüklüğünün teknik etkinlik üzerindeki etkisi sanayiler arasında önemli farklılıklar göstermektedir.

Bölgesel yoğunlaşmanın teknik etkinlik üzerindeki etkisi 14 sanayide olumlu ve sadece 1 sanayide olumsuzdur. Tahmin sonuçları, bölgesel yoğunlaşma ekonomilerinin genel olarak teknik etkinliği arttırdığını göstermektedir.

İşyerinin hukuki konumu da etkinlik üzerinde etkide bulunabilmektedir. Adi şirketler 7 sanayide daha düşük etkinlik düzeyine sahiptir. Adi şirketlerin, diğer şirketlerden daha etkin olduğu bir sanayi yoktur. Anonim şirket konumu 10 sanayide olumsuz ve 5 sanayide olumlu etkiye sahiptir, 33 sanayide ise istatistiksel olarak anlamlı bir etki bulunamamıştır.

2. ve 3. vardiyada çalışma 7 sanayide olumlu ve sadece 3 sanayide olumsuz etkiye sahiptir. Bu değişkenin fazla etkili görülmediği sanayi sayısı oldukça yüksektir (32 sanayii). Fason girdi kullanımı 9 sanayide teknik etkinliği arttırmaktayken, sadece 3 sanayide olumsuz etkiye sahiptir. Bu durum fason girdi kullanımının tekstil ve makina imalat gibi bazı sanayilerde artışını açıklayabilmektedir. Fason çıktı üretiminin teknik etkinlik üzerinde genel bir etkisi bulunamamıştır (7 sanayide olumlu, 8 sanayide olumsuz).

Reklam harcamalarının teknik etkinlik üzerindeki etkisi genel olarak olumludur (14 sanayide olumlu, sadece 1 sanayide olumsuz). Reklam harcamaları bir yanda ürün niteliğiyle, diğer yanda piyasa payı ile ilişkilidir. Bu nedenle reklam harcamalarının teknik etkinlik üzerinde bu iki koldan olumlu etki yaptığı düşünülebilir.

Genel olarak özel işyerlerinin kamu işyerlerinden, yabancı işyerlerinin de yerli işyerlerinden daha yüksek bir teknik etkinlik düzeyine sahip olduğu görülmektedir. Çimento, kağıt ve şeker sanayilerinde özel ve kamu işyerlerinin teknik etkinlik düzeylerinin karşılaştırması üzerine yapılan kapsamlı bir çalışmada, mülkiyet biçiminin teknik etkinlik üzerinde bir etkisinin bulunmadığı saptanmıştır (Boratav vd., 1999). Burada özel ve kamu kuruluşları arasında bulunan farklılık, mülkiyet biçiminden değil, 1980'lerin sonlarından itibaren kamu işyerlerinin yatırım kısıtları ile açıklanabilir.

Teknoloji transferi yapan işyerleri 7 sanayide daha yüksek teknik etkinlik düzeyine sahipken, 2 sanayide olumsuz etki saptanmıştır. 18 işyerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki saptanamadığı göz önüne alındığında, teknoloji transferinin teknik etkinlik üzerinde, yaygın olmamakla birlikte, olumlu bir etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Ücret değişkeni, en yaygın ve sistemli olarak teknik etkinlik üzerinde olumlu etkiye sahip olan değişkendir. 52 sanayide yüksek ücret veren işyerlerinin teknik etkinlik düzeyi daha yüksek olmaktadır. Bu sonuç, ek azından dolaylı olarak Etkin Ücretler Teorisi'ni desteklemektedir.

İşgücü bileşiminin de teknik etkinlik üzerinde kısmi bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Kadın personel, idari personel ve teknik personel oranı yüksek olan işyerlerinin daha yüksek teknik etkinlik düzeyine ulaştığı sanayi sayısı, bu değişkenlerin olumsuz etkiye sahip olduğu sanayi sayısından daha fazladır.

6.4. İmalat sanayiinde teknolojik gelişmenin kaynakları

Tablo 6.1’de görüldüğü gibi teknolojik gelişme hızlarında sanayiler arası önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıkları yaratan nedenlerin bir kısmı, sanayilerin yapısal ve teknolojik özelliklerinin yanı sıra, bu sanayilerde faaliyet gösteren firmaların davranışlarından kaynaklanmaktadır. Bilim ve teknoloji politikalarının geliştirilmesi açısından, bu özelliklerin ve firma davranışlarının bilinmesi son derece önemlidir, çünkü bu politikalar (ve tamamlayıcı diğer politikalar) aracılığıyla hem sanayilerin yapısal ve teknolojik özellikleri dönüştürülebilir, hem de firma davranışları etkilenebilir.

Teknolojik gelişme hızlarının farklı olmasına yol açabilecek en önemli etkenlerden biri *teknolojik fırsatların* (technological opportunities) sanayiler arasında farklı olmasıdır. Bazı araştırmacılar bilimsel ve teknolojik gelişmenin kendisine özgü tarihsel olarak belirlenmiş bir *bilimsel-teknolojik yörünge* izlediğini, bu yörünge boyunca gelişen teknolojilerin belirli sanayilerde uygulanma olasılığının daha yüksek olabileceğini vurgulamaktadır. Örneğin son yıllarda bilimsel buluşlara paralel olarak elektronik teknolojisindeki hızlı gelişme, bu teknolojinin uygulanabildiği sanayilerde teknolojik gelişme hızının yüksek olmasını sağlamaktadır.

Piyasa yapısı da teknolojik gelişme yazınında önemi vurgulanan değişkenlerden biridir. Schumpeter’in *Kapitalizm, Sosyalizm ve Demokrasi* (1942/1976) başlıklı çalışmasından esinlenen pek çok araştırmacı, teknolojik yenilik sürecinin giderek rutinleştiğini ve maliyetinin arttığını belirtmektedir. Bu araştırmacılara göre ancak büyük, oligopolistik firmalar teknolojik yenilik sürecini finanse edebilecek kaynaklara sahiptir. Büyük, oligopolistik firmalar çok sayıda araştırma projesini beraber yürüterek bu faaliyetlere özgü riskleri azaltabilirler. Büyük, oligopolistik firmalar bir yanda geniş ürün ve teknoloji yetenekleri sayesinde teknolojik yenilik faaliyetlerinin sonucunu değerlendirme olanaklarına sahipken, büyüklükleri sayesinde teknolojik yeniliklerini koruma ve hızla ticarileştirme şansına da sahiptirler. Bu nedenle büyük

işyerlerinin hakim olduğu oligopolistik sanayilerde teknolojik gelişme hızının daha yüksek olması beklenebilir. Diğer yanda, Schumpeter'in daha eski bir çalışmasından, *Ekonomik Gelişme Teorisi*'nden (1911/1983) esinlenen araştırmacılar (örneğin Acs ve Audretsch, 1987, 1988, 1990) yeni ve küçük firmaların daha yenilikçi olduğunu, bu nedenle yeni firma girişinin kolay olduğu ve küçük firmaların varlığını sürdürebildiği daha rekabetçi piyasalarda teknolojik gelişme hızının daha yüksek olduğunu vurgulamaktadır. Piyasa yapısı ve teknolojik gelişme/yenilik üzerine yapılan pek çok uygulamalı çalışmada farklı sonuçlar elde edilmiş, bu konuda bir netlik sağlanamamıştır.

Teknolojik gelişmeyi belirleyen en önemli etkenlerden biri şüphesiz firmaların teknoloji faaliyetleridir. Firmalar kendi AR-GE faaliyetleri, diğer firmaların ürettiği bilgi ve teknolojileri uyarlama (imitation), kamusal bilgidен yararlanma (spillovers) ve yeni teknolojiyi içeren makina ve ekipman kullanma yoluyla teknolojik yenilikleri gerçekleştirir ve teknolojik gelişmeye katkıda bulunabilirler. Firmaların teknolojik faaliyetlerinde, yukarıda belirtilen etkenlerin (teknolojik fırsatlar, ürün niteliği, piyasa yapısı, vb.) yanı sıra, firmaların stratejileri ve firmaya-özgü üstünlükler de önemli bir rol oynar.

Teknolojik gelişme hızını belirleyen etkenler basit bir model kurularak ekonometrik yöntemlerle tahmin edilebilir.

$$TGH_i = \alpha_0 + \sum \alpha_j x_{ij} + \varepsilon_i$$

Bu modelde TGH_i , i sanayinde teknolojik gelişme hızı ve x değişkenleri teknolojik gelişmeyi belirleyen değişkenlerdir. Teknolojik gelişme hızı, her sanayii için işyeri düzeyinde bilgi kullanılarak 1987-97 dönemi için tahmin edilmiş ortalama değerlerdir (Tablo 6.1). Teknolojik gelişme hızını belirleyen etkenler olarak, veri kısıtları göz önüne alınarak, oniki değişken kullanılmıştır.

Ürün: Bu değişken ürün farklılaştırmasının teknolojik gelişme üzerindeki etkisini saptamak için kullanılmıştır. Ürün değişkeni ISIC 4-hane düzeyinde tanımlanan sanayilerde üretilen (ISIC 8-hane düzeyinde) ürün sayısının logaritması olarak tanımlanmıştır. Ürün farklılaşması teknolojik gelişmeyi olumlu yönde etkiliyorsa (standard ürünler üreten sanayilerde teknolojik gelişme fırsatları daha düşükse) bu değişkenin katsayısı pozitif olacaktır.

Sermaye: Bu değişken sermaye yoğunluğunun teknolojik gelişmeye olan etkisini görmek amacıyla modele konulmuştur. Sanayi düzeyinde sermaye stoğu verisi olmadığı için, sermaye yoğunluğunu yansıtmak üzere, üretim sınırı modelinde tahmin edilen ortalama sermaye katsayıları kullanılmıştır. Burada kullanılan Sermaye değişkeni, tanım gereği, çıktının sermaye esnekliğini göstermektedir. Sermaye yoğunluğu, içerilmiş (embodied) teknolojilerin elde edilmesini kolaylaştırdığı için özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin teknolojik gelişmesinde önemli bir rol oynayabilir.

DBüyük: Bu değişken ortalama işyeri büyüklüğünde 1987-97 döneminde görülen değişme hızını ölçmektedir.¹ Bazı araştırmacılar yeni teknolojilerin üretim esnekliğini arttırdığını ve küçük işletmeler tarafından rahatlıkla kullanılabilirdiğini söylemektedirler. Bu hipotez doğru ise, ortalama işyeri büyüklüğündeki değişme ile teknolojik gelişme hızı arasında negatif bir ilişki beklenmektedir.

CR4: CR4 değişkeni 4-firma yoğunlaşma oranı olarak tanımlanmıştır ve piyasa yapısının bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Yukarıda belirtildiği gibi piyasa yapısı ve teknolojik gelişme arasındaki ilişki üzerine farklı önermeler vardır. Bazı araştırmacılar yoğunlaşma oranının yüksek olduğu (oligopolistik) piyasalarda teknolojik gelişme hızının yüksek olduğunu önermektedir. Bu önerme doğru ise CR4 değişkeninin katsayısının pozitif olması gerekmektedir. Diğer önerme doğru ise, yani teknolojik gelişme hızı rekabetçi piyasalarda daha yüksek ise, CR4 değişkeninin katsayısı negatif olacaktır.

DYabancı: Teknoloji transferi değişik kanallardan gerçekleştirilebilmektedir. Bazı araştırmacılar yabancı yatırımların (foreign direct investment) teknoloji transferinde önemli bir etkisi olduğunu öne sürmektedirler. Bu araştırmacılara göre yabancı yatırımlar ile ülkeye yabancı (ve daha gelişmiş) teknoloji transfer edilecek, aynı zamanda yabancı firmaların varlığı yerli üreticileri de daha gelişmiş teknolojileri kullanmaya zorlayacaktır (bu konuda kapsamlı bir yazın taraması için bkz. Blomström and Kokko, 1998). Bu önermeler doğru ise teknolojik gelişme hızı ile yabancı yatırımlar arasında pozitif bir ilişki olmalıdır. DYabancı değişkeni, yabancı firmaların 1987-97 döneminde piyasa paylarındaki ortalama yıllık artış olarak tanımlanmıştır. Yabancı firmaların teknolojik gelişmeye olumlu etkisi var ise, bu değişkenin katsayısı pozitif olacaktır.

Dinamik: Schumpeterci iktisatçılar, “yaratıcı yıkım” sürecinin teknolojik gelişme açısından önemini vurgulamaktadırlar. Bu araştırmacılara göre, yeni teknolojilerin gelişimi bir anlamda bir deneme sürecidir; başarılı olan firma ve teknolojiler varlıklarını sürdürebilir ve piyasa paylarını arttırırken, başarısız olanlar ve yeni teknolojilere uyum sağlayamayanlar varlıklarını sürdüremezler. Bu nedenle dinamik sanayilerde, yüksek oranlarda yeni firmaların kurulduğu ve bu nedenle çok sayıda firmanın da kapanmak/ayrılmak zorunda kaldığı sanayilerde daha hızlı bir teknolojik gelişim sağlanabilir. Bu çalışmada, sanayideki dinamizmi ölçmek üzere, üretim sınırı çalışmasında kullanılan işyeri sayısı/gözlem sayısı oranı kullanılmıştır. Firmaların sürekli olarak var olduğu, firma giriş ve çıkışlarının (entry and exit) olmadığı sanayilerde bu oran düşük olacaktır. (En düşük değer, $0.091=1/11$ olacaktır.) Firma giriş ve çıkışlarının fazla olduğu dinamik sanayilerde ise Dinamik değişkeninin değeri 1’e yaklaşacaktır. Dinamik değişkeninin katsayısının pozitif olması Schumpeterci iktisatçıların önermelerini destekleyecektir.

ARGETR: Buraya kadar tanımlanan değişkenler daha çok sanayi yapısı ve özelliklerine ilişkin değişkenlerdir. Doğal olarak yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve uyarlanmasına ilişkin değişkenlerin de teknolojik gelişme modelinde kullanılması gerekmektedir. Bu konuda en önemli değişkenlerden biri, ülke içinde AR-GE faaliyetlerine ayrılan kaynaklardır. ARGETR değişkeni AR-GE yoğunluğu (AR-GE harcamaları/üretim değeri oranı) olarak tanımlanmıştır. Türkiye’de AR-GE yoğunluğu çok düşük olmakla birlikte (imalat sanayiinde 1991-97 dönemimde yaklaşık %0.2) bu değişken formel araştırma faaliyetlerin teknolojik gelişmeye katkısını saptamak amacıyla modele konulmuştur. Bu değişkenin katsayısı AR-GE’nin toplumsal getirisini göstermektedir (Jones ve Williams, 1997).

ARGEUS: Teknolojik gelişme ile ilgili çalışmalarda, bilgi ve teknolojinin kamusal özelliğinden dolayı kısmen serbest bir şekilde yayılabileceği (spillovers) belirtilmektedir. Bilgi ve teknolojinin bu şekilde yayılması, benzer sınıai ve teknolojik yapıları nedeniyle daha çok gelişmiş ülkelerin kendi aralarında olmakla birlikte, gelişmiş ülkelere gelişmekte olan ülkelere de yayılması olasıdır. ARGEUS değişkeni, ABD imalat sanayilerindeki AR-GE yoğunluğunu ölçmektedir ve gelişmiş ülkelere Türkiye’deki sanayilere teknolojik yayılma düzeyini

¹ Aksi belirtilmedikçe gelişme hızları (logaritmik) trend değeri olarak ölçülmüştür.

yansıttığı varsayılmaktadır. ABD pek çok sanayide teknolojik öncü konumunda olduğu için bu değişkenin aynı zamanda teknolojik fırsatları da yansıttığı düşünülebilir.

Görelüüret: Teknolojik yayılmaya ek olarak, gelişmiş ülke/gelişmekte olan ülke farklılığının da gelişme hızını etkilediği vurgulanmaktadır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülke arasında farklılık büyük olduğu zaman (ekonomik ve teknolojik) gelişme için daha büyük bir potansiyel olduğu düşünülmektedir. Bu hipotezi test etmek amacıyla görelü üretkenlik değişkeni modele konulmuştur.

$$Görelüüret_i = \ln(EMEKÜRET_i^{TR} / EMEKÜRET_i^{ABD})$$

Bu tanımda *EMEKÜRET* 1987-94 dönemi ortalama işgücü üretkenliğini, TR Türkiye'yi, ABD ABD'yi ve *i* sanayiye göstermektedir. Yakalama (catching up) hipotezi doğru ise, görelü teknolojik düzeyi daha kötü olan sanayiler (Görelüüret değeri düşük olan sanayiler) daha yüksek teknolojik gelişme hızına sahip olacaklardır. Yakalama hipotezi, gelişmekte olan ülkenin/sanayinin teknolojik kapasitesini ihmal etmekte, bilgi ve teknolojinin sorunsuz ve kolay bir şekilde transfer edilebildiğini varsaymaktadır. Teknolojik gelişme için Türkiye'deki sanayilerin de teknolojik kapasitesi önemli ise bu hipotezin öngördüğü ilişki geçerli olmayacaktır.

Makyoğ: 1990 Girdi-Çıktı tablosundan hesaplanan bu değişken, bir sanayinin toplam üretim değeri içerisinde elektriksiz ve elektrikli makina (I-O Tablosu Kodu 42 ve 44) girdisinin oranını göstermektedir. Sermaye değişkeninde olduğu gibi, bu değişkenin de içerilmiş teknolojik gelişmenin katkısını yansıtmaması beklenmektedir.

Teknik: Bu değişken işgücü içerisinde teknik eleman (mühendis ve teknik personel) oranı olarak tanımlanmıştır ve işgücü niteliğinin teknolojik gelişmeye etkisini tesbit etmek amacıyla model konulmuştur. Daha nitelikli işgücü istihdam eden sanayilerde teknolojik gelişme hızı daha yüksek ise bu değişkenin katsayısı pozitif olacaktır.

İthalat: Son olarak yabancı firmalarla rekabetin etkisini görmek için ithalat/yurtiçi talep oranı kullanılmıştır. Bu değişken, yabancı ürünlere karşı yurt içindeki rekabetin teknolojik gelişme üzerindeki etkisini görmek için kullanılmaktadır.

Tablo 6.4'de modelde kullanılan değişkenlerin temel istatistiksel bilgileri özetlenmiştir. Bu tabloda görüldüğü gibi 1987-97 döneminde imalat sanayiinde ortalama teknolojik gelişme hızı

görece düşüktür: %1.1. En yüksek teknolojik gelişme hızı %9.7 iken, başka bir sanayide aynı hızda teknolojik gerileme gözlenmektedir. Ortalama işyeri büyüklüğü aynı dönemde yılda %1.8 oranında düşmüştür. Yabancı firmaların piyasa payı ise ortalama yılda %0.5 puan artmıştır.

Türkiye imalat sanayiinde ortalama AR-GE yoğunluğu oldukça düşüktür (sadece %0.2). 1991-97 döneminde ortalama AR-GE yoğunluğunun en yüksek olduğu sanayi %2.5'lik oranı ile radyo, televizyon imalatı (ISIC 3832) sanayiidir. ABD imalat sanayiinde ortalama AR-GE yoğunluğu %2.6'lık düzeyi ile Türkiye'deki radyo, televizyon imalatı sanayiinden daha yüksek bir düzeydedir. ABD'de AR-GE yoğunluğunun en yüksek olduğu sanayii bilgi işlem makineleri (ISIC 3825) sanayiidir.

6.5. İmalat sanayiinde teknolojik gelişmenin kaynakları: Tahmin sonuçları

Türkiye imalat sanayiinde teknolojik gelişmenin kaynaklarını tespit etmeye yönelik tahmin sonuçlarını tartışmadan önce, teknolojik faaliyet değişkenleri ile teknolojik gelişme arasındaki ilişkilere daha yakından bakılması yararlı olacaktır.

Şekil 6.1'de teknolojik gelişme ile AR-GE yoğunluğu arasındaki ilişki görülmektedir. Bu şekilde de açıkça görüldüğü gibi, Türkiye'de AR-GE yoğunluğunun çok düşük olmasına karşın, AR-GE yoğunluğu ile teknolojik gelişme arasında pozitif bir ilişki vardır. (Bu iki değişken arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlıdır.²) AR-GE yoğunluğu yüksek olan sanayilerde teknolojik gelişme hızı da yüksektir. Doğal olarak iki değişken arasında basit bağıntı nedensellik ilişkileri hakkında bir bilgi vermez fakat bulunan bu güçlü ilişki Türkiye gibi gelişmekte olan ve formel AR-GE faaliyetlerine fazla kaynak ayırmayan ülkelerde bile AR-GE'nin önemli olduğunu göstermektedir.

Türkiye imalat sanayilerindeki teknolojik gelişme ile ABD imalat sanayilerindeki AR-GE yoğunluğu arasında da pozitif bir ilişki görülmektedir (Şekil 6.2). Hatta bu ilişki, ulusal AR-GE yoğunluğu ile olan ilişkiden daha güçlüdür. Bu ilişkinin bir nedenini saptamak amacıyla Türkiye ve ABD'deki AR-GE yoğunlukları arasındaki ilişki Şekil 6.3'de gösterilmiştir. Bu şekilde de görüldüğü gibi her iki ülke arasındaki AR-GE yoğunluğu benzer bir yapıya sahiptir: ABD'de AR-GE yoğun olan sanayiler Türkiye'de de, diğer sanayilere oranla, AR-GE yoğun olma

eğilimindedir. Bu durum kısmen sanayilerin teknolojik özellikleri ile açıklanabilir: “yüksek teknoloji” sanayileri her iki ülkede aynı sanayilerdir. Bu ilişki teknolojik gelişme ve AR-GE yoğunluğu arasındaki ilişkiye de ışık tutmaktadır. Teknolojik fırsatları yaygın olan, bilimsel ve teknolojik gelişmeden yararlanan sanayilerde AR-GE yoğunluğu ve teknolojik gelişme hızı yüksek olmaktadır.

Teknolojik yakalama (catch up) hipotezi açısından önemli olan göreceli üretkenlik ile teknolojik gelişme arasındaki ilişki Şekil 6.4’de görülmektedir. Bu hipotezin öngördüğünün tersine, teknolojik gelişme ile göreceli üretkenlik arasında (çok güçlü olmamakla birlikte) pozitif bir ilişki vardır. Bir başka deyişle, Türkiye’de (ABD’ye göre) göreceli teknolojik *düzeyi* daha iyi olan sanayiler daha yüksek teknolojik büyüme *hızına* sahiptir.

İçerilmiş teknolojilerinin önemi, teknolojik gelişme ve makina kullanım yoğunluğu arasındaki (istatistiksel olarak anlamlı) ilişkide açıkça görülmektedir (Şekil 6.5). Makina kullanım yoğunluğu yüksek olan sanayilerin teknolojik büyüme hızı da yüksektir.

Teknik eleman oranı ile teknolojik gelişme hızı arasında da beklenen (ve istatistiksel olarak anlamlı) pozitif ilişki mevcuttur (Şekil 6.6). Özellikle en yüksek teknik eleman oranına sahip olan ve bir aykırı gözlem konumundaki petrol rafinerileri (ISIC 3530) göz önüne alınmadığında, her iki değişken arasındaki ilişkinin çok güçlü olduğu görülmektedir.

Şekil 6.7’de teknolojik gelişme ile ithalat oranı arasındaki ilişki görülmektedir. Bu şekilde de görüldüğü gibi teknolojik gelişme hızının yüksek olduğu sanayilerde ithalat oranı daha yüksektir. Bir başka deyişle Türkiye imalat sanayinin rekabetçi gücü, yüksek gelişme hızını yakaladığı sanayilerde daha düşüktür. Bu ilk bakışta beklenmedik gibi görünen ilişkinin nedeni, AR-GE yoğunlukları arasındaki pozitif bağıntı ile açıklanabilir. Türkiye’nin ithalat oranının yüksek olduğu sektörler genel olarak “yüksek teknoloji” olarak tanımlanan ve AR-GE yoğunluğu yüksek olan sektörlerdir. Nitekim Türkiye’nin ithalat oranı ile ABD’nin AR-GE yoğunluğu arasındaki bağıntı katsayısı çok yüksektir (0.556, $n=76$). Bu nedenle ithalat oranını, yukarıda açıklandığı gibi, rekabetçi baskı yerine, teknolojik farklılıkları yansıtan bir değişken olarak yorumlamak daha doğru olacaktır.

² Aksi belirtilmedikçe “istatistiksel olarak anlamlı” ilişki %5 anlamlılık düzeyinde tanımlanmıştır.

Son olarak Şekil 6.8’de 1987-97 dönemindeki ortalama teknolojik gelişme hızları ile 1995-97 döneminde teknolojik yenilik (ürün ve süreç yeniliği) yapan firmaların oranı arasındaki ilişki görülmektedir. Teknolojik gelişme hızı ve teknolojik yenilik yapan firma oranları, çok farklı yöntemlerle hesaplanmaktadır. Bu iki değişken arasında güçlü bir pozitif ilişki görülmektedir. Bir başka deyişle, teknolojik yenilik yapan firmaların yaygın olduğu sanayilerde, teknolojik gelişme hızı da yüksek olma eğilimindedir. Bu sonuç, teknolojik gelişme hızı tahminlerinin ve teknolojik yenilik anketi verilerinin güvenilirliğini göstermektedir.

Bu alt-bölümde tartışılan teknolojik faaliyetlere ilişkin değişkenler arasında yakın bağıntı olması beklenebilir. Örneğin AR-GE yoğunluğu yüksek olan sanayilerde teknik eleman oranının da yüksek olması gerekir, çünkü bu sanayiler hem AR-GE faaliyetleri için nitelikli personel istihdam etmek zorundadır, hem de AR-GE’nin önemli olduğu sanayilerde üretim sürecinde daha nitelikli personel istihdam edilmesi gerekebilir. Nitekim bu iki değişken arasında beklenildiği gibi anlamlı ve pozitif bir ilişki mevcuttur. Bu nedenle, teknolojik gelişme hızının tahmin edildiği modelde ilk önce sanayi yapısına ilişkin tüm değişkenler (Ürün, Sermaye, DBüyük, CR4, DYabancı ve Dinamik) modele konulmuş, daha sonra teknolojik faaliyetlere ilişkin değişkenler birer birer (ARGETR ile birlikte) modele eklenmiş, son olarak tüm değişkenlerin bulunduğu model tahmin edilmiştir. Tahmin sonuçları Tablo 6.5’de özetlenmiştir.³

Model 1’de sanayi yapısı ve teknolojik özelliklerini içeren değişkenler kullanılmıştır. Bu modelde kullanılan değişkenlerin tamamı istatistiksel olarak (en az %10 düzeyinde) anlamlıdır. Yabancı firmaların piyasa payındaki değişimi ölçen DYabancı değişkeninin katsayısı negatiftir. Bu sonuç yabancı firmaların piyasa payının arttığı sanayilerin teknolojik gelişme hızlarının düşük olduğunu göstermektedir (aynı sonuç diğer modellerde de elde edilmiştir). Bu değişkenin ithalat oranı ile negatif ilişkisinin olduğu göz önüne alındığında, 1987-97 döneminde yabancı sermayenin genel olarak Türkiye’nin rekabetçi gücünün olduğu, teknolojik olarak dinamik *olmayan* sanayilere artan oranda geldiği, bu nedenle teknolojik gelişme sürecine

³ Bu modelde kullanılan bağımlı değişken (teknolojik gelişme hızları) işyeri düzeyin veri kullanılarak tahmin edildiği için farklı sanayiler farklı standard hataya sahiptir. Bu nedenle tüm tahminlerde White varyans matrisi kullanılmıştır. Deri Giyim (ISIC 3221), diğer tekstil (ISIC 3233) ve basım, yayım (ISIC 3421) sanayilerinin değerleri aykırı (outlier) bulunduğu için bu sanayiler tahminlerde kullanılmamıştır.

olumlu bir katkıda bulunmadığı anlaşılmaktadır (yabancı yatırımların etkisi üzerine benzer bir çalışma için bkz. Haddad ve Harrison, 1993).

4-firma yoğunlaşma oranının katsayısı pozitif ve anlamlıdır. Bu değişken, diğer modellerde de pozitif bir katsayıya sahip olmakta, fakat katsayının anlamlılık düzeyi, modele eklenen değişkenlere bağlı olarak, düşmektedir. Bu sonuç, yoğunlaşmış sanayilerde teknolojik gelişmenin daha hızlı olduğu hipotezinini kısmen desteklemektedir. Diğer yanda, DBüyük ve Dinamik değişkenlerinin tahmin edilen katsayıları, yeni Schumpeterci yaklaşımları güçlü bir şekilde desteklemektedir. Ortalama işyeri büyüklüğünün düştüğü ve firma hareketliliğinin yüksek olduğu dinamik sanayilerde teknolojik gelişme daha hızlı olmaktadır.

Ürün çeşitliliğini yansıtan Ürün değişkeni ve sermaye kullanımını yansıtan Sermaye değişkenleri de tüm modellerde anlamlı pozitif katsayılara sahiptir. Bu sonuçlar, ürün farklılığı ve çeşitliliği yüksek olan ve daha yoğun sermaye kullanılan sanayilerde teknolojik gelişmenin daha hızlı olduğunu göstermektedir.

Sanayi yapısı ve teknolojik özellikleri yansıtmak için kullanılan değişkenler (Ürün, Sermaye, DBüyük, CR4, DYabancı ve Dinamik), anlamlılık düzeyleri kısmen değişmekle birlikte, tahmin edilen tüm modellerde aynı yönde etkiye sahiptirler. Bu nedenle bu değişkenlerin etkisinin tahmin edilen modelden bağımsız olduğu söylenebilir.

Model 2'de AR-GE yoğunluğu açıklayıcı değişken olarak kullanılmıştır. Türkiye imalat sanayinde AR-GE harcamalarının üretim değeri içindeki oranının çok düşük olmasına karşın, AR-GE faaliyetlerinin teknolojik gelişme hızına önemli bir etkide bulunduğu görülmektedir. AR-GE yoğunluğu değişkeninin (ARGETR) katsayısı istatistiksel olarak %6 düzeyinde anlamlıdır. AR-GE yoğunluğu üretim değerine oranla tanımlandığı için bu değişkenin katsayısı bir anlamda AR-GE harcamalarının toplumsal getiri oranını göstermektedir. Örneğin, AR-GE yoğunluğu ortalama olarak %0.2 yerine, bir puan artışla, %1.2 olsaydı, 1987-97 döneminde imalat sanayinde teknolojik gelişme hızı ortalama %1.1 değil, %2.4 olacaktı (1.1+1.3). Bir başka deyişle, *Türkiye için tahmin edilen AR-GE harcamalarının toplumsal getirisi yaklaşık %130 düzeyindedir. Bu getiri oranı oldukça yüksek olmakla birlikte, gelişmiş ülkeler için yapılan bazı çalışmalarda bile bu oranda yüksek getiri oranları tahmin edilmiştir (gelişmiş ülkeler için yapılan çalışmalarda bu oran %30-%100 arasında bulunmaktadır.* Genel bir tartışma için bkz. Jones ve Williams, 1997. AR-GE'nin getirisi üzerine yapılan çalışmalar için bkz. Martin ve Salter, 1996 ve OECD, 2000a).

AR-GE faaliyetlerinin toplumsal getiri oranının tahmini çeşitli hata ve eksiklikleri içermektedir (bu hata ve eksikliklerin bir kısmına aşağıda değinilecektir), fakat bu sorunlara karşın elde edilen sonuçların Türkiye’de AR-GE faaliyetlerinin önemini gösterdiğini söylemek yanlış olmayacaktır.

Bilgi ve teknolojinin yayılmasının etkisini görmek amacıyla ABD’deki AR-GE yoğunluğu (ARGEABD) modele eklenmiştir (Model 3). Bu değişkenin modele eklenmesiyle, Türkiye’deki ARGE yoğunluğu değişkeni (ARGETR) etkisini kaybetmektedir. Daha önce açıklandığı gibi bu iki değişken arasında güçlü bir pozitif bağıntı mevcuttur. Bu nedenle, ARGEABD değişkeninin modele eklenmesiyle, çoklu bağıntı sorunu nedeniyle, ARGETR değişkeninin öneminin azalması beklenen bir durumdur. Bu sonuç, kuramsal olarak, yeni teknoloji geliştirmeye yönelik AR-GE faaliyetleri ile, diğer ülke ve firmaların yaptığı AR-GE ve teknolojik yenilik faaliyetlerinden yayılan bilgi ve teknolojiyi özümlemek için yapılan AR-GE faaliyetlerini birbirinden ayırmanın zorluğunu da göstermektedir. Cohen ve Levithan (1989) tarafından geliştirilen “özümleme kapasitesi” (absorbtive capacity) kavramı bu olgunun açıklanmasında önemli bir rol oynayabilir. Cohen ve Levithan firmaların, diğer firmalardan yayılan bilgi ve teknolojiyi rahatlıkla kullanamayacağını, bunun için “özümleme kapasitesi” olarak tanımlanabilen bir teknolojik kapasitenin oluşturulması gerektiğini belirtmektedir. Bu durumda *AR-GE faaliyetlerinin iki amacı olabilmektedir: yeni teknolojiler geliştirmek ve özümleme kapasitesini arttırmak. Bu açıdan bakıldığında, Türkiye’de sürdürülen AR-GE faaliyetlerinin büyük buluşlara yol açan “gerçek” AR-GE olmadığını söylemek geçerli olmayacaktır; bu faaliyetler firmaların özümleme kapasitesini arttırdığı ölçüde teknolojik birikime ve yeniliklere yol açabilecektir.* Türkiye ile teknolojik gelişmede öncü rol oynayan ABD’nin AR-GE yoğunluklarının benzer bir yapıda olmasını bu açıdan değerlendirmek anlamlı olacaktır.⁴

Griffith vd. (2000) OECD ülkelerini kapsayan çalışmalarında, AR-GE’nin yeni teknoloji geliştirmek ve mevcut teknolojileri özümlemek şeklinde tanımlanan “iki yüzünü” incelemişler ve her iki etkenin de önemli olduğunu bulmuşlardır. Griffith vd.’nin bulduğu bir başka önemli sonuca göre, uluslararası teknolojik sınırdan uzakta olan ülkelerde AR-GE faaliyetlerinin

⁴ Jacobs vd. (1999) Hollanda üzerine yaptıkları bir çalışmada benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Jacobs vd.’ye göre, yerel AR-GE faaliyetleri yabancı teknolojilerin özümlemesini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca, toplam faktör verimliliğinin yerel AR-GE’ye olan duyarlılığı daha fazladır. OECD ülkeleri için elde edilen benzer sonuçlar için bkz. Nadiri ve Kim (1996).

toplumsal getirisi daha yüksek olmaktadır. Bu bulgu, Türkiye için tahmin edilen yüksek getiri oranını desteklemektedir. Doğal olarak AR-GE faaliyetlerinin getirisinin yüksek olduğu durumda, bu faaliyetlere ayrılan kaynakların da fazla olması beklenebilirdi. Fakat Griffith vd.'nin de belirttiği gibi yatırım miktarını belirleyen etken, toplumsal getiri değil, özel getiridir. Ayrıca mali piyasaların gelişmemişliği ve uygun kamu politikalarının olmaması da AR-GE faaliyetlerine yeterince kaynak ayrılmamasına yol açabilmektedir. AR-GE faaliyetlerinde toplumsal getirinin yüksek olması, teknoloji politikalarının önemini daha da arttırmaktadır.

Model 4-7'de, ARGEABD değişkeninin yerine, sırasıyla, İthalat, Teknik, Makyöğ ve Görelüret değişkenleri modele eklenmiştir. Dört modelde de, ARGEABD değişkeni kullanıldığı zaman bulunduğu gibi, ARGETR değişkeninin katsayısı istatistiksel olarak anlamsız olmaktadır. ARGETR değişkeninin bu dört değişken ile bağıntı katsayısı pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu nedenle, ARGEABD değişkeninde olduğu gibi, benzer etkileri ölçen değişkenlerin modele eklenmesiyle ARGETR değişkeninin açıklayıcı gücü azaltılmış olmaktadır.

Model 8'de tüm değişkenler kullanılmıştır. Bu durumda, ARGETR değişkeninin katsayısı negatif ve anlamlı olmakta, teknolojik faaliyetlere ilişkin değişkenler arasında sadece Teknik ve Makyöğ değişkenleri'nin katsayıları anlamlı kalmaktadır.

İmalat sanayinde teknolojik gelişmenin kaynaklarını belirlemek amacıyla bulunan tahmin sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, yerel AR-GE faaliyetlerinin teknolojik gelişme için önemli olduğu söylenebilir. Yerel AR-GE faaliyetlerinin toplumsal getirisi oldukça yüksektir, fakat sanayi düzeyinde yapılacak bir çalışmada AR-GE faaliyetlerinin etkilerini, diğer teknolojik faaliyetlerden ayrı olarak tesbit etmek kolay değildir. Örneğin bilgi ve teknolojinin yaygınlaşması (ARGEABD), içerilmiş teknoloji temini (Makyöğ) ve teknik personel yoğunluğu (Teknik) da teknolojik gelişme açısından son derece önemlidir. Ayrıca bu değişkenlerin birbirleriyle de etkileşim halinde olduğu gözden kaçırılmamalıdır.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar Bell ve Pavitt'in (1997: 84) uyarısının Türkiye için de geçerli olduğunu göstermektedir. Bell ve Pavitt, gelişmekte olan ülkelerin gelişmiş ülkelere yeni teknolojiyi, sermaye mallarına içerilmiş teknoloji şeklinde, kolaylıkla temin edebileceğine ilişkin beklentileri "iyimser" bulmakta, mevcut sınai teknolojilerin yayılması için gelişmekte olan ülkelerin teknolojik kapasitelerini arttırmaya yönelik daha aktif bir rol üstlenmeleri

gerektiğini belirtmektedir (benzer bir önerme için bkz. Lall, 1996). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, içerilmiş teknoloji transferinin önemli olmasına karşın, AR-GE gibi aktif teknolojik faaliyetlerin teknolojik gelişim açısından önemli olduğunu göstermektedir.

Tablo 6.1. İmalat sanayiinde teknolojik değişme, teknik etkinlik ve ölçek ekonomileri

Sanayi	Teknolojik gelişme hızı (%)	Ortalama teknik etkinlik (%)	Ölçek ekonomileri
31	Gıda sanayii	-0.019	0.718
32	Tekstil sanayii	0.003	0.738
33	Ağaç ürünleri sanayii	0.010	0.721
34	Kağıt sanayii	-0.009	0.831
35	Kimya sanayii	0.009	0.705
36	Cam ve çimento	0.022	0.601
37	Metal sanayii	0.012	0.656
38	Makina sanayii	0.045	0.722
39	Diğer imalat sanayii	-0.073	0.400
3111	Mezbaha	-0.008	0.799
3112	Süt	-0.014	0.784
3113	Sebze ve meyve	-0.031	0.768
3114	Balık ve deniz ürün.	-0.009	0.482
3115	Yağ	-0.033	0.843
3116	Un	-0.019	0.855
3117	Hamur	-0.029	0.693
3118	Şeker	-0.035	0.575
3119	Şekeleme	0.008	0.771
3121	Diğer gıda	-0.010	0.636
3122	Yem	-0.023	0.907
3131	Alk. içki	-0.030	0.603
3132	Şarap	-0.035	0.724
3133	Bira	0.013	0.675
3134	Alkolsüz içki	-0.010	0.712
3140	Tütün	-0.043	0.654
3211	Elyaf, iplik, dokuma	0.003	0.588
3212	Hazır dokuma	0.007	0.874
3213	Örme	-0.036	0.642
3214	Halı ve kilim	0.053	0.762
3215	İp, sicim	-0.021	0.821
3219	Diğer tekstil	-0.005	0.724
3221	Deri giyim	0.113	0.842
3222	Hazır giyim	-0.046	0.856
3231	Deri işleme	0.056	0.769
3233	Diğer	-0.092	0.834
3240	Ayakkabı	-0.001	0.407
3311	Kereste	0.033	0.700
3312	Kaplama	0.033	0.688

Tablo 6.1. Devam

Sanayi	Teknolojik gelişme hızı (%)	Ortalama teknik etkinlik (%)	Ölçek ekonomileri
3319	Diğer ağaç	0.012	0.711
3320	Mobilya	-0.037	0.784
3411	Kağıt, karton	0.030	0.803
3412	Ambalaj	-0.019	0.862
3419	Diğer	0.044	0.899
3421	Basım, yayın	-0.091	0.759
3511	Ana kimyasal madde	0.044	0.784
3512	Gübre	-0.018	0.761
3513	Sent. reçine	0.023	0.773
3521	Boya	-0.002	0.548
3522	İlaç	-0.011	0.805
3523	Sabun	-0.011	0.372
3529	Diğer	0.033	0.709
3530	Petrol raf.	0.029	0.999
3541	Petrol ve kömür ürün.	0.051	0.724
3543	Madeni yağ	0.036	0.792
3544	LPG dolum	-0.052	0.439
3551	Tekerlek	-0.034	0.592
3559	Lastik ürünleri	-0.016	0.764
3560	Diğer plastik ürün.	0.058	0.813
3610	Çanak, çömlek	0.067	0.466
3620	Cam	0.042	0.572
3691	Kil ürünleri	-0.002	0.693
3692	Çimento	-0.003	0.668
3699	Diğer toprağa dayalı san.	0.003	0.605
3710	Demir çelik	0.013	0.507
3720	Diğer metal	0.011	0.805
3811	El aletleri	0.020	0.750
3812	Metal mobilya	0.024	0.825
3813	Metal yapı mal.	0.074	0.752
3819	Diğer metal eşya	0.035	0.574
3821	İçten yan. motor.	0.071	0.828
3822	Tarım mak.	-0.006	0.828
3823	Takım tezgahları	0.052	0.698
3824	Özel makineler	0.097	0.780
3825	Bilgi işlem mak.	0.082	0.485
3829	Diğer makineler	0.032	0.730
3831	Elek. san. mak.	0.067	0.843
3832	Radyo, televizyon	0.055	0.395

Tablo 6.1. Devam

Sanayi	Teknolojik gelişme hızı (%)	Ortalama teknik etkinlik (%)	Ölçek ekonomileri
3833 Elek. ev alet.	0.048	0.793	1.058
3839 Diğer elektrikli mak.	0.052	0.712	0.885
3841 Deniz taşıtları.	0.063	0.836	1.080
3842 Demiryolu taşıtları	0.070	0.834	0.978
3843 Kara taşıtları	0.015	0.798	1.050
3844 Bisiklet, motorsiklet	-0.021	0.605	0.785
3851 Mesleki aletler	0.066	0.765	0.916
3852 Fotoğraf alet.	0.006	0.640	1.103
3854 Diğer mesleki cihazlar	0.032	0.701	1.025
3901 Kuyumcu.	-0.097	0.399	1.149
3909 Diğer imalat	-0.049	0.400	0.870

Tablo 6.2. İmalat sanayiinde teknolojik gelişmenin yönü

Sanayi	Sanayi sayıları							
	Sermaye		İşgücü		Enerji		Hammadde	
	artan	azalan	artan	azalan	artan	azalan	artan	azalan
31 Gıda sanayii	0	0	3	0	3	1	1	3
32 Tekstil sanayii	1	0	1	0	1	0	0	5
33 Ağaç ürünleri sanayii	1	0	0	0	0	0	0	1
34 Kağıt sanayii	1	0	2	0	0	0	0	3
35 Kimya sanayii	1	0	0	0	1	1	0	4
36 Cam ve çimento	2	0	1	0	0	5	2	0
37 Metal sanayii	2	0	1	0	0	0	0	2
38 Makina sanayii	4	0	4	0	1	1	0	8
39 Diğer imalat sanayii	0	1	1	0	0	0	0	0
Toplam	12	1	13	0	6	8	3	26

Tablo 6.3. Teknik etkinliği belirleyen etkenler

	Sanayi sayısı		
	Olumlu etki	Olumsuz etki	Etki yok
Büyük	22	10	36
Bölge	14	1	41
Adi	0	7	15
Anonim	5	10	33
Vardiya	7	2	32
Fason girdi	9	3	39
Fason üretim	7	8	29
Reklam	14	1	24
Özel	18	2	14
Yabancı	10	1	9
Teknoloji	7	2	18
Ücret	52	1	15
Kadın çalışan	13	7	46
İdari personel	16	6	44
Teknik eleman	10	6	49

Tablo 6.4. Teknolojik değişme modelinde kullanılan değişkenler

Değişken	Tanım	Ortalama	En büyük	En küçük	Std. Sap.
TGH	Teknolojik gelişme hızı	0.011	0.097	-0.097	0.039
Ürün	Ürün çeşitliliği (logaritmik)	3.000	5.497	0.000	0.980
Sermaye	Sermaye esnekliği	0.057	0.280	-0.055	0.049
DBüyük	Ortalama işyeri büyüklüğündeki değişme	-0.018	0.097	-0.104	0.038
CR4	4-firma yoğunlaşma oranı	0.524	1.000	0.069	0.247
DYabancı	Yabancı firmaların piyasa payındaki değişme	0.005	0.047	-0.013	0.011
Dinamik	İşyeri hareketliliği (işyeri sayısı/gözlem sayısı)	0.221	0.524	0.114	0.066
ARGETR	AR-GE yoğunluğu, Türkiye	0.002	0.025	0.000	0.004
ARGEABD	AR-GE yoğunluğu, ABD	0.026	0.159	0.001	0.037
İthalat	İthalat yoğunluğu	0.231	0.933	0.000	0.258
Görelüret	Görelü üretkenlik, Türkiye/ABD	-1.496	-0.365	-2.819	0.522
Teknik	Teknik Personel oranı	0.061	0.200	0.023	0.027
Makyoğ	Makina yatırımı/çıktı oranı (logaritmik)	-5.053	-1.558	-8.321	1.691

Tablo 6.5. Teknolojik değişme hızını belirleyen etkenler

Değişkenler	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7	Model 8
Sabit	-0.102**	-0.094**	-0.080**	-0.089**	-0.108**	-0.048**	-0.069**	-0.052*
	-6.142	-5.335	-4.707	-4.539	-6.324	-2.087	-3.125	-1.860
Ürün	0.015**	0.013**	0.010**	0.012**	0.009**	0.012**	0.010**	0.006*
	4.604	3.495	3.026	2.775	2.598	3.169	2.935	1.694
Sermaye	0.188**	0.186**	0.129**	0.166**	0.235**	0.167**	0.230**	0.229**
	3.212	3.217	1.963	2.558	3.996	2.886	3.748	3.504
DBüyük	-0.235**	-0.226**	-0.304**	-0.227*	-0.221*	-0.221**	-0.274**	-0.300**
	-2.095	-1.956	-3.086	-1.891	-1.901	-2.108	-2.453	-2.988
CR4	0.037**	0.032*	0.018	0.028	0.017	0.028*	0.026	0.003
	2.339	1.907	1.139	1.630	0.960	1.678	1.553	0.197
DYabancı	-0.449*	-0.476*	-0.421*	-0.382	-0.457*	-0.483**	-0.521**	-0.521**
	-1.727	-1.827	-1.794	-1.377	-1.825	-2.062	-2.053	-2.202
Dinamik	0.165**	0.162**	0.149**	0.146**	0.181**	0.153**	0.154**	0.170**
	4.234	4.181	3.867	3.731	5.004	4.101	4.030	4.822
ARGETR		1.277*	-0.971	0.808	0.367	0.016	1.071	-1.405**
		1.825	-1.283	1.365	0.479	0.025	1.439	-2.074
ARGEABD			0.418**					0.112
			3.973					0.918
İthalat				0.022				0.001
				1.230				0.080
Teknik					0.442**			0.437**
					3.385			3.872
Makyoğ						0.007**		0.006**
						3.208		2.348
Görelüret							0.011	0.005
							1.576	0.878
R-kare	0.430	0.443	0.530	0.456	0.505	0.509	0.492	0.632
Düz. R-kare	0.381	0.385	0.474	0.391	0.446	0.451	0.430	0.561
F-istatistiği	8.680**	7.720**	9.431**	7.010**	8.549**	8.696**	7.982**	8.884**
n	76	76	76	76	76	76	75	75

Notlar: İlk satırdaki değerler katsayı değerini, ikinci satırdaki değerler t-istatistiklerini göstermektedir. White heteroskedastik-uyumlu standard hatalar kullanılmıştır.

** %5, * %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir (2-yanlı test).