



T.C.
BAŞBAKANLIK
DEVLET PLANLAMA TEŞKİLATI
MÜSTEŞARLIĞI



DEVLET PLANLAMA TEŞKİLATI

BİLGİ TOPLUMU STRATEJİSİ

**BİT'in Türkiye Ekonomisi Üzerindeki
Makroekonomik Etkileri**

10.Mart.2006

© Bu dokümanın tüm hakları saklıdır.
Ekonomik analiz Dr. Mehmet Yörükoğlu tarafından yapılmıştır.
T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı için hazırlanmıştır.
T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı'nın yazılı izni olmadan dokümanın tamamı
veya bir bölümü herhangi bir amaçla çoğaltılamaz, dağıtılamaz, elektronik ortamlarda kullanılamaz.

1. Giriş

Çağımız koşullarında rekabetçilik düzeyinin artırılması özel sektör oyuncularını olduğu kadar ülkeleri de yakından ilgilendiren bir olgudur. Dünya Ekonomik Forumu, ülkelerin rekabetçiliğini fert başına düşen GSYİH'yi sürdürülebilir bir şekilde artırma kapasitesi olarak tanımlamaktadır. Bu nedenle ülkeler, fertlerine daha yüksek bir yaşam kalitesi sunabilmek ve sürdürülebilir büyümeyi yakalayabilmek için daha fazla katma değer yaratabilme yolunda diğer ülkelerle yarışır hale gelmişlerdir. Uluslararası rekabette maliyetlerin oldukça öne çıktığı günümüzde topluma yüksek gelir seviyesi sağlayarak refahın artırılması hedeflenirken rekabetçiliği de koruyabilmek bir ikilem gibi görünse de aslında bu iki hedefe bir arada ulaşılması imkansız değildir. Bu hedeflere bir arada ulaşma yönündeki en önemli araç ise ülkenin verimlilik seviyesindeki artış olmaktadır.

Verimlilik kavramı temelde belli seviyede bir çıktıyı elde edebilmek için girdilerin daha etkin bir şekilde kullanımını ifade etmektedir. Bir ülkenin tamamı düşünüldüğünde, toplam katma değer yaratılmasında sermaye ve işgücü faktörlerinin ne seviyede oldukları kadar, ne derece etkin kullanıldıkları da önem taşımaktadır. Bu çerçevede, rekabetçiliğin ve sürdürülebilir ekonomik büyümenin en önemli sağlayıcılarından birinin verimlilik artışı olduğu açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Geçmişte de birçok ülkenin ekonomik büyümelerini esas olarak verimlilik artışı yoluyla sağladıkları görülmüştür.¹ Özellikle 1990'lı yılların ikinci yarısında ABD'nin işgücü verimliliğinde görülen artış ekonomiye önemli ivme kazandırmıştır. ABD'de 1990-1995 arasında yıllık ortalama %1.2 olan işgücü verimliliği artışı 1995-2001 yılları arasında ortalama %1.9 seviyelerinde gerçekleşmiştir.

Ekonomik büyüme için bu derece öneme sahip verimliliği artıran faktörlerin belirlenmesi önem taşımaktadır. Geçmişe bakıldığında teknolojik ilerlemelerin verimlilik artışı, dolayısıyla büyüme üzerinde önemli rol oynadığı görülmektedir. Bu etkinin ne gibi aşamalarla ve hangi boyutta kendini gösterdiğini bilmek de teknolojik ilerleme sürecini iyi yönetebilmek açısından gereklidir.

Endüstrileşmeden bu yana belirli bir teknolojik gelişmenin veya ürünlerinin makroekonomik etkileri çoğunlukla ölçülemeyecek kadar küçük olmuştur. Bu

¹ IDABC; e-Government Observatory, *The impact of e-government on competitiveness, growth and jobs, 2005*

gelişmelerin etkisi ancak sektörel ve piyasa seviyesinde gözlemlenebilmiştir. Ancak çok nadiren makroekonomik seviyede bile etkisi hissedilebilecek önemde teknolojik gelişmeler meydana gelmiştir. Bu şekilde büyük etki yaratan teknolojik değişiklikler *Genel Amaçlı Teknolojiler* diye de adlandırılmıştır. Endüstrileşmenin başından 1970'lere kadar iktisat tarihçileri ve makro-ekonomistlerin üzerinde hemfikir oldukları, bu seviyede etki yaratan teknolojik yeniliklere buhar makinesi ve elektrik dinamosu örnek gösterilebilir. Bu iki yeni teknoloji, o zaman için sanayi üretiminde teknolojik devrim denilebilecek değişikliklere yol açmıştır. Buhar makinesi ve elektrikli dinamonun icadından sonra üretim birimlerine yayılması sırasında işgücü verimliliği belirli bir süre beklenen ölçüde artmamakla birlikte, yayılmanın başlangıcından 10-15 yıl sonra çok hızlı verimlilik, üretim, istihdam ve ücret artışları gözlenmiştir. Yayılmanın başlamasından sonra ilk yıllarda olumlu etkilerin gözlemlenememesinin en önemli nedeni bu devrim yaratan teknolojilerin etkin bir şekilde kullanılabilmesinin üretim organizasyonu ve işgücü tarafından öğrenilmesinin ve benimsenmesinin zaman almasıdır.

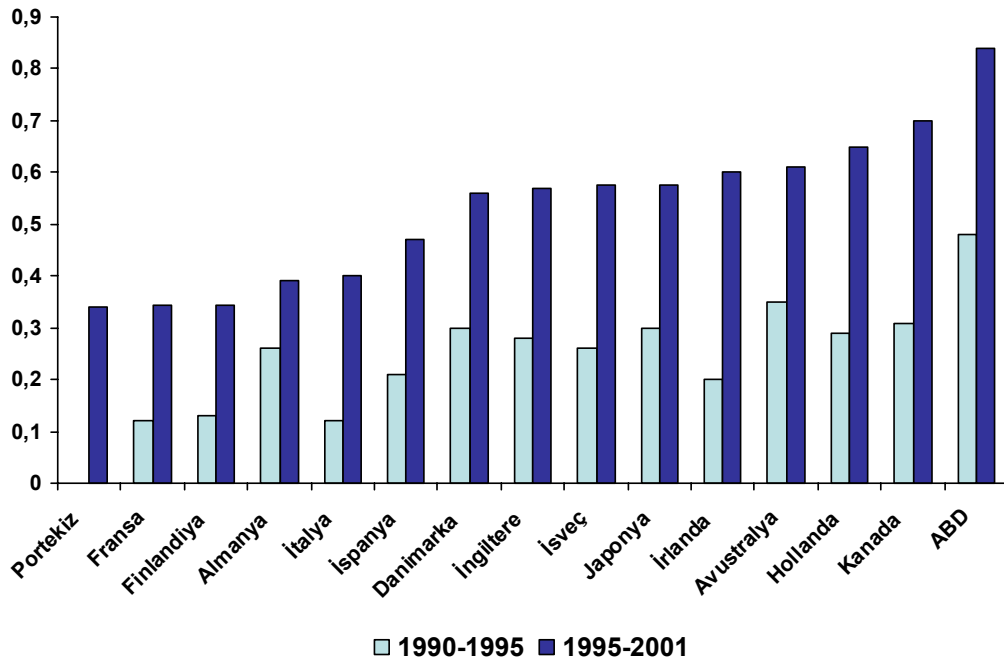
Gelişmiş ülkelerde 1970'lerden bu yana bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) alanındaki yeniliklerin de ekonominin genelinde çok büyük etkileri olmuştur. Bu teknolojilerin çoğunun geliştirildiği ve en hızlı yayılmanın olduğu ABD'de daha önceki genel amaçlı teknolojilere benzer etkiler görülmüştür. Bu etkiler, önceleri yavaş ama yayılmanın başlamasından 10-15 yıl sonra hızlı bir verimlilik ve üretim artışı ile gelir dağılımının nitelikli ve eğitilmiş işgücü lehine değişmesi olarak gösterilebilir. Örneğin 1990'lı yılların ikinci yarısı ele alındığında, BİT'in işgücü verimliliği artışı üzerindeki katkısının ABD için %60 seviyelerinde olduğu tahmin edilmektedir. Bu etki Avrupa Birliği için ise %40 seviyesindedir. Ayrıca, ABD ile AB arasında verimlilik ve kişi başı GSYİH büyümesinde görülen farkın en önemli sebebinin BİT olduğu düşünülmektedir. Öyle ki, 1995-2002 yılları arasında ABD ile AB'nin fert başına GSYİH büyümelerindeki 0.52 puan farkın 0.4 kadarının BİT kullanımından kaynaklandığı ortaya koyulmuştur.² Bu kapsamda, Avrupa Birliği de ekonomik büyüme ve istihdam artışı yönünde ortaya koyduğu politikalarda BİT sektörünün geliştirilmesini ve BİT'in tüm topluma nüfuzunu öncelikli alanlardan biri olarak ele almaktadır.

² *Economist Intelligence Unit, 2004*

BİT'in verimlilik artışına katkısı temelde üç farklı şekilde gerçekleşmektedir :

1. *BİT yatırımlarındaki artış sonucu çalışan başına düşen sermayenin artması ve bunun işgücü verimliliğini yükseltmesi* : BİT yatırımlarının verimlilik ve ekonomik büyüme üzerindeki olumlu etkisi en genel şekliyle çalışılan saat başına düşen BİT sermayesindeki artışla açıklanabilmektedir. Buradaki etki bir anlamda sanayi devrimiyle yaşanan verimlilik artışına benzerlik göstermektedir. Sanayi devrimi sonucu üretimde kullanılan emek – sermaye dengesinin sermaye lehine değişim göstererek verimliliği artırması gibi, yakın geçmişte de ekonominin bütünü için üretimde kullanılan BİT sermayesi yoğunluğu artış göstermiş ve aynı seviyede işgücü kullanılarak daha fazla katma değer yaratılmasını mümkün kılmıştır. Bu da doğrudan ekonomik büyümeyi artırıcı bir etki yaratmıştır. Çeşitli gelişmiş ülkeler üzerinde yapılan araştırmalar, 1990'lı yılların ikinci yarısında BİT sermayesi yatırımlarının kişi başına GSYİH artışı üzerindeki etkisinin yüzde 0,3 ila 0,8 puan arasında gerçekleştiğini ortaya koymaktadır.

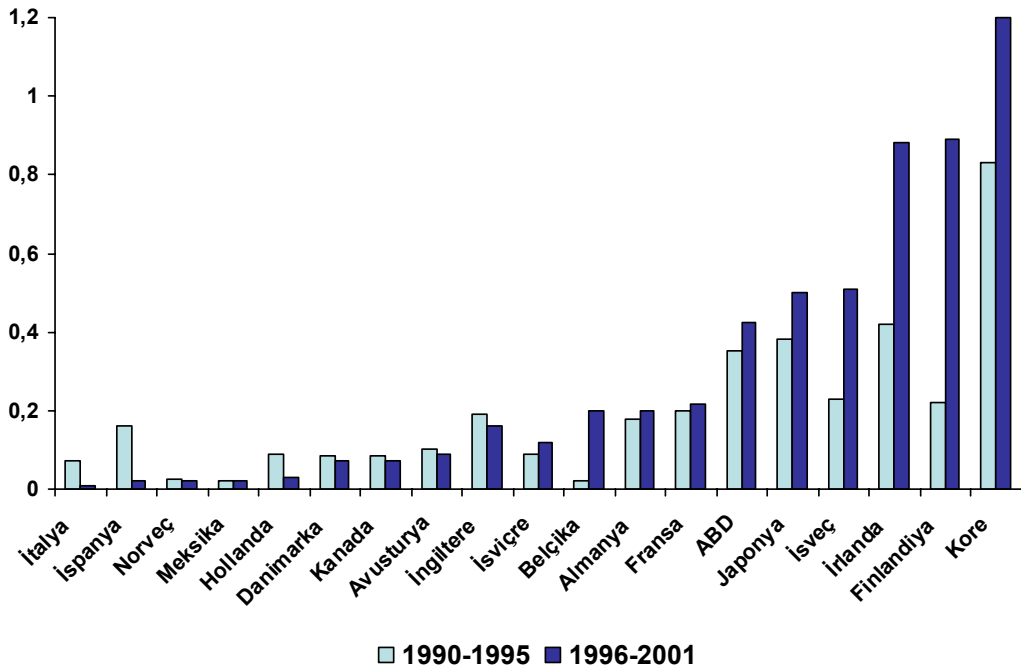
Şekil 1. BİT sermayesi yatırımlarının fert başına GSYİH artışı üzerinde etkisi³



³ OECD : ICT and Economic Growth, 2003

2. *BİT ürün ve hizmetlerinin üretimine yönelik teknolojik ilerlemeler sonucu BİT üreten sektörlerde görülen toplam faktör verimliliği artışı* : BİT'in yayılması sürecinde özellikle BİT üreten sektörlerin çok hızlı bir verimlilik artışı sergiledikleri görülmüştür. Bu etki doğal olarak ekonominin bütünü açısından da verimlilik artışı katkısı sağlamaktadır. OECD ülkelerinin çoğunda BİT üretiminin toplam işgücü verimliliği artışına etkisinin 1990'lı yıllarda yükseldiği görülmüştür. Özellikle yarı-iletkenler gibi BİT ürünlerinde çok hızlı bir teknolojik ilerleme kaydedilmesinin bunda önemli etkisi olmuştur. Çeşitli ülkelerde yapılan araştırmalar 1990'lı yılların ikinci yarısında BİT üretiminin yıllık ortalama işgücü verimliliği artışına katkısının özellikle BİT sektörü güçlü Kore gibi ülkelerde 1 puanın üzerine çıkabildiğini göstermiştir.

Şekil 2. BİT üretiminin yıllık ortalama işgücü verimliliği artışına katkısı⁴

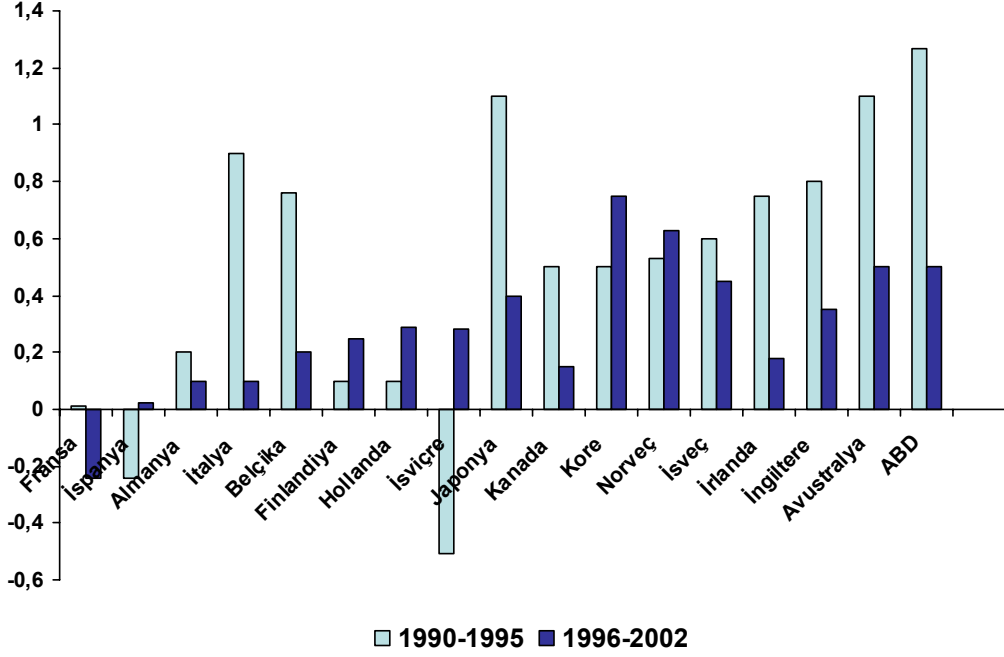


3. *BİT kullanımının tüm sektörlerde yaygınlaşması sonucu görülen toplam faktör verimliliği artışı* : BİT'in verimlilik artışı üzerindeki bir diğer etkisi de ekonominin genelinde diğer sektörlerin de BİT kullanımı sonucu üretim ve hizmet süreçlerinde yaşanan iyileşmelerden kaynaklanmaktadır. Örnek vermek gerekirse, BİT kullanımı işletmelerin müşteri taleplerini daha iyi takip edebilmelerini, envanterlerini daha etkin yönetebilmelerini, üretim süreçlerine hız kazandırabilmelerini sağlayarak verimlilik artışına hız kazandırabilmektedir. Ancak, bu kazanımların elde edilebilmesi sadece

⁴ OECD : *ICT and Economic Growth, 2003*

BİT'e yatırım yapılmasına değil, BİT kullanımının örgütsel değişimler ve insan kaynakları yetkinliklerine yapılacak yatırımlarla desteklenmesine bağlıdır. Bu değişimler ekonominin bütününde daha uzun süreli etkiler yaratabilmektedirler.

Şekil 3. BİT kullanan sektörlerin toplam işgücü verimliliği artışına katkısı⁵



Bu üç temel faktöre ek olarak BİT kullanımındaki artış, yarattığı ağ etkisi ile toplumun bütünü için bir verimlilik artışı sağlayabilmektedir. Bu etki, işlem maliyetlerinde düşüş, yaratıcılık seviyesinde artış gibi çeşitli şekillerde kendini gösterebilmektedir.

Bu ağ etkisinin hayata geçirilmesi BİT'in sadece toplumun belli kesimlerinde değil vatandaşlar, işletmeler, kamu olmak üzere tüm kesimleri tarafından etkin bir şekilde kullanılmasıyla gerçekleşebilmektedir. Bu noktada kamu sektörüne de önemli bir rol düşmektedir. Kamunun vatandaşlara ve işletmelere BİT kullanım motivasyonunu artıracak ve hayatlarını kolaylaştıracak uygulamalar ve düzenlemeler sunması kullanımı tetikleyerek bu ağ etkisini güçlendirme potansiyeline sahiptir.

Kamu hizmetlerinin sunumunda yaşanan iyileşme ve kısalmalar bir çarpan etkisiyle ekonominin bütünü üzerinde bir verimlilik artışı sağlayabilmektedir. Örnek vermek gerekirse, birçok ülkede işletmelerin kamuya karşı mükellefiyet yüklerini yerine getirmeleri oldukça yüksek maliyetler içermektedir. OECD bu maliyetlerin ortalama olarak GSYİH'nin %4'ü seviyesinde olduğunu tahmin etmektedir. Bu yükün BİT'in etkin

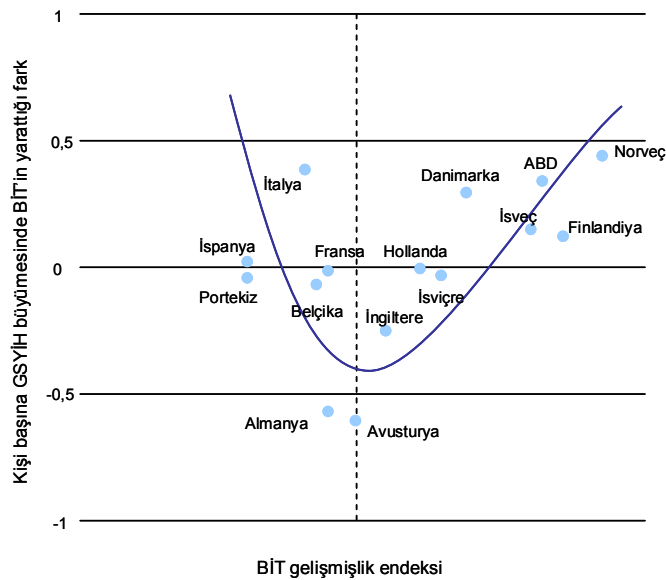
⁵ OECD : ICT and Economic Growth, 2003

kullanımı ile azaltılması, işletmelere ekonomiye daha fazla katma değer sağlama potansiyeli sunacaktır

Kamuda BİT'in etkin kullanımının sadece kullanıcılar için değil kamunun kendisi için de önemli verimlilik kazanımları sağlamaktadır. Süreçlerde kısalma, süreç maliyetlerinde düşüş, kaynakların daha etkin kullanımı gibi getiriler kamunun ekonomi içinde sahip olduğu önemli pay da göz önüne alındığında ülkenin toplam verimlilik artışına doğrudan fayda sağlamaktadır. Bu şekilde sağlanacak faydalar, kaynakların öncelikli alanlara tahsis edilebilmesine olanak sağlamaktadır.

Tüm bu olumlu etkilere karşın, BİT'in ekonomik büyüme ve verimlilik üzerinde gözle görülür derecede olumlu etkilerinin ancak belli bir sınır aşıldıktan sonra ortaya çıktığı da kabul edilen bir gerçektir. Aşağıdaki şekilde de görüleceği üzere, ülkelerin BİT gelişmişlik seviyesi ile BİT'in fert başına GSYİH büyümesi üzerindeki etkisi arasında doğrusal olmayan bir ilişki bulunmaktadır. BİT ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki BİT gelişmişliği yüksek ülkelerde daha belirgindir. Belirli bir gelişmişlik seviyesine ulaşına kadar yapılan BİT yatırımlarından ekonomik büyüme anlamında sağlanan fayda daha düşük olabilmektedir. Ancak BİT gelişmişliğinde bu sınırın aşılmasıyla birlikte hızlı bir verimlilik artışı ve büyüme yakalanabilmektedir.

Şekil 4. BİT gelişmişliği⁶ - BİT'in refah artışına etkisi ilişkisi⁷



⁶ Ülkelerin BİT gelişmişlik seviyesinin belirlenmesinde sabit ve geniş bant hat sayısı, mobil telefon ve bilgisayar sayısı, İnternet kullanıcı sayısı gibi sayısal faktörlerin yanı sıra İnternet kullanım yetkinliği, e-İş gelişmişlik seviyesi, İnternet bağlantı kalitesi gibi sayısal olmayan faktörler de göz önüne alınmıştır.

⁷ Economist Intelligence Unit., 2004

BİT yatırımlarının ilk zamanlarda verimsizmiş gibi görünmesi, BİT'in zaman içinde yaparak öğrenme tarzını ve organizasyonlar için yeniden yapılanmayı gerektirmesinden kaynaklanmaktadır.⁸ Bu açıklamanın bir öngörüsü ilerleyen yıllarda, yaparak-öğrenmenin ve yeniden yapılanmaların tamamlandığı dönemde, BİT yatırımlarının verimlilik etkisinin yüksek çıkacak olmasıdır. Özellikle 1995'den bu yana yapılan çalışmalar BİT yatırımlarının verimliliği ve karlılığı büyük ölçüde arttırdığını göstererek bu öngörüye haklı çıkarmıştır.

Teknolojik devrimlerin yaşandığı dönemlerde eski fiziksel ve insani sermayenin bir kısmı işe yaramaz hale geldiğinden teknolojik ve ekonomik açıdan ileri ülkelerin avantajlarının bir kısmını yitirmesi söz konusudur. Bu dönemde teknolojik ve ekonomik sıralamalar hızlı bir şekilde değişim gösterebilmektedirler. Aynı zamanda bu dönem geriden gelen ülkeler için iyi değerlendirildiği takdirde önlerindeki ülkeleri yakalayıp geçmek için bir fırsattır. Öte yandan, gerideki ülkeler bu dönemi iyi değerlendiremedikleri takdirde hızlı bir şekilde buldukları pozisyondan geriye de itilebilirler. Bunun bir nedeni arkalarından gelen ülkelerin hızlı bir şekilde kendilerini geçmeleri, diğeri de ileri ülkelerin her ne kadar eski teknolojideki avantajlarının bir kısmını yitirseler de yeni teknolojinin geliştirilmesi ve yayılmasında önde olmanın avantajını kullanıp aradaki farkı daha da açabilmeleri ihtimalidir. Özetle, zenginliklerin ve pozisyonların hızlı bir şekilde el değiştirebileceği böyle bir dönemde doğru adımları hızlı olarak atıp etkili politikaları kullanmak her zamankinden daha önemlidir. Bu çerçevede, Türkiye'de BİT alanında yapılacak yatırımların etkisinin ne boyutta olabileceğine yönelik bir çalışma yürütülmesinin faydalı olacağı düşünülerek Türkiye özelinde bir makroekonomik etki çalışması yürütülmüştür.

⁸ *Information Technology Productivity Paradox; Mehmet Yörükoğlu, 1998*

2. Çalışmada İzlenen Yol

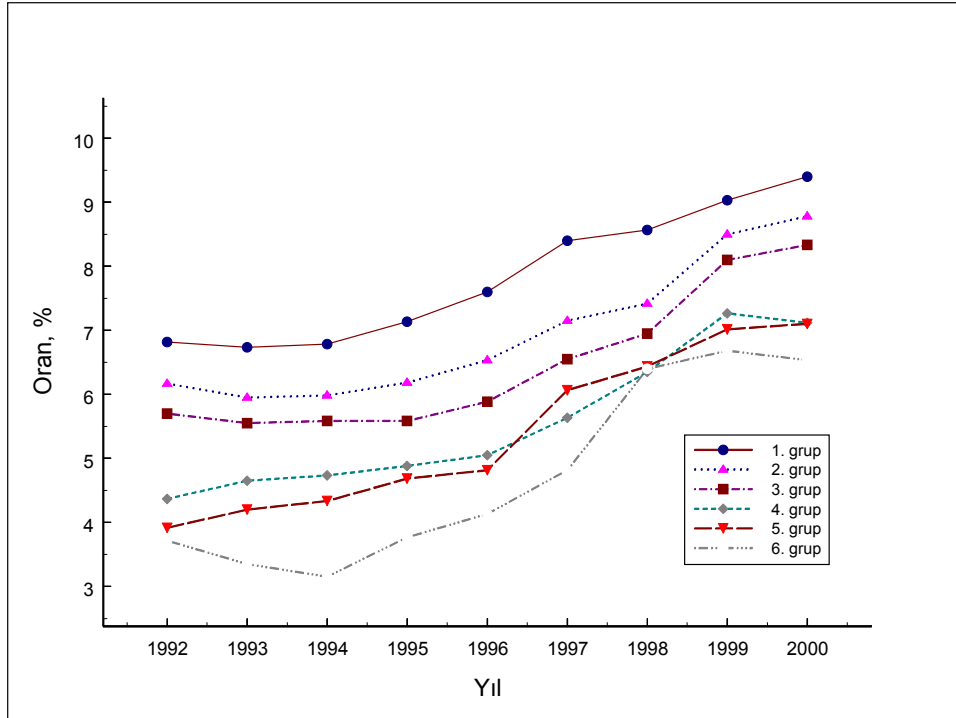
BİT yatırımlarının verimlilik, üretim ve istihdam gibi makroekonomik etkilerini analiz etmenin belli başlı iki yolu bulunmaktadır. Bunlardan ilki, elde güvenilir verilerin mevcut olduğu durumda BİT yatırımlarının etkilerinin ekonometrik bir çalışmayla ölçülmesidir. Dünyada ve özellikle ABD’de ilk olarak bu yol denenmiştir. Ancak, geriye dönüp bakıldığında, bu çalışmaların istenen başarıyı tam anlamıyla gösteremediği görülmüştür. Bunun en önemli nedeni, BİT’in etkin bir şekilde kullanımının büyük ölçüde uzmanlık ve öğrenim süreci gerektirmesidir. BİT ürünlerinin kalitesinin de alışılmışın ötesinde bir şekilde hızlı artması ve bunun belirlenmesinin zor olması, ekonometrik çalışmalarda ciddi yanılgılara sebebiyet vermiştir. Öyle ki, büyük ölçüde yaparak-öğrenme ve uzmanlık birikiminin olduğu ilk yıllarda (ABD’de 1980’ler) ekonometrik çalışmalar BİT’e yapılan yatırımların aslında verimliliği arttırmak şöyle dursun, azalttığını tespit etmiştir. O yıllarda Nobel ödüllü ekonomist Robert Solow’un “*Bilgisayarları verimlilik istatistikleri hariç her yerde görmekteyiz*” sözü meşhur olmuştur.

BİT yatırımlarının makroekonomik etkilerini analiz etmenin ikinci yolu ise, ekonomik teori ve model bazlı bir ölçümün yapılmasıdır. Yeteri derecede güvenilir verinin olmadığı durumlarda ve özellikle BİT yatırımlarında olduğu gibi dinamik etkenlerin rol oynadığı ortamlarda bu yol çok daha sağlıklıdır. Bu yol ayrıca ileriye dönük öngörü yapmak için de çok uygundur. Bu sebeplerden ötürü bu öngörü çalışmasında ekonomik model bazlı bir çalışma tercih edilmiştir.

3. Ekonomik Model

Bir ÷lkedeki BİT yatırımlarının makroekonomik etkisinde en önemli sür÷kleyici ekonomik değişken “BİT yatırım harcamaları/GSMH)” oranıdır. BİT yatırım mallarının ekonomik gelişim üzerine etkisi, aė etkisinden dolayı diğer tüm yatırım mallarına göre daha yüksektir. İncelendiğinde, ÷lkeler arasında bu oranın, zaman içinde yükseldiği ve gelişmiş ÷lkelerde daha az gelişmiş olanlara göre daha yüksek olduğu gör÷lmektedir. Bu uluslararası veya bir ÷lke içinde yeni bir teknolojinin beklenen yayılım (difusion) davranışdır. Elde veri olan 36 ÷lke (Türkiye de mevcut olmak üzere çoğu OECD ÷lkesi) için bu oranın 1992-2001 yılları arasındaki değişimi Şekil 5’de verilmiştir. Gelişmişlik-BİT harcamaları ilişkisinin daha açık gör÷lebilmesi için ÷lkeler, insani kaynak miktarlarına göre 6 gruba ayrılmıştır. Her grupta 6 ÷lke vardır ve gruplar en zengin grup birinci grup olmak üzere zenginlik sırasına göre dizilmiştir.

Şekil 5 – BİT harcamaları / GSMH oranı



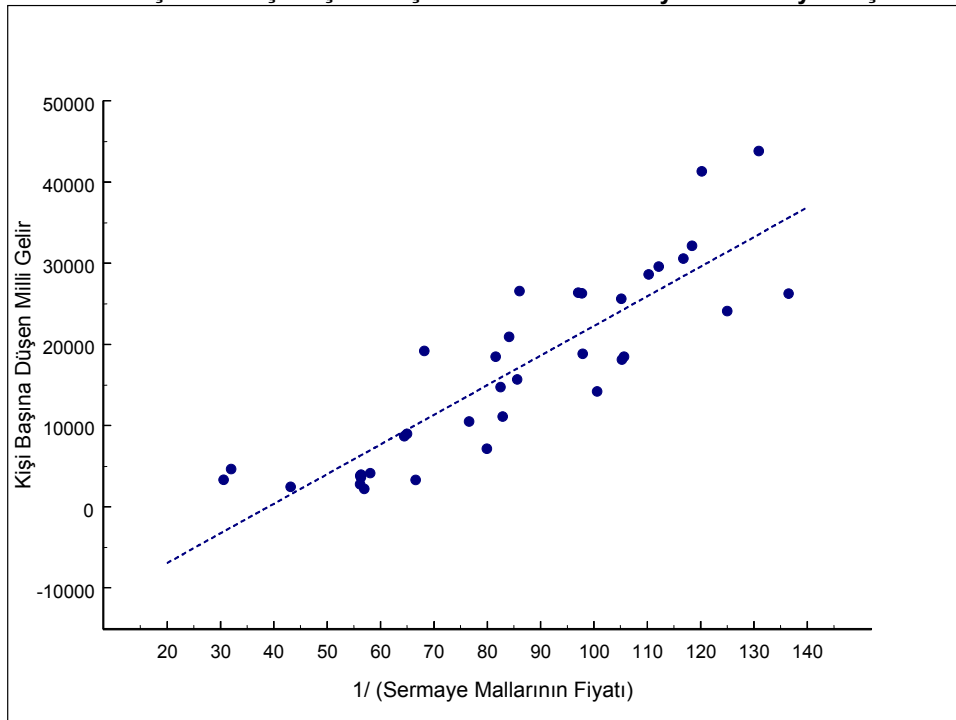
Şekil 5’de üç nokta dikkat çekicidir. Birincisi zengin ÷lkeler BİT’e daha büyük ölçüde yatırım yapmaktadırlar. İkincisi bütün grupların zaman içinde yatırım oranları

artmaktadır. Üçüncüsü ise zengin-fakir farkı zamanla kapanmaktadır. Bu üç nokta da yeni bir teknolojinin ülkelere yayılımının standart ekonomik modeliyle uyumludur.

Kurulacak ekonomik modelin itici mekanizmalarını ortaya çıkarmak açısından ülkeler arasında ve bir ülke için zaman içinde (BİT yatırımları/GSMH) oranını belirleyen etmenleri bulmamız gerekmektedir. Birleşmiş Milletler, Dünya Bankası ve IMF'nin sunduğu veritabanlarında yaptığımız araştırmada, ülkeler arasında (BİT yatırımları/GSMH) oranını en iyi açıklayan değişkenlerin *United Nations Development Program*'ın oluşturduğu *human development index*, ve *Penn World Table*'da sunulan ülkeler arasında yatırım mallarının göreceli fiyatı olarak ortaya çıkmıştır. Human development index, ülkelerin ortalama eğitim seviyeleri, sağlık şartları, ARGE yatırımı gibi göstergelerden Birleşmiş Milletler tarafından oluşturulmuş bir indekstir. Bu iki değişken ve bazı ülke kukla (dummy) değişkenleri verilerdeki varyasyonun yüzde elliye yakın bir kısmını açıklamaktadır. Sadece human development index bu varyasyonun yüzde yirmi beş kadarını açıklamaktadır. Bunlar ciddi ölçüde yüksek oranlardır. Human development indeksi yüksek olan ülkeler BİT'e daha yoğun yatırım yapmaktadırlar.

Bir ülkenin gelişmişliği ve o ülkedeki sermaye mallarının göreceli fiyatı çok yakından ilişkilidir. Şekil 6'da çoğu OECD üyesi olan 36 ülke arasında 2001 yılı için sermaye mallarının göreceli fiyatı ve kişi başına düşen GSMH miktarının ilişkisi görülmektedir.

Şekil 6. Kişi Başına Düşen Milli Gelir - Sermaye Malları Fiyatı İlişkisi



Sermaye mallarının (makine, üretim ekipmanı, BİT sermayesi) tüketim mallarına göre göreceli fiyatı ülkeler arasında kişi başına düşen milli gelirle çok yakından ilgili gözükmektedir. Nispeten fakir ülkelerde sermaye malları tüketim mallarına göre daha pahalıdır. Bu durum, gelişmiş ülkelerle aralarındaki verimlilik farkının bir kat daha artmasına neden olmaktadır. Bunun en önemli sebepleri, fakir ve gelişmemiş ülkelerde devletin sermaye mallarına uyguladığı yüksek vergiler, insani kaynakların bu ülkelerde daha kıt olması ve piyasaların rekabet şartlarından, devlet eliyle veya tekeller aracılığıyla uzaklaştırılmasıdır. Gelişme yolunda atılması gereken ilk adımlardan biri bu yüksek sermaye fiyatı engelini teşvikler ve yasal düzenlemeler ile aşılmasıdır.

4. GSMH Üzerine Etkiler

BİT'in önümüzdeki yıllarda Türkiye ekonomisi üzerine öngörülen etkilerini araştırmak için Türkiye ekonomisini temsil edebilecek dinamik bir denge modeli geliştirilmiştir. Bu modelde bir ülkede BİT yatırım yoğunluğunu en iyi açıklayan yukarıda bahsedilen iki faktör, yani ortalama insani sermaye miktarı ve yatırım mallarının göreceli fiyatının zaman içinde değişimi lokomotif görevi görmektedir. Ekonomik model, yeni bir *genel amaçlı teknolojinin* zaman içinde bir ekonomiye difüzyonunu ve bu difüzyonun makroekonomik etkilerini incelemeye yarayacak bir modeldir.

Ekonomik model en basit şekliyle şu şekilde açıklanabilir: Uluslararası sermaye piyasalarıyla ilişkisi olan (borç alıp, borç veren) açık bir ekonomide düşünüldüğünde bu ülke büyük ölçüde global sermaye piyasasında oluşan reel faize tabi olacaktır. Mümkün olduğu ölçüde basitliği korumak için ekonominin tek bir sektörden oluştuğu ve bu ülkede aynı üretim teknolojisini kullanan çok sayıda üretim yapan firma olduğu varsayılmıştır⁹. Aynı teknolojiyle üretim yapan çok sayıda firmanın varlığı, mallar ve üretim faktörleri piyasalarının rekabet şartları altında işleyeceğini garanti edecektir. Genel olarak bir ekonomide çok sayıda firma olduğu takdirde makroekonomik denge firma sayısı ve bunların büyüklük dağılımı fonksiyonlarından etkilenecektir. Bu yüzden, zaman içinde tek tek bu firmaların ve büyüklük dağılımı fonksiyonlarının takip edilmesi gerekecektir. Ancak üretim teknolojisi seviyeye-sabit-getirili (constant returns to scale) bir üretim teknolojisi ise makroekonomik denge ve rakamlar firma sayısı ve büyüklük dağılımı fonksiyonundan bağımsız olacaktır. Birçok ülkede yapılan ampirik çalışmalar, makro düzeyde üretim fonksiyonlarının sabit getiriye çok yakın olduğunu göstermektedir. Bu yüzden bu çalışmada da sabit getirili bir üretim teknolojisi varsayılmaktadır.

Üretimde üç girdi kullanılmaktadır. Birincisi, her türlü fiziksel sermaye K (makineler, tesisler gibi), ikincisi *ekonomik* aktivite için gerekli olan her türlü *bilgi* I , üçüncüsü ise işgücü N 'dir.

⁹ *Birden fazla sektörle modellenseydi, model çıktılarının öngörülmesi sadece ikincil derecede etkilenecekti.*

$$F = A \left(\frac{K}{q_k} \right)^{\alpha^1} I^{\alpha^2} N^{1-\alpha^1-\alpha^2}$$

BİT büyük ölçüde bilgi ve veri üretimini kolaylaştırdığı için, modeldeki üretim teknolojisinde bilgi girdisi açık olarak ele alınmıştır ve merkezi bir rol üstlenecektir. Yukarıda A sabit bir teknoloji parametresi ve q_k da sermaye mallarının tüketim malları cinsinden fiyatıdır. Bu fiyat düştükçe aynı miktar tüketim maliyetiyle daha fazla sermaye maliyetini satın alınabilecektir.

BİT'deki teknolojik gelişmelerle, BİT'in difüzyonunu çalışmak için, zaman içinde, üretim için gerekli olan bilginin üretim şeklini de açık bir şekilde ele almak gerekmektedir. Üretim için gerekli olan bilgi girdisi *konvensiyonel* ve *BİT-kullanarak* olmak üzere iki ayrı şekilde sağlanabilir. BİT öncesi zamanlarda sadece konvensiyonel methodla bilgi üretimi yapılıyordu. Zaman içinde BİT sermayesinin fiyatı düştükçe, bilgi üretiminde daha fazla BİT kullanmak optimal olmaya başlayacaktır.

$$I = \left[\left[(HN_c)^\gamma \left(\frac{K_c}{q_c} \right)^{1-\gamma} \right]^\phi + \left[(HN_I)^\sigma \left(\frac{K_I}{q_I} \right)^{1-\sigma} \right]^\phi \right]^{\frac{1}{\phi}}$$

Yukarıdaki eşitlik bilgi çıktısının geleneksel yöntemle ve BİT ile üretimini göstermektedir. Bu eşitliğin ikinci bileşeni, bilginin BİT ile üretimini ifade etmekte olup, farklı senaryolar altında firmaların karlarını maksimize etmek doğrultusunda verdikleri üretim kararlarıyla oluşan makroekonomik değişimler incelenmiştir. Böylece, BİT'in ekonomik büyüme üzerindeki marjinal etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

Ekonomideki firmalar, herhangi bir piyasada fiyatları etkilemeyecek kadar küçük oldukları için, fiyatları sabit olarak alıp karlarını maksimize eden üretim, yatırım ve girdi miktarlarını belirlemektedirler. Piyasalardaki fiyatlar arz-talep dengesini sağlayacak şekilde oluşmaktadır.

Modelin parametreleri mümkün olduğu ölçüde Türkiye ekonomisine uygun bir şekilde kalibre edilmiştir. Bir parametrenin Türkiye ekonomisi için karşılığını belirlemenin

mümkün olmadığı durumlarda başka ülkeler için kullanılan ortalama parametre değerleri kullanılmıştır. İyimser, orta ve kötümser olmak üzere üç ayrı senaryo çerçevesinde Türkiye ekonomisinin kurgu modelinin simülasyonu yapılmıştır. Bu simülasyonlarda BİT yatırım yoğunluğunu büyük ölçüde belirlediği görülmüş olan insani sermayenin miktarı ve büyüme hızı, BİT'i etkin bir şekilde kullanabilecek iş gücü miktarının artış hızı ve Türkiye'de yatırım mallarının (BİT sermayesi de bunun bir parçası) göreceli fiyatı önümüzdeki yıllar için iyimser, orta ve karamsar olmak üzere üç ayrı senaryo çerçevesinde belirlenmiştir. Bu senaryolar çerçevesinde ekonomik modelin simülasyonu yapılmıştır. Bütün senaryolarda BİT yatırımları haricinde Türkiye'nin genel makroekonomik altyapısı stabil olarak varsayılmıştır. Makroekonominin stabilizesinin BİT senaryolarından ayrı tutulması gerekmektedir ve her halükarda makroekonomik stabilite konusunda iyimserlik korunmaktadır. Senaryolarda varsayılanlar aşağıda özetlenmektedir.

İyimser Senaryo: Önümüzdeki otuz yılda, insani sermayenin büyüme hızı yılda ortalama yüzde 3, BİT'i etkin bir şekilde kullanabilecek iş gücünün miktarının artış hızı yılda yüzde 4 ve yatırım mallarının göreceli fiyat düşüşü her yıl %3 olacaktır. Bu senaryonun gerçekleşmesi için BİT konusunda aktif devlet politikalarına ihtiyaç vardır.

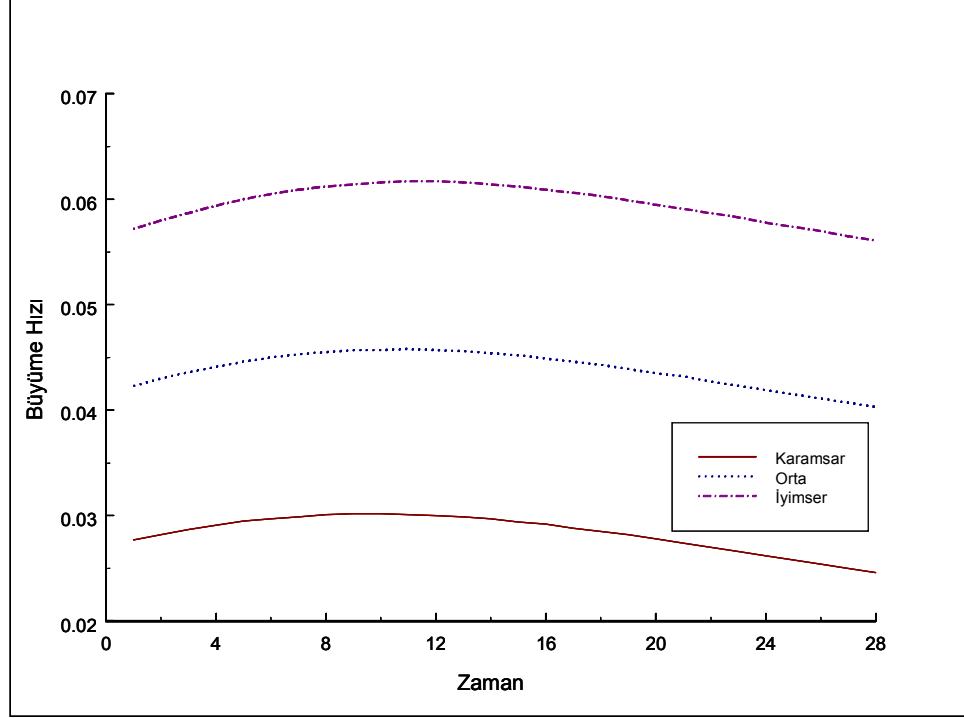
Orta Senaryo: Önümüzdeki otuz yılda insani sermayenin büyüme hızı yılda yüzde 2, BİT'i etkin bir şekilde kullanabilecek iş gücünün miktarının artış hızı yüzde 2, ve yatırım mallarının göreceli fiyatının düşüşü her yıl %1 olacaktır. Bu senaryonun gerçekleşmesi için aktif devlet politikalarına ihtiyaç olmayabilir.

Karamsar Senaryo: Önümüzdeki otuz yılda insani sermayenin büyüme hızı yüzde 1 ve BİT'i etkin bir şekilde kullanabilecek iş gücünün miktarının artış hızı yüzde 0 olacaktır. Yatırım mallarının göreceli fiyatı da azalmayacaktır.

Bu üç senaryo çerçevesinde ekonomik modelin önümüzdeki otuz yılda Türkiye için öngördüğü değişim aşağıdaki şekillerde sunulmaktadır. Şekil 7'de Türkiye'nin GSMH büyüme hızı çizilmiştir. İyimser senaryo altında ekonomimiz önümüzdeki oniki yıl içinde %6'nin üzerinde artan bir hızla büyüyecektir. Daha sonraki yıllarda büyüme hızı yavaş bir şekilde bir miktar düşecektir. Kötümser senaryo altında Türkiye'nin ortalama büyüme hızı %2.8'lerde seyredecektir. Bu Türkiye gibi gelecek için hızlı büyüme potansiyeline sahip bir ülke için oldukça kötü bir sonuçtur. İyimser ve kötümser senaryolar arasındaki

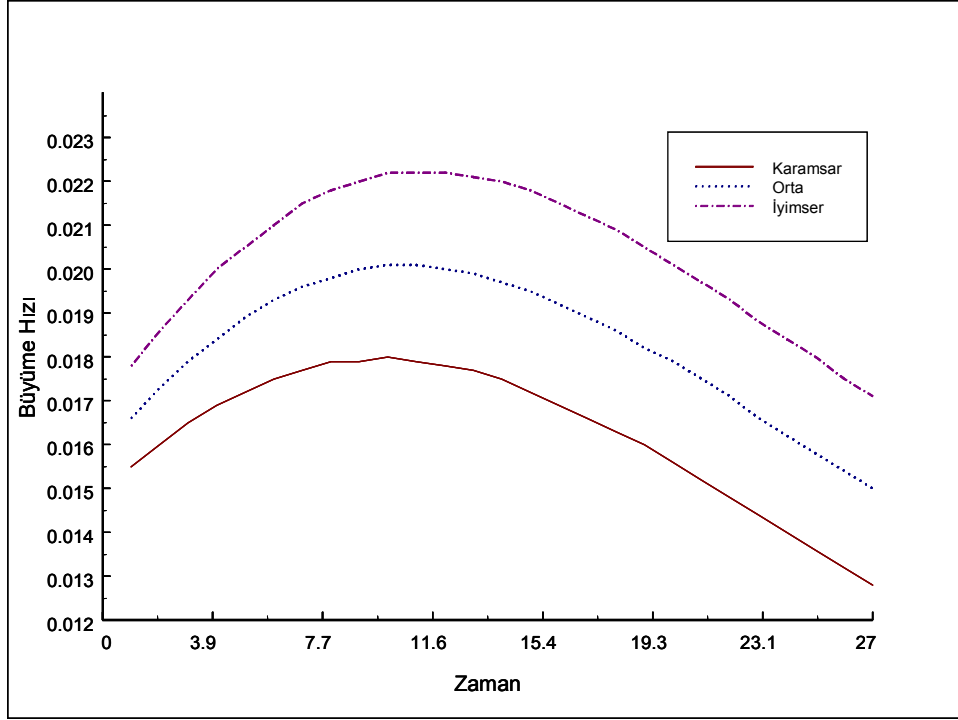
fark tamamen BİT yatırımları ve değişimi ile ilgilidir. Görmekteyiz ki sadece BİT politikaları başarısı önümüzdeki 30 yıl için en az yıllık %2-3'lük bir büyüme farkı meydana getiriyor ki bu uzun vadede çok önemli bir fark yaratacaktır.

Şekil 7. GSMH Büyüme Hızı



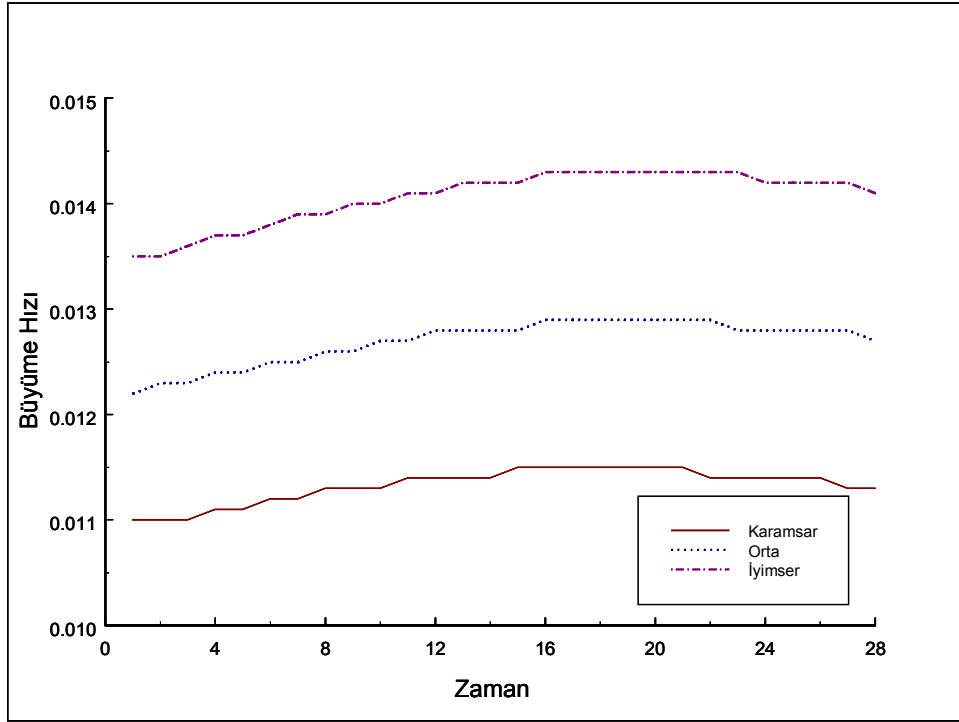
Şekil 8'de BİT yatırımlarının GSMH büyüme hızına katkısı görülmektedir. İyimser senaryoda önümüzdeki 12 yıl içinde %2.3'lere yaklaşan bir fark söz konusudur. Kötümser senaryoda bile BİT yatırımlarının ekonomik büyümeye ciddi bir katkısı olmakla birlikte bu katkı iyimser senaryodaki katkının oldukça altındadır. Burada şunu göz ardı etmemek gerekir. Daha çok gelişmiş ülkeler için yapılmış ekonometrik çalışmalar, BİT'in ekonomik büyümeye olan katkısını daha aşağılarda bulmaktadır. Buradaki modelin öngörülleri çok daha büyük bir katkıyı gösteriyor. Bunun iki sebebi vardır. Birincisi, bu statik ekonometrik çalışmalar BİT yatırımlarının dinamik faydalarını büyük ölçüde yakalayamamaktadır. İkincisi ise geriden gelen bir ülke olarak Türkiye, teknolojinin sınır noktasındaki ülkelere göre yakalama etkisi dolayısı ile geçici büyüme potansiyeline sahiptir.

Şekil 8. GSMH Büyüme Hızına BİT'in Katkısı

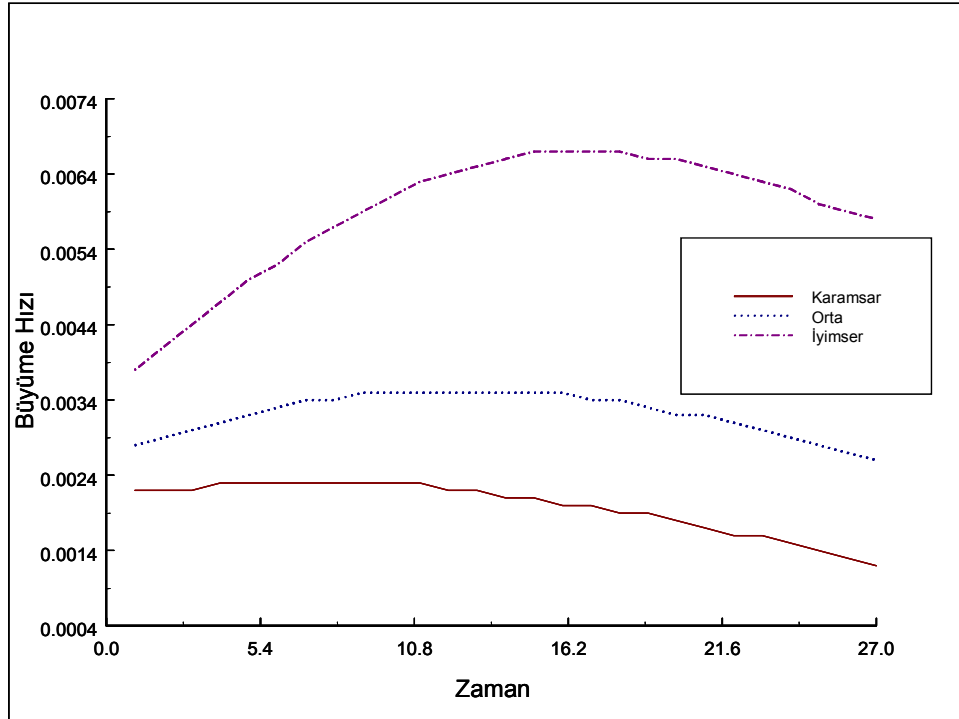


Şekil 9'da BİT yatırımlarının Türkiye'nin önemli problemlerinden biri olan istihdamın büyümesine olan etkileri görülmektedir. İyi senaryo altında önümüzdeki 16 yıl içinde artan ve % 1.4'lere yaklaşan bir istihdam büyüme hızı görülmektedir. Bu, Türkiye'nin orta ve uzun vadeli istihdam problemini çözebilecek bir artış hızıdır. Ancak bunu başarmak için bu senaryoda varsayıldığı gibi insani sermaye ve BİT'i etkin bir şekilde kullanabilecek işgücünün artış hızının yakalanması gerekmektedir. Kötümser senaryo altında orta ve uzun vadede Türkiye ciddi bir istihdam sorunu ile karşı karşıya kalabilecektir. Şekil 10'da BİT'in istihdamın büyüme hızına katkısı görülmektedir. **İyimser senaryo altında sadece BİT önümüzdeki on yıl içinde istihdamın büyümesine %0.6'lık bir katkıda bulunabilecektir ki bu oldukça ciddi bir katkıdır.**

Şekil 9. İstihdamın Büyüme Hızı

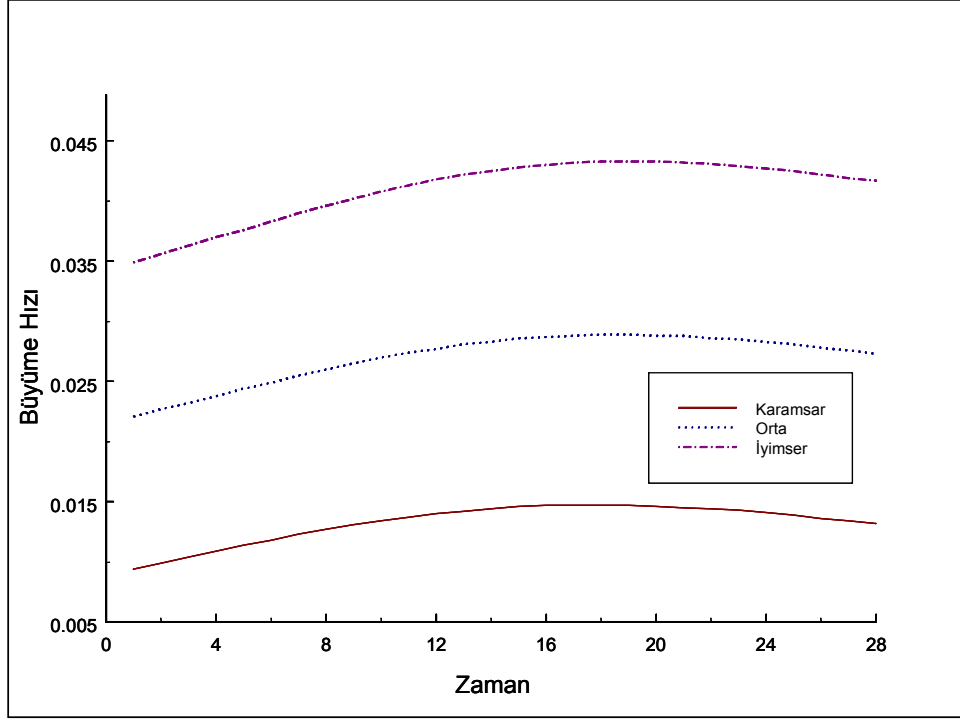


Şekil 10. İstihdamın Büyüme Hızına BİT'in Katkısı



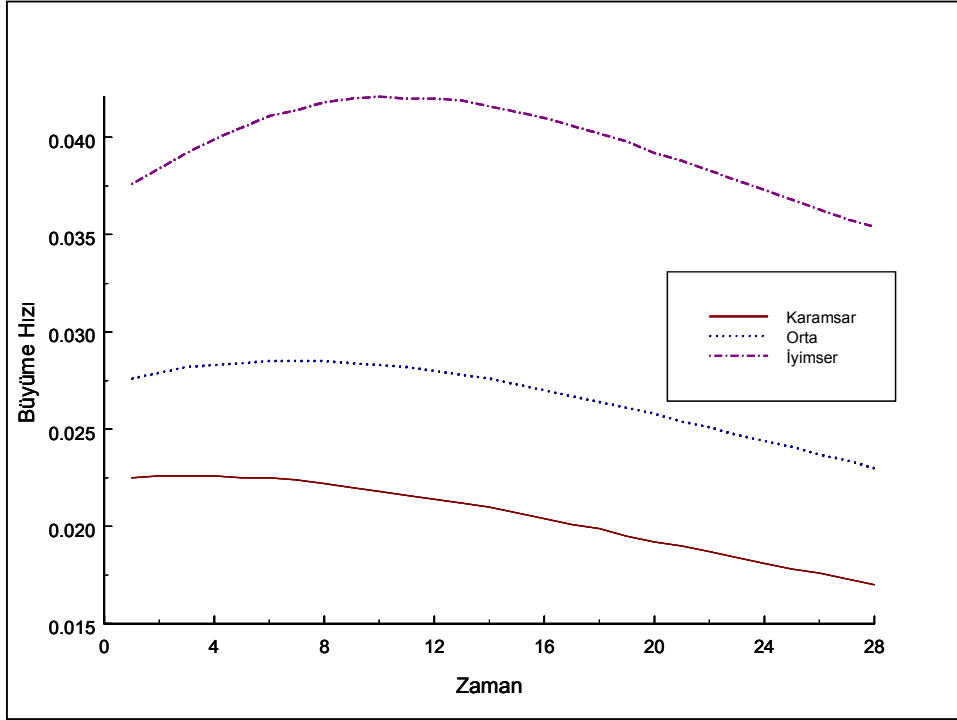
Şekil 11’de ortalama işgücü ücretinin büyüme hızı verilmektedir. İyimser senaryoda işgücü çok hızlı bir şekilde refahını yükseltecektir. Kötümser senaryo bu konuda fazla bir değişiklik öngörmemektedir.

Şekil 11. Ortalama Ücretlerin Büyüme Hızı

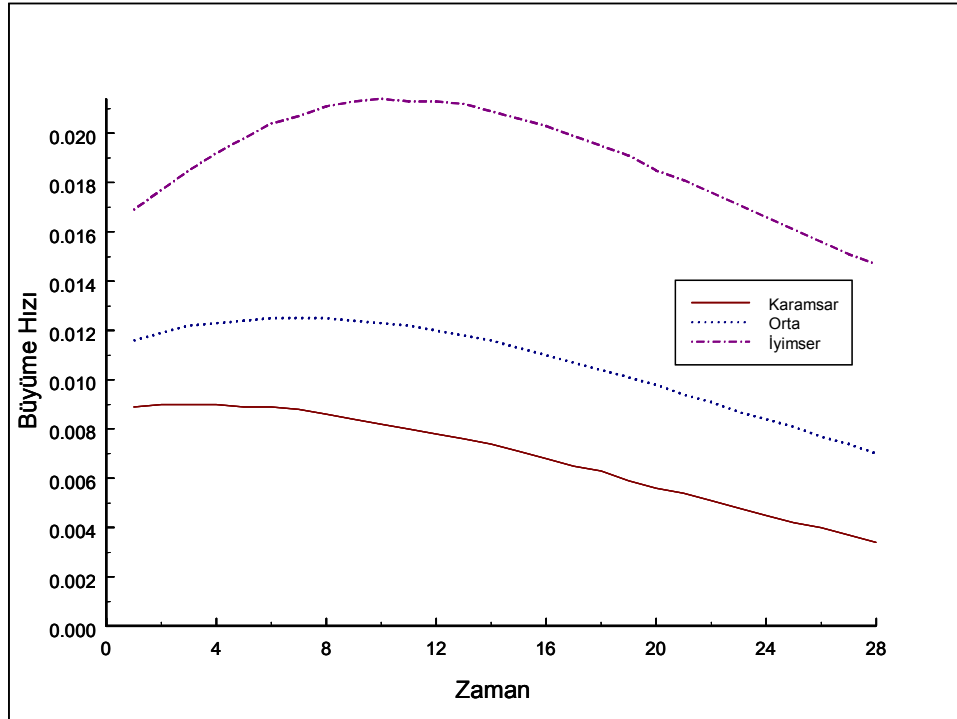


Şekil 12 işgücü verimliliğinin artış hızını vermektedir. **İyimser senaryoda önümüzdeki otuz yıl için %4’leri bulan bir verimlilik artış hızı Türkiye’yi gelişmiş ülkeler saflarına sokmaya yetecektir.** Şekil 13’de ise bu büyümeye BİT’in katkısı görülmektedir.

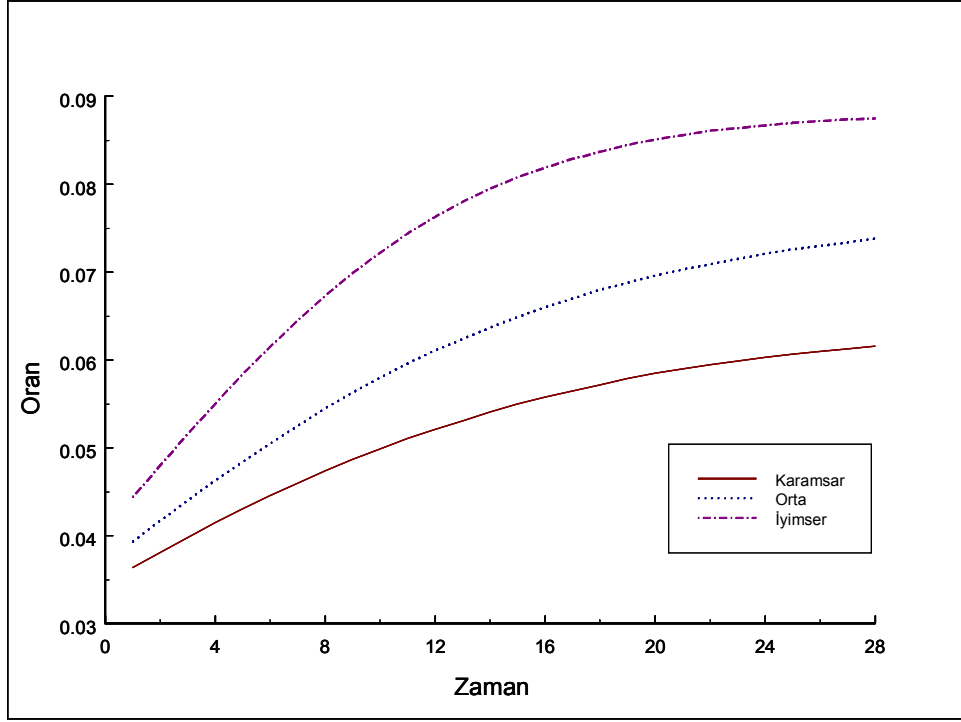
Şekil 12. İşgücü Verimliliğinin Büyüme Hızı



Şekil 13. İşgücü Verimliliğinin Büyüme Hızına BİT'in Katkısı



Şekil 14. BİT Harcamalarının GSMH'ya Oranı

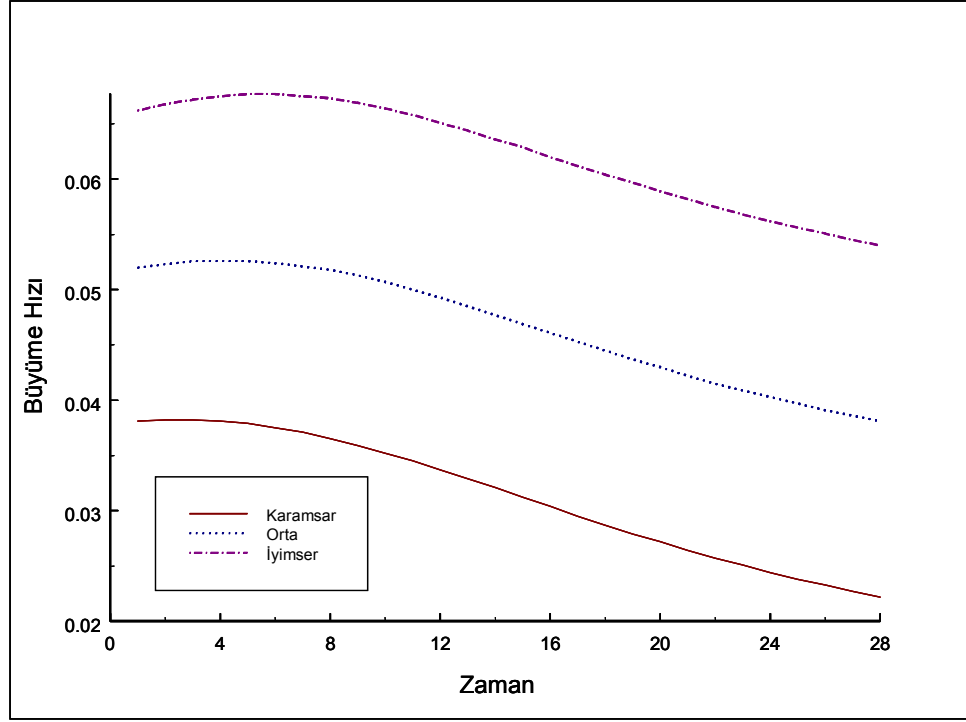


Şekil 14'de bu üç senaryo altında BİT yatırım harcamalarının GSMH'ye oranını görmekteyiz. Bu şekil, Şekil 5 ile paralellik göstermektedir. İyimser senaryo altında önümüzdeki yirmi yıl içinde gelişmiş ülkelerin şu anki oranına yetişmekteyiz. Bu GSMH'ya oran olarak düşünüldüğünde BİT yatırım seviyesinin yaklaşık 2 kat artırılmasını gerekli kılmaktadır. Türkiye mevcut durumdaki BİT Harcamaları / GSMH seviyesi ile iyimser senaryoya yakın bir konumdadır. Bu durumun devam ettirilebilmesi için yatırımların artarak devamı gerekmektedir.

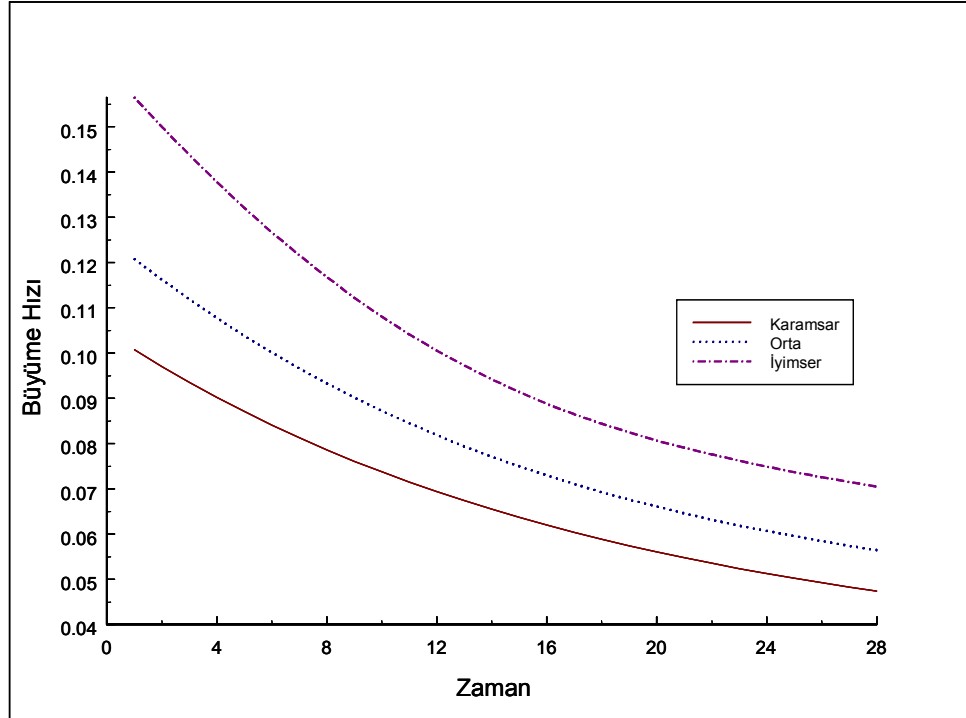
Şekil 15 toplam yatırımların, şekil 16 ise BİT yatırımlarının büyüme hızını vermektedir. Şekil 16'da da gösterildiği gibi BİT yatırımlarının büyüme hızı iyi senaryo altında yıllık %15'ler gibi yüksek rakamlara ulaşacaktır. Bu Türk ekonomisinin büyük bir değişim içine gireceğini göstermektedir.

Şekil 17 ve 18 BİT istihdamının ve BİT işgücü ücretlerinin önümüzdeki otuz yıl için seyrini göstermektedir. BİT işgücüne olacak olan yüksek talepten dolayı her senaryo altında BİT işgücü ücretleri genel ücretlerden çok daha hızlı artacaktır. Şekil 18 bunu açık bir şekilde göstermektedir.

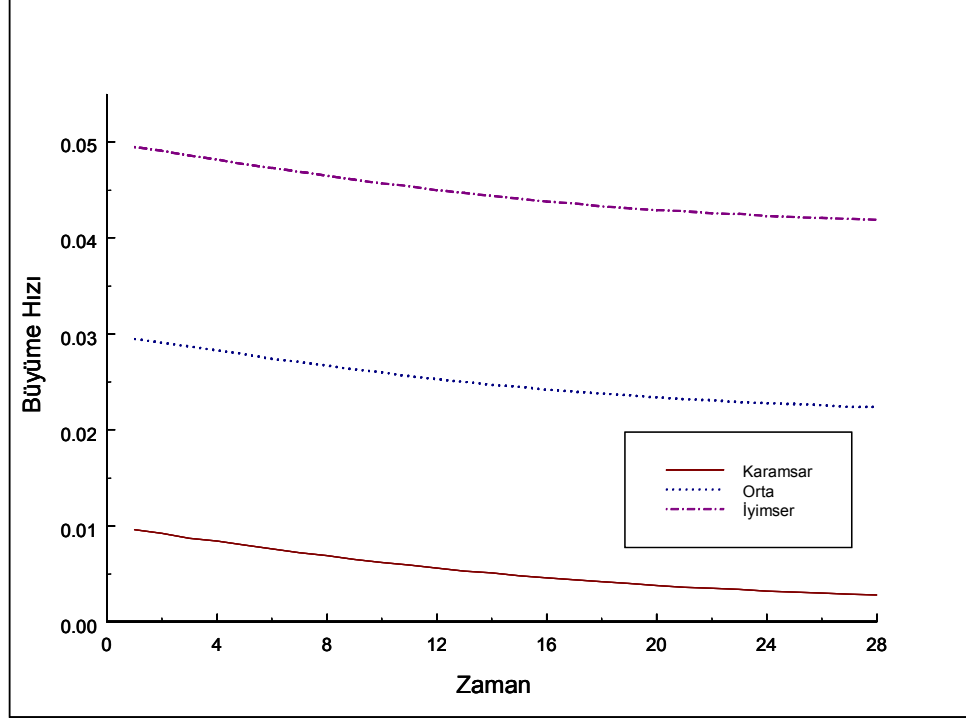
Şekil 15. Toplam Yatırımların Büyüme Hızı



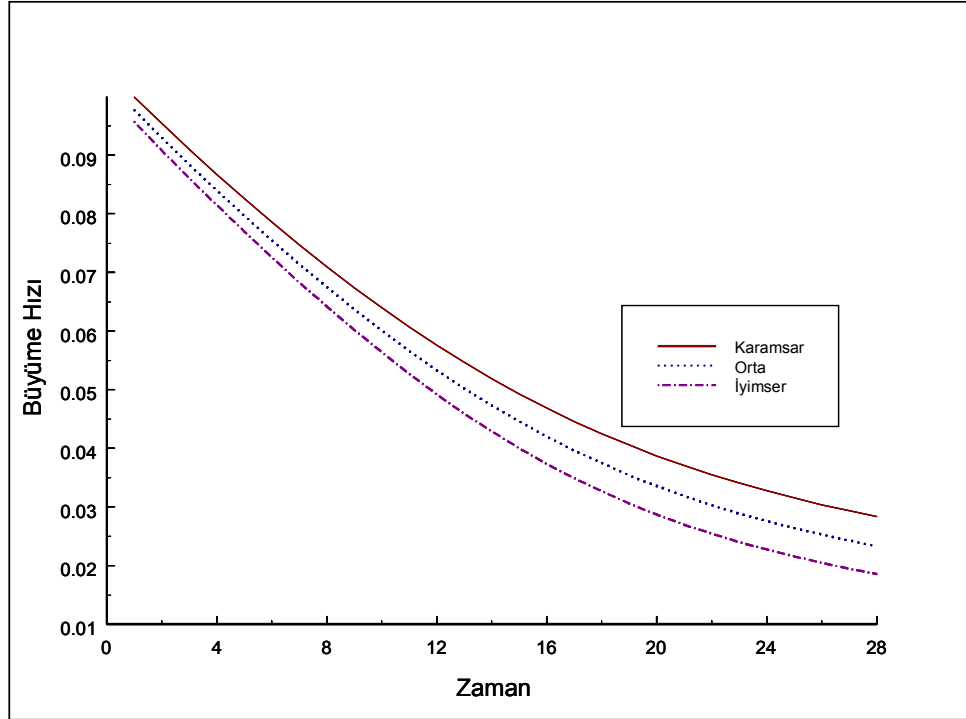
Şekil 16. BİT Yatırımlarının Büyüme Hızı



Şekil 17. BİT İstihdamının Büyüme Hızı



Şekil 18. BİT İşgücü Ücretlerinin Büyüme Hızı



5. İyimser Senaryoya Nasıl Ulaşabiliriz?

Çalışma sonuçlarının da gösterdiği gibi iyimser senaryoya ulaşabilmek için Türkiye'nin BİT alanında marjinal ilerlemeler yapması yeterli olmayacak, bir atılım yapılması gerekecektir. Böyle bir atılım ciddi yatırım gerektirecektir. Türkiye, mevcut durumda BİT harcamalarının GSMH içindeki payı ile makroekonomik modeldeki iyimser senaryo yönünde ilerlemeye yakın bir konumdadır. Bundan sonraki yıllarda da bu payın düzenli bir şekilde artırılmasıyla iyimser senaryodaki ekonomik kazanımların elde edilmesi mümkün olabilecektir. Ayrıca, üretim birimlerinin ve toplumun yeni teknolojileri benimsemesi ve tam anlamıyla fayda sağlaması belli bir süre gerektirdiğinden ve yatırımlar belirli bir miktarı aştığı zaman verimlilik üzerinde etkisini gösterdiğinden bu BİT atılımının daha fazla vakit geçirilmeden yapılması gerekmektedir.

Öte yandan, yukarıda önemi bahsedilen ağ etkisinin oluşması ve Türkiye'nin BİT alanında yaptığı yatırımların istenen başarıya ulaşabilmesi için toplumun tüm kesimlerini ele alan, bütüncül bir strateji çerçevesinde hayata geçirilmesi gerekecektir.

Bu çerçevede Türkiye'nin, insani sermayenin etkin kullanımını desteklemeye yönelik yetkinlik programları ve BİT sermaye seviyesini artırıcı, sermaye maliyetini azaltıcı programları, ağ etkisinin ortaya çıkması için toplumun tüm kesimlerinde hayata geçirmesi gerekmektedir.

Bu programlar toplum genelinde olmakla birlikte, geleceği garanti altına almak için gençlerde ve mevcut insan gücünden maksimum fayda sağlayabilmek için kamu ve özel sektör çalışanlarında yoğun olarak uygulanmalıdır. Ayrıca vergi düzenlemeleri ile insani sermaye yatırımlarının özendirilmesi önem taşımaktadır.

İşletmelerin verimliliğini ve uluslararası rekabetçiliğini artırabilmek için iş dünyasının genelinde BİT yetkinlikleri ve kullanımının artırılması, fikri mülkiyet ve patent haklarının iyi bir şekilde korunması, bunun yanı sıra öncelikli sektörlerde BİT ihtiyaçlarının belirlenip bunlara karşı desteklerin geliştirilmesi ile BİT yatırım maliyetlerinin azaltılması gerekmektedir.

Kamunun ekonomideki önemli konumu ve BİT alanındaki itici ve ağ etkisini tetikleyici rolü de göz önüne alınarak devlet kurum ve kuruluşlarının iç süreçlerinin iyileştirilmesi, modern yönetim mekanizmalarının kurulması gerekmekte ve vatandaşlara sunulan

hizmetlerin iyileştirilmesinde ve mükellefiyet yükünün azaltılarak işletmelere verimlilik kazandırılmasında BİT'in etkin bir şekilde kullanımına yönelik planlar oluşturulmalı ve hayata geçirilmelidir.

Vatandaş, kamu ve işletmeler için bu amaçlara yönelik programlar hayata geçirilirken hedeflenen başarıya ulaşılabilmesi için rekabetçi bir piyasa çerçevesinde daha çok kişinin, daha uygun şartlarda erişebileceği bir iletişim altyapısı oluşturulmalıdır. Ayrıca insani sermaye geliştirilip, BİT sermayesi artırılırken talep tarafındaki artışın karşılanabilmesi ve bilgi teknolojileri sektöründe ölçek ekonomisi yaratılarak BİT sermayesinin göreceli fiyatlarının düşürülebilmesi için bilgi teknolojileri sektörünü büyütecek uygulamalar planlanmalıdır.

Türkiye'nin 2010'a yönelik Bilgi Toplumu Stratejisi de bu önceliklerin tümünü kapsayarak gerekli hazırlık ve dönüşüm çalışmalarını tamamladıktan sonra hedeflenen atılımı gerçekleştirmek amacıyla hazırlanmıştır.

EK 1: MODEL EKONOMİNİN SİMULASYON PROGRAMI

Bu program BİT yatırımlarının Türkiye ekonomisi üzerine olan etkilerini analiz etmek için Mehmet Yörükoğlu tarafından geliştirilen Türkiye % ekonomisinin dinamik denge modelini çözmektedir.

Modelin önemli parametre ve değişkenleri

global dA da1 da2 dga1 dsg1 dga2 dsg2 dph delk delc dell dr Yv Hv Kvc Kvl Zv global
dpl dH dK dKc dKI t dZ dKv dKvc dZv dYv dK1 dZ1 drv dNb dNI dNo dNc global dw dwl
NSb NSIb dth1 dth2 dpk

T = 30; % Analiz aralığı, T yıl
dA = 2;
da1 = 0.4; % Sermayenin üretim elastisitesi
da2 = 0.2; % Bilginin üretim elastisitesi
dga1 = 0.5; % Bilgi üretiminde insani sermayenin elastisitesi (konvensiyonel)
dga2 = 0.5; % Bilgi üretiminde sermayenin elastisitesi (konvensiyonel)
dsg1 = 0.5; % Bilgi üretiminde insani sermayenin elastisitesi (BIT)
dsg2 = 0.5; % Bilgi üretiminde sermayenin elastisitesi (BIT)
dph = 0.75; % Konvensiyonel ve BIT bilgi üretim ikame elastisitesi
dth1 = 0.3; % İşgücünün ücret elastisitesi (konvensiyonel)
dth2 = 0.3; % İşgücünün ücret elastisitesi (BIT)

delk = 0.05; % Konvensiyonel sermayenin aşınma hızı
delc = 0.05; % Konvensiyonel sermayenin aşınma hızı (bilgi üretimi)

dell = 0.2; % BİT sermayesinin aşınma hızı
dgh = 0.02; % İnsani sermayenin büyüme hızı
dgp = 0.01; % Konvensiyonel sermayenin fiyat düşüş hızı
dpko = 1; % Konvensiyonel sermayenin başlangıç fiyatı
dplo = 0.1; % BİT sermayesinin başlangıç fiyatı

dglv = cumprod(1-0.2*exp(-0.035*(1:T)));
dpk = dpko*(1-dgp).^(1:T);
dpl = dplo*dglv;

dgrv = cumprod(1-0.0*exp(-0.04*(1:T)));
drv = 0.04 + 0.03*dgrv;

NS0 = 10;
NSI0 = 0.1;
NSb = NS0*(1.01).^(1:T);
NSIb = NSI0*(1.01).^(1:T);

Ho = 15;

Hv = Ho*(1+dgh).^(1:T);
Kv = zeros(1,T);

```
Kvc= zeros(1,T);
Kvl= zeros(1,T);
Zv = zeros(1,T);
ini= [10,22,28,77]';
```

% Dengenin zaman içinde çözülmesi

```
for t=1:T
    dH = Hv(t);
    dr = drv(t);
    xy = fsolve('leqns',ini); % Optimalite şartlarını veren denklemler
    ini = xy';
    Kvl(t) = xy(1);
    dwv(t) = xy(2);
    dNov(t)= xy(3);

    dwlv(t)= dwl;
    dNcv(t)= dNc;
    dNbv(t)= dw^dth1*NSb(t);
    dNlv(t)= dwl^dth2*NSlb(t);
    Kvc(t) = dKc;
    Kv(t) = dK;
    Zv(t) = dZ^(1/dph);
end
```

```
for t=1:T-1
    Inv(t) = (Kv(t+1)-Kv(t))+delk*Kv(t);
    Invc(t)= (Kvc(t+1)-Kvc(t))+delc*Kvc(t);
    Invl(t)= (Kvl(t+1)-Kvl(t))+dell*Kvl(t);
    Yv(t) = dA*(Kv(t)/dph)^da1*Zv(t)^da2*dNbv(t)^(1-da1-da2);
end
SInv = Inv+Invc+Invl;
gSInv = (SInv(2:T-1)-SInv(1:T-2))./SInv(1:T-2);
gInvl = (Invl(2:T-1)-Invl(1:T-2))./Invl(1:T-2);
gNbv = (dNbv(2:T-1)-dNbv(1:T-2))./dNbv(1:T-2);
gNlv = (dNlv(2:T-1)-dNlv(1:T-2))./dNlv(1:T-2);
gdwv = (dwv(2:T-1)-dwv(1:T-2))./dwv(1:T-2);
gdwlv = (dwlv(2:T-1)-dwlv(1:T-2))./dwlv(1:T-2);
```

```
SKv = Kv+Kvc+Kvl;
gYv = (Yv(2:T-1)-Yv(1:T-2))./Yv(1:T-2);
dgYv = (Yv(2:T-1)-Yv(1:T-2))./Yv(1:T-2);
```

```
plot(1:T-2,gYv)
pause
plot(Kv(1:T-1)./Yv)
pause
plot(Kvc(1:T-1)./Yv)
pause
plot(Kvl(1:T-1)./Yv);
pause
plot(SInv(1:T-1)./Yv);
pause
```

```

plot(gSInv);
pause
plot(gInvl);

pause

for t=1:T
    dH = Hv(t);
    dr = drv(t);
    xy1 = fsolve('leqns1',[1,1,1]);
    dwv1(t)= xy1(1);
    Kvc1(t)= xy1(3);
    dNcv1(t)= dNc;
    dNbv1(t)= dwv1(t)^dth1*NSb(t);
    Kv1(t) = dK1;
    Zv1(t) = dZ1^(1/dph);
end

for t=1:T-1
    dInvt = (Kv1(t+1)-Kv1(t))+delk*Kv1(t);
    dInvt = (Kvc1(t+1)-Kvc1(t))+delc*Kvc1(t);
    dYvt = dA*(Kv1(t)/dpk(t))^da1*Zv1(t)^da2*dNbv1(t)^(1-da1-da2);
end

dSInv= dInvt+dInvt;
dSKv = Kv1+Kvc1;
dgYv = (dYv(2:T-1)-dYv(1:T-2))./dYv(1:T-2);
gNbv1= (dNbv1(2:T-1)-dNbv1(1:T-2))./dNbv1(1:T-2);
gdwv1= (dwv1(2:T-1)-dwv1(1:T-2))./dwv1(1:T-2);

plot(1:T-2,gYv,1:T-2,dgYv)
pause
plot(1:T-2,gNbv,1:T-2,gNbv1)
pause
plot(1:T-2,gdwv,1:T-2,gdwv1)
pause
plot(gdwlv)
pause
plot(Kv(1:T-1)./Yv)
pause
plot(Kvc(1:T-1)./Yv)
pause
plot(Kvl(1:T-1)./Yv);
pause
plot(SInv(1:T-1)./Yv);
pause
plot(gSInv);
pause
plot(gInvl);

function y = leqns(dx)

```

global dA da1 da2 dga1 dsg1 dga2 dsg2 dph delk delc dell dr Yv Hv Kvc Kvl Zv dpk
global dpl dH dK dKc dKI t dZ dKv dKvc dZv dYv dK1 dZ1 drv dNb dNI dNo dNc dth1
global dw dwl NSb NSIb dth2

dKI = dx(1); %max(0.000001,dx(1));
dw = dx(2); %max(0.000001,dx(2));
dNo = dx(3); %max(0.000001,dx(3));
dKc = dx(4); %max(0.00000001,dx(4));

dNb = max(0.0000001,dw^dth1*NSb(t));
dNc = max(0.0000001,(dNb-dNo));

dwl = (((dsg2*(dKI/dpl(t))^(dsg1*dph)*dH^(dsg2*dph)*NSIb(t)^(dsg2*dph-1))
/(dga2*(dKc/dpk(t))^(dga1*dph)*dH^(dga2*dph)*dNc^(dga2*dph-1)))^dw)^(1/(1-
(dsg2*dph-1)*dth2));

dNI = dwl^dth2*NSIb(t);

dZ = (dH*dNc)^(dga2*dph)*(dKc/dpk(t))^(dga1*dph)
+ (dH*dNI)^(dsg2*dph)*(dKI/dpl(t))^(dsg1*dph);

dK = ((dA*da1*dZ^(da2/dph)*dNo^(1-da1-da2))/((dr+delk)*dpk(t)^da1))^(1/(1-da1));

y(1) = dA*(dK/dpk(t))^da1*da2*dNo^(1-da1-da2)*dZ^((da2/dph)-1)*dsg1*dKI^(dsg1*dph-
1)
*(dH*dNI)^(dsg2*dph)*dpl(t)^((-dsg1)*dph) - (dr+dell);

y(2) = (1-da1-da2)*dA*(dK/dpk(t))^da1*dZ^(da2/dph)*dNo^(-da1-da2) - dw;

y(3) = dA*(dK/dpk(t))^da1*da2*dNo^(1-da1-da2)*dZ^((da2/dph)-1)*dga2
*(dKc/dpk(t))^(dga1*dph)*dH^(dga2*dph)*dNc^(dga2*dph-1)-dw;

y(4) = dKc-((((dr+delc)*dsg1*dNI)^(dsg2*dph)*dH^((dsg2-dga2)*dph)*dpl(t)^((-
dsg1*dph)))
/(((dr+dell)*dga1*dNc)^(dga2*dph)*dpk(t)^((-dga1)*dph))*dKI^(dsg1*dph-
1))^1/((dga1)*dph-1));

function y = leqns1(dx)

global dA da1 da2 dga1 dsg1 dga2 dsg2 dph delk delc dell dr Yv Hv Kvc Kvl Zv dpk
global dpl dH dK dKc dKI t dZ dKv dKvc dZv dYv dK1 dZ1 drv dNb dNI dNo dNc dth1
global dw dwl NSb NSIb dth2

dw = dx(1); %max(0.000001,dx(1));
dNc = dx(2); %max(0.000001,dx(2));
dKc = dx(3); %max(0.000001,dx(3));

$$dNb = \max(0.0000001, dw^{dth1} * NSb(t));$$

$$dNo = \max(0.0000001, (dNb - dNc));$$

$$dZ1 = (dH * dNc)^{(dga2 * dph)} * (dKc / dpk(t))^{(dga1 * dph)};$$

$$dK1 = ((dA * da1 * dZ1^{(da2 / dph)} * dNo^{(1 - da1 - da2)}) / ((dr + delk) * dpk(t)^{da1}))^{(1 / (1 - da1))};$$

$$y(1) = (1 - da1 - da2) * dA * (dK1 / dpk(t))^{da1} * dZ1^{(da2 / dph)} * dNo^{(-da1 - da2)} - dw;$$

$$y(2) = dA * (dK1 / dpk(t))^{da1} * da2 * dNo^{(1 - da1 - da2)} * dZ1^{((da2 / dph) - 1)} * dga2 \dots$$

$$* (dKc / dpk(t))^{(dga1 * dph)} * dH^{(dga2 * dph)} * dNc^{(dga2 * dph - 1)} - dw;$$

$$y(3) = dA * (dK1 / dpk(t))^{da1} * da2 * dNo^{(1 - da1 - da2)} * dZ1^{((da2 / dph) - 1)} * dga1 * dKc^{(dga1 * dph - 1)} \dots$$

$$* (dH * dNc)^{(dga2 * dph)} * dpk(t)^{(-dga1 * dph)} - (dr + delk);$$

y';
dx;

load pessimist1

PgSInv = gSInv;
PInvl = Invl;
PgInvl = gInvl;
PgNbv = gNbv;
PgNbv1 = gNbv1;
PgNlv = gNlv;
Pgdwv = gdwv;
Pgdwv1 = gdwv1;
Pgdwlv = gdwlv;
PgYv = gYv;
PdgYv = dgYv;
PdYv = dYv;
PYv = Yv;
PKv = Kv;
PKvc = Kvc;
PKvl = Kvl;

$$P1 = [[PgSInv, \text{zeros}(1, T - \text{length}(PgSInv))]', [PInvl, \text{zeros}(1, T - \text{length}(PInvl))]', [PgInvl, \text{zeros}(1, T - \text{length}(PgInvl))]' \dots$$

$$, [PgNbv, \text{zeros}(1, T - \text{length}(PgNbv))]', [PgNbv1, \text{zeros}(1, T - \text{length}(PgNbv1))]', [PgNlv, \text{zeros}(1, T - \text{length}(PgNlv))]' \dots$$

$$, [Pgdwv, \text{zeros}(1, T - \text{length}(Pgdwv))]]];$$

$$P2 = [[Pgdwv1, \text{zeros}(1, T - \text{length}(Pgdwv1))]', [Pgdwlv, \text{zeros}(1, T - \text{length}(Pgdwlv))]', [PgYv, \text{zeros}(1, T - \text{length}(PgYv))]' \dots$$

$$, [PdgYv, \text{zeros}(1, T - \text{length}(PdgYv))]', [PdYv, \text{zeros}(1, T - \text{length}(PdYv))]', [PYv, \text{zeros}(1, T - \text{length}(PYv))]' \dots$$

$$, [PKv, \text{zeros}(1, T - \text{length}(PKv))]]];$$

$$P3 = [[PKvc, \text{zeros}(1, T - \text{length}(PKvc))]', [PKvl, \text{zeros}(1, T - \text{length}(PKvl))]]];$$

load moderate1

MgSInv = gSInv;
MInvl = Invl;
MgInvl = gInvl;
MgNbv = gNbv;
MgNbv1 = gNbv1;
MgNlv = gNlv;
Mgdwv = gdwv;
Mgdwv1 = gdwv1;
Mgdwlv = gdwlv;
MgYv = gYv;
MdgYv = dgYv;
MYv = Yv;
MdYv = dYv;
MKv = Kv;
MKvc = Kvc;
MKvl = Kvl;

M1 = [[MgSInv,zeros(1,T-length(MgSInv))],[MInvl,zeros(1,T-length(MInvl))],[MgInvl,zeros(1,T-length(MgInvl))]'
,[MgNbv,zeros(1,T-length(MgNbv))],[MgNbv1,zeros(1,T-length(MgNbv1))],[MgNlv,zeros(1,T-length(MgNlv))]'
,[Mgdwv,zeros(1,T-length(Mgdwv))]]];

M2 = [[Mgdwv1,zeros(1,T-length(Mgdwv1))],[Mgdwlv,zeros(1,T-length(Mgdwlv))],[MgYv,zeros(1,T-length(MgYv))]'
,[MdgYv,zeros(1,T-length(MdgYv))],[MdYv,zeros(1,T-length(MdYv))],[MYv,zeros(1,T-length(MYv))]'
,[MKv,zeros(1,T-length(MKv))]]];

M3 = [[MKvc,zeros(1,T-length(MKvc))],[MKvl,zeros(1,T-length(MKvl))]]];

load optimist1

OgSInv = gSInv;
OInvl = Invl;
OgInvl = gInvl;
OgNbv = gNbv;
OgNbv1 = gNbv1;
OgNlv = gNlv;
Ogdwv = gdwv;
Ogdwv1 = gdwv1;
Ogdwlv = gdwlv;
OgYv = gYv;
OdgYv = dgYv;
OYv = Yv;
OdYv = dYv;

OKv = Kv;
OKvc = Kvc;
OKvl = Kvl;

O1 = [[OgSInv,zeros(1,T-length(OgSInv))],[Olnvl,zeros(1,T-length(Olnvl))],[Oglnvl,zeros(1,T-length(Oglnvl))]
,[OgNbv,zeros(1,T-length(OgNbv))],[OgNbv1,zeros(1,T-length(OgNbv1))],[OgNlv,zeros(1,T-length(OgNlv))]
,[Ogdwv,zeros(1,T-length(Ogdwv))]]

O2 = [[Ogdwv1,zeros(1,T-length(Ogdwv1))],[Ogdwlv,zeros(1,T-length(Ogdwlv))],[OgYv,zeros(1,T-length(OgYv))]
,[OdgYv,zeros(1,T-length(OdgYv))],[OdYv,zeros(1,T-length(OdYv))],[OYv,zeros(1,T-length(OYv))]
,[OKv,zeros(1,T-length(OKv))]]

O3 = [[OKvc,zeros(1,T-length(OKvc))],[OKvl,zeros(1,T-length(OKvl))]];

D = length(Olnvl);
plot(1:D,PInvl./PYv,1:D,MInvl./MYv,1:D,Olnvl./OYv);
pause
D = length(OKv);
plot(1:D,PKvl./PKv,1:D,MKvl./MKv,1:D,OKvl./OKv);
pause
D = length(OgYv);
plot(1:D,PgYv,1:D,MgYv,1:D,OgYv);
pause
D = length(OgYv);
plot(1:D,PgYv-PdgYv,1:D,MgYv-MdgYv,1:D,OgYv-OdgYv);
pause
D = length(OgNbv);
plot(1:D,PgNbv-PgNbv1,1:D,MgNbv-MgNbv1,1:D,OgNbv-OgNbv1);
pause
D = length(Ogdwv);
plot(1:D,Pgdwv-Pgdwv1,1:D,Mgdwv-Mgdwv1,1:D,Ogdwv-Ogdwv1);
pause
D = length(OdYv);
plot(1:D,OdYv,1:D,OYv);
pause
D = length(OdYv);
plot(1:D,OYv./OdYv);
pause
D = length(OdYv);
plot(1:D,PYv./PdYv,1:D,MYv./MdYv,1:D,OYv./OdYv);
pause
D = length(OYv);
plot(1:D,PYv,1:D,MYv,1:D,OYv);
pause
D = length(OKv);
plot(1:D,PKv,1:D,MKv,1:D,OKv);
pause
D = length(OgSInv);
plot(1:D,PgSInv,1:D,MgSInv,1:D,OgSInv);
pause

D = length(OgInvl);
plot(1:D,PgInvl,1:D,MgInvl,1:D,OgInvl);
pause
D = length(OgNbv);
plot(1:D,PgNbv,1:D,MgNbv,1:D,OgNbv);
pause
D = length(OgNlv);
plot(1:D,PgNlv,1:D,MgNlv,1:D,OgNlv);
pause
D = length(Ogdwv);
plot(1:D,Pgdwv,1:D,Mgdwv,1:D,Ogdwv);
pause
D = length(Ogdwlv);
plot(1:D,Pgdwlv,1:D,Mgdwlv,1:D,Ogdwlv);