



SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMANIN MODELLENMESİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

Onur TUTULMAZ

Hitit Üniversitesi İ.İ.B.F. İktisat Bölümü Öğretim Üyesi

Özet: Sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilirlik konusu günümüzde gerek teorik alanda, gerekse de politik uygulama alanında gündemdeki önemli konulardan birini oluşturmaktadır. Sürdürülebilir kalkınmanın kavramlaştırılması aşamasıyla kendi interdisipliner yapısı içerisinde bulunan kavramsal ilişkileri önem kazanır. Bu ilişkilerin tanımlandığı çerçeve ise kavramın modellenmesine temel oluşturacaktır. Konu üzerine yapılan teorik ve uygulama çalışmaları genellikle bu modeller kullanılarak yapıldığı için modellenme aşaması önemli bir aşamayı oluşturur. Bu çalışmada sürdürülebilir kalkınmanın geniş kavramsal incelemesi gerçekleştirilmiş, modellemede kullanılacak teknik araçlar ve sürdürülebilirlik ölçümleri incelenmiştir. Teknik incelemelerde öne çıkan çevresel Kuznets eğrisi ve çevresel içsel büyüme modelleri karşılaştırılarak; uygulamalarda öne çıkan çevresel Kuznets eğrisi modelleri özellikle eleştirilmiştir. Çalışma sonunda çevresel içsel büyüme modellerinin önemli bir boşluğu doldurma kapasitesine sahip olduğu saptanmış, buna karşın bu konuda hala önemli bir boşluğun olduğu sonuç olarak elde edilmiştir. Bu sebeple çevresel değerlendirmeyi geliştirmeye içsel olarak dahil etme potansiyeline vurgu yapılarak çevresel içsel büyüme modelleri öne çıkartılırken, modelin uygulamasına yönelik çalışmalara yol açılması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Kalkınma, Sürdürülebilirlik, Çevresel Kuznets Eğrisi Modelleri, Çevresel İçsel Büyüme Modelleri

AN EVALUATION ON MODELIZATION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Abstract: Sustainable development and sustainability subject is an important issue both in the academic areas and in pragmatism and political applications. Conceptualization of the subject and the conceptual relations in this interdisciplinary area constitute, at the same time, the tools of the modelization of sustainable development. Being implemented an exclusive study on concepts related with sustainable development, technical tools to modelize sustainable development are determined and analyzed. The environmental Kuznets curve and environmental endogenous growth models come forward through the analysis. These two models are compared and criticized. EKC models criticized in terms of the depth of representation ability. Environmental endogenous growth models has potential in this respect, nevertheless, there are just a few studies exist to fill the gap in this area. Therefore, underlining the potential that environmental valuation can be added to growth models endogenously, this study aims to propagate applications of the environmental endogenous model.

Key Words: Sustainable Development, Sustainability, Environmental Kuznets Curve Models, Environmental Endogenous Growth Models

1. Bu çalışmada yer alan araştırmaların bir kısmı TÜBİTAK desteği ile York Üniv. IRIS Sürdürülebilirlik Araştırma ve İnnovasyon Enstitüsünde yapılan çalışmalara dayanmakta olup yasal yükümlülük gereği TÜBİTAK kurumunun desteği belirtilerek teşekkür edilir.

GİRİŞ

1970’li yıllardan itibaren çevresel sorunlar büyümenin istenmeyen sonuçları olarak görülmeye başlanmıştır. 1962 yılında Rachel Carson tarafından yayınlanan “*Sessiz Çığlık*” (*Silent Spring*) geniş yankı bulan ilk çalışma olmuştur (bkz. Carson, 1962). 1970’lerin dinamik ortamı içerisinde, çevre sorunlarının salt teknik bir sorun olarak algılanmaktan çıktığı ve ‘çevrecilik akımı’nın politik şekillenmeler içerisinde kendine yer bulduğu görülmektedir. 1972 yılında gerçekleştirilen Stockholm Çevre Konferansı, çevre ile ilişkili konuların politika ve ideoloji ile ilişkilendirildiği bir aşamayı oluşturur. Roma Kulübü tarafından yapılan birçok çalışmada, çevre sorunlarının karşısına doğrudan ekonomik büyümeyi koyan görüşler dile getirilmiştir. Bu çalışmalardan en ünlüsü Roma Kulübünün talebi üzerine MIT’den Meadow (Meadow et al., 1972) tarafından ele alınan “*Büyümenin sınırları*” (*The Limits to Growth*) adlı çalışmadır.

Büyümenin sınırları çalışmasının başlattığı tartışma ortamında ekonominin temel ekolojik sistemler ile ‘sürdürülebilirliği’ gündeme gelmiş, iktisatçılarca büyümenin sınırlarına dikkat çekilerek çevre konularını analize dahil etmek için durağan durum ekonomisine (steady state economy) alternatif olan sistemler tartışılmaya başlanmıştır (Managi, 2007, böl. 1). Bu arada sayıları giderek artan uluslararası kuruluş, sürdürülebilir kalkınma konularına ilgi duymaya başlamıştır (Tablo 1). Bu gelişme çevre ve sürdürülebilir kalkınma konusunun tek tek

ülkelerin salt ulusal sorunu olmadığını ortaya koyması bakımından önemlidir.

1983’de Birleşmiş Milletler tarafından oluşturulan Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (WCED-World Commission on Environment and Development) 1987’de, *Ortak Geleceğimiz* (*Our Common Future*) adlı raporunu yayınlamıştır. Bu raporda ortaya konan tanım ve ölçütler ulaştığı yaygınlık derecesi ve genişçe referans verilir hale gelmesi açısından önemlidir.

‘Sürdürülebilir Kalkınma’ 1990’ların anahtar kelimesi haline gelmiş, uluslararası kurumlarda sürdürülebilir kalkınma birimleri kurulmuş, sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik, ekolojik ve sosyal ölçütleri çeşitlendirilerek tanımlanmaya çalışılmıştır (Atkinson vd., 1997, s.1-3; Munasinghe, 1993; Baker, 2006, s.6-9). Sürdürülebilir kalkınma üzerine çalışmaları bulunan uluslararası kurumlardan bir kısmı Tablo 1’de verilmektedir. Bu gelişmeleri takiben sürdürülebilir kalkınma yazını gelişme göstermiş; 1992 yılında Rio de Janeiro’da yapılan dünya zirvesinde, UNCED (Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı) tarafından ele alınan *Agenda 21*’de ve birçok ülkenin ulusal politikalarında sürdürülebilir kalkınma bir ulusal ve küresel amaç olarak kabul edilmiştir (Atkinson vd. 1997, s. 1-3). Bundan on yıl sonra ikinci bir Sürdürülebilir Kalkınma Dünya Zirvesi, Johannesburg’da toplanarak *Agenda 21* üzerinden daha fazla yapılabilecek faaliyetleri tartışmış ve bu faaliyetlerin eylem planı

2. Bu rapor komisyona başkanlık eden eski Norveç Başbakanının adıyla Brundtland Raporu olarak da yaygın olarak anılmaktadır.

3. Yaygın şekilde ‘Rio+10’ olarak anılmaktadır.

üzerine yoğunlaşmıştır. Bu özelliğiyle Johannesburg zirvesi tarihin bu konudaki en önemli toplantılarından biri olmuştur (Campana, 2006, s.5).

Avrupa Birliği, Agenda 21'i takiben 2001 yılında Avrupa Birliği Sürdürülebilir Kalkınma Stratejisi'ni (European Union Sustainable Development Strategy) yayınlamış ve sonuncusu 2009'da olmak üzere birçok kez güncellemelerde bulunmuştur. Dünya Bankası, başkan yardım-

cılığı düzeyindeki bir temsilde 'Çevresel ve Sosyal Sürdürülebilir Kalkınma Ağı' bölüm başkanlığını kurmuştur (Pittel, 2002, s.10). Ayrıca, Birleşmiş Milletlerin dışında, OECD (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Organizasyonu) gibi uluslararası kuruluşlar ve ABD, İngiltere, Kanada ve Avrupa Birliği ülkeleri başta olmak üzere birçok ülkede adına kurumlar oluşturulmuş, uluslararası kararlar ve belgeler dışında ulusal yasalarda (hatta anayasa tekliflerinde) yer almıştır.

Tablo 1. Sürdürülebilir Kalkınma Çalışmalarında Bulunan Uluslararası Kuruluşlar

- Birleşmiş Milletler (UN)
- Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP)
- Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP)
- Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)
- Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO)
- Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim, ve Kültür Organizasyonu (UNESCO)
- Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı (UNCTAD)
- Dünya Sağlık Örgütü (WHO)
- Dünya Meteoroloji Organizasyonu (WMO)
- Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA)
- Dünya Bankası (WB)
- Dünya Ticaret Örgütü (WTO)
- Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal İlişkiler Bölümü (UN/DESA)
- Birleşmiş Milletler Çocuk Fonu (UNICEF)
- Dünya Korunma Birliği (IUCN)
- Dünya Doğal Yaşamı Koruma Fonu (WWF)
- Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Komisyonu (UNCSD)
- Ajanslararası Sürdürülebilir Kalkınma Komitesi (IACSD)
- Uluslararası Tarımsal Kalkınma Fonu (IFAD)
- Diğer: Bölgesel Kalkınma Bankaları, İkili kuruluşlar, Sivil Toplum Örgütleri, özel kuruluşlar vb.

(Kaynak: Rogers, Jalal, ve Boyd, 2006, s.348)

4. Environmentally and Socially Sustainable Development Network.

5. Sürdürülebilir kalkınma terimine Kanada'da anayasa teklifinde yer verilmesi üzerine terimin anayasada yer almasının uygunluğu üzerine yapılan bir tartışma için bkz. Conrad (1992).

Birleşmiş Milletlerin Agenda 21 belgesi ile başlayan bu geniş tartışma, içinde sosyal ölçütleri, politika uygulamalarını ve sosyal-ekonomik yapıların yeniden yapılandırılması stratejilerini içererek farklı uçlara uzanmaktadır. Bu genişlikte bir tartışma bu çalışmanın sınırlarını oldukça aşmaktadır. Bu noktada çalışmanın sınırlarını çizmekle beraber bir cümle ile belirtmek gerekirse Agenda 21’de yer alan bazı stratejiler ciddi eleştiriyi karşılanmıştır. Ayrıca, sürdürülebilir kalkınma alanının bu kadar genişletilmesiyle demokrasi, serbest ticaret gibi kendi kendini meşrulaştıran yapıya kavuşturulduğu dile getirilerek bu durumun kavramın etkinliğini ve anlamını yitirmesine yol açtığı eleştirileri yapılmaktadır (Eleştiriler için bkz. Pittel, 2002; Grainger, 2004, s.20; Pearce, 1998, s.70; Pezzey, 1997).

Tarihsel vizyon içerisinde kısaca ele alınan sürdürülebilir kalkınmanın gelişimi görüldüğü gibi ilk planda mevcut bir soruna karşı atılan pragmatik adımlarla gelmiştir. İlk planda öne çıkan politik tarafına karşın konunun akademik olarak tartışılması için kavramlaştırılması gerekmektedir. Böylece bu kavramlardan yola çıkılarak akademik çalışmalara temel oluşturacak modelleri oluşturmak mümkün olacaktır. Sürdürülebilir kalkınma için politik şekillenmenin ardından gelen bu çabalar, ikinci bölümde ele alındığı üzere, görece yeni ve henüz sonuçlanmamış bir tartışmayı ortaya koymaktadır. Örnek olarak sonraki bölümde ele alınan terminoloji üzerine devam eden tartışmayı göstermek mümkündür.

Çalışmanın amacı sürdürülebilir kalkınmanın modellenmesini ele almak olduğu için kavramsal inceleme ve model kurulumunda öne çıkan önemli teknik araçlar makalenin gelişimi içerisinde incelenmiştir. Kavramsal inceleme sonucu öne çıkan çevresel içsel büyüme ve çevresel Kuznets eğrisi modelleri incelenmiştir. Sonuç olarak da öne çıkan bu iki modelin karşılaştırılmasıyla ulaşılan sonuçlar ele alınmıştır.

2. GELİŞME: KAVRAMSAL İNCELEME ve SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMANIN MODELLENMESİ

2.1. Terminoloji

Terminolojik bir değerlendirme yapmak istediğimizde kalkınma, sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma terimleriyle başlamak yerinde olacaktır. Gerçekten “sürdürülebilir kalkınma” terimini bu derece bir anahtar kelime (catch word-buzzword) haline getiren (Atkinson vd., 1997, s.1), adına birçok ulusal ve uluslararası kurumun doğmasına sebep olan, hatta yasalara ve anayasa tekliflerine girecek kadar ileriye taşıyan bu terimlerin arkasındaki terminoloji neyi ifade etmektedir?

Kalkınma terimi kendine has bir disiplinler arası alanı temsil etmekte iken, sürdürülebilirlik kavramının eklenmesi ile farklı bir disiplin alanı oluşturulmuştur. Sürdürülebilirlik kavramıyla getirilen yenilik ve kavramlaştırılan yeni alanın şekillenmesiyle, bu alan içindeki diğer kavramsal ilişkiler daha kolay ifade imkanı bulacaktır. Buna karşın, ayrıntıları alt başlıklarda verildiği gibi, sar-

fedilen tüm akademik ve kurumsal çabalara rağmen çok hızlı ve çok yönlü gelişerek yaygın bir sözcük haline gelen sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma terimleri için bu alanın ve sınırlarının netleştirilmesi şimdiye kadar çok da mümkün olmamış ve önemli bir muğlaklık düzeyi baki kalmıştır (Grainger, 2004, s.20; Pezzey, 1997).

2.1.1. Sürdürülebilir Kalkınma

Kalkınma, kapsamlı olarak kalkınma süreci veya faaliyeti; büyüme; ilerleme (Strange ve Bayley, 2008, s.24) anlamına gelmektedir. Ekonomi içinde kullanıldığında ekonomik büyümeden daha geniş bir ekonomik ve sosyal ilerlemeye atıf yapmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma terimi ise 1980'lerde terimin Brundtland raporunda yer almasından sonra yaygın olarak kullanılır hale gelmiştir (Strange ve Bayley, 2008, s.24).

Sürdürülebilir kalkınma tanımları içinde en yaygın olarak bilineni, 1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (WCED) tarafından yapılmıştır. Rapor yaygın olarak 'Brundtland Raporu' olarak bilindiği için tanım da genellikle Brundtland raporu tanımı olarak adlandırılmaktadır:

“Sürdürülebilir kalkınma günümüzün ihtiyaçlarını, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneklerini etkilemeden karşılayan kalkınma biçimidir” (WCED, 1987, s.43).

Bu teknik tanım içindeki önemli kavramlar *kalkınma* ve *sürdürülebilirlik* kavramı ile temsil edilen *zaman ufku* (*time horizon*)

çinde *bugün* ve *gelecek* kavramlarıdır. (Munier, 2005, s.10)

Kalkınma tek başına düşünüldüğünde ilk algı olarak sosyo-ekonomik bir dönüşümü çağrıştırmaya karşın sürdürülebilir kalkınma konsepti kapsamında sürdürülebilirlik kavramıyla beraber kullanıldığında ekonomik büyüme, sosyal gelişme ve çevre koruması alanlarının hepsinde katedilen ilerleme anlamına gelmektedir (Munier, 2005, s.10).

Bazı kaynaklar tarafından ekonomik kalkınma ve sosyal veya toplumsal kalkınma olarak bir ayırım yapılmasına karşın, ekonomik kalkınma ve kalkınma terimlerinin eşdeğer kullanımı, ekonomik büyümenin yanında sosyal ölçütleri de kapsayan daha genel bir ilerlemeyi temsil eder.

Burada sosyal gelişme sosyal adalete ve sosyal ayrımcılığa uğramadan fırsat eşitliğine ulaşmayı sağlayan gelişmedir. Ayrıca, barınma, eğitim, sağlık ve iş imkanlarına ulaşım imkanı sağlayan gelişmedir (Munier, 2005, s.10).

Çevresel koruma ise kaynakların yenilenebilir şekilde gelecek kuşaklara bırakılmasını gerektirir (Munier, 2005, s.10). Bununla beraber sürdürülebilir kalkınma içinde bu ele alış salt teknik olmanın ötesinde bir vizyon içerir. Brundtland tanımına 'moral ve etik ilkeler üzerine inşa edilmiş, geleceğe yönelik bir vizyonu ifade eden bir yol haritası' olmak gibi bir yöntem bilgisi ekleyerek onu netleştirir (Fricker, 2001).

Brundtland raporunda *sürdürülebilirlik* ile çizilen *zaman ufku* içinde *bugün*, sadece iktisadi ilerlemeyi değil, çevresel ve sosyal gelişmeyi de beraber sağlayabilecek bir büyümeyi amaçlayan anlayışla bugünden yola çıkma ihtiyacına atıf yapmaktadır. Bu çerçevede *gelecek* ise kuşaklar sonrasına uzanan uzun vadeli bir süreç olmaktadır. (Munier, 2005, s.11).

Sonuçta sürdürülebilir kalkınma ekonomik, ekolojik ve sosyopolitik bileşenleri olan inter-disipliner bir alanı kapsamaktadır. Bu alan içerisinde kuşaklar içi ve arası eşitliği, ekolojik değişimin geri dönülmezliği (irreversibility), sistem karmaşıklığı, teknoloji değişimi, çevre kalitesi ve dönemler arası eşitliği gibi farklı konuları ve büyümenin fiziksel sınırlarının ötesinde sosyo-ekonomik hedefleri kapsayarak farklı disiplinlere uzanmaktadır.

Sürdürülebilir kalkınma, ekonomik kalkınma yanında sosyal ve ekolojik ölçütleri içerse de, iktisadi çalışmalarda genellikle yoğunlaşılan kısmı olan ‘sürdürülebilir ekonomik kalkınma’ içinde de, ekonomik kalkınma terimi ekonomik büyümenin ötesinde hala sosyal boyutları olan çok geniş bir alanı kapsamaktadır. WCED’nin “ihtiyaçlar” üzerindeki vurgusuna karşın iktisatçılar genellikle kalkınma yerine fayda seviyesi veya ekonomik refah (wellbeing) gibi terimleri kullanırlar (Atkinson vd., 1997, s.3-8; Neumayer, 2003, s.9). Ayrıca Atkinson vd. tarafından belirtildiği üzere WCED’nin “ihtiyaçlar” tercihi minimum ihtiyaçlar dışındaki unsurları gözardı etti-

ği için, eşitsizlik giderici veya yoksullukla mücadele açısından negatif etkisinden bahsetmek mümkündür.

Kimi yazarlara göre, sürdürülebilir kalkınmanın ulaştığı bu otomatik meşruluk ve kabul seviyesi ile içerdiği çok geniş ve dolayısıyla muğlak kalan alanlar (Graininger, 2004, s.12) farklı yorumlara izin vermektedir. Muğlaklık ve farklı yorumlar her yöne çekilebilen bir yapı yarattığı için sürdürülebilir kalkınma teriminin bu kadar geniş kabul edilirlilik seviyesine ulaşmasına sebep olmaktadır. Tabiki bu muğlaklık bir o kadar da söz konusu kavramın etkisizleşmesine sebep olmaktadır. Pezzey (1992a) çalışmasında 6 tanesi Brundtland Raporu, *Ortak Geleceğimiz*’in kendisinde olmak üzere, 60’ın üzerinde farklı tanıma ulaşmıştır. Uluslararası Sürdürülebilir Kalkınma Ajansına göre 100’ün üzerinde tanımdan bahsetmek mümkündür (Becic ve Svarc, 2009). Birinci Bölümde de belirtildiği üzere, sürdürülebilir kalkınma politik ve teorik boyutları ve uzantıları olan (Purvis ve Graininger, 2004, s.20) bir konudur. Tanımdan gelen belirsizliği teorik açıdan gidererek tanımı geliştirmeye yönelik olarak 1990’lar başında 70’in üzerinde çalışma yapılmıştır (Holmberg ve Sandbrook, 1992). Bu sayı 1990 sonlarında “binlere kadar” yükselmiştir ki, Pezzey sonunda mükemmel bir tanıma ulaşmanın sonuçsuz bir çaba olduğuna hükmetmiştir (bkz. Pezzey, 1997). Bu belirsizliğe ‘sürdürülebilirlik’ teriminin “rakip olarak kullanımı”nı (Barnett vd., 2003, s.54) eklediğimizde durum daha da karışacaktır.

2.1.2. Sürdürülebilirlik

‘Sürdürülebilirlik’ sözcüğü ‘sürdürülebilir kalkınma’ kavramından çıkmıştır (Barnett vd., 2003, s.55) ve genellikle birbirinin yerine geçebilecek şekilde kullanılmaktadır (Grainger, 2004, s.12; Morse, 2010, s.1). Buna karşın sürdürülebilirliğin, insanın çevre üzerindeki etkisini sınırlamayı amaçlayan daha dar kapsamlı bir anlamı da olduğunu (Bowers, 1997) ve bu anlamda sürdürülebilir kalkınma için bir gerek şart olup yeter şart olmadığını (Rao, 2000) söylemek mümkündür. WCED’nin tanımında kalkınmanın özellikle ‘sürdürülebilir’ olma özelliği vurgulanmaktadır. Buna karşın Dovers’ın sürdürülebilirlik tanımı “doğal, insani veya karışık sistemlerin içsel veya dışsal değişimlere, belirli olmayan bir zaman ölçeğinde, uyum sağlayabilme veya onunla beraber var olabilme yeteneğidir” şeklindedir (Dovers, 1997, s.304). Bu tanım Brutland raporu tanımından farklı bir sürdürülebilirliğe işaret etmektedir (Barnett vd., 2003). Sürdürülebilir kalkınmanın onlarca farklı tanımları ve farklı yorumları mevcut iken sürdürülebilirliğin de farklı kullanımlarının olması çok şaşırtıcı olmayabilir. Sürdürülebilirlik teriminin tercih edilme sebebi “kalkınma gibi problemleri bir terimden kaçınma” (Barnett vd., 2003), ekolojik ekonominin kaynağını oluşturan ekolojik paradigmanın kalkınmadan ziyade sistemlerin sürdürülebilirliğine vurgu yapan ve hatta “ekstra-paradigmatik” karşıtıllıklardan doğan bir moral mesele (Pearce, 1998, s.314; Norton, 1995) olması ya da birçok farklı disiplin (ve ilgi alanı) tarafından uyarlanmaya elverişli

olması olabilir. Sürdürülebilirlik teriminin geniş kullanım alanı ve içerdiği belirsizliğin boyutları yazında bazı çalışmalarla özel olarak incelenmiş olmasına (bkz. Becker vd., 1999; Redclift, 1987; Sachs, 1999; Sneddon, 2000) karşın kısaca belirtmek gerekirse, sürdürülebilir kalkınma terimindeki kadar olmasa da sürdürülebilirlik teriminin de farklı iraksamaları bulunmaktadır.

Sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilirlik tartışmasında, “sorun yaratan kısmi kalkınma teriminin oluşturduğu” görüşüne geldiğimizde ise, kalkınma teriminin ‘sorunlu’ olması Pearce vd (1990)’e göre terimin “arzu edilen” değişimi ima eden bir “değer sözcük” olmasından kaynaklanmaktadır (Pearce vd.,1990; Pearce, 1998, s.70; Atkinson, 1997, s.3). Kalkınmayı veya gelişmeyi oluşturan özellikler subjektif sosyal amaçlara göre değişecektir (Barbier, 1987). Dolayısıyla kalkınma konusundaki ciddi görüş ayrılıklarının en net sonuçları kalkınmayı temsil etmeye kalktığımızda kalkınma ölçütlerinde kendini gösterecektir.

Kalkınmaya ilişkin geniş tartışmaya fazla girmeden kısaca belirtmek gerekir ki, birçok çalışmada kalkınma ölçütü olarak çoğu zaman GSYİH ölçütü kullanılmaktadır. Fakat baskın olarak kullanılan gelir ölçütlerine alternatif olarak kullanılan bir kalkınma ölçütü vermek gerekirse, GSMH artışı, sağlık ve beslenme (nütrasyon) durumunda düzelleme, eğitim çabaları, iktisadi kaynaklara ulaşım, daha ‘adil’ gelir dağılımı, temel haklar gibi 6 bileşenli bir kalkınma veya gelişme vektörünü örnek vermek mümkündür (Pearce vd.,1990).

6. Örnek olarak BM tanımlaması ve bu doğrultudaki BM Sosyal Kalkınma Komisyonu verilebilir. Buradaki kullanım daha spesifik ve dar anlamalı bir kullanım olup benzer yapılanma Yeni Zelanda ve Kanada kurumlarında da bulunmaktadır. Bkz. <http://www.un.org/en/development/progress/socdev.shtml>.

Ayrıca kalkınma kavramında önemli konular olan kalkınma ölçütü veya vektörü ve zaman ufkunun sürdürülebilir kalkınma içinde de aynen korunduğunu söylemek gerekir. Sürdürülebilirlik vurgusu ile birlikte zaman ufkunun öne çıktığı ve bununla ilişkili olarak şimdiki zaman değerine indirgenme olgusunun kritik önemi farkedilmektedir. İskonto ve faiz oranı ilişkilerinin önem kazandığı görülmektedir. Aynı şekilde, kalkınma vektörüne giren sermaye çeşitlerinin birbiriyle ilişkileri ve bu çerçevede kritik sermaye kabulü gibi konular da belirleyici konumdadır. Bu ayırım, güçlü-zayıf sürdürülebilirlik tartışmasında en önemli konuları oluşturmaktadır. Bu konular sonraki alt bölümlerde ayrıntılı olarak incelenmektedir.

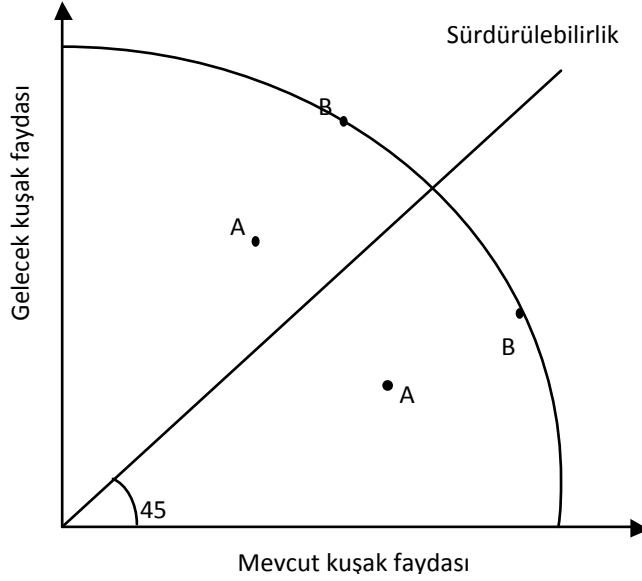
2.2. Sürdürülebilirlik, Etkinlik ve Optimallik İlişkisi

Sürdürülebilir kalkınma veya bizim incelediğimiz şekliyle sürdürülebilir ekonomik kalkınma terimlerindeki 'sürdürülebilirlik' kavramı kalıcılık ve sürekli olma veya çok uzun süre sürme gibi anlamları içermekte olup, ekonomik olarak genellikle nesiller arası eşitlik şartı ile temsil edilmektedir (Howarth ve Norgaard, 1992; Atkinson vd., 1997).

Bu noktada sürdürülebilirlik kavramının ekonomik etkinlik kavramlarıyla ve dolayısıyla uygunluk anlamında optimalite kavramıyla ilişkisi önem kazanmaktadır. Şekil 1'dekine benzer bir sınır (frontier) çizgisi tüketiciler veya üreticiler arasında çizildiğinde bize etkinliğin sağlandığı sınır çizgisini bu çizginin altındaki noktalarda ise etkisizliği gösterir (Tutulmaz, 2005, s.49-59). Sınır çizgisi Şekil 1'deki gibi nesiller arasında çizildiğinde bize etkin ve sürdürülebilir noktalar arasındaki ilişkiyi gösterebilmektedir.

Etkinlik yazınında kaynaklar veya üretim girdilerinin dağılımında etkin ve etkisiz olunan durumları (allocation efficiency) göstermek için genellikle üretim paftası kullanılsa da, aynı ilişkiyi tüketim paftasında göstermek de mümkündür. Şekil 1'de Howarth ve Norgaard, etkinlik ilişkisine tüketici faydası aracılığıyla tüketim tarafından bakmaktadır. Bunun için kaynak dağılımının üretime etkisi yerine sonuç olarak tüketici faydasına etkisi dönemlerarası düzlemde ele alınmaktadır.

Şekil 1. Kuşaklararası kaynak dağılımında etkinlik ile dönemlerarası kaynakların dağıtımı (sürdürülebilirlik) ilişkisi.



Kaynak: Howarth ve Norgaard, 1992, Fig.1

Şekil 1'deki 45°'lik doğru bu dağılımın kuşaklar arasında eşit dağıtıldığı durumu gösterdiği için kesin sürdürülebilirliğin (strict sustainability) sağlandığı sürdürülebilirlik eşik doğrusu (sustainability treshold) olarak adlandırılır (Howarth ve Norgaard, 1992). Eşik doğrusunun solundaki alan ise daha genel olarak sürdürülebilir kalkınma alanı olarak adlandırılır (Atkinson vd., 1997). Şekildeki A noktasında, örneğin çevresel piyasanın bulunmayışı ve dolayısıyla üretime giren bazı kaynakların fiyatlanmayışı nedeniyle, kaynak dağılımında etkinliğin bulunmadığını kabul edelim. Çevresel fiyatlandırmanın sisteme dahil edilmesiyle sınır üzerindeki dağılım etkin (allocation efficient)

B noktasına gelinir (Howarth ve Norgaard, 1992). Fakat gelecek nesillere bırakılan kaynaklar bugünkünden daha az olduğu için A ve B noktalarının ikisi de sürdürülebilir değildir. Kuşaklar arasında varlıkların tekrar dağıtılmasıyla, ki bu görece fiyatlarda, faiz veya dönemlerarası iskonto oranlarındaki değişim yoluyla olabilir, A* noktasına gelinebilir. A* noktası sürdürülebilir fakat etkisiz bir durumu temsil etmektedir. Buradan da yine çevre fiyatlandırmasının sisteme dahil edilmesi yoluyla B* noktasına gelinebilir ki bu noktada hem etkinlik hem de sürdürülebilirlik mevcuttur (Howarth ve Norgaard, 1992).

8. Tahsis etkinliği (allocation efficiency) üretim paftasında incelendiğinde salt fiyat mekanizmasının dağıtımdaki etkisini gösterecek şekilde teknik etkinlikten ayrıştırılarak gösterilmesi mümkündür (bkz. Tutulmaz, 2005, s.49-59). Fakat burada kullanıldığı şekliyle tüketiciler arasında piyasa fiyatıyla dağıtım, tüm etkileri içeren toplam etkinlik olarak değerlendirilmelidir.

9. Howarth ve Norgaard (1992) çalışmasında kuşaklararası faydanın paftalaştırılması (Şekil 1) ve dağılım etkisinin onun üzerinden hesaba katılması söz konusu ise de Eş. 1'deki gibi bir fayda ve refah fonksiyonu tanımı dikkate alındığında bunun tüketim paftasına denk düştüğü görülmektedir.

Bu ilişkiyi doğrudan tüketim paftası üzerinden ve daha kurumsal olarak vermek mümkündür ve bu yolla Atkinson vd. ulaştığı sürdürülebilir ve optimal kalkınma arasındaki ilişkiye ulaşılabilir. Bunun için ilk olarak yukarıda belirtildiği üzere kalkınmanın geniş yelpazesi içinde ekonomik düzeyi ele almak ve onu da tüketici fayda düzeyi, refah veya tatmin düzeyi (wellbeing) gibi daha somut bir terimle ikame etmek gerekir. Buna göre kişinin refah veya tatmin düzeyi ve bunun optimize edilmesini şu şekilde gösterebiliriz (Pearce, 1998, s.70-71; Atkinson vd.,1997, s.4),

$$W_0 = f(C_0, C_1, C_2, \dots, C_T)$$

$$\text{Max} \int_{t=0}^{\infty} U(C_t) \cdot e^{-\delta t} \cdot dt \quad (1)$$

W : refah veya tatmin düzeyi

U : fayda fonksiyonu

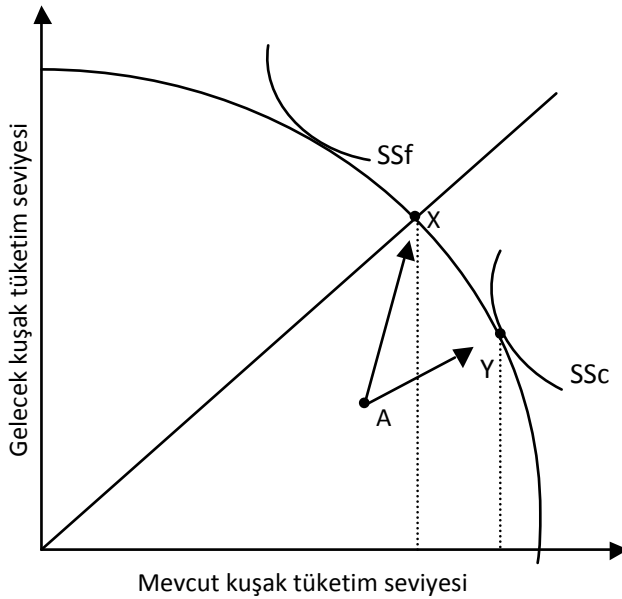
C : tüketim

t : zaman

δ : zamanlararası iskonto oranı

Kişinin refah veya tatmin düzeyi Eşitlik (1)'de olduğu gibi tüketim kalıbıyla temsil edilmektedir. Buna göre kişinin fayda veya refah optimizasyonu sorunu optimal kalkınmayı yakalama sorunudur. Bu durumda Şekil 2'de A noktasındaki bir toplumun ekonomik etkinliğe ulaşması Y noktasına gelmesini gerektirir. Bu nokta optimal refah ve kalkınmayı temsil eder, fakat bu noktada kalkınma veya refah sürdürülebilir değildir (Atkinson vd.,1997, s.7-8; Pearce, 1998, s.75). Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması için X noktasına yönelmek gerekmektedir.

Şekil 2. Zamana göre optimal ve sürdürülebilir tüketim.



SSc: Zamanlararası refah fonksiyonu
(şimdiki zaman ağırlıklı)

SSf: Zamanlararası refah fonksiyonu
(gelecek ağırlıklı)

Kaynak: Atkinson vd., 1997, Fig.1.1

Yine bu şekilden hareketle Y noktasında bulunan toplumun sürdürülebilir kalkınmayı yakalamak için X noktasına hareket etmesi gerektiğini gördüğümüzde sürdürülebilir kalkınma tanımı tartışmalarında sıkça kullanılan ‘azalmayan gelecek refahı’ (nondecreasing future wellbeing) savının geçersiz olduğu görülmektedir (Atkinson vd.,1997, s.8). Sürdürülebilir bir kalkınma yoluna girmek için bazı durumlarda (Şekil 2’de Y noktasında olduğu gibi) geçiş dönemi içerisinde bir refah azalmasını göze almak gerekebilir.

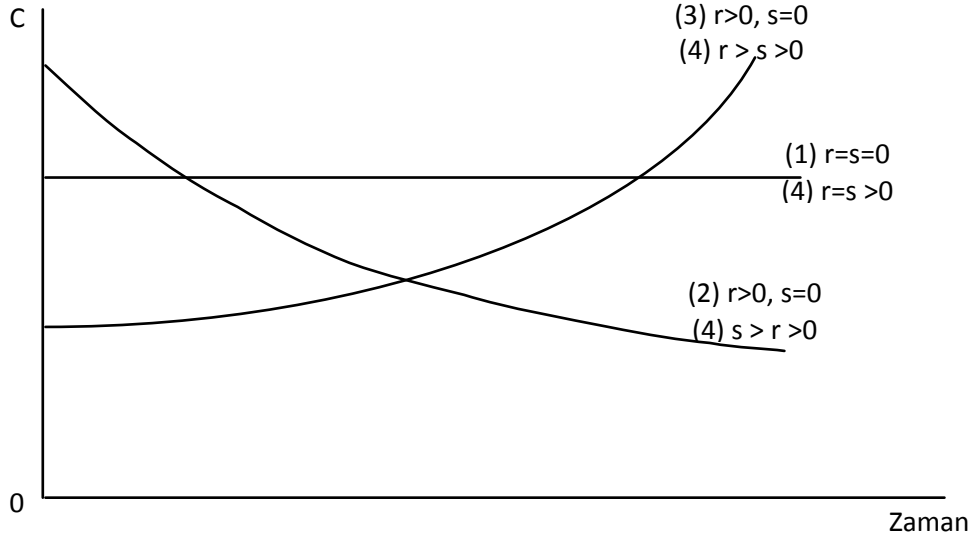
Daha ayrıntılı bir açıklamayı doğal sermaye ve zamanlar arası iskonto oranına göre tüketim veya refah yolunu ayırtıran bir inceleme ile bulmak mümkündür. Böyle bir çalışma ile zamanlararası iskonto oranı ve doğal sermayeye ödenecek marjinal verimi ölçüsündeki faiz oranının göreceli durumlarının nasıl farklı durumlara yol açacağı açıkça ortaya konulabilir.

Burada görüldüğü gibi dönemlerarası fiyatın ve değer belirlenmesi ekonomik analizin sonucunu doğrudan olarak etkileyecektir. Eşitlik 1’deki bir fayda fonksiyonu maksimizasyonunda (δ) ile verilen iskonto oranı dönemler arası değerlemeyi temsil ederek neoklasik iktisat tarafından kalkınmayı

temsilen kullanılan refahın gelişim yolunu belirler. Şekil 3’de iskonto oranı (s) ve sermayenin marjinal veriminin (r) birbirlerine göreceli durumlarına göre tüketim yolu (ve ona bağlı refah yolu) belirlenmektedir. Bu durumları dört ayrı şekilde özetleyebiliriz:

1. $r=0, s=0$ durumu: doğal sermaye yenilenemeyen özellikte ve zamanlararası iskonto edilmiyor. Sonuçta optimal tüketim yolu sabit devam etmektedir ki bu sürdürülebilir kalkınma ile uyumludur.
2. $r=0, s>0$ durumu: doğal sermaye yenilenemeyen özellikte ve zamanlararası pozitif iskonto oranı mevcut. Tüketim refah yolu zaman ile azalıyor, optimal tüketim sürdürülebilir değil.
3. $r>0, s=0$ durumu: kaynaklar yenilenebilir ve zamanlararası iskonto yok, optimal tüketim zaman ile artıyor, bu sonuç sürdürülebilir kalkınmaya uygundur.
4. $r>0, s>0$ durumu: kaynaklar yenilenebilir ve zamanlararası pozitif iskonto mevcut. Bu durumda, sonucu r ve s’nin göreceli büyüklükleri belirler. $r=s$ durumunda sabit tüketim, $r>s$ ise artan ve $r<s$ ise azalan tüketim ve refah yolu mevcuttur. (Pearce, 1998, s.71-74)

Şekil 3. Doğal sermaye ve zamanlararası iskonto oranına göre tüketim veya refah yolu



Kaynak: Pearce, 1998, Fig.5.1

Burada iskonto oranı geleceğin iskonto edilmesi anlamına geleceği için bugünün ağırlığını arttırarak sürdürülebilir kalkınma üzerinde bir baskı yaratacaktır. Ek-1’de ayrıntıları verilen analizde ‘b’ ile verilen marjinal faydanın tüketim esnekliği de bir etken olarak bulunmakla beraber, iskonto oranının göreceli durumunun belirleyici olabildiğini görmekteyiz (Pearce, 1998, s. 71-74). Buna göre (1) durumunda sabit tüketime dayalı bir sabit refah yolu sürdürülebilir kalkınmaya uygun gözükse de kaynaklar yenilenebilir nitelikte olmadığı için ekonomi kaynak kullanımında sürekli bir etkinlik artışı sağlamadığı sürece sürdürülebilir değildir. Buna karşın (4) durumunda sermayenin marjinal verimi ve zamanlararası iskonto oranının görece büyüklükleri önem kazanır, $r=s$ durumu için [1] durumu tekrarlanarak sabit tüketim yolu çizilir ve bu sonuç sürdürülebilir kalkınma ile uyumlu-

dur, $r>s$ durumunda tüketim zamanla artar ve sürdürülebilir kalkınma ile uyumludur, $r<s$ durumunda ise tüketim zamanla azalır ve sürdürülebilir değildir (Pearce, 1998, s. 85-88).

2.3. İskonto Oranı

Neoklasik yöntemler uygulanarak yapılan tüketime dayalı refah analizinde görüldüğü gibi, zamanlararası iskonto oranı çevre ve ekonomi ilişkisini belirleyen en önemli unsurlardan biridir. İskonto oranının belirlenmesinde önemli etken faiz oranıdır ki birçok durumda faiz oranının iskonto oranına eşit olduğu kabulü yapılmaktadır. Sermayenin verimliliğini etkileyen vergi oranı gibi sapma yaratıcı ikinci dereceden unsurların varlığına rağmen (Pearce, 1998, s.73-4) faiz oranı yukarıdaki analizde olduğu gibi sermayenin marjinal verimliliğini

belirlemektedir. Buradaki sermayenin marjinal verimliliği aynı zamanda sermayenin fırsat maliyeti olduğu için buna eklenecek bir ek faktör ile sosyal iskonto oranına ulaşılmaktadır (Tietenberg ve Lewis, 2010, s.53). Dolayısıyla uygulamada iskonto oranı sermayenin marjinal verimi olan faizin üzerine çıkmaktadır (Tietenberg ve Lewis, 2010, s.53-4). Fakat iktisatçıların ideal dünyasında toplum Şekil 2.2 ve Şekil 2.3'deki gibi dönemler arası etkinliği ve dönemler arası refahı azamileştirerek dönemler arası tüketim (veya üretim) sınırı üzerinde, iskonto oranı ve marjinal sermaye verimliliğinin gerekli şartlarının sağlandığı bir sürdürülebilir kalkınma noktasına gelebilir (Pearce, 1998, s.73).

İskonto oranı aynı zamanda, neoklasik çevre iktisadının Bowers'ın tanımladığı şekliyle, (i) çevre politikası araçlarının seçimi, (ii) fayda/maliyet analizi, (iii) sürdürülebilir kalkınma, gibi üç 3 önemli altbaşlığın biri olan fayda/maliyet analizinin de en önemli belirleyici unsurudur (Bowers, 1997, böl.1-3). Fayda/maliyet analizi, politik uygulamalarda kullanılan en önemli iktisadi araçlardan biri olduğu için iskonto oranının politik karar belirleyici olarak ortaya çıktığı görülmektedir. Bu noktada sosyal ve özel iskonto oranlarının farklılaşması, risk faktörünün özel ve kamu algılaması farklılaşabildiği ölçüde olası görülmektedir (Tietenberg ve Lewis, 2010, s.80). Yine benzer bir şekilde faiz oranının ve sermayenin fırsat maliyetinin değiştiği kurumlar (ve devletler) için de iskonto oranının değişmesi mümkün olmaktadır ki bu farklılıklar da uygulamada

önemli sapmalara yol açabilmektedir.

Bu şekildeki bir sapmaya örnek olarak 1959 yılında gündeme gelen ABD-Kanada arasındaki Passamaquoddy Körfezi'nde yapılması planlanan dalga enerji santralini verebiliriz. Yapılan fayda/maliyet analizlerinde ABD'nin %2.500, Kanada'nın %4.125 iskonto oranını kullanması sonucu projenin ABD tarafı için pozitif, Kanada tarafı için ise negatif net fayda sağlayacağı sonucuna varılmıştır (Tietenberg ve Lewis, 2010, s.54).

Kurumlararası bu farklılıkları gidermek için 1970'de ABD Bütçe Dairesi bir standardizasyona gitmiştir. ABD Bütçe Dairesi, 1992 yılında iskonto oranında yaptığı bir indirimle beraber, bu oranı yıllık bazda değişecek şekilde hesaplamaya başlamıştır. Söz konusu iskonto oranı standardizasyonuna, getirdiği kazanımlara rağmen çeşitli eleştiriler yöneltmek mümkündür. Zira standardizasyon, kurumlar arası hesaplama sapmalarının etkisini azaltmasına karşın, sosyal iskonto oranının yıllık bazda merkezi olarak değiştirilmesinin teorik olarak kaynak tahsisi etkinliğine ters düştüğü açıktır (Tietenberg ve Lewis, 2010, s.55).

2.4. Zayıf ve Güçlü Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilir kalkınma içindeki oldukça önemli bir tartışma alanı, güçlü sürdürülebilirlik (strong sustainability) ve zayıf sürdürülebilirlik (weak sustainability) karşıtlığında ortaya çıkmaktadır. Bu yaklaşımlardaki karşıtlığın kökeni ekonomik ve ekolojik paradigmalardan farklılaşmasına dayanmak-

11. Sermayenin marjinal maliyeti dışında kalan ve zaman tercihinin de içine alan sosyal tercihlerin bu ek faktör içerisinde temsil edilmesi beklenir.

12. Amerikan hükümeti kamu iskonto oranlarını yıllık olarak ilan etmekte olup bu oranlara Beyaz Saray internet sitesinden ulaşılabilir, http://www.whitehouse.gov/omb/memoranda_default.

tadır. Tanımlarına bakıldığında paralel gibi duran ve güçlü sürdürülebilirliğin, zayıf sürdürülebilirliğin fazladan şartlar ile güçlendirilmiş hali olarak görülmesi mümkün (Neumayer, 2010, s.23-27) iken bu yaklaşımlar, doğurduğu sonuçlar ve işaret ettiği önemli politika farklılıkları dolayısıyla ayrıntılı olarak ele alınmaya değerdir.

Ekonomik paradigma, sürdürülebilir kalkınma sorununu, ekonomik büyümenin sürdürülebilirliği (Bowers, 1997, s.3-7) olarak görmesiyle toplam sermaye değerinde azalmama şartı üzerine yoğunlaşmış ve çözümde teknolojiyi içselleştirerek bilgi ve diğer teknik sermaye ile doğal kaynaklardan ve tüketilebilir kaynaklardan oluşan sermayeyi bir bütün olarak ele alan içsel büyüme modellerinde göstermiştir.

Ekolojik paradigma, sürdürülebilir kalkınma sorununun büyümenin sürdürülmesi olarak görülmesine karşı çıkar (Daly, 1996, s.45) ve sorunu devraldığımız yaşam çerçevesinin sürdürülebilirliği (Lea, 2003, s.90) ve gelecek kuşaklara korunarak bırakılması olarak görür. Gerçekten de sürdürülebilir kalkınma konseptinde vurguyu farklı uçlara koyduğumuzda, bir başka deyişle sürdürülebilir kalkınmanın farklı bileşenlerine koyduğumuzda farklı noktalara ulaşmak mümkündür. Nitekim neoklasik paradigma altında çevre ekonomisi, çevre ve kaynak kısıtları altında büyümenin maksimizasyonunu (Bowers, 1997, s.3-7) amaçlarken, ekolojik ekonomi aksine ekolojik sürdürülebilirliği esas alarak bununla uyuşabilecek ekonomik modelleri (Lea, 2003) araştırır.

Kalkınma yazını kendi içinde hali hazırda sosyal ve ekonomik tarafları olan oldukça geniş bir alt disiplin olmakta iken iktisadi modelleme mantığı (yada modelleme zorunluluğu) içinde gelişmeyi temsilen ekonomik büyümeyi aldığımızda, büyümenin devam ettirilebilirliği çerçevesini çizmiş oluruz. Buna karşın ekolojik perspektiften yola çıkarak ekolojik sistemin veya alt sistemlerinin korunmasını öncelik alan ve onun sürdürülebilirliğine zarar getirecek bir toplam kalkınma anlayışı içinde ekonomik büyümeyi şart olmaktan çıkaran bir çözülemeye ulaşılmaktadır (Carley ve Christie, 2000, s.28-29). Gerçekten de mevcut literatür içinde iktisadi gelişmişlik düzeyine ulaşmış ülkeler için bu toplam kalkınma anlayışına atıfla “gelişme”yi ekonomik büyüme olmadan sağlama (Daly, 1996, s.31; Tietenberg ve Hueting, 1991) ve korumayı tartışan küçük çaplı bir literatür şimdiden oluşmuş bulunmakta ve hatta ‘düşük büyüme’ (low growth) ve ‘büyümesiz ilerleme’ (managing without growth) ekonomik ve ekonometrik modelleri hayata geçirilmiş bulunmaktadır (bkz Victor, 2008; Carley ve Christie, 2000, s.28-29). Hatta daha da net bir şekilde sürdürülebilir kalkınmayı doğrudan “insanlığın tarihi bir hatadan dönerek tabiat ile daha dengeli, kalıcı ve düzgün bir ilişki kurma fırsatı” olarak tanımlayan Kanadalı ekolojist Rees’e göre bu görüş “sınırlı bir dünyada, dünya kaynaklarının daha adil bir şekilde kullanımı gibi etik bakış açısını gündeme getirir” (Rees, 1991; 1990) ve sürdürülebilir kalkınmanın sosyal ölçütlere açılan yanını oluşturur.

Görüldüğü üzere farklı paradigmalardan aynı sürdürülebilirliği algılayışı bu şekilde farklılaşabilmekte ve önemli sonuçlar doğurabilmektedir.

2.4.1. Zayıf Sürdürülebilirlik

Zayıf Sürdürülebilirlik iki önemli neoklasik iktisatçı olan Robert Solow (1974a, 1974b, 1986, 1993a, 1993b) ve John Hartwick (1977, 1978a, 1978b, 1990, 1993)'in çalışmalarına atıfla tanımlanmaktadır (Neumayer, 2010, s.19-23). Buna karşın Solow ve Hartwick tarafından ortaya konan sürdürülebilirlik şartını zayıf sürdürülebilirlik olarak adlandıran kendileri değildir. Neoklasik kalkınma iktisadının, üretilmiş (man-made) sermaye, insan sermayesi (human capital) ve doğal sermayeyi birleştiren perspektifi kendileri tarafından değil daha sonradan gelişen ve bu iktisadi (veya neoklasik iktisat) paradigmaya karşı çıkan ekolojik perspektif tarafından zayıf sürdürülebilirlik veya Solow-Hartwick sürdürülebilirliği olarak adlandırılmıştır. (Bu konudaki tartışmalar için bkz. Nordhaus 1991, 1994, 2008; Neumayer, 1999, 2000, 2003, 2004)

Zayıf Sürdürülebilirlik en basit şekilde, 'tüm sermaye türlerinin toplamı olarak alınan toplam sermayenin azalmaması' olarak tanımlanabilir. Bu tanım *Hartwick kuralı* (Hartwick 1977) olarak bilinen,

$$\text{Toplam net yatırım} \geq 0 \quad (2)$$

şartını ima etmektedir (Mikesell, 1994). Bu tanımda kullanılan toplam net yatırım yerine literatürde daha yaygın kullanılan, Ha-

milton (1994) tarafından tanıtılmış *GS-Gerçek Tasarruflar (Genuine Savings)* ve Dünya Bankası tarafından literatüre katılan *Net Uyarlanmış Tasarruflar (Net Adjusted Savings)* terimleri mevcuttur (Neumayer, 2010, böl.5). Buna karşın yatırım yerine kullanılan tasarruflar bir karışıklığı da beraberinde getirdiği için eleştirilmektedir. Çünkü makroekonominin aşağıdaki genel eşitliğinde olduğu gibi,

$$Y=C+I+G-T \quad (\text{kapalı ekonomi})$$

$$Y-C=S=I+G-T$$

yatırım ve net kamu harcamalarının toplamına eşit olan tasarruflar, özel tasarruflar olarak alınır. Buna karşın literatürdeki bu *GS* kullanımı tasarrufları özel ve kamu tasarruflarının toplamı olarak aldığı için eleştiri konusu olmuştur (bkz. Dasgupta 2001, Arrow vd., 2004 ve Neumayer 2010, böl.5).

Denklem (2)'de verilen Hartwick kuralı, Hamilton'un literatüre kattığı ve sonrasında DB tarafından benimsenerek kullanılmaya başlayan *GS* kavramı kullanılarak, (3)'de verilen durumlarla tekrar ifade edilebilir (Costantini ve Monni, 2008):

$$GS > 0 \quad \text{Sürdürülebilirlik}$$

$$GS = 0 \quad \text{Minimum Sürdürülebilirlik}$$

$$GS < 0 \quad \text{Sürdürülemezlik} \quad (3)$$

Ayrıca DB tarafından benimsenerek Dünya Kalkınma Raporlarında (World Development Reports) düzenli olarak yer verilen *GS* için yapılan resmi tanımlama Denklem

13. Buradaki insan sermayesi (human capital) kullanımı sosyal/beşeri sermaye kullanımına, üretilmiş sermaye (man-made capital) kullanımı teknik sermayeye tekabül etmektedir.

14. İçsel büyüme modellerinde olduğu gibi bilgi ve daha farklı sermaye türleri de buna eklenebilir.

(4)'de yer almaktadır (Hamilton, 2000):

$$GS = \dot{K} - (F_R - f_R)(R - g) - b(e - d) \quad (4)$$

GS : gerçek tasarruflar

\dot{K} : ekonomik sermaye oluşumu

F_R : D. kaynak rant oranı

f_R : D. kaynak çıkarma marjinal maliyeti

R : kullanılan kaynaklar

g: yenilebilir kaynakaların yenilenme oranı

d : doğal çözünme (dissipation)

e : salım (emisyon)

b : kirlilik giderme (abatment)'nin marjinal maliyeti

Denklem (4)'de yer verilen GS denkleminde \dot{K} sermaye oluşumunu temsil ederken, eşitliğin sağındaki diğer iki ifade tüketim ve doğal kaynak kullanımından dolayı yapılan bir uyarlamayı içermektedir (Hamilton, 2000). Denklemde sağında yer alan ikinci ifade doğal kaynak kullanımının net maliyetini, üçüncü ifade ise tüketimin yarattığı kirliliğin giderilmesi maliyetini açıklamaktadır.

Toplam net yatırımın sıfırdan büyük olarak toplam sermayenin azalmamasını sağlaması tanımından da anlaşıldığı üzere, zayıf sürdürülebilirlik yaklaşımının altında yatan en önemli varsayım, doğal sermayenin ikame edilebilirliği olmaktadır. Bu nedenle Neumayer tarafından bu yaklaşım "ikame

edilebilirlik paradigması" (substitutability paradigm) olarak adlandırılmaktadır (Neumayer, 2010, s..23-27).

2.4.2. Güçlü Sürdürülebilirlik

Güçlü sürdürülebilirlik, zayıf sürdürülebilirlik tarafından yapılan farklı kaynak türlerinin birbiri yerine ikame edilebilmesi varsayımına karşı çıkar. Toplam sermayenin azalmaması şartı genel kural olarak aynen kabul edilmekle birlikte, bunun yeterli olmadığı, toplam sermaye stoku korunurken ikame edilebilirlik varsayımının doğal sermaye aleyhine işlemesinin önüne geçecek ek önlemlerin alınmasının gerekliliği üzerinde durulur (Daly ve Costanza, 1992; Daly, 1991d, 1996, 2005; Goodland ve Daly, 1992; Faber, Mansten ve Proops, 1992; Norgaard, 1994; Spash, 1993). Aynı sebeple bu yaklaşım 'ikame edilemezlik paradigması' (non-substitutability paradigm) olarak adlandırılmaktadır (Neumayer, 2010, s.23-27). İkame edilebilirlik noktasında farklılaşan bu iki yaklaşım ekolojik iyimserlik ve ekolojik karamsarlık (Lecomber, 1975, s.42) veya teknolojik iyimser ve teknolojik (ihtiyatlı) karamsarlık (Costanza, 1989; Costanza vd.,1997, s. 148-151) şeklinde de adlandırılmaktadır.

Ekolojik paradigma içinde gelişen güçlü sürdürülebilirlik yaklaşımında (Daly, 1996, s.45) doğal sermayenin farklı özellikteki yapısı üzerinde durulmaktadır. Doğal sermayenin temel yaşam kaynağı olma ve tahribatının geri döndürülemezliği özellikleri dolayısıyla diğer sermaye türlerinden farklı

tutulması gerekliliği savunulmaktadır (Turner ve Pearce, 1992, s.7; Neumayer, 2010, böl.4; Barbier, Burgess ve Folke, 1994). Ekolojik ekonominin önemli konularından biri olan kaldırma kapasitesi bu noktada devreye girmektedir. Buna göre doğal sermayenin üretim kaynağı olarak kullanılması belli seviyelere kadar mümkündür. Ozon tabakası veya coğrafi-biokimyasal döngüler gibi bazı yaşam sağlayıcı kaynakların tahribatı ise genellikle felaketle sonuçlanmaktadır (Ehrlich, 1989). Tahrip edilen bio-çeşitliliğin geri döndürülemezliğini de bu konuya örnek olarak vermek mümkündür (Neumayer, 2010, böl.5).

Doğal sermayenin, yaşam sağlayıcılığı ve tahribatının geriye döndürülemezliği özelliklerinin, onu diğer sermaye türlerinden farklı kılarak ayrıca korunmasını gerektirdiği ileri sürülürken, diğer yandan korunma işlevinin fiyatlandırma yoluyla piyasaya bırakılmasına da belli sebeplerle karşı çıkılmaktadır. Fiyatlandırmanın yapılabilmesi için faydanın ölçülmesi veya tüketicisi tarafından değerlendirilmesi gerekir. Fakat bu değerlendirmeye engel etkenler mevcuttur. Dışsallık ve piyasa ekonomisinin işleyişi için gerekli olan tam bilginin eksikliği gibi konular halihazırda çevre ekonomisi tarafından ele alınmaktadır. Buna ek olarak genel ekolojik ve çevresel değerlerin ölçülmesindeki büyük muğlaklık (Faucheux ve Froger, 1995), çevrenin ve doğanın faydası üzerindeki veya bu faydanın hesaplanmasındaki belirsizlik (buna bu faydanın zamanla değişebilirliği de eklenebilir), ihmal edilen (Randall, 1991, s.64) veya bilinmeyen etkenlerin

varlığı (Norton, 1986: 203) ve başarısızlık durumundaki riskin büyüklüğü (Neumayer, 2010, böl.2.4) bu etkenler arasında sayılabilir.

Güçlü sürdürülebilirliğin ileri sürdüğü doğal sermayenin ikame edilemez olması görüşü de kendi içinde iki farklı yorum bulmuştur. Bir görüş doğal sermayenin değer olarak korunmasını (bkz. Hohmeyer, 1992; Barbier, Pearce ve Markandya, 1990) esas almıştır. Diğer görüş ise, “insan yapımı sermayenin daha büyük ozon tabakası deliğine ikame olamaz iken daha çok balinanın ikame olabilesinin saçma olacağı”nı ileri sürerek (Neumayer, 2010, s.24) bu yoruma karşı çıkmıştır. Doğal sermaye fiziksel değerler ile korunmalıdır. Ayrıca kritik doğal sermaye türlerinden (Ekins, 2003; Ekins, Folke ve De Groot, 2003) bahsetmek gerekir. Bu kritik doğal sermaye türleri belli bir ölçüde fiziksel stok değerlerinde ikame edilemez şekilde muhafaza edilmeli ve bu ikame edilemezlik farklı türlerdeki doğal sermaye türleri arasında da geçerli olmalıdır (Daly 1992, s.256; Hueting, ve Reijnders, 1998; Goodland, 1995).

2.4.3. Sürdürülebilirlik Ölçümleri

Güçlü sürdürülebilirliğin kavramlaştırılması dahi tartışmalı bir konu iken ölçüm uygulamasında çok daha büyük güçlüklerle karşılaşılması beklenen bir durumdur. Buna karşın zayıf sürdürülebilirliğin ölçülmesi çok daha mümkün görünmektedir. Dolayısıyla sürdürülebilirliğin ölçülmesine yönelik çalışmalar zayıf sürdürülebilirliği ölçmeye

15. GS yöntemi üzerine yapılan tartışmalar özellikle kaynak rantı üzerinde yoğunlaşmaktadır. Dünya Bankası yöntemine El Serafy tarafından yapılan düzeltme de kendi adıyla anılmaktadır. El Serafy, kaynak değerine iskonto değerini katmıştır (El Serafy, 1997;1991; Neumayer, 2003, s.164-169): Dünya Bankası yöntemi: (P-AC)·R 619

yönelik modeller üzerine yoğunlaşmaktadır. Dünya Bankası tarafından benimsenen *GS-Gerçek Tasarruflar (Genuine Savings)* yönteminin belli şartlar altında zayıf sürdürülebilirliğin göstergesi olduğu söylenebilir (Pezzey, 1992b; Pezzey ve Toman, 2009; Dasgupta 2009). *Sürdürülebilir Ekonomik Refah İndeksi-ISEW (Index of Sustainable Economic Welfare)* sürdürülebilir kalkınmayı ölçmeye yönelik bir diğer yöntemdir. Bu yöntem *GPI-Gerçek İlerleme Göstergesi (Genuine Progress Indicator)* olarak da anılmaktadır. Adı geçen her iki yöntem de akademik çalışmalarda sürdürülebilirlik ölçütü olarak kullanılmasına karşın geçerlik derecesi ve handikapları üzerine yapılan tartışma akademik düzeyde halen devam etmektedir. (GS yöntemi ve ISEW-GPI yöntemlerinin eleştirisi için bkz. Neumayer, 2010, böl.5; Neumayer, 2003, s.154-163).

Yukarıda verilen zayıf sürdürülebilirlik ölçütlerine karşın, güçlü sürdürülebilirlik için tam bir ölçüt vermek şu an için mümkün değildir (Neumayer, 2010, böl.5). Güçlü sürdürülebilirlik için tam bir ölçüt olmasa dahi güçlü sürdürülebilirlik anlayışından hareketle yaratılan bazı fiziksel göstergeler mevcuttur. Bunlardan en önemlisi *EF-Ekolojik Ayakizi (Ecological Footprints)* ve *MF-Materyal Akışı (Material Flow)*'dir. Ayrıca enerji tabanlı göstergeler de mevcuttur.

Ekolojik Ayakizi (EF) toprak alanı üzerinden sürdürülebilirlik ölçümünü amaçlamakta olup insanın tüm iktisadi faaliyetlerini "bizim kullandığımız ve atıklarımızı absorbe etmeye yetecek doğal kaynakları sağlayacak toprak miktarına" (WWF 2008, s.14) çevirerek bir fiziksel gösterge sağlamaktadır. Bir diğer gösterge olarak *Materyal Akışı* ise, benzer bir anlayıştan yola çıkmasına karşın tekno-küre (tecno-sphere) veya eko-küre (eco-sphere) arasında bir durağan durumu (steady-state) esas alarak kütle biriminde minimum kaynak akışını (Spangenberg vd., 1999, s.492) hedefleyen bir fiziksel gösterge olmaktadır. Bu yüzden de *EF*'nin havuz (sink) yönlü perspektifi yerine, *MF* kaynak (source) yönlü bir perspektife vurgu yapmaktadır.

Sürdürülebilirlik göstergeleri şu anda çevre muhasebesi başlığı altında ekolojik ekonominin önemli bir konusu olup GSYH'ye alternatif oluşturmak açısından önemlidir ve bu anlamda kalkınma ve refah iktisadının kesiştiği bir alanda bulunmaktadır.

2.5. Sürdürülebilir Kalkınma ve İçsel Büyüme

Sürdürülebilir kalkınmanın geniş çalışma alanı içerisinde temel sorununun, iktisadi büyüme sürecinde ekonomiyi çevreleyen tüm sistemlerin olumsuz yönde etkilenmesi olduğu düşünülebilir. Çünkü olumsuz

El Serafy düzeltmesi: (P-AC)·R·

Burada P kaynak fiyatını, AC ortalama maliyeti ve R kaynak kullanımını temsil etmektedir. Ayrıca benzer şekilde Repetto (1991) tarafından yeni kaynak buluşlarının (D) etkisinin katıldığı bir versiyonu da bulunmaktadır:

Repetto yöntemi: : (P-AC)·(R-D) .

16. Bu göstergeler genellikle ekserji (exergy) ve entropi (entropy) gibi termodinamik terimleri kullanılmaktadır.

etkilenmenin bertaraf edilmesi ölçüsünde sistemin sürdürülebilirliği sağlanmış olacaktır. Ekonomiyi çevreleyen tüm sistemin ise, şüphesiz içinde yaşadığımız dünyanın çevre ve sosyoekonomik özellikleri çerçevesinde tanımlanması mümkündür. Bu noktada, iktisadi büyümenin tanımlanması konunun ve tüm ilişkilerin merkezinde yer aldığı için önem taşımaktadır.

İçsel büyüme bu noktada devreye girmekte ve teknolojinin değişimi veya gelişiminin model tarafından içselleştirilmesi yoluyla büyümenin sürdürülebilirliğinin yolu açılmaktadır. Teknolojik değişimin model tarafından içsel olarak temsilini kavramlaştıran içsel büyüme, çevre gibi diğer etkileşimleri kapsayabildiği ölçüde 'sürdürülebilirlik' model tarafından temsil edilebilmektedir. Bu yüzden Shaw tarafından belirtildiği gibi, içsel büyüme teorisinden yoksun bir model ile sürdürülebilir kalkınma üzerine derinlemesine bir çalışma yapmak mümkün değildir (Shaw, 2001).

2.5.1. İçsel Büyüme Teorisi

Adam Smith, David Ricardo, Thomas Malthus gibi ilk klasik iktisatçılardan itibaren iktisadi büyümenin kaynakları tartışılmaya başlanmıştır. Rekabet ve denge dinamikleri, azalan getirilerin rolü ve fiziksel sermaye veya sosyal sermaye ile ilişkisi, nüfus artışı ve büyüme arasındaki ilişki, teknolojik ilerlemenin etkileri ve uzmanlaşmanın, yeni buluşların veya ilerlemeyi sağlayan tekeller gibi unsurların teknolojik ilerlemeye katkıları bu konulardan bazılarıdır.

Büyümenin bugünkü anlamda yöntem bilimsel olarak incelenmesi toplulaştırılmış (aggregated) sermaye stoğu, toplulaştırılmış üretim fonksiyonu ve temsili tüketicinin fayda fonksiyonu gibi neoklasik kavramların kullanımıyla 1950'lerin sonundan itibaren başlamaktadır. Kronolojik olarak başlangıç noktasını Ramsey (1928)'in akademik açıdan çağının birkaç on yıl ilerisindeki çalışmasıyla başlatmamız gerekir. Ramsey'in hanehalkının zaman optimizasyonu yaklaşımı, iktisadi büyüme teorisinin çok ötesine geçerek birçok temel iktisat teorisinin vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Günümüzde Cobb-Douglas üretim fonksiyonu kadar yaygın kullanılmasına karşın Ramsey'in dönemlerarasında ayrıştırılabilir fayda fonksiyonu 1960'lara kadar kabul görmemiş veya yaygın kullanım alanı bulamamıştır. (Barro ve Sala-i-Martin, 1995, s. 9-13)

Ramsey'i izleyen dönemde, Harrod (1939) ve Domar (1946)'ın, Büyük Bunalım'ın etkisiyle Keynesyen analizi iktisadi büyüme teorisine entegre etme girişimleri dışında büyüme yazınındaki ilk önemli gelişme Solow (1956) ve Swan (1956) çalışmalarıyla gerçekleşmiştir (Barro ve Sala-i-Martin, 1995). Günümüzde Solow-Swan modeli olarak yaygın şekilde bilinen büyüme modeli, neoklasik üretim fonksiyonunu ve sabit tasarruf oranı varsayımını kullanarak yalın bir genel-denge ekonomisini basitçe açıklayabilmesi açısından da önemlidir. Neoklasik büyüme teorisinin bu temel modelini en özet şekilde şu iki eşitlikle özetlemek mümkündür (Aghion ve Howitt, 2009, böl. I,1),

$$Y = K^a L^{1-a} \quad (5)$$

$$\dot{K} = Y - \delta dK \quad (6)$$

Y: çıktı

K: sermaye

L: işgücü

A: teknoloji düzeyi

a: çıktının sermayeye göre kısmi esnekliği

s: tasarruf oranı

δ: sermayenin yıpranma payı

Eşitlik (5)'de yer verildiği üzere Solow-Swan modeli teknolojiyi dışsal bir faktör olarak kabul etmekte ve sürekli teknolojik ilerlemeyi gözardı etmektedir. Dolayısıyla Solow-Swan modeli teknolojik ilerlemenin yokluğunda, uzun dönem dengenin bulunmasıyla birlikte ilerlemenin durmasına işaret etmektedir ki bu durum iktisatçılar tarafından eleştirilmiştir (Vazquez-Baquero, 2002, s.4).

Ramsey'in tüketici optimizasyonu,

$$\max W = \sum_0^T b^t u(c_t);$$

$$u'(c) > 0 \quad \text{ve} \quad u''(c) < 0, \quad \forall c > 0 \quad \text{için} \quad (7)$$

u(c): fayda fonksiyonu

β: hanehalkının iskonto oranı

Cass (1965) ve Koopmans (1965) tarafından Ramsey'in tüketici optimizasyonu ana-

lizinin (bkz. Eş.7) neoklasik büyüme içine yerleştirilmesiyle tasarruf oranının içselleştirilmesine imkan sağlandıysa da teknolojik ilerleme hala dışsaldır. Ramsey-Cass-Koopmans modeli olarak bilinen bu model iktisadi analiz için oldukça güçlü bir taban sağlamaktadır. Buna karşın, uzun dönem gelişmenin dışsal bir unsur olduğu kabul edilen teknolojik gelişmeye bağlı olması sorunu aynen devam etmektedir. Bu modellerdeki sorunu daha açık ifade etmek gerekirse, dışsal faktörler dikkate alınmadığı durumda modelin uzun dönem dengesi ekonomik büyümenin durmasını işaret etmektedir. Dolayısıyla model iç dinamikleri ile dünyada yaşanan sürekli gelişmeyi temsil gücünden hala yoksun bulunmaktadır. Modelin ilerlemeye getirebileceği tek açıklama (teknoloji dahil) dışsal unsurlardaki değişimdir.

Cass ve Koopmans'ın yaptığı katkılar ile temel neoklasik büyüme modelinin tamamlandığını söyleyebiliriz (Barro ve Sala-i-Martin, 1995, s.9-13). Bundan sonra uzun bir dönem büyüme teorisi oldukça teknik ve ampirik uygulamalardan kopuk bir zemin üzerinde kalmıştır. Daha sonra Romer (1986) ve Lucas (1988) çalışmalarıyla tetiklenen araştırmalar silsilesi tekrar uzun dönem büyümeye önem veren anlayışa yönelmiş ve *içsel büyüme teorisi*, modelleriyle birlikte hızla gelişmeye başlamıştır. İçsel büyüme modelinin en genel hali şu şekilde yazılabilir:

$$Y=AK \quad (8)$$

Eşitlik (8) ile verilen ve Arrow (1962) çalışmasına atıfla da ifade edilen içsel büyüme modelinin bu ilk halinin (Aghion ve Howitt, 2009, s.48) en önemli vurgusu teknolojinin içselleştirilmesidir. AK modelinde farklı sermaye türleri (doğal, insan, bilgi vb.) toplulaştırılarak yer almış ve entellektüel birikimin de teknolojik ilerlemeyle kaydedileceği şeklindeki neoklasik görüş doğrultusunda sermaye birikimi ve teknolojik ilerleme arasında bir fark gözetilmemiştir (Aghion ve Howitt, 2009, s.13;47).

İçsel büyüme modelinin genel temsilinde, sermaye (K) ve teknoloji (A) bünyesinde tüm faktörlerin toplu halde temsil edildiği dikkati çekmektedir. Neoklasik büyüme modellerinde yer verilen işgücü (L) bu modelde bulunmamaktadır. Bunun yerine işgücü, insan sermayesi olarak sermaye altında diğer sermaye türleri ile birleştirilirken, diğer yandan entellektüel birikim de (teknik ve uzmanlaşma gibi) diğer ilerleme çeşitleriyle beraber teknoloji altında bir toplulaştırma içerisinde temsil edilmektedir. Diğer yandan içsel büyüme modellerinin çatısını oluşturan Eşitlik (8)'e eklenecek ikincil denklemler ile bir eşanlı sistemi daha ayrıntılı tasvir etmek mümkündür. Eklenecek bu ikincil denklemler ile sermaye çeşitlerinin tanımlanması, teknolojik ilerleme içerisindeki sosyal ve teknik ilerlemelere yer vermek gibi, çok daha ayrıntılı modellere uygun bir yapı tesis edilmiş olmaktadır. Dolayısıyla (8)'deki bu toplulaştırılmış yapıya karşın, model aslında (ikincil denklemler aracılığıyla) farklı sermaye türlerinin ayrı ifade edilerek öne çıkarılmasına ve teknolojinin de bilgi üretimi, yaparak öğrenme veya bilgi birikimi, AR-GE, teknoloji yatırımları vb. şekillerde detaylandırılarak dahil edilmesine elverişli bir yapıdadır.

Romer (1986), içsel büyümenin bu genel çerçevesine Ramsey'in fayda fonksiyonunu yerleştirerek, dönemlerarası fayda maksimizasyonuna izin veren bir yapıyı tesis etmiş (Aghion ve Howitt, 2009, s.52-3) ve büyüme teorisinin bu en temel iki modelini içsel büyüme sistemi içinde birleştirmiştir. Böylece daha sonra çok farklı açılardan ilerleyen içsel büyüme modellerine uygun altyapı da tamamlanmış olmuştur.

Romer (1986) çalışmasıyla oluşturulan içsel büyüme modeli diğer çalışmalarını tetiklemiş ve bu zemin üzerine inşa edilen farklı modellerin çeşitlenerek arttığı gözlenmiştir. Farklı yönlerde ilerleyen içsel büyüme modellerinin önemli örneklerini dört başlık halinde vermek mümkündür (Greiner, Semmler ve Gong, 2005, s.11).

a) Yatırımın pozitif dışsallığına dayanan modeller (bkz. Romer, 1986)

b) Eğitime ve sosyal sermayeye dayanan modeller (bkz. Uzawa (1965), Lucas (1988))

c) Ar-Ge teorilerini ve eksik rekabeti büyüme çerçevesi içine alan modeller (bkz. Romer (1987, 1990), Aghion ve Howitt (1992), Grossman ve Helpman (1991))

d) Kamu altyapısına veya kamu harcamalarına dayanan modeller (bkz. Barro

(1990), Barro ve Sala-i Martin (1992), Glomm ve Ravikumar (1994a,b))

Yukarıda kabaca gruplanan içsel büyüme modeli çalışmalarını, iktisadi büyümenin ana unsurlarını kapsadıkları için yeni içsel büyüme teorisinin en etkili örnekleri olarak vermek mümkündür (Greiner, Semmler ve Gong, 2005, s11).

1980'ler sonrasında gelişen içsel büyüme teorisi, ki diğer ismiyle *yeni büyüme teorisi* olarak da kullanılmaktadır (Solow, 1997; Greiner, Semmler ve Gong, 2005, s.xii,11), 1960'ların neoklasik büyüme teorisinin yaşadığının tersine ampirik uygulama ile sürekli bağlantılı olmuş ve kimi zaman bizzat uygulamadan etkilenmiştir (Barro ve Sala-i-Martin, 1995). Bu nedenlerle de bu son dönem içsel büyüme modelleri uygulamaları teknolojiyi içselleştirirken ar-ge, sosyal sermaye veya insani sermaye, artan getiriler ve teknolojinin dağılması, kurumlar, politika, eksik rekabet, ticaret ve tercihler gibi çeşitli unsurların etkilerini öne çıkarmışlardır (Ricci, 2007).

2.5.2. Çevresel İçsel Büyüme

Teknolojinin içselleştirilmesinin kazandırdığı ivmeyle çeşitli yönlerde ilerleyen yeni (içsel) büyüme teorisi, çevre unsurlarının da sisteme dahil edilmesi ile sürdürülebilir büyümenin koşullarını araştıran modellere de imkan sağlamıştır. Bunun sonucunda son onyıllı aşan bu dönem içerisinde sürdürülebilir kalkınma ve çevre politikası, içsel

büyüme teorisiyle yeni bir hız kazanmıştır (Ricci, 2007). Çevre ve büyüme arasındaki etkileşimin modellenmesine yönelik ölçütleri sağlayan temel bir 'çevresel içsel büyüme modeli' Smulders tarafından şu şekilde oluşturulmuştur (Smulders, 1995b, s. 327).

$$\dot{N} = E(N, R_0) - R$$

Doğal Kaynaklar Büyümesi (9)

$$\dot{Y} = Y(N, R, H) - C$$

Bilgi Üretimi (10)

$$W = \int_0^{\infty} U(C, H, N) \cdot \exp(-ut) \cdot dt$$

(Dönemler arası) fayda (11)

N: Fiziksel birimlerle tabiat göstergesi (doğal kaynaklar veya çevre kalitesi)

R_0 : Dışsal serbest solar enerji akışı

R : Ekonomik aktiviteye aktarılan doğal kaynaklar (entropi kavramıyla bağlantılı olarak)

Y : Ekonomik aktivite (üretim)

H : Bilgi stoku (stok of –man made- knowledge)

C : Tüketim-insan yapımı malların tüketimi

U : Anlık fayda

u : Zaman tercihi (iskonta oranı)

t : Zaman indeksi

17 Aghion ve Howitt (1992) çalışmasına dayanan model kendileri tarafından *Schumpeter'ci Büyüme* 624

Bu şekilde bir örneği verilen çevresel içsel büyüme modelinde neoklasik fayda maksimizasyonu dönemler arasında aranır. Bu noktada dönemlerarası tercihin kavramsal incelemeyle altını çizdiğimiz iskonto oranı içerilerek yapıldığına dikkat çekmek gerekir. Bilgi üretimi bir yandan teknolojinin etkisini içerirken diğer yandan yükselen bilgi seviyesi sonucu ortaya çıkan yeni politika araçlarını ve getirilen yeni düzenlemeleri temsil eder.

Sürdürülebilir kalkınma ve çevre politikalarını modelleyen bu teorinin öne çıkardığı iki önemli olgudan söz etmek gerekir. İlk olarak, çevresel düzenleme zorunluluğunun piyasa işleyişine farklı etkileri söz konusudur. Kabul edilen çevresel düzenleme zorunlulukları, bir yandan, piyasa kuralları ve kar maksimizasyonundan ayrılan bir inovasyon zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır. Diğer yandan, çevresel düzenleme zorunlulukları, rasyonellik varsayımından kopmadan bir asimetrik bilgi yaratarak rekabet kurallarını değiştirmektedir.

İkinci önemli olgu olarak, çevresel düzenlemelerle oluşturulan model yapısal değişimleri içermektedir (Hettige vd., 2000). Düzenlemelerin neden olduğu yapısal değişime bağlı olarak şekillenen yeniden yapılanma iktisadi büyümeyi doğurduğunda, bu büyümenin pozitif çevresel yan etkileri olacaktır (Grossman, 1995, s. 21). Yapısal değişimlerle gelen büyümenin çevreye pozitif etkilerinin olması ölçüsünde büyümenin çevre üzerindeki etkileri çeşitli aşamalarda farklılaşma gösterebilecektir (Ricci, 2007).

Aghion ve Howitt (2009) tarafından geliştirilen ‘Schumpeter’ci büyüme modeli’ne dayanan çevresel model de altı çizilen bu yapısal değişim olgusuna dayanmaktadır.

Yukarıda (9), (10) ve (11) denklemleri ile oluşturulan çevresel içsel büyüme modelinde bu çalışma açısından ortaya çıkan en önemli sonuç sürdürülebilirliğin tanımlanmasında öne çıkan kavramları kullanan modelin çevreyi içselleştirerek gelişmeyi yapısal olarak inceleyebilmesidir. Diğer bir önemli sonuç ise, daha önce vurguladığımız yapısal değişim altında büyümenin çevreye olan etkilerinin çeşitli aşamalarda farklılaşabileceği noktasına uygun olarak, politika değişimlerinin büyüme sürecindeki farklılaşmalara imkan veren yapıda olması (Smulders ve Bretschger, 2000) ve bu farklılaşmaların (de-linking) Çevresel Kuznets Eğrilerinin (EKC) ana unsuru olmasıdır. Aradaki en önemli fark ise çevresel içsel modellerin temsil ettiği yapısal değişim yerine EKC modellerinin indirgenmiş (reduced form) ilişkiyi incelemesi dolayısıyla toptanlaştırılmış etkiyi tarihsel izi aracılığıyla saptamaya çalışması olarak belirlenebilir.

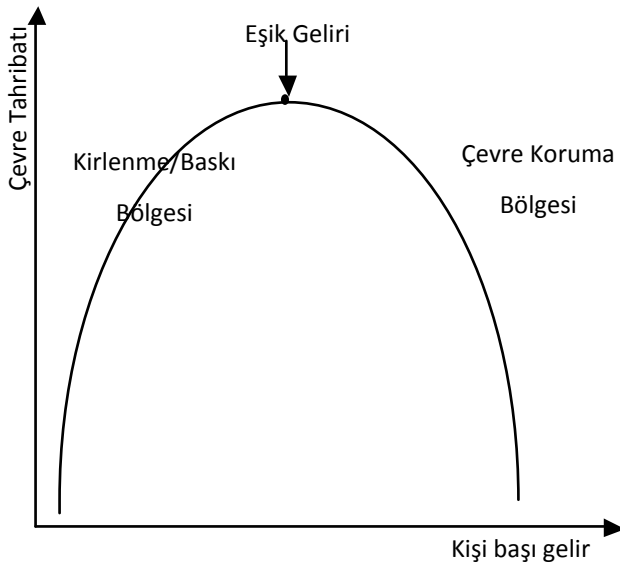
2.6. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi

Kuznets 1955 yılında yaptığı çalışmada göstermiştir ki, ekonomik gelişme ile artan kişi başı milli gelir rakamlarına karşılık gelir eşitsizliği ekonomik gelişmenin ilk aşamalarında büyümekte, fakat belli bir gelişme düzeyinden sonra gelir eşitsizliğinde düzelmeye görülmektedir (Kuznets, 1955). Kuznets

tarafından ters U şeklindeki eğriyle temsil edilen bu ilişki ekonomi yazınında yaygın

olarak *Kuznets Eğrisi* olarak tanımlanmaktadır (Şekil 9).

Şekil 9. Çevresel Kuznets Eğrisi

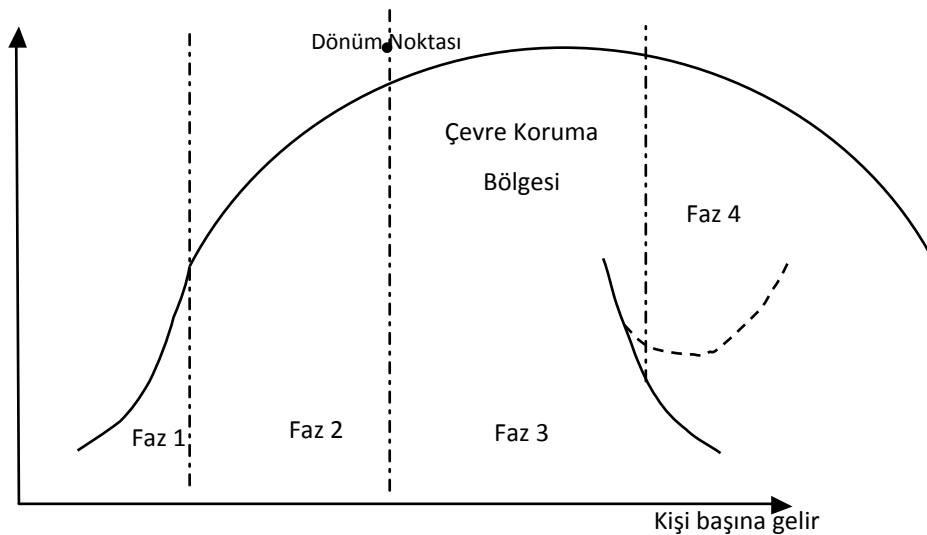


Kaynak: Yandle et al, 2002, figure 2.

Grossman ve Krueger bu ilişkiden esinlenerek benzer bir ilişkiyi kişi başı milli gelir ile çevre kalitesi arasında tespit etmiştir. Grossman ve Krueger (1993) çalışmasında ortaya konduğu gibi gelir artışıyla çevre baskısı

artmakta ancak belirli bir gelir düzeyinden sonra çevre kirliliği veya genel olarak çevre baskısı ya da çevre kalitesi değerlerinde düzelme gerçekleşmektedir.

Şekil 10. Çevresel Kuznets Eğrisinde ters U ve N ilişkisi



Kaynak: De Bruyn ve Heintz, 1999, figür 46.1

Şekil 9’da görülen bu çan eğrisi ilişkisi Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) olarak adlandırılmıştır. ÇKE yazınındaki yaygın kullanımıyla bu ters U ilişkisi kuadratik bir ilişkidir. Yazında N şeklinde kübik bir ilişki gerek ÇKE ilişkisinin sınanmasında gerekse ÇKE ilişkisinin belirli bir düzeyden sonra N şekliyle temsil edildiği gibi tekrar pozitif ilişkiye doğru döneceğini göstermek amacıyla kullanılmaktadır (Şekil 10). Yapı-

$$E_{i,t} = a_{i,t} + b_1 \cdot \log(Y)_{i,t} + b_2 \cdot time + e_{i,t} \quad (12)$$

$$E_{i,t} = a_{i,t} + b_1 \cdot \log(Y)_{i,t} + b_2 \cdot \log(Y)_{i,t}^2 + b_3 \cdot time + e_{i,t} \quad (13)$$

$$E_{i,t} = a_{i,t} + b_1 \cdot \log(Y)_{i,t} + b_2 \cdot \log(Y)_{i,t}^2 + b_3 \cdot \log(Y)_{i,t}^3 + b_4 \cdot time + e_{i,t} \quad (14)$$

Eşitlik (12) ekonomik düzeyi temsilen kişi başı gelir ile çevresel gösterge (E) arasında aynı yönlü doğrusal bir ilişkiyi temsil etmektedir. Denklemi kuadratik terim ilave edildiğinde Eşitlik (13)’ü elde ederiz. Eşitlik (13) gelir düzeyi ve çevre baskısı ilişkisinde monotonik olmayan yapıyı temsil etmektedir. β_1 ’in pozitif olduğu, β_2 ’nin negatif olduğu durum ÇKE eğrisi olarak bilinen ters U ilişkisine işaret edecektir. Eşitlik (13)’a kübik terim ilave edildiğinde Eşitlik (14)’e ulaşılır. Bu durum Eşitlik (15a)’da daha ayrıntılı olarak incelenecek olan gerekli şartların sağlanması durumunda N ilişkisine işaret eder. Kübik form literatürde ÇKE ilişkisinin bir versiyonu olarak kabul edilmektedir.

Shafik ve Bandyopadhyay tarafından ifade edilen bu üçlü modelde E çevresel gösterge olarak tanımlanırken, uygulamada logarit-

lan çalışmaların bir kısmında N şeklindeki ilişki tespit edilmesine karşın yazında bu ÇKE ilişkisiyle ters düşme olarak ele alınmak yerine genel olarak ÇKE veya ters U ilişkisinin bir uzantısı olarak ele alınmaktadır (Grossman ve Krueger, 1995). Shafik ve Bandyopadhyay (1992) çalışmasında ÇKE ilişkisinin şekli aşağıdaki gibi 3 farklı versiyonla sınanmıştır:

mik bir modelleme tercih edilmiş ve ayrıca teknolojiyi içermek için zaman trendi dahil edilmiştir. Buna karşın zaman trendinin literatürde teknoloji veya etkinliği hesaba katmak için yaygın sayılabilecek ölçüde kullanıldığını fakat, zaman trendinin zamanla değişen diğer değişkenleri de kapsayacağını ileri süren farklı görüşlerin de olduğunu bu noktada belirtmek yararlı olacaktır (örneğin bkz. Agras ve Chapman, 1999; Managi, 2007, s.115-116).

Yukarıda ele alınan farklı ilişkileri tek bir modelde sınamamızı sağlayacak temel indirgenmiş form EKC modeli (Eş. 15) ve modelin yorumlanması De Bruyn ve Heintz tarafından şu şekilde özetlenmektedir (De Bruyn ve Heintz, 1999),

$$E_{i,t} = a_{i,t} + b_1 \cdot Y_{i,t} + b_2 \cdot Y_{i,t}^2 + b_3 \cdot Y_{i,t}^3 + b_4 \cdot Z_{i,t} + e_{i,t} \quad (15)$$

EP: Çevre baskısı

Y: Ekonomik gelişme temsilcisi (Gelir)

Z: Diğer değişkenler

i, t: Ülke ve zaman indeksi

α , β : Sabit terim ve katsayı parametreleri

Bu eşitlikte bağımlı değişken EP, büyümenin çevre üzerindeki baskısı veya çevre kalitesi göstergesi olarak algılanabilir. Yazında genellikle verileri hazır olan salım değerleri kullanıldığı için, daha yaygın olarak çevre baskısı şeklinde temsil edilir. Büyümenin çevre üzerindeki etkisi için açıklayıcı değişken olarak kullanılan Y değeri, yazında önemli bir mutabakat ile kişi başına düşen milli gelir olarak alınmaktadır. Çevre ve ekonomik büyüme ilişkisinin şeklini belirlemek amacıyla Y gelir değerinin doğrusal, kuadratik, kübik formu modelde içerilmektedir. Alt simge i ülke indeksini, t zaman indeksini gösterir. α sabit terim olup, gelirin çevre baskısına önemli bir etkisi olmadığı durumda, EP, çevre baskısının ortalama değerini gösterir. β_k , k tane açıklayıcı değişkenin görece ağırlığını gösteren katsayı parametreleridir. $Z_{i,t}$ nüfus yoğunluğu, gecikmeli gelir, gelir eşitsizliği gibi göstergeleri veya kısaca çevresel bozulmaya etki eden diğer değişkenleri temsil etmektedir. Modelde $e_{i,t}$ normal dağılımlı hata terimini gösterir. Model çevre-ekonomi ilişkisine yönelik yedi farklı biçimi test etmemizi sağlamaktadır.

Parametre Koşulları: (15a)

1. $\beta_1 > 0$ ve $\beta_2 = \beta_3 = 0$ emisyon artışı, gelir artışına göre tekdüze artan bir seyir izlemektedir
2. $\beta_1 < 0$ ve $\beta_2 = \beta_3 = 0$ emisyon artışı, gelir artışına göre tekdüze azalan bir ilişki izlemektedir
3. $\beta_1 > 0$ $\beta_2 < 0$ ve $\beta_3 = 0$ ters U şeklinde kuadratik bir ilişki mevcuttur (ÇKE- Çevresel Kuznets Eğrisinin ima ettiği ilişki mevcuttur)
4. $\beta_1 < 0$ $\beta_2 > 0$ ve $\beta_3 = 0$ U şeklinde kuadratik bir ilişki mevcuttur (ÇKE- Çevresel Kuznets Eğrisinin ima ettiği ilişkinin tersi mevcuttur)
5. $\beta_1 > 0$ $\beta_2 < 0$ ve $\beta_3 > 0$ kübik polinomik N şeklinde bir ilişkiye işaret eder
6. $\beta_1 < 0$ $\beta_2 > 0$ ve $\beta_3 < 0$ kübik polinomik ters N şeklinde bir ilişkiye işaret eder
7. $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 > 0$ düz bir patikaya işaret eder, emisyon ve gelir arasında bir ilişki mevcut değildir

Yukarıdaki bileşenlerden görülebileceği üzere, Çevresel Kuznets Eğrisinin ima ettiği ilişki şekli modelin muhtemel çıktılardan sadece biridir. Ekonometrik modelin tahmini β_3 parametresinin istatistiki olarak anlamlı olmaması, ekonomik gösterge ile çevresel gösterge arasındaki ilişkinin ikinci dereceden daha fazla olmadığına ve bu da ilişkinin kuadratik bir ilişki olduğuna işaret edecektir. Katsayıların β_1 parametresi için pozitif, β_2 parametresi için negatif değer alması durumunda ilişki teorideki çan eğrisi ilişkisini destekler yönde olacaktır.

Çevresel gösterge olarak genellikle CO₂, SO₂ ve NO₂ emisyonu gibi salım değerleri kullanılmakla beraber, bazı çalışmalarda suya ilişkin koliform, çözülmüş oksijen değerleri gibi başka değerler kullanılmaktadır. Öte yandan çevresel gösterge olarak birçok farklı değişkeni kullanmak mümkündür ve son dönem çalışmalarda bu değişkenlerin de kullanıldığı görülmektedir. Emisyon dışında kullanılan çevresel değişkenler olarak toksik yoğunluğu veya sınavi hammadde kullanım oranları (Seppala vd, 2001; Canas vd. 2003), ormansızlaşma veya biyolojik çeşitlilikteki değişimler Dietz ve Adger, 2003) enerji değerleri, yok olma tehlikesi altındaki canlı türleri (McPherson ve Niesviadomy, 2005) gibi farklı değişkenler ve diğer göstergeler de kullanılabilir.

3. TARTIŞMA ve SONUÇ

Roma kulübünün öncülüğünde çevre üzerine başlatılan çalışmalar kapsamında kal-

kınma ve sürdürülebilirlik vizyonu ortak bir çözüm anlayışıyla ortaya çıkmıştır. Sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilirlik vizyonu, tarihsel süreç içerisinde farklı disiplinlerden beslenmiştir. Çözümüne yönelik politikaların, ulusal ve uluslararası düzeyde kurumsallaşarak ilerlediği ve kendini kabul ettirdiği görülmektedir. Bu süreç içerisinde gerek tanımlamalar ve terminolojiye bağlı olarak kurulan teknik ilişkiler, akademik çalışmalar için bir temeli teşkil etmektedir. Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (WCED) tarafından yapılan tanımın en yaygın kabul gören tanım olduğu yazında kabul edilmektedir. Buna karşın tanımın onlarla ifade edilebilecek farklı versiyonları üzerine olsun, ya da tanımın demokrasi ve insan hakları gibi bir retoriğe dönüşmüş olması üzerine olsun çok geniş bir alanda günümüze kadar süregelen tartışmalar henüz sonuçlanmamıştır.

Bu duruma karşın sürdürülebilir kalkınma çalışmalarında öne çıkan ve genel kabul gören birtakım özgün nitelikler mevcuttur. Bunların içerisinde en önemlilerinden biri 'gelecek kuşaklara aktarma' olgusudur ki bunun ekonomik paradigma içindeki ifadesi kuşaklar arası eşitliktir. Ekonomik paradigma içerisinde bu olguyu ifade etme gücüne sahip en önemli araç iskonto oranıdır. Dolayısıyla çevreyi ve sürdürülebilirliği modellemeye çalışan araştırmalarda öne çıkan en önemli unsurlardan biri iskonto oranıdır. İskonto oranı ayrıca, çevresel politikaların en önemli uygulama araçlarından biri olarak da önem arz etmektedir.

Neoklasik iktisat kökenli çevresel iktisat ile ekolojik paradigmaya dayalı ekolojik iktisat ayrımı ilgili yazında ortaya çıkmış en belirgin farklılaşmalardan biridir. Bu paradigma ayrışmasının sonuçlarının büyük bir kısmı, güçlü ve zayıf sürdürülebilirlik kavramlarının ayrımında temsil edilmektedir. Politika noktasındaki ayrışmaların ve uygulamadaki çatışmaların nedenlerinin kavranabilmesi için paradigmaların kökenlerinin ve kavramsal ayrılıklarının incelenmesi gerekmektedir. Bu sebeple güçlü ve zayıf sürdürülebilirlik kavramlarının Neumayer'in tanımlamasıyla *ikame edilebilirlik paradigması* ve *ikame edilemezlik paradigması* olarak ayrışması, ya da *kritik doğal sermaye* etrafında ayrışmasının nedenleri rakip paradigmaların içerisinde bulunmaktadır (Neumayer, 2010, s. 23-27). Ekonomik paradigma içinde geleneksel olarak öncelikli öneme sahip iktisadi büyüme çerçevesinde, bir büyüme kısıtını oluşturacak doğal sermayenin diğer sermaye türleri ile ikame edilebilmesi bir çözüm olarak sunulur. Ekolojinin korunması önceliğine sahip bir ekolojik paradigma için ise doğal sermayenin ve onun bünyesindeki kritik sermayenin öncelikli olarak korunması temel niteliktedir. Bu sebeple de bu şekilde bir ikame edilme yöntemi reddedilmektedir.

Ekonomi bilimi geleneksel olarak büyüme teorilerinde optimal büyüme yoluna ve iktisadi kaynakların etkinliğinin bu optimal büyümedeki işlevine vurgu yapmaktadır. Sürdürülebilirlik kavramının aynı araçlar ile temsil edilmesiyle, optimal ve etkin durumların sürdürülebilir durumu ifade etmeye yetmediği görülmüştür.

Dünya genelinde uzun bir süredir iktisadi gelişme GSMH ve GSYİH gibi gelir ölçütleri ile ifade edilmektedir. Başarının değerlendirilmesinde bu kriterlere odaklanıldığı sürece politika uygulayıcılarınca da tüm iktisadi politikaların gelir bazlı ekonomik büyümeye göre düzenlenmesi doğal karşılanmalıdır. Akademik ve uluslararası kurumlarca yürütülen alternatif kalkınma ölçütlerini ortaya çıkarma çabaları tam başarıya ulaşmamış olmasına karşın, sonuçları itibariyle çok önemli bir başlığı oluşturmaktadır. Sürdürülebilirliğin ölçülmesi ile aynı teorik temellere dayanan çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik ölçütlerinin de içerildiği kalkınma ölçütlerinin geliştirilmesi, konunun kalkınma ve refah iktisadi ile kesişim noktasını oluşturmaktadır.

Ekonomik büyümenin modellenmesinde çığır açan ve yeni büyüme modeli olarak da adlandırılan *içsel büyüme modellerinin* genel olarak teknolojinin içselleştirilmesine imkan veren yapısı ile, ekonomik gelişmeyle yapısal ilişkisi olan bir çok unsurun model içerisinde temsil edilmesinin yolu açılmıştır. Büyüme teorisi içerisinde yoğunlukla araştırılan bazı konular, eğitim ve insan sermayesi, Ar-Ge ve eksik rekabet etkileri, yatırımın pozitif dışsallığı etkileri ile kamu altyapısı ve harcamaları etkisi olarak sıralanabilir. İktisadi büyümenin modellenmesinde böylesine çığır açan bir akımın çevre ile ekonomi ilişkisinin modellenmesine etki etmemesi düşünülemez. Hatta bu nedenle içsel büyüme teorisinden yoksun olarak derinlemesine bir sürdürülebilir kalkınma çalışmasının mümkün olmayacağı (Shaw,

2001) sonucuna varılabilir. Bu sebeple oluşturulan çevresel içsel büyüme modelleri önemli bir konu başlığı oluşturmakla beraber bu konudaki çalışmalar sayıca çok sınırlıdır. Modellerin karmaşık yapısı dolayısıyla uygulamaya uygun olmayışı da bir başka eksiklik noktasını oluşturmaktadır. Bunun tam aksine, çevresel Kuznets eğrisi gibi basit ve uygulamaya yatkın modeller için çalışmalar hızla artarak kendi çapında küçük bir yazın oluşturmuş durumdadır.

Görüldüğü üzere sürdürülebilir kalkınma etrafında oluşan kavramlar aynı zamanda sürdürülebilirliğin ve sürdürülebilir kalkınmanın modellenmesinin yolunu açmaktadır. İncelenen özellikleri doğrultusunda hangi araçların sürdürülebilir kalkınmanın modellenmesi için uygun araçlar olduğu değerlendirilebilir.

İskonto oranı politika uygulama aracı olarak önemli olmasının yanında, neoklasik iktisadın büyüme modellerinde kullandığı sürdürülebilirliğin içerilmesine yönelik en önemli araçlardan biridir. Fayda fonksiyonu içerisinde yer verilerek büyüme modellerini sürdürülebilirlikle tanıştırılmasına aracılık etmektedir. Bunun yanında etkinlik gibi diğer önemli neoklasik kavramlarla ilişkilendirilmesinde ve optimal büyüme modeli içerisinde sürdürülebilirliğin konumlandırılmasında yine iskonto oranı ve sermayenin marjinal verimliliğinin göreceli büyüklükleri belirli olmaktadır. Sürdürülebilirlik ölçütleri alanın önemli bir ayırımı olan zayıf ve güçlü sürdürülebilirlik ayırımı belirginleştirmekte ve bir çevre muhasebesi için

temel oluşturmaktadır. Sürdürülebilirlik temelinde geliştirilecek ölçütler şüphesiz sürdürülebilir kalkınmanın modellenmesinde çoğaltan faktör olarak görev yapacaktır. Buna karşın bir ölçüt olarak dolaylı bir araç olup doğrudan model oluşturmazlar.

Çevresel Kuznets eğrisi ise çevresel baskı ve ekonomik gelişme arasındaki indirgenmiş bir ilişkiyi modelleyerek en genel anlamda bir ilişki arayışında bulunur. İki temsilciye indirgenerek araştırılan bu genel ilişki arayışını bu sebeple biçimsel bir sına olarak nitelendirebiliriz. İndirgenmiş form içinde iki temsilci aracılığıyla aradaki matematiksel ilişkinin şekli araştırılmaktadır. Bu sebeple de modelde içerilecek yapısal değişkenler ölçüsünde de indirgenmiş ilişki arayışından uzaklaşılacaktır. İçsel büyüme modelleri ise, zamanlararası değerlendirmeyi içererek sürdürülebilirliği büyüme modelleriyle tanıştırmıştır. Bu çatı altında genişlemeye uygun esnek çerçevenin, çevre, bilgi, eğitim ve sağlık gibi farklı faktörleri detaylandırarak alt sektörler olarak modele eklemeyebildiği sürece sürdürülebilir büyüme için kurulan çerçevenin sürdürülebilir kalkınmaya doğru uzatılması mümkün olacaktır.

Literatür değerlendirildiğinde uygulamada farklı bir durumla karşılaşılır. Özellikle teorik modellerin karmaşık ve uygulamaya uygun olmayan yapısına karşın, basit yapısı ve hazır emisyon ve gelir verileriyle EKC modellerinin uygulamasının hızla arttığı görülmektedir. Buna karşın iki modeli karşılaştırarak önemli farklarını ortaya koyabi-

liriz. EKC modelleri bir indirgenmiş ilişki sınamasıdır ve sürdürülebilirliği sağlayacak yapısal faktörler modelde içsel olarak bulunmazlar. Veriler arasında monoton olmayan bir ilişki biçimi araştırılmaktadır. Bu anlamda bu ilişkiyi destekleyen çalışmalar tarihi (veya kesitindeki) bir ilişkiyi saptamaktadırlar. Bu monoton olmayan ilişkinin belirleyicileri olarak görülen bilgi düzeyinin artması, yapısal değişim ve bunlara bağlı çevre düzenlemeleri de ancak tarihsel izleri aracılığıyla izlenebilir. Dolayısıyla kaydedilmiş değişimler çerçevesinde ülkelerin aynı eğri üzerinden geçmesi de beklenmeyebilir. Ayrıca hipotez ve uygulamaları üzerinde geniş bir tartışma mevcut olup bir görüş birliği bulunmamaktadır.

Literatüre getirecek bu şekilde bir eleştiriyle beraber ileriki çalışmalar için bir çağrı yapmak mümkündür. Birçok doğrultuda gelişen içsel büyüme modellerinin gerek çevreyi kapsayacak gerekse de sürdürülebilirliği burada incelenen çerçevede içerecek denemeleri çok sayılıdır ve bu alanda yapılacak birçok çalışmaya ihtiyaç bulunmaktadır. Son olarak, bu çalışmada çizilen çerçevedeki anlamıyla geliştirilecek 'çevresel' içsel modellerin teorik özellikleri kadar uygulamaya uygunluğunun modellemede ve dolayısıyla literatüre yön vermede de etkili olacağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

AGHİON, P. VE HOWİTT, P. (1992). A Model of Growth through Creative Destruction. *Econometrica*, 60 (2), 323-51.

AGHİON, P. VE HOWİTT, P. (2009). *The Economics of Growth.* Cambridge, MA: MIT Press.

AGRAS, J. VE CHAPMAN, D. (1999). A dynamic approach to the Environmental Kuznets Curve hypothesis. *Ecological Economics*, 28 (2), 267-277.

ARROW, K. J. (1962). The Economic Implications of Learning by Doing. *The Review of Economic Studies*, 29 (3), 155-173.

ARROW, K., DASGUPTA, P., GOULDER, L., DAİLY, G., EHRLİCH, P., HEAL VE DİĞERLERİ (2004). Are we consuming too much? *Journal of Economic Perspectives*, 18 (3) 147-172.

ATKINSON, G., DUBORG, R., HAMILTON, K., MUNASİNGHE, M., PEARCE VE D., YOUNG, C. (1997). *Measuring Sustainable Development.* Cheltenham. UK ve Lyme, USA: Edward Elgar Pub.

BAKER, S. (2006). *Sustainable Development.* New York: Routledge Taylor and Francis Group.

- BARBIER, E. (1987).** The concept of environmental sustainable development. *Environmental Conservation*, 14, 101-110.
- BARBIER, E.B., BURGESS, J.C. VE FOLKE, C. (1994).** *Paradise Lost? The Ecological Economics of Biodiversity*. London:Earthscan.
- BARBIER, E.B., PEARCE, D. VE MARKANDYA, A. (1992).** *Environmental Sustainability and Cost-Benefit Analysis*. *Environment and Planning A*, 22 (9), 1259-1266.
- BARNETT, J., ELLEMOR, H. VE DOVERS, S. (2003).** Sustainability and Interdisciplinarity. Stephen Dovers, David I. Stern and Micheal D. Young (eds.). *New Dimensions in Ecological Economics, Integrated approaches to People and Nature* (s. 88-101). Cheltenham, UK and Northampton, MA.: Edward Elgar.
- BARRO, R. J. (1990).** Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth. *Journal of Political Economy*, 98 (5), 103-26
- BARRO, R.J. VE SALA-İ-MARTİN, X. (1992).** Public Finance in Models of Economic Growth. *Review of Economic Studies*, 59 (4), 645-61.
- BARRO, R.J. VE SALA-İ-MARTİN, X. (1995).** *Economic Growth*. New York: McGraw Hill.
- BECİC, E., VE SVARC, J. (2009).** Sustainable development: what are the measurement challenges? The 3rd OECD World Forum `Statistics, Knowledge and Policy`. Busan.
- BECKER, E., JAHN, T. VE STİESS, I. (1999).** Exploring uncommon ground: sustainability and the social sciences. Becker and T. Jahn (eds.). *Sustainability and the social sciences: a cross-disciplinary approach to integrating environmental considerations into theoretical reorientatio* (s. 1-22). London and New York: Zed Books.
- BOWERS, J. (1997).** *Sustainability and Environmental Economics: An Alternative Text*. Harlow, England: Longman Publishers Ltd.
- CAMPAGNA, M. (2006).** *GIS for Sustainable Development*. Boca Raton, US: Taylor and Francis Group.
- CARLEY, M. VE CHRISTİE, I. (2000).** *Managing Sustainable Development*. London, UK; Sterling, VA: Earthscan.
- CARSON, R. (1962).** *Silent Spring*. Boston, MA:Houghton Mifflin.
- CASS, D. (1965).** Optimum growth in an aggregative model of capital accumulation. *Review of Economic Studies*, 32, 233-240.
- CONRAD, N. O. (1992).** *Sustainable Development: in the Constitution?* Calgary: University of Calgary.

- COSTANTİNİ, V. VE MONNİ, S. (2008).** Environment, human development and economic growth. *Ecological Economics*, 64, 867–880.
- COSTANZA, R. (1989).** What is Ecological Economics? *Ecological Economics*, 1, 1-7.
- COSTANZA, R., CUMBERLAND, J., DALY, H., GOODLAND, R. VE NORGARD, R. (1997).** An Introduction to Ecological Economics. Boca Raton, Florida, USA: St. Lucie Press.
- DALY, H.E. (1991D).** Towards an Environmental Macroeconomics. *Land Economics*, 67 (2), 255-259.
- DALY, H.E. (1992).** Steady-state economics. London: Earthscan Publications Ltd.
- DALY, H.E. (1996).** Beyond Growth. Boston, MA: Beacon Press.
- DALY, H.E. (2005).** Economics in a full world. *Scientific American*, 293 (3), 100-107.
- DALY, H.E. VE COSTANZA, R. (1992).** Natural Capital and Sustainable Development. *Conservation Biology*, 6 (1), 37-46.
- DASGUPTA, P. (2001).** Human well-being and the natural environment. Oxford, UK: Oxford University Press.
- DASGUPTA, P. (2009).** The Welfare Economic Theory of Green National Accounts. *Environmental and Resource Economics*, 42 (1), 3-38.
- DE BRUYN, S. VE HEİNTZ, R. (1999).** The environmental Kuznets curve Hypothesis. J.C.J.M. van den Bergh (eds.). *Handbook of Environmental and Resource Economics*. Massachusetts: Edward Elgar.
- DIETZ, S., ADGER, W.N. (2003).** Economic growth, biodiversity loss and conservation effort. *Journal of Environmental Management*, 68, 23–35.
- DOMAR, E.D. (1946).** Capital Expansion, Rate of Growth, and Employment. *Econometrica*, 14, 137–47.
- Dovers, S. (1997). Sustainability: demands on policy. *Journal of Public Policy*, 16, 303-318.
- EHRLİCH, P.R. (1989).** The Limits to Substitution: Meta-Resource Depletion and a new Economic-Ecological Paradigm. *Ecological Economics*, 1 (1), 9-16.
- EL SERAFY, S. (1991).** The Environment as Capital. Robert Costanza (ed.). *Ecological Economics: The science and management of sustainability* (s. 168-175). New York: Columbia University Press.

EL SERAFY, S. (1997). Green Accounting and Economic Policy. *Ecological Economics*, 21 (3), 217-229.

EKİNS, P. (2003). Identifying critical natural capital: Conclusions about critical natural capital. *Ecological Economics*, 44 (2-3), 277-292.

EKİNS, P., FOLKE, C., VE DE GROOT, R. (2003). Identifying critical natural capital. *Ecological Economics*, 44(2-3), 159-163.

FABER, M., MANSTETTEN, R. VE PROOPS, J. (1992). Humankind and the Environment: An Anatomy of Surprise and Ignorance. *Environmental Values*. 1 (3), 217-241.

FAUCHEUX, S. VE FROGER, G. (1995). Decision-making under Environmental Uncertainty. *Ecological Economics*, 15 (1), 29-42.

FRICKER, A. (2001). Measuring up to sustainability - Sustainable Futures Trust. Erişim: 25, 2, 2010, [http://www/metafuture.org/articlesbycolleagues/AlanFricker/Measuring%20up%20to%20Sustainability.htm](http://www.metafuture.org/articlesbycolleagues/AlanFricker/Measuring%20up%20to%20Sustainability.htm).

GLOMM, G. VE RAVİKUMAR, B. (1994). Growth-Inequality Trade-Offs in a Model with Public Sector R&D. *Canadian Journal of Economics*, 27 (2), 484-93.

GLOMM, G. VE RAVİKUMAR, B. (1994B). Public investment in infrastructure in a simple growth model. *Journal of Economic Dynamics and Control*. 18 (6), 1173-1187.

GOODLAND, R. (1995). The Concept of Environmental Sustainability. *Annual Review of Ecological Systems*, 26 (1), 1-24.

GOODLAND, R. VE DALY, H.E. (1992). Ten Reasons Why Northern Income Growth Is Not the Solution to Southern Poverty. Robert Goodland, Herman Daly and Salah El Serafy (eds.). *Population, Technology and Lifestyle* (s. 128-145). Washington DC: Island Press.

GREİNER, A., SEMMLER, W. VE GONG, G. (2005). The Forces of Economic Growth: A time series perspective. Princeton, NJ, Oxford, UK: Princeton University Press.

GRAİNGER, A. (2004). Introduction. M. Purvis and A. Grainger (eds.). *Exploring Sustainable Development: geographical perspectives* (2nd ed.) (s. 1-32). London, UK, Sterling, VA: Earthscan.

GROSSMAN, G. (1995). Pollution and growth: what do we know? I. Goldin and A. Winters (eds.). *The Economics of Sustainable Development* (s. 19-46). Cambridge, UK, New York, US: Cambridge University Press.

- GROSSMAN, G. VE HELPMAN, E. (1991).** Innovation and Growth in the Global Economy. Cambridge: MIT Press.
- GROSSMAN, G. VE KRUEGER, A. (1993).** Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. P. Garber (ed.). The U. S.-Mexico Free Trade Agreement. Cambridge, MA: MIT Press.
- HAMILTON, K. (1994).** Green Adjustments to GDP. Resources Policy, 20 (3), 155-168.
- HAMILTON, K. (2000).** Genuine Savings as a Sustainability Indicator. Washington: World Bank.
- HARROD, R. F. (1939).** An Essay on Dynamic Theory. Economic Journal, 49, 14-33.
- HARTWICK, J.M. (1977).** Intergenerational Equity and the Investing of Rents from exhaustible Resources. The American Economic Review, 67 (5), 972-74.
- HARTWICK, J.M. (1978).** Investing Returns from Depleting Renewable Resource Stocks and Intergenerational Equity. Economics Letters, 1 (1), 85-88.
- HARTWICK, J.M. (1978B).** Substitution among Exhaustible Resources and Intergenerational Equity. Review of Economic Studies, 45 (2), 347-354.
- HARTWICK, J.M. (1990).** Natural Resources, National Accounting and Economic Depreciation. Journal of Public Economics, 43 (3), 291-304.
- HARTWICK, J.M. (1993).** Notes of Economic Depreciation of Natural Resource Stocks and National Accounting. Alfred Franz and Carsten Stahmer (eds.). Approaches to Environmental Accounting: Proceeding of the IARIW Conference on the Environmental Accounting 1991 (s. 167-198). Heidelberg: Springer.
- HOHMEYER, O. (1992).** Renewables and the Full Costs of Energy. Energy Policy, 20 (4), 365-375.
- HOLMBERG, J. VE SANDBROOK, R. (1992).** Sustainable development: what is to be done? J. Holmberg (ed.) Making Development Sustainable: Redefining Institutions, Policies and Economics (s. 19-38). Wahington, DC: Island Press.
- HOWARTH, R.B. AND NORGAARD, R.B. (1992).** Environmental Valuation under Sustainable Development. The American Economic Review, 82 (2), 473-477.
- HUETING, R. VE REIJNDERS, L. (1998).** Sustainability is an Objective Concept. Ecological Economics, 27 (2), 139-147.

- KOOPMANS, T. C. (1965).** On the concept of optimal economic growth. (Study Week on the) Econometric Approach to Development Planning (s. 225-287). Amsterdam: North-Holland Publishing Co.
- KUZNETS, S. (1955).** Economic Growth and Income Inequality. American Economic Review, 45 (1), 1-28.
- LUCAS, R.E. (1988).** On The Mechanics of Economic Development. Journal of Monetary Economics, 22 (1), 3-42.
- MANAĞI, S. (2007).** Technological Change and Environmental Policy. Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing.
- MCPHERSON, M.A. VE NIESWIA-
DOMY, M.L. (2005).** Environmental Kuznets curve: threatened species and spatial effects. Ecological Economics, 55, 395–407.
- MEADOWS, D.H., MEADOWS, D.L.,
RANDERS, J. VE BEHRENS, W.
(1972).** The Limits to Growth. New York: Universe Books.
- MORSE, S. (2010).** Sustainability: a biological perspective. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- MUNASİNGHE, M. (1993).** Environmental Economics and Sustainable Development. Washington. DC: World Bank.
- MUNIER, N. (2005).** Introduction to Sustainability. Dordrecht, Netherland: Springer.
- NEUMAYER, E. (1999).** The ISEW: not an index of sustainable economic welfare. Social indicators research, 48 (1). 77-101.
- NEUMAYER, E. (2000).** On the methodology of ISEW, GPI and related measures: some constructive comments and some doubt on the ‘threshold’ hypothesis. Ecological economics, 34 (3). 347-361.
- NEUMAYER, E. (2003).** Weak versus Strong Sustainability: Exploring the Limits of Two Opposing Paradigms. Northampton, MA: Edward Elgar.
- NEUMAYER, E. (2004).** Sustainability and well-being indicators. United Nations University - World Institute for Development Economics Research (WIDER) Research Paper 23/2004. Erişim: 22, 9, 2010, www.lse.ac.uk/collections/geographyAndEnvironment/whosWho/profiles/neumayer/pdf/Sustainabilitywellbeingarticle.pdf.
- NEUMAYER, E., (2010).** Weak versus Strong Sustainability (3rd. ed.). Cheltenham, UK, Northampton, USA: Edward Elgar Publishing Inc.

NORDHAUS, W.D. (1991). To Slow or not to Slow: The economics of the Greenhouse Effects. *The Economic Journal*, 101 (407), 920-37.

NORDHAUS, W.D. (1994). Managing the Global Commons: The Economics of the Climate Change. Cambridge, MA: MIT Press.

NORDHAUS, W.D. (2008). A Question of Balance- Weighting the oppositions on Global Warming Policies. New Haven: Yale University Press.

NORGAARD, R.B. (1994). Development Betrayed: The end of Progress and a Coevolutionary Revisioning of the Future. London, New York: Routledge.

NORTON, B.G. (1986). Conservation and Preservation: A Conceptual Rehabilitation. *Environmental Ethics*, 8, 195-220.

NORTON, B.G. (1995). Evaluating ecosystem states: two competing paradigms. *Ecological Economics*, 14, 113-127.

PEARCE, D.W. (1998). Economics and Environment: Essays on Ecological Economics and Sustainable Development. Cheltenham, UK, Northampton, US: Edward Elgar.

PEARCE, D.W., BARBIER, E. VE MARKANDAYA, A. (1990). Sustainable Development: Economics and Environment in the Third World. London: Edward Elgar.

PEZZEY, J. (1992A). Sustainability: An Interdisciplinary Guide. *Environmental Values*, 1 (4), 321-362.

PEZZEY, J. (1992B). Sustainable Development Concepts: An Economic Analysis. World Bank Environmental Paper (No. 2). Washington DC, USA: World Bank.

PEZZEY, J. (1997). Sustainability Constraints versus 'Optimality' versus Intertemporal Concern, and Axioms versus Data. *Land Economics*, 73, 448-66.

PEZZEY, J. VE TOMAN, M.A. (2002). Progress and Problems in the Economics of Sustainability. Tom Tietenberg and Henk Folmer (eds.). *International Yearbook of Environmental and Resource Economics 2002/2003* (s. 165-232). Cheltenham, UK and Northampton, MA: Edward Elgar.

PITTEL, K. (2002). Sustainability and Endogenous Growth. Cheltenham, UK, Northampton, MA: Edward Elgar.

PURVIS, M. VE GRAINGER, A. (2004). Exploring sustainable development: geographical perspectives. London ; Sterling, VA : Earthscan.

- RAMSEY, F. (1928).** A mathematical theory of saving. *Economic Journal*, 152 (38), 543–559.
- RANDALL, A. (1991).** The Value of Biodiversity. *Ambio*, 20 (2), 64-68.
- RAO, P. K. (2000).** Sustainable Development: Economics and Policies, Blackwell, Oxford, UK.
- REDCLIFT, M. (1987).** Sustainable Development: Exploring the Contradictions. London: Methuen.
- REES, W.T. (1990).** Atmospheric change: human ecology in disequilibrium. *International Journal of Environmental Studies*, 36, 103-124.
- REES, W.T. (1991).** The Ecology of Sustainable Development. Daysh, Z., Carley, M., Ekehorn, E., Phillips-Howard, K. and R. Waller (eds.). *Human Ecology, Environmental Education and Sustainable Development*. CHEC and Centre for Human Ecology, University of Edinburgh.
- REPETTO, R. VE CRUZ, W. (1991).** Accounts Overdue: Natural resources depreciation in Costa Rica. Washington: World Resources Institute.
- RİCCİ, F. (2007).** Channels of transmission of environmental policy to economic growth: A survey of the theory. *Ecological Economics*, 60, 688-699.
- ROGERS, P. P., JALAL, K. F., VE BOYD, J. A. (2006).** An Introduction to Sustainable Development. Canada: Harvard University Press.
- ROMER, P. M. (1986).** Increasing Returns and Long Run Growth. *Journal of Political Economy*, 94, 1002–37.
- ROMER, P. M. (1987).** [Growth Based on Increasing Returns Due to Specialization](#). *American Economic Review*, 77 (2), 56-62.
- ROMER, P. M. (1990).** [Endogenous Technological Change](#). *Journal of Political Economy*. 98 (5), 71-102.
- SACHS, W. (ED.) (1993).** Global ecology: a new arena of political conflict. London, New York: Zed Books.
- SEPPALA, T., HAUKIOJA, T. VE KAIVIOJA, J. (2001).** The EKC hypothesis does not hold for Direct Material Flows: Environmental Kuznets Curve Hypothesis tests for Direct material Flows in five industrial countries. *Population and Environment*, 23 (2), 217-237.
- SHAFİK, N. VE BANDYOPADHYAY, S. (1992).** Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence. Background Paper for the World Development Report. Washington, DC: World Bank.

- SHAW, G.K. (2001).** Review: Growth Theory and Sustainable Development by Lucas Bretschger. The Economic Journal, 472, 511-514.
- SMULDERS, S. (1995B).** Entropy, Environment and Endogenous Economic Growth, International Tax and Public Finance, 2, 319-340.
- SMULDERS, S. VE BRETSCHGER, L. (2000).** Explaining Environmental Kuznets Curves: How Pollution Induces Policy and New Technology, Tilburg University Center Working Paper, No. 2000-95.
- SNEDDON, C. (2000).** Sustainability in ecological economics, ecology and livelihoods: a review. Progress in Human Geography, 24, 521-549.
- SOLOW, R. M. (1956).** A Contribution to the Theory of Economic Growth. Quarterly Journal of Economics, 70, 65-94.
- SOLOW, R. M. (1974).** Is the End of the World at Hand? A. Weintraub, E. Schwartz and J. Richard Aronson (eds.). The Economic Growth Controversy (s. 39-61). London:Macmillan.
- SOLOW, R. M. (1974B).** Intergenerational Equity and Exhaustible Resources. Review of Economic Studies, Symposium, 29-46.
- SOLOW, R. M. (1986).** On the Intergenerational Allocation of Natural Resources. Scandinavian Journal of Economics, 88 (1), 141-149.
- SOLOW, R. M. (1993).** Sustainability: An Economist's Perspective. R. Dorfman and N. Dorfman (eds.), Selected Readings in Environmental Economics (s. 179-187). New York: Norton.
- SOLOW, R. M. (1993B).** An Almost Practical Step Toward Sustainability. Resources Policy, 19 (3), 162-172.
- SOLOW, R. M. (1997).** Learning from 'Learning by doing': Lessons for economic growth, The Kenneth J. Arrow Lecture. Stanford, CA: Stanford University Press.
- SPANGENBERG, J., HINTERBERGER, F., MOLL, S. VE SCHÜTZ, H. (1999).** Material Flow Analysis, TMR and the MIPS Concept: A Contribution to the Development of the Indicators for Measuring Changes in Consumption and Production Patterns. International Journal of Sustainable Development, 2 (1), 491-505.
- SPASH, C.L. (1993).** Economics, Ethics and Long-term Environmental Damages. Environmental Ethics, 10(1), 117-132.
- STRANGE, T., VE BAYLEY, A. (2008).** Sustainable Development: linking economy, society and environment. Paris, France: OECD Publications.

SWAN, T. W. (1956). Economic Growth and Capital Accumulation. *Economic Record*, 32 (63), 334 – 361.

TİETENBERG, J. VE HUETİNG, R. (1991). GNP and market prices: Wrong signals dor sustainable economic development that disguise environmental destruction. R. Goodland, H. Daly and S. El Serafy (eds.). *Population, technology and lifestyle: The transition to sustainability* (s. 52-62). Washington, DC: Island Press.

TİETENBERG, T. VE LEWİS, L. (2010). *Environmental Economics and Policy* (6th ed.). Boston, MA: Pearson Education.

TURNER, R.K. VE PEARCE, D.W. (1992). *Sustainable Development: Ethics and Economics*. Working Paper PA 92-09, Center for Social and Economic Research on the Global Environment, Norwich; London,UK.

TUTULMAZ, O. (2005). Ulaştırma sektörü ve Türk havayolu ulaştırmasında stokastik sınır yöntemiyle etkinlik analizi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi, Ankara.

UZAWA, H. (1965). Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth. *International Economic Review*. 6, 18-31.

VAZQUEZ-BARQUERO, A. (2002). *Endogenous Development*. London, UK; New York, US: Routledge.

VİCTOR, P.A. (2008). *Managing without growth: slower by design, not disaster*. Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA: Edward Elgar Pub.

WORLD COMİSSİON ON ENVİRONMENT AND DEVELOPMENT – WCED (1987). *Our Common Future*. New York: Oxford University Press.

WWF (2008). *Living Planet Report 2008*. Gland: World Wide Fund for Nature.

YANDLE, B., VİJAYARAGHAVAN, M. VE BHATTARAI, M. (2002). *Environmental Kuznets Curve: A primer*. Research Study No 1. Montana, USA: Political Economy Research Center (PERC). Erişim: 22, 01, 2011, <http://www.maclester.edu/~wests/econ231/yandleetal.pdf>.

EK-1

TÜKETİME DAYANAN REFAH MODERİNDE OPTİMAL TÜKETİM YOLUNUN ELDE EDİLİŞİ

Page (1977) ve Pearce (1998)'i takip ederek problemi tanımlayalım,

ULUSLARARASI HAKEMLİ AKADEMİK SOSYAL BİLİMLER DERGİSİ

Ocak-Şubat-Mart 2012 Sayı: 3 / Cilt: 2 Sho January-February-March 2012 Volume:03 Issue:02 Kodu:JEL Q01, Q56, Q57, O13, A12

www.iibdergisi.com

$$\text{Maks. } \sum_{1,N} U(C_t)(1+s)^{-t} \quad U'(C_t) = \lambda_t(1+s)^t \quad (\text{E3})$$

$$\text{kısıt } C_t + I_t = (1+r)I_{t-1} \quad \text{ve dolayısıyla}$$

$$U: \text{ fayda fonksiyonu} \quad U'(C_0) = \lambda_0(1+s)^0 = \lambda_0 \quad (\text{E4})$$

C : kişi başı tüketim

I : yatırım

r : sermayenin marjinal verimi

Diğer birinci derece koşulu olan (E2)'den

r : zamanlararası iskonto oranı

$$\lambda_0 = \lambda_t(1+t)^t \quad (\text{E5})$$

b : marjinal faydanın tüketim esnekliği

Her dönemin tüketimi bir önceki dönemin yatırıma bağlıdır. Lagrange fonksiyonunu kuralım,

Eşitlik (E3), (E4) ve (E5)'i kullanarak

$$L = \sum \{U(C_t)(1+s)^{-t} + \lambda_t[(1+r)I_{t-1} - C_t - I_t]\}$$

$$\frac{U(C_t)}{U(C_0)} = \frac{(1+s)^t}{(1+r)^t}$$

birinci derece koşulları şu şekilde olur:

Tekrar bir düzenleme yaparsak

$$\delta L / \delta C_t = U'(C_t)(1+s)^{-t} - \lambda_t = 0 \quad (\text{E1})$$

$$U'(C_t) = U'(C_0)(1+s)^t(1+r)^{-t} \quad (\text{E6})$$

ve

$$\delta L / \delta I_t = (1+r)\lambda_{t+1} - \lambda_t = 0 \quad (\text{E2})$$

Bölüm 2.2'de verilen dört ayrı durum için bu sonucu kullanarak tüketim yolunu elde edebiliriz.

ilk birinci derece koşulu (E1)'den

	$s=0$	$s>0$
$r=0$	[1] $U'(C_t) = U'(C_0)$	[2] $U'(C_t) = U'(C_0)(1+s)^t$
$r>0$	[3] $U'(C_t) = U'(C_0)(1+r)^{-t}$	[4] $U'(C_t) = U'(C_0)(1+s)^t(1+r)^{-t}$

[4] nolu durum $r=s$ eşitliğinde [1] durumuna indirgenmiş olur

Fayda fonksiyonu tüketimin şu şekilde bir fonksiyonu olsun,

$$U'(C_t) = aC_t^b$$

b burada marjinal faydanın tüketim esnekliğini temsil ediyordu, Eş (E6)'yı tekrar yazalım

$$aC_t^b = aC_0^b(1+s)^t(1+r)^{-t}$$

$$(C_t/C_0)^b = (1+s)^t(1+r)^{-t}$$

$b = -1$ olursa eşitlik şu duruma indirgenmiş olur

$$C_t/C_0 = (1+r)^t/(1+s)^t \quad (E7)$$

Eşitlik (E7) ile ulaşılan bu sonuç 4 farklı durum için şu anlama gelir:

Durum [1]:

$$C_t/C_0 = 1 \quad \text{yada} \quad C_t = C_0$$

Sabit tüketim anlamına gelip sürdürülebilir kalkınma ile uyumlu gözükmemektedir. Buna karşın kaynaklar yenilenebilir nitelikte olmadığı için ekonomi kaynak kullanımında etkinliğini sürekli arttırmadığı sürece bu tüketim sürekli devam edemez.

Durum [2]:

$$C_t = C_0(1+s)^t$$

Optimal tüketim zamanla üstel olarak azalır. Bu sonuç sürdürülebilir kalkınma ile uyumlu değildir.

Durum [3]:

$$C_t = C_0(1+r)^t$$

Tüketim zamanla artar, sürdürülebilir kalkınma ile uyumludur.

Durum [4]:

$$C_t/C_0 = (1+r)^t/(1+s)^t$$

Bu durumda r ve s'nin göreceli büyüklükleri önem kazanır, r=s durumu için [1] durumu tekrarlanarak sabit tüketim yolu çizilir ve bu sonuç sürdürülebilir kalkınma ile uyumludur, r>s tüketim zamanla artar ve sürdürülebilir kalkınma ile uyumludur, r<s durumunda tüketim zamanla azalır ve sürdürülebilir değildir.

Ayrıca Eşitlik (E7) nüfus artışına izin verecek şekilde de düzenlenebilir. Nüfus artışını n, toplam tüketim artışını g ile göstererek C_t/C_0 oranını $(1+g)^t/(1+n)^t$ ile ifade edebiliriz. Bu Eşitlik (E7) şöyle değişir:

$$\frac{(1+g)^t}{(1+n)^t} = \frac{(1+r)^t}{(1+s)^t} \quad (E8)$$

yaklaşık olarak

$$g = r - s - n$$

elde edilir. Dolayısıyla $r > (s+n)$ olduğunda toplam tüketim artar, $r < (s+n)$ olduğunda toplam tüketim azalır.

Nüfus artışının bizzat kendisi üretim artışına ve büyümeye yol açmadığı sürece sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak zorlaşacaktır çünkü sermaye verimliliği iskonto oranı dışında nüfus artışını da karşılamak zorunda kalacaktır. Aynı yöntemle teknolojik değişimin sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasını kolaylaştıracağı da gösterilebilir (Pearce, 1998, s.85-88)