

İNOVASYONUN MAKROEKONOMİK BELİRLEYİCİLERİ

Arş.Gör.Dr. Selim YILDIRIM
Anadolu Üniversitesi
İİBF İktisat Bölümü
selimy@anadolu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmanın amacı inovasyonun makroekonomik belirleyicilerini araştırmaktır. Bu amaçla 56 ülke için dört yıllık verinin ortalaması alınarak duyarlılık analizi yapılmıştır. Sonuçlar yaparak öğrenmenin, rekabetin, eğitim başarısının ve ekonomik özgürlüklerin inovasyon oranının değişiminde büyük etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *İnovasyon, Belirleyiciler, Duyarlılık Analizi.*

MACROECONOMIC DETERMINANTS OF INNOVATION

ABSTRACT

The aim of this study is to explore the macroeconomic determinants of innovation. In order to accomplish this goal sensitivity analysis is conducted using the mean of four annual observations in 56 countries. The results denote that learning-by-doing, competition, educational performance and economic freedom have a great impact on the change of the innovation rate.

Keywords: *Innovation, Determinants, Sensitivity Analysis.*

1. GİRİŞ

İnovasyon kavramı olarak ekonomik analizlere 20. yüzyılın başlarında dahil olmasına rağmen, bir ekonomiden söz edilebildiği sürece bu ekonomiyi yönlendiren önemli etkenlerden biri olagelmıştır. Schumpeter'in (1961:42) belirttiği gibi inovasyon olmadığında ekonomi bir önceki dönemde üretilenin, bu dönem tüketildiği bir mübadele ekonomisinden başka bir şey olmayacaktır. İnovasyonun ekonomi üzerindeki etkileri özellikle büyüme literatüründe hem teorik (Romer, 1986:1002-1037; Grossman ve Helpman, 1991:43-343; Aghion ve Howitt, 1992:323-351) hem de ampirik olarak (Mansfield, 1972:477-486; Nadiri, 1993:1-45) incelenmiş olsa da inovasyon oranının değişimini etkileyen makroekonomik etmenleri ele alan çalışmalar azdır.

İnovasyonun açıklayıcılarının ampirik olarak belirlenmesi kapsamındaki temel katkılar Furman, Stern ve Porter (2002:899-933) tarafından sağlanmıştır. Çalışmada inovasyonu ölçmek için ulusal inovasyonculuk kapasitesi (national innovative capacity) kavramı geliştirilmiştir. Bu kavram üç temele dayanmaktadır: birincisi inovasyon için gerekli alt yapının gücü, ikincisi ülkedeki endüstriyel kümelenmelerdeki (cluster) genel yapı ve son olarak genel inovasyon alt yapısının belirli kümelenmelerle ilişkisinin gücüdür. Furman, Stern ve Porter (2002:909-930) oluşturdukları bu kavramdan hareketle uluslararası patentler ulus düzeyindeki belirleyicilerinin ampirik incelemesini ortaya koymuşlardır. Uluslararası patentler için üretim fonksiyonunun Ar-Ge işgücü ve harcamaları, fikri sınai mülkiyet hakları, uluslar arası ticarete açıklık ile akademik sektör tarafından yürütülen ve özel sektör tarafından harcamaları karşılanan araştırmanın payı gibi değişkenler tarafından oldukça iyi karakterize edildiğini ortaya koymuşlardır. Patent verimliliğinin her bir ülkenin bilgi stokuna bağlı olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca OECD ülkeleri için inovasyon kapasitesinin gittikçe yakınsadığını gözlemlemişlerdir.

Innovation Policy and Performance: Cross-country Comparison isimli OECD (2005) raporunda Avusturya, Finlandiya, Japonya, Hollanda, İsveç ve Birleşik Krallık için örnek olay incelemesi (case study) sunulmuştur. Bu ülkeler ise çeşitlilik gösteren inovasyon becerileri ve farklı ulusal koşulları nedeni ile seçilmiştir (OECD, 2005:11). Raporun amacı inovasyon kavramını ulusal koşullarda ayırmadan, ele alınan ülkeler için inovasyon performanslarını incelemek ve ülkenin inovasyon politikalarının zayıf ve güçlü yönlerini belirlemek olarak ifade edilmiştir (OECD, 2005: 7). Raporda ele alınan ülkelerin inovasyonu finansmanı, teşviki, innovasyona ayırdığı harcama, beşeri kaynakları, akademik ve endüstriyel bağlantı, girişimcilik düzeyleri incelenmiştir.

Ding (2006:35-50) inovasyon kavramını akademik ve endüstriyel olmak üzere ikiye ayırmış ve her iki grup için de inovasyonun belirleyicilerini incelemiştir. Fikri sınai mülkiyet hakları her iki grup için de önemli iken yüksek (lisans ve lisans üstü) eğitime katılım oranının akademik inovasyon üzerinde önemli etkiye sahip olduğunu gözlemlemiştir. Büyük ekonomilerin daha fazla inovasyon yapacağını ifade eden ölçek etkisinin var olmadığını tespit etmiştir. Ayrıca sınav başarısının ve uluslar arası ticarete açıklık düzeyinin ekonomilerin inovasyon yetenekleri üzerinde etkili olmadığını bulmuştur.

Yukarıdaki çalışmalar ışığında bu çalışmada duyarlılık analizi kullanılarak inovasyon oranının artmasını sağlayan değişkenler incelenmiştir. Bu çerçevede ikinci

bölümde inovasyon ve inovasyonu etkileyen değişkenler açıklanmış ve her bir değişkenin inovasyon ile ilişkisi ele alınmıştır. Üçüncü bölümde ampirik analizde kullanılan veriler detaylı olarak ele alınmıştır. Dördüncü bölümde ise kullanılan yöntem ve analizin sonuçlarına yer verilmiştir. Son bölümde ise bulgular özetlenerek genel sonuç verilmiştir.

2. İNOVASYON VE BELİRLEYİCİLERİ

İnovasyon kavramı ekonomik büyüme ve buna bağlı olarak ulaşım, iletişim ve sağlık gibi yaşam kalitesinin artmasında temel rol üstlenmektedir. Ancak inovasyonun ekonomik araştırmalarda önem kazanması çok yakın bir zamanda, içsel büyüme modelleri ile ortaya çıkmıştır. İnovasyon kavramının geç ele alınmasının en önemli nedeni inovasyonun net biçimde tanımlanamamasından kaynaklanmaktadır. Kline ve Rosenberg (1986:283) inovasyonların homojen olduğunu ve ekonomiye kesin bir tarihte girdiğini düşünmenin yanlış olduğunu belirtmişlerdir. İnovasyonların ekonomi üzerindeki etkileri ve meydana gelme aralıkları aynı değildir. Bu gözlemi ilk olarak ekonomik açıdan inceleyen ve teorilerini bu kavram üzerine oturtan kişi Schumpeter (1911) olmuştur.

Schumpeter (1943:84) inovasyon kavramını çeşitli şekillerde tanımlamıştır, ancak bu tanımların genel içeriği kısaca şöyle maddeler halinde açıklanabilir:

- Yeni bir ürün ya da yeni kalite düzeyinde ürün yaratmak,
- Yeni bir üretim metodu yaratmak,
- Yeni bir piyasa açmak,
- Yeni bir tedarik kaynağı ele geçirmek,
- Yeni bir endüstri düzeni oluşturmak.

Bu günümüzde de benimsenen bir tanımdır. Oslo kılavuzu (OECD, AB-2005:33-34) inovasyonu yeni veya önemli ölçüde değiştirilmiş ürün (mal veya hizmet) veya sürecin; yeni bir pazarlama yönteminin; ya da iş uygulamalarında, işyeri organizasyonunda veya dış ilişkilerde yeni bir organizasyonel yöntemin uygulanması olarak tanımlamaktadır.

Her iki tanımdaki önemli nokta, buluş ve yenilik arasındaki farktır. Buluş TDK (1988:288) tarafından ilk defa yeni bir şey yaratma, bilinen bilgiden yararlanarak daha önce bilinmeyen yeni bir bulguya ulaşma veya yöntem geliştirme şeklinde tanımlanmaktadır. Dolayısıyla buluş sadece ilk iki maddeyi kısmen açıklayabilmektedir. İnovasyon da bilinen bilgileri kullanarak yeni bir şey yaratmayı içerir. Ancak burada iki nokta önemlidir. Birincisi gerçekleştirilen yenilik, ekonomik değer taşımalıdır. İkincisi ise biraz daha teknik ve tanıma dayalı özelliştir. İnovasyon sonucu bilinenlerin bir araya gelerek oluşturduğu ürün parçalarından en az birinin temel özelliklerini/işlevlerini kaybetmemeleridir. Fagerberg (2005:4) ise bu iki kavramdan, buluşu yeni bir ürün veya sürece ilişkin fikrin ilk kez gerçekleşmesi; innovasyonu da bu fikrin ilk kez ticarileşmesi olarak tanımlayarak ayırt etmiştir. Kısaca özetlenirse inovasyon kavramı bilgi, bilim ve teknolojiye dayalı çözümlerin ekonomik bir değere dönüşmesi olarak tanımlanmıştır (Onaral ve İzzetoğlu, 2009:12).

Buluşların inovasyona dönüşmesi için fikrin ekonomik değere dönüşmesi gerekmektedir. Bu ifade ekonomik yapının inovasyon üzerindeki etkisini gösterir. Szostak (2009:163) inovasyonu gerçekleştirenlerin ekonomik durumdan etkilendiğini belirtmiştir. Dolayısıyla ekonominin gelişmişlik düzeyi ve gelir seviyesi inovasyonların gerçekleşmesi üzerinde önemli role sahip olacaktır. İnovasyonların gerçekleşme oranı ele alındığında ise gelirin değişim oranının etkisi söz konusu olmaktadır. Ülkenin genel gelir düzeyindeki değişim ekonomik büyüme oranı olarak tanımlanmaktadır. Bu durumda inovasyonun gerçekleşme oranı için ekonomik büyümenin belirleyici olup olmadığı önem kazanmaktadır.

Daha önce inovasyonun ticari değere sahip olduğu belirtilmiştir. Bu günlük hayatta kullanılabilecek fikirlerin piyasaya sürülmesi anlamına gelir. Günlük hayatta kullanılabilecek ticari değere sahip fikirler ise elbette günlük hayattaki zorluklara getirilen çözümlerdir. İş hayatının bireyin günlük yaşamındaki payı ele alınırsa inovasyonunu yaparak-öğrenme ile ilişkisi ortaya çıkmaktadır. Yapararak-öğrenme kavramı büyüme teorisinde teknolojiyi içsel olarak ele alma çabaları sonucu ortaya çıkmıştır. İlk olarak Arrow'un (1962:155-173) "Yapararak Öğrenmenin Ekonomik Sonuçları" (The Economic Implications of Learning by Doing) makalesi ve Sheshinski'nin (1967:31-52) "Yapararak Öğrenme ile Optimal Birikim" (Optimal Accumulation with Learning by Doing) çalışması ile ortaya konulmuştur. Bu çalışmalarda fikirlerin üretimi, üretim ya da yatırım faaliyetlerinin planlanmamış yan getirileri olarak ortaya çıkar. Burada teknolojik ilerleme pozitif bir dışsallıktır. Bireyler çalıştıkça yaptıkları işin inceliklerini daha iyi kavrarlar. Böylece bireyler verimlilik artırıcı buluşlar yaparlar. Bu buluşlar ise modele göre anında tüm ekonomiye yayılır.

Leoncini (1998:75-76) teknolojik değişimin merkezinde bilimsel ve teknolojik bilginin bulunduğunu ifade etmiştir. Teknolojik değişim inovasyondan ziyade buluşla daha ilişkili bir kavram olsa da inovasyonun gerçekleşmesi için de belli bir bilgi düzeyi gereklidir. Bilgi ise eğitimin sonucudur; dolayısıyla bir ekonominin eğitim düzeyi inovasyonun belirleyicileri arasında merkezi rol oynamaktadır. Ancak burada inovasyonun doğası gereği iki durum ortaya çıkmaktadır. İlki inovasyonun gerçekleşmesi için gerekli bilgi düzeyini sağlayan eğitimidir. İnovasyon tanımında belirtildiği gibi bu kavram buluş ya da yeni bir fikrin ortaya çıkması ile yakından ilişkilidir. İkinci durum ise inovasyonun ticari özellik taşımasından kaynaklanır. Yeni bir fikrin ticarileşmesi bu fikrin bireyler arasında kabul görmesi ve günlük hayatta yer alması anlamına gelir. Dolayısıyla bir buluşun inovasyon olması, buluşun kabul görmesini sağlayacak olan topluluğun genel eğitim düzeyine bağlıdır.

İnovasyon ekonomik rolü nedeniyle organizasyonların hayatta kalma çabalarında önemli rol üstlenmektedir. North'a (2005:22) göre firma ve organizasyonların temel amacı ne kar maksimizasyonu ne de pazar payını arttırmaktır, organizasyonlar hayatta kalmak için mücadele etmektedirler. Bu da rekabete yol açmaktadır, rekabet ise organizasyonları hayatta kalmak için sürekli yeni beceriler ve bilgilere yatırım yapmaya zorlamaktadır (North 2005:22). Dolayısıyla bir ülkenin rekabet gücü inovasyondaki değişimi belirlemede önemli rol oynamaktadır.

Son olarak ise politik ve sivil haklar ile ekonomik özgürlüklerin inovasyondaki değişimleri açıklayıp açıklamadığı incelenmiştir. Bu iki kavramın kapsamları büyük ölçüde örtüşse de Wu ve Davis (1999:40-41) aşağıda belirtilen ayrımı yapmışlardır:

Ekonomik özgürlük serbest piyasa kurumlarının kalitesini belirtir. Ekonomik özgürlüğün temelini özel mülkiyetin korunması, bireysel tercih özgürlüğü ve gönüllü değiş-tokuş oluşturur. Mülkiyet hakkının korunması ve kontratların yerine getirilmesini sağlama üzerine odaklanmış sınırlanmış bir devlet gerektirir. Diğer taraftan politik özgürlük vatandaşların politik sürece katılımını gerektirir. İki temel bileşenden oluşur: politik haklar ve sivil özgürlükler. İki ülkedeki seçim sürecini ifade eder. Seçimler hilesiz ve (partilerin vaat ettikleri politika uygulamaları açısından) anlamlı olmalıdır. Sonuncusu ise basın, ifade ve inanç özgürlüklerini, protesto etme ve örgütlenme haklarını ve diğer hürriyetleri ifade eder.

İnovasyon yeni bir fikrin ticari değere dönüşmesi olduğu için ekonomik durumu etkileyen koşullardan etkilenmesi kaçınılmazdır. Dünya Bankası raporunda (1997:5) belirtildiği gibi kanun ve düzenin korunmadığı, mal güvenliğinin sağlanmadığı, kuralların ve politikaların uygulanmadığı ve istikrarın sağlanmadığı ekonomileri yatırımcılar güvenilir bulmamaktadır ve dolayısıyla büyüme ve yatırım zarar görmektedir. Yine aynı durum inovasyonları gerçekleşmesini de engellemektedir.

3. VERİ

Çalışmada inovasyondaki değişimi açıklamak için ekonomik büyüme, iş gücü, eğitim düzeyi, rekabet, politik-sivil haklar ve ekonomik özgürlük değişkenleri kullanılmıştır. Duyarlılık analizi ile bu değişkenlerin inovasyon oranını etkileyip etkilemediği incelenmiştir. Analizde Tablo 1’de listelenen 56 ülke kullanılmıştır. Her ülke için ekonomik büyüme dışında tüm değişkenlerin 2005’den 2008’e dört yıllık verinin ortalamaları alınmıştır. Ekonomik büyüme için ise 2001’den 2004’e kadar olan dört yılın ortalaması alınmıştır. Böylece önceki dönemki refah artışının cari dönemdeki inovasyon oranı üzerindeki etkisi ele alınmış olmaktadır.

Tablo 1: Analizde Kullanılan Ülkelerin Listesi

A.B.D	Danimarka	İrlanda	Kolombiya	Moldova	Tunus
Almanya	Endonezya	İspanya	Güney Kore	Norveç	Türkiye
Avustralya	Ermenistan	İsrail	Letonya	Peru	Uruguay
Avusturya	Estonya	İsveç	Litvanya	Polonya	Ürdün
Belçika	Fas	İsviçre	Lüksemburg	Portekiz	Yeni Zelanda
Birleşik Krallık	Filipinler	İtalya	Macaristan	Romanya	Yunanistan
Brezilya	Finlandiya	İzlanda	Makedonya	Singapur	
Bulgaristan	Fransa	Japonya	Malezya	Slovenya	
Çek Cumhuriyeti	Hindistan	Kanada	Meksika	Şili	
Çin	Hollanda	Kıbrıs	Mısır	Tayland	

Çalışmada inovasyon oranında değişikliğe neden olan ekonomik belirleyiciler incelenmiştir. Dolayısıyla duyarlılık analizinde ele alınan modellerde bağımlı değişken her bir ülkedeki yerleşik bireylerin aldığı patentlerin sayısının doğal logaritmasıdır. Böylece belirleyicilerin inovasyon oranı üzerindeki etkisinin anlamlı olup olmadığı gözlemlenebilmektedir. Veri yıllık olarak elde edilen 2005-2008 yılları arasındaki dört gözlemin ortalaması alınarak oluşturulmuştur bu dört gözlem ise Dünya Bankası'nın

World Development Indicies (WDI) veri tabanından elde edilmiştir. Değişken analizde “ln.patent” ismi ile kullanılmıştır.

Ekonomik büyümeye ilişkin veri de Dünya Bankası'nın World Development Indicies (WDI) veri tabanından elde edilmiştir. 2000 yılı baz alınarak dolar cinsinden kişi başına GSYİH değişkeni için 2001-2004 yıllarının ortalaması ve sonrada doğal logaritması alınarak elde edilmiştir. Analiz de ise büyümenin inovasyon üzerine etkisi “ln.GSYIH” değişkeninin önündeki katsayı yardımıyla gözlenmektedir.

Bu çalışmada yaparak-öğrenme iş gücüne katılım ile temsil edilmiştir. İş gücü arttıkça yaparak öğrenme sürecine katılan birey sayısı artar. Böylece inovasyonun gerçekleşme oranı da artar. Bu ekonomik belirleyici çalışmada WDI veri tabanından elde edilen iş gücü verilerinin 2005-2008 yıllar arasındaki gözlemlerinin ortalaması ve doğal logaritması alınarak elde edilmiştir. Ampirik analizde ise bu belirleyicinin etkisi ve anlamlılığı “ln.IG” değişkeni yoluyla gözlemlenebilir.

Çalışmada eğitim düzeyi ise üç ayrı değişken yardımıyla ifade edilmiştir. Bu değişkenler genel ilgi düzeyi, temel okuma-yazma becerisine sahip öğrencilerin payı ve en üst başarı düzeyindeki öğrencilerin payıdır. Bu değişkenler The High Cost of Low Educational Performance isimli OECD (2010:41-42) raporundan elde edilmiştir. Hanushek ve Woessmann (2008:608) genel ilgi düzeyinin ya da ampirik analizdeki “algı” değişkeninin okula devam edilen yıllara ve eğitim kalitesine bağlı olduğu gibi aile, yaşlıların etkisi ve çok daha fazlasını içerdiğini belirtmişlerdir. Öğrenciler arasında temel okuma yazma oranı ampirik analizde “temel” ismi ile kullanılmıştır. En üst performansı gösteren öğrencilerin oranı ise analizde “en.üst” değişkeni ile gösterilmiştir.

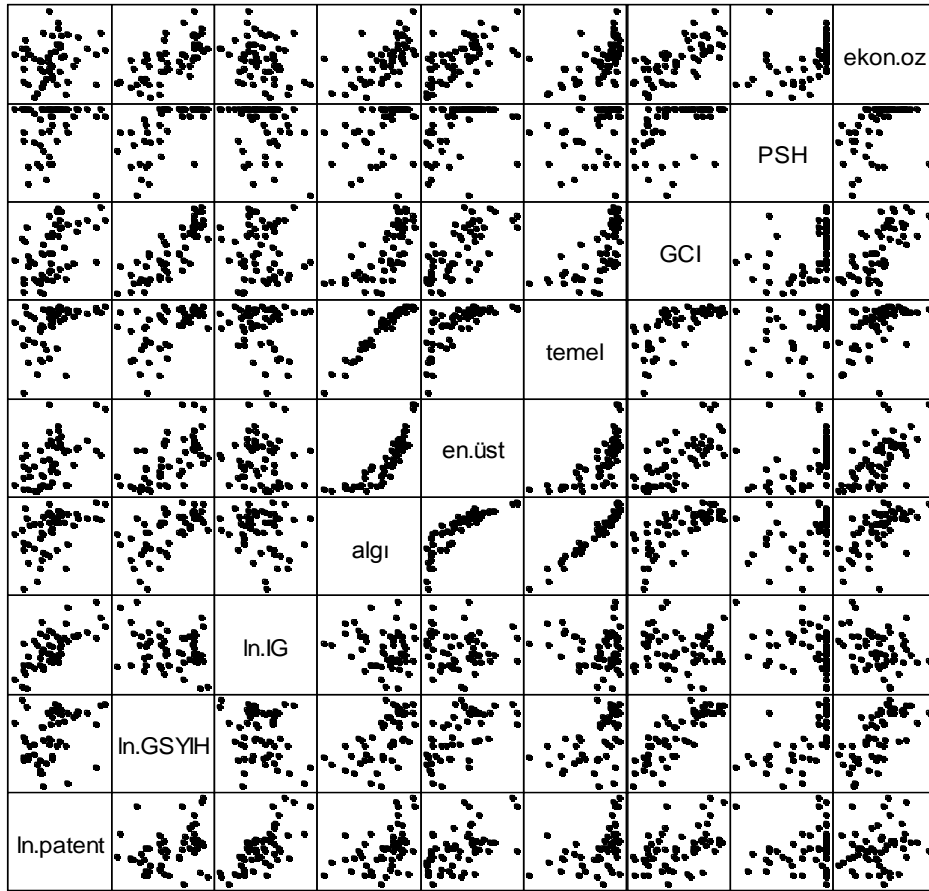
Bu çalışmada rekabet gücü World Economic Forum'un (WEF) küresel rekabet endeksi (Global Competitiveness Index, GCI) kullanılarak ölçülmüştür. GCI rekabet gücü için temel olan (1) kurumlar, (2) altyapı, (3) makroekonomi, (4) sağlık ve ilköğretim, (5) yüksek öğretim ve diğer eğitimler, (6) piyasa etkinliği, (7) teknolojik yeterlilik, (8) ekonomik ilişkilerin sofistikeliği ve (9) inovasyon faktörleri kullanılarak oluşturulmuştur. Bu dokuz faktörden hiçbiri tek başına bir ülkenin rekabet gücünü temsil edemez ancak WEF bu faktörleri GCI altında toplayarak karşılaştırmaya olanak sağlamıştır. Çalışmada da belirleyici “GCI” adı ile modellere dahil edilmiştir.

Ekonomik özgürlükler endeksi Fraser Institute'un veri tabanından alınmıştır. Bu endeks ekonomik özgürlüklere ilişkin özellikleri taşıyan birçok değişken içerir. Bu değişkenler beş temel başlık altında maddelenebilir: (1) kamunun büyüklüğü, (2) mülkiyet hakları, (3) para politikası ve fiyat istikrarı, (4) uluslararası ticaret hakları, (5) işletme, kredi ve emek piyasası düzenlemeleri. Bu kategoriler toplulaştırılarak, 1 ile 10 arasında bir ölçek üzerine yerleştirilerek endeks hazırlanmıştır. Bu endekste 10 ekonomik özgürlüklerin maksimum olduğu düzeyi gösterir, 1 ise en düşük ekonomik özgürlük düzeyini gösterir. Modellerde ise “ekon.oz” ismi ile kullanılmıştır.

Freedom House organizasyonu politik haklar endeksi ve sivil özgürlükler endeksi olmak üzere iki endeks yayımlamaktadır. Bu endeksler aralarında yüksek korelasyon gösterdiği için ortalamaları alınarak yeni (sivil ve politik haklar) endeks tanımlanmıştır. Freedom House'un endeksleri 1 ve 7 arasında bir ölçek üzerindedir. Ayrıca bu endekste 1 en yüksek düzeyi 7 de en düşük düzeyi belirtir. Bu durumda bu iki

endeksten elde edilen yeni endekste bu özellikleri taşır. Fraser Institute'un ve Freedom House'un endekslerinin ölçeklerinin benzerlik göstermemesi yorumda sorun yaratabilir. Bu problem sivil ve politik haklar endeksinin 10'luk ölçeğe taşınması ve derecelendirme 10'dan 1'e doğru azalarak gidecek şekilde dönüştürülerek çözülebilir. Bu sağlamak için sivil ve politik haklar endeksi 8'den çıkarılıp 10/7 ile çarpılmıştır. Elde edilen yeni endeksin etkisi ve anlamlılığı modellerdeki "PSH" değişkeni yoluyla gözlemlenebilir.

Grafik 1: Analizde Kullanılan Değişkenlerin Serpilme Grafiği Matrisi



Bu değişkenlerin tümünün birbirleriyle olan ilişkileri Grafik 1'de görsel olarak sunulmuştur. Serpilme grafiği matrisi ikili değişkenler arasındaki ilişkileri toplu halde sunmaktadır. Grafik 1'deki serpilme grafiği matrisinin ters köşegeninde duyarlılık analizinde kullanılan bağımlı ve bağımsız tüm değişkenlerin isimleri belirtilmiştir. Bu isim kutucukları serpilme grafiğinin eksenlerini belirtir. Serpilme grafiğinin olduğu kutucuk isim kutucuğunun sağında veya solunda ise bu grafik için isim kutucuğundaki değişken bağımlı değişkendir. Eğer serpilme grafiğinin olduğu kutucuk isim kutucuğunun altında veya üstünde ise bu sefer de isim kutucuğundaki değişken

açıklayıcı değişkendir. Son satırda patenti temsil eden $\ln.patent$ değişkeni bağımlı değişkendir ve diğer değişkenler ise açıklayıcı değişken durumundadır. Bu analizde inovasyon oranının değişiminin makroekonomik belirleyicileri araştırıldığı için $\ln.patent$ 'in bağımlı değişken olduğu son satır incelenebilir. Serpilme grafiği matrisinin bu satırında değişkelerin hepsinin teke tek inovasyonla pozitif ilişkisi olduğu görülmektedir. Bu ilişki özellikle $\ln.IG$, $en.üst$, GCI ve $ekon.oz$ değişkeleri için daha belirgindir. Ancak GCI ve $ekon.oz$ 'un açıklayıcı değişken olduğu grafiklerde serpilme diğer iki grafiğe göre daha dağınıktır. Değişkeler arasındaki ilişki asıl olarak dördüncü bölümdeki duyarlılık analizi sonucunda ortaya konulmaktadır. Grafik 1'deki serpilme grafiği matrisi ise sadece bu ilişkinin anlaşılmasında kolaylaştırıcı bir etkiye sahiptir. Dolayısıyla grafikleri karmaşık hale dönüştürmemek ve anlaşılır kılmak için Grafik 1'de değişkenlerin birimleri kutucukların eksenlerinde gösterilmemiştir.

4. METODOLOJİ VE AMPİRİK SONUÇLAR

Analizde kesit veri regresyonu kullanılarak duyarlılık analizi yapılmıştır. Duyarlılık analizinde bağımlı değişkenler sistematik olarak değiştirilerek bu değişimin etkisi incelenir. Bu yöntem doğası gereği bağımlı değişkeni açıklayan değişkenlerin belirlenmesinde oldukça kullanışlıdır. Leamer (1983:31-43) ile Levine ve Renelt (1992:942-963) çoklu regresyonlarda duyarlılık analizinin önemli olduğunu belirtmişlerdir. Kontrol değişkenlerindeki değişim sonucunda regresyonda ele alınan tahminlerin anlamlılıkları, hatta işaretleri değişmektedir (Levine ve Renelt 1992:943-945). Bu tür tahminler diğer açıklayıcı değişkenlerdeki küçük değişimler karşısında daha önceki sonuçların tersi yönde sonuç verebilmektedirler. Bu tahminler kırılmalıdır ve bu tahminlerden yola çıkarak genelleme yapılmasını engellemektedir. Dolayısıyla farklı model spesifikasyonları altında işaret değiştirmeyen ve istatistiksel olarak anlamlı tahminlerin kullanılabilirliği yüksektir. Bu tahminler model spesifikasyonlarına karşı duyarsızdır. Başka deyişle katsayı tahminlerinin modelin belirlenmesine ilişkin değişimlere karşı duyarsız olmaları farklı model spesifikasyonları altında hem anlamlı hem de sağlam (robust) olmaları anlamına gelmektedir. Bu durum göz önüne alınarak ikinci başlıkta bahsedilen değişkenlerin açıklayıcı güçleri farklı modeller altında test edilmiştir. Son olarak da iş gücü değişkeni modele düzey olarak girdiğinde tahminlerin duyarlılıkları incelenmiştir. Bu uygulama içsel büyüme modellerinde, büyük ekonomilerin küçük ekonomilere kıyasla daha fazla inovasyon yaptığını ifade eden ölçek etkisini test etmek için gerçekleştirilmiştir (Ding, 2006:42).

Katsayı tahmininin sağlam olması için; incelenen katsayının kontrol değişkenleri değiştirildiğinde, yani farklı model spesifikasyonları altında anlamlı ve aynı işarete sahip olması gerekir. Tüm değişkenlerin yer aldığı modelde bazı terimlerin istatistiksel olarak anlamlı olmaması bağımsız değişkenlerin inovasyonun belirleyicisi olmadığı gerçeği yerine çoklu doğrusal bağlantı probleminin olduğu şüphesini uyandırabilir. Levine ve Renelt'in (1992:944) belirttiği gibi çoklu doğrusal bağlantı problemi aslında zayıf veri problemini yansıtmaktadır. Eğer bir kesit veri regresyonunda sağlam kısmi korelasyon yoksa ilgili değişkende ülkeler arası farkı açılacak yeterli bağımsız varyasyon yok demektir. Ancak sağlam kısmi korelasyonun varlığı da açıklayıcı değişkenin bağımlı değişkenin belirleyicisi olduğu anlamına gelmeyebilir. Bu analizde ise bağımsız değişkenler birbirlerini eşanlı olarak etkilemedikleri için sağlam bir açıklayıcı değişken inovasyonun belirleyicisi olarak ele alınacaktır (Ding, 2006:42).

Levine ve Renelt (1992:942-963) zayıf veri ve değişen varyans gibi problemler olmadığında bile bağımsız değişkenlerin açıklanan değişkenin belirleyicisi olamayacağını ifade etmişlerdir. Ancak bu çalışmada değişkenler arasında eşanlı bir ilişki gözlenmediği için sağlam bir açıklayıcı değişken inovasyonun belirleyicisi olarak ele alınabilir.

Duyarlılık analizine ait sonuçlar Tablo 2’de sunulmuştur. Analizde 15 model kullanılarak açıklayıcı değişkenlerin inovasyon üzerindeki etkisi incelenmiştir. Daha sonra modellerde açıklayıcı değişkenler sağlam olsa bile modelin kendisinin yanlış oluşturulmuş olabileceği göz önüne alınarak RESET ve Rainbow testi uygulanmıştır. RESET (regression specification error test) Ramsey (1969:350-371) tarafından modele gerekli bir değişkenin dahil edilip edilmediğini test etmek için oluşturulmuştur. Bu testte bağımlı değişkenin uyumlu değerinin (fitted value) karesi ve kübü bağımlı değişken olarak yer aldığı yardımcı regresyon tahmin edilir ve F testi ile anlamlılıkları sınanır. Rainbow testi (Utts, 1982:1801-1815) ise model iyi belirlenmediği halde örneklemin merkezinde veriye uygunmuş gibi görünebileceğini göz önüne almıştır. Dolayısıyla Rainbow testi model merkezdeki verilerin kullanıldığı bir alt örneklem ile tahmin eder. Bu sonuçları F testi kullanarak tüm örneklem kullanılarak tahmin edilen modelle karşılaştırır.

RESET ve Rainbow testine ait sonuçlar ise Tablo 3’de sunulmaktadır. RESET testi ilk üç modelde bir model belirleme hatası olduğunu göstermektedir, Rainbow testi ise tüm modellerin iyi belirlenmiş olduğunu ifade etmektedir. Duyarlılık analizinin amacı model belirlemek değil açıklayıcı değişken üzerinde etkisi olan değişkenleri ortaya çıkarmaktır. İlk üç model ise sadece tüm (ya da çoğu) değişkenlerin bir arada inovasyon üzerine etkisini gözlemek için oluşturulmuştur. Bu durumda önemli olan değişkenlerin sağlamlığının incelendiği diğer modellerde eksik ya da fazla değişkenlerin olmamasıdır. Her iki testte bu güvenceyi vermektedir.

Son olarak modellerde değişen varyans olup olmadığı Breush-Pagan testi ile sınanmıştır. Sabit varyans varsayımının katsayı tahmincilerinin yanlı (biased) ya da tutarsız (inconsistent) olup olmamalarında bir rolü yoktur. Ancak değişen varyans katsayıların varyanslarının yanlı olmasına neden olur ve tahminlerin etkinliğini bozar. Ancak Tablo 4’de sunulan Breush-Pagan testi sonucunda duyarlılık analizinde kullanılan hiçbir modelin değişen varyans problemi taşımadığı gözlemlenmiştir.

Uygulanan testler sonucunda duyarlılık analizinde kullanılan modellerin hiçbirinde değişen varyans ve gerekenden eksik ya da fazla değişken kullanılması gibi problemlerle karşılaşmadığı görülmüştür. Dolayısıyla Tablo 2’deki analiz sonuçlarının inovasyon oranının makroekonomik belirleyicilerinin araştırılmasında kullanılmasının bir sakıncası olmadığı gözlenmiştir. Tablo 2’de ilk üç model daha önce de belirtildiği gibi ele alınan açıklayıcı değişkenler ışığında en geniş model altında bağımlı ve bağımsız değişkenlerinin etkileşiminin gözlemlenmesi için oluşturulmuştur. Her üç model de iş gücünün artışına, önceki dönemdeki büyüme oranına ve en üst başarı düzeyine sahip öğrencilerin payının inovasyon oranı üzerindeki etkisini ön plan çıkarmaktadır. Ancak ilk üç model değişkenler hakkında genel fikir edinmek için oluşturulmuştur. Bu modellerde belirleme hatası olması dolayısıyla bu sonuçlar güvenilir değildir. İnovasyonunu belirleyicilerinin bulunması için diğer modellerin incelenmesi gerekmektedir.

Tablo 2: Duyarlılık Analizi Sonuçları

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7
ln.GSYİH	5.371e-01 * (2.243)	0.54021 * (2.273)	0.43249 * (2.229)	-0.3285 (-0.904)	-0.3049 (-0.631)	-0.3400 (-0.890)	
ln.IG	1.080e+00**** (10.636)	1.05014 *** (12.394)	1.05091 *** (12.452)				0.98153 *** (12.418)
IG	-8.520e-10 (-0.542)						
algı	1.072e-01 (0.064)	0.28249 (0.174)	0.39291 (0.243)			1.4744 * (1.983)	
temel	3.266e+00 (0.912)	2.67135 (0.789)	2.24695 (0.675)	0.8128 (0.403)	1.0008 (0.448)		2.74735 ** (2.708)
en.tist	1.422e+01 * (1.888)	13.84656 * (1.860)	13.77195 * 1.857	24.1952 ** (2.704)	19.0454 * (2.020)		16.54057 *** (3.687)
GCI	-1.720e-01 (-0.338)	-0.16042 (-0.318)	-0.02398 (-0.051)	2.1930 * (2.449)	1.3174 (1.349)	2.6085 ** (2.862)	0.70767 * (1.984)
PSH	-7.916e-02 (-0.905)	-0.06591 (-0.791)			-0.1170 (-0.641)		
ekon.oz	-2.691e-01 (-0.781)	-0.25684 (-0.753)	-0.29121 -0.864	-1.8205 ** (-2.788)		-1.5657 * (-2.308)	-0.27593 (-0.794)
sabit	-1.566e+01 * (-2.653)	-15.82435 ** (-2.705)	-16.00066 *** (-2.747)	10.4160 ** (2.735)	2.3016 (0.876)	2.0831 (0.603)	-13.33473 *** (-4.937)
R2 (adj.)	0.8487	0.851	0.8522	0.3591	0.2654	0.2921	0.8405

Not: İstatistiksel anlamlılık kodları: 0 ****; 0.001 ***; 0.01 **; 0.05 *;

Tablo 2'nin devamı

	Model 8	Model 9	Model 10	Model 11	Model 12	Model 13	Model 14	Model 15
ln.GSYİH								
ln.İG	1.01632 *** (13.447)		1.00540 *** (13.803)					
İG						9.075e-09 *** (4.484)	9.299e-09 *** (4.710)	9.118e-09 *** (4.742)
algı					1.0566 (1.392)	9.145e-01 (1.403)		
temel	2.68737 * (2.615)	0.9276 (0.462)	2.77502 ** (2.746)	0.7929 (0.368)			-8.823e-01 (-0.477)	
en.üst	15.63563 *** (3.576)	23.5665 * (2.646)	15.69742 *** (3.614)	18.1079 . (1.936)			2.091e+01 * (2.644)	1.913e+01 ** (2.764)
GCI	0.51811 (1.651)	1.6851 * (2.421)	0.56055 . (1.846)	0.6836 1.045	1.1761 . (1.846)	1.402e+00 * (2.557)	1.024e+00 . (1.841)	9.344e-01 .
PSH	0.04146 (0.594)							
ekon.oz		-1.9165 ** (-2.980)						
sabit	-15.24495 *** (-8.588)	10.5107 ** (2.765)	-14.99003 *** (-8.758)	1.7787 (0.685)	-3.6383 (-1.429)	-4.388e+00 . (-2.004)	9.784e-01 (0.445)	8.169e-01 (0.379)
R2 (adj.)	0.8396	0.3614	0.8417	0.2646	0.226	0.4311	0.4775	0.4852

Not: İstatistiksel anlamlılık kodları: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 ';

Tablo 3: Model Belirleme Testleri

RESET			
	RESET istatistiği	Serbestlik Dereceleri	p-değeri
Model 1	6.1805	df1 = 2, df2 = 44	0.00431
Model 2	3.7761	df1 = 2, df2 = 45	0.03048
Model 3	4.6118	df1 = 2, df2 = 46	0.01495
Model 4	0.8269	df1 = 2, df2 = 48	0.4435
Model 5	1.8955	df1 = 2, df2 = 48	0.1613
Model 6	0.4704	df1 = 2, df2 = 49	0.6275
Model 7	1.8206	df1 = 2, df2 = 48	0.1729
Model 8	3.0266	df1 = 2, df2 = 48	0.05782
Model 9	1.1079	df1 = 2, df2 = 49	0.3384
Model 10	2.0308	df1 = 2, df2 = 49	0.1421
Model 11	0.5711	df1 = 2, df2 = 50	0.5685
Model 12	1.1871	df1 = 2, df2 = 51	0.3134
Model 13	2.0875	df1 = 2, df2 = 50	0.1347
Model 14	2.1213	df1 = 2, df2 = 49	0.1307
Model 15	2.0686	df1 = 2, df2 = 50	0.1370
Rainbow Testi			
	Rainbow istatistiği	Serbestlik Dereceleri	p-değeri
Model 1	1.7351	df1 = 28, df2 = 18	0.1126
Model 2	1.5355	df1 = 28, df2 = 19	0.1672
Model 3	1.4784	df1 = 28, df2 = 20	0.1845
Model 4	1.0725	df1 = 28, df2 = 22	0.4383
Model 5	0.8018	df1 = 28, df2 = 22	0.7125
Model 6	0.708	df1 = 28, df2 = 23	0.8092
Model 7	0.9671	df1 = 28, df2 = 22	0.5393
Model 8	0.85	df1 = 28, df2 = 22	0.6616
Model 9	1.1414	df1 = 28, df2 = 23	0.3763
Model 10	0.9001	df1 = 28, df2 = 23	0.6084
Model 11	0.9167	df1 = 28, df2 = 24	0.5907
Model 12	0.7437	df1 = 28, df2 = 25	0.777
Model 13	0.5093	df1 = 28, df2 = 24	0.9561
Model 14	0.8381	df1 = 28, df2 = 23	0.675
Model 15	0.8482	df1 = 28, df2 = 24	0.6647

Not: İstatistiksel anlamlılık kodları: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’

Diğer modelleri incelediğinde ise ln.IG ve en.üst değişkenlerinin inovasyonu anlamlı şekilde etkilediği ve katsayıların işaretinin değişmediği gibi katsayıların modeller arasında çok büyük farklılık göstermediği gözlenmiştir. Ancak önceki dönemki büyümenin inovasyon üzerinde sağlam bir etkiye sahip olmadığı da gözlemlenmiştir. Eğitime ilişkin tüm değişkenlerin inovasyonu pozitif şekilde etkilendiği fakat sadece temel ve en.üst değişkenlerinin etkisi istatistiksel olarak anlamlı olarak ortaya çıkmıştır. Algı değişkeninin ise sadece tek başına eğitimi temsil etmez üzere kullanıldığı model 6’da istatistiksel olarak anlamlıdır. Rekabeti temsil eden GCI’de ilk

üç model dışındaki tüm modellerde pozitif katsayıya sahiptir ve birkaç model dışında tüm modellerde istatistiksel anlamlılık göstermiştir. Politik haklar ve sivil özgürlüklerin (PSH) ise hiç bir modelde inovasyon oranının belirleyicisi olmadığı gözlenmiştir. Ekonomik özgürlüklerin (ekon.oz) etkisinin de sadece birkaç modelde istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur. Son üç modelde ise iş gücünün artış oranı değil doğrudan düzeyinin inovasyon oranı üzerinde etkisi incelenmiştir. Bu modelde iş gücü düzeyinin anlamlılığı büyük ekonomilerin inovasyon oranının daha yüksek olup olmadığını göstermektedir. Her üç modelde de IG anlamlı çıksa da modeldeki diğer değişkenler sağlam değildir. Hatta model 14'te temel değişkeni işaret değiştirmiştir. Bu durumda IG değişkeninin diğer açıklayıcı değişkenlerle ilişkisi göz önüne alınarak inovasyonun belirleyici olmadığına kanaat getirilmiştir.

Tablo 4: Değişen Varyans Testi

Breush-Pagan testi			
	BP Test istatistiği	Serbestlik Derecesi	p-değeri
Model 1	11.4062	df = 9	0.2489
Model 2	9.7987	df = 8	0.2794
Model 3	10.8201	df = 7	0.1467
Model 4	4.8212	df = 5	0.4381
Model 5	6.8085	df = 5	0.2353
Model 6	6.094	df = 4	0.1922
Model 7	5.2222	df = 5	0.3894
Model 8	5.5159	df = 5	0.3562
Model 9	4.7812	df = 4	0.3105
Model 10	4.4327	df = 4	0.3506
Model 11	2.4249	df = 3	0.489
Model 12	2.2514	df = 2	0.3244
Model 13	2.8894	df = 3	0.409
Model 14	5.0926	df = 4	0.2779
Model 15	4.5027	df = 3	0.2120

5. SONUÇ

İnovasyon ekonomik büyüme ve gelişme için itici güçtür. Bu çalışmada da bu gücün belirleyicileri incelenmiştir. İnovasyon oranının belirleyicilerini ortaya çıkarmak için ekonomik büyüme, iş gücü, eğitim düzeyi, rekabet, politik-sivil haklar ve ekonomik özgürlük değişkenleri kullanılarak duyarlılık analizi yapılmıştır. Duyarlılık analizi sonucunda ln.IG, temel, en.üst ve GCI değişkenlerinin inovasyon oranı üzerinde sağlam bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

İş gücündeki artış oranı yani ln.IG yaparak öğrenmeyi temsil etmektedir. Modellerde görüldüğü gibi açıklayıcı değişkenler arasında inovasyon üzerinde etkisi en sağlam olanıdır. Bu inovasyon oranında bir artışın en kesin iş üzerinde, yani bireylerin emek sarf ederken ortaya çıktığını göstermektedir. Ancak iş gücü artışının inovasyon oranının değişimi üzerindeki etkisi düşüktür; iş gücünde yüzde bir artış inovasyon oranını yaklaşık olarak yüzde bir arttırmaktadır. Ayrıca devletin doğrudan müdahale edebileceği bir değişken değildir.

Bunun yanı sıra eğitime ait değişkenlerin etkilerinin de genel olarak sağlam olduğu gözlenmektedir. Eğitim çalışmada genel algı düzeyi, temel okuma-yazma becerisine sahip öğrencilerin payı ve en üst başarı düzeyindeki öğrencilerin payı ile temsil edilmiştir. Bu değişkenler arasında genel algı düzeyinin işaretli modeller arasında değişim göstermese de her modelde istatistiki olarak anlamlı değildir. Ancak temel ve en üst değişkenleri hem sağlam hem de anlamlı olarak inovasyon oranının etkilemektedir. Eğitim değişkenleri arasından temel toplumun bir inovasyonu kabul etmesiyle ilişkilidir. En az temel düzeyde eğitime sahip bir birey inovasyonları ve bu inovasyonların getirdiği değişimleri daha çabuk kabullenecektir. Üs düzeyde başarılı öğrencilerin payını gösteren en.üst değişkeni ise bir inovasyonun meydana gelmesi için gereken bilgi düzeyi ile ilişkilidir. en.üst değişkinin değeri henüz ticarileşmemiş olan buluşu gerçekleştirecek ve bu buluşu ticarileştirerek inovasyon haline getirecek toplumsal kapasiteyi ifade eder. Analizden görüldüğü üzere hem bir inovasyonun toplum tarafında kabulünün sağlanması hem de bir fikrin inovasyonun olarak doğması açısından eğitimin rolü büyüktür. Dolayısıyla genel eğitim düzeyi ve yüksek başarı oranı inovasyonunu belirleyicisidir.

Yine duyarlılık analizi sonucunda rekabetin inovasyon üzerinde etkisi olduğu ortaya konulmuştur. Ampirik analizde GCI değişkeni ile gösterilen rekabet ekonomik birimleri yeni fikirler üretmeye ve bu fikirleri ticarileştirmede teşvik edici rol üstlendiği sonucuna götürmektedir.

KAYNAKÇA

- Aghion, Philippe ve Peter Howitt (1992), "A Model of Growth through Creative Destruction," *Econometrica*, Vol. 60 No:2, ss. 323-351.
- Arrow, Kenneth J. (1962), "The Economic Implications of Learning by Doing", *The Review of Economic Studies*, Vol. 29, No. 3, ss. 155-173.
- Ding, Hong (2006), "The Determinants of Innovation: An Empirical Cross-Country Study of 43 Countries for 1998-2002", *Applied Econometrics and International Development*, Vol. 6, No. 1, ss. 35-50.
- Fagerberg, Jan (2005), "Innovation: A Guide to the Literature", *The Oxford Handbook of Innovation*, (Der. Jan Fagerberg, David C. Mowery ve Richard R. Nelson), Oxford University Press, New York, ss. 1-26.
- Furman, Jeffrey L., Michael E. Porter ve Scott Stern (2002), "The Determinants of National Innovative Capacity", *Research Policy*, Vol. 31, ss. 899-933.
- Grossman, G. M. ve E. Helpman (1991), *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT press, Cambridge.
- Hanushek, Eric A. ve Ludger Woessmann (2008), "The Role of Cognitive Skills in Economic Development", *Journal of Economic Literature*, Vol. 46, No. 3, ss. 607-668.
- Kline, S. J ve N. Rosenberg (1986), "An Overview of Innovation", *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*, (Der. R. Landau ve N. Rosenberg), National Academy Press, ss. 275-304.

- Leoncini, Riccardo (1998), "The Nature of Long-Run Technological Change: Innovation, Evolution and Technological Systems", *Research Policy*, Vol. 27, ss. 75-93.
- Leamer, Edward E. (1983), "Let's Take the Con Out of Econometrics", *The American Economic Review*, Vol. 73, No. 1, ss. 31-43.
- Levine, Ross ve David Renelt (1992), "A Sensitivity Analysis Cross-Country Growth Regressions", *The American Economic Review*, Vol. 82, No. 4, ss. 942-963.
- Mansfield, Edwin (1972), "Contribution of R&D to Economic Growth in the United States", *Science*, Vol. 175, No. 4021, ss. 477-486.
- Nadiri, Ishaq M. (1993), "Innovations and Technological Spillovers", *NBER Working Paper*, No. 4423, NBER.
- North, Douglass C. (2005), "Institutions and the Performance of Economies Over Time", *Handbook of New Institutional Economics*, (Der. C. Menard ve M. M. Shirley), Springer, Netherlands, ss. 21-30.
- OECD (AB-2005), *Oslo Kılavuzu: Yenilik Verilerinin Toplanması ve Yorumlanması için İlkeler*, çeviren:TÜBİTAK, OECD Publishing, France.
- OECD (2005), *Innovation Policy and Performance: A Cross-Country Comparison*, OECD Publishing, France.
- OECD (2010), *The High Cost of Low Educational Performance: the Long-Run Economic Impact of Improving PISA outcomes*, OECD Publishing, France.
- Onaral, Banu ve Kurtuluş İzzetoğlu (2009), "Yenileşim Seferberliği ve Küresel Beyin Gücümüz", *Savunma Sanayii Gündemi*, Vol. 3, No. 1, ss. 12-20.
- Ramsey J. B. (1969), "Tests for Specification Error in Classical Linear Least Squares Regression Analysis", *Journal of Royal Statistical Society, Series B*, Vol. 31, ss. 350-371.
- Romer, Paul (1986), "Increasing Returns and Long- Run Growth", *Journal of Political Economy*, Vol. 94, No. 5, ss. 1002-1037.
- Schumpeter, Joseph A. (1911), *Theorie der Wirtschaftlichen Entwicklung. Eine Untersuchung ueber Unternehmergewinn, Kapital, Kredit, Zins und den Konjunkturzyklus*, Dunker und Humbolt, Berlin.
- Schumpeter, Joseph A. (1943) *Capitalism, Socialism and Democracy*, Harper, New York.
- Schumpeter, Joseph A. (1961), *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits Capital Credit, Interest and the Business Cycles*, 2. Baskı, (Çev. Redvers Opie), Harvard University Press, Cambridge.
- Sheshinski, E. (1967), "Optimal Accumulation with Learning by Doing", *Essays on the Theory of Optimal Economic Growth*, (Der. K. Shell), MIT Press, Cambridge, ss. 31-52.

- Szostak, Rick (2009), *The Causes of Economic Growth: Interdisciplinary Perspectives*, Springer, Germany.
- TDK (1988), *Türkçe Sözlük*, Türk Dil Kurumu Yayınları No: 549, Türk Tarih Kurumu Basım Evi, Ankara.
- Utts, J. M. (1982), “The Rainbow Test for Lack of Fit in Regression”, *Communications in Statistics – Theory and Methods*, Vol.11, ss.1801-1815.
- World Bank (1997), *World Development Report 1997*, Oxford University Press, New York.
- Wu, Weibon ve Otto A. Davis (1999), “The Two Freedoms, Economic Growth and Development: An Empirical Study”, *Public Choice*, Vol. 100, No. 1, ss. 39-64.