

Optimal Nüfus ve Ekolojik Sürdürülebilirlik: Türkiye için Bir ARDL Yaklaşımı

Başak KARŞIYAKALI (<https://orcid.org/0000-0002-3835-0175>), Dokuz Eylül University, Türkiye;
basak.kacmaz@deu.edu.tr

Mehmet ÇETİN (<https://orcid.org/0000-0002-6954-0908>), Dokuz Eylül University, Türkiye;
mehmet.cetin@deu.edu.tr

Optimal Population and Ecological Sustainability: An ARDL Approach for Türkiye

Abstract

As a demographic element, population constitutes one of the most important theoretical and political issues in economics. During the period following the Industrial Revolution, the world population grew faster than per capita income, rapidly depleting the global stock of natural capital. The severity of the destruction caused by human activities is reflected in the ecological footprint exceeding the biological capacity. The focus of the UN Sustainable Development Goals on human economic activity and reducing its environmental impact has brought attention back to the issue of population growth and its impact on the environment. This study employs the ARDL method to determine the optimal population level for Türkiye, taking into account both ecological and economic objectives. The findings indicate that Türkiye's population level is much higher than it should be in terms of increasing welfare and resource sustainability.

Keywords : Optimal Population, Ecological Footprint, Biocapacity.

JEL Classification Codes : J11, Q56, Q57.

Öz

Demografik bir unsur olan nüfus, iktisadın teorik ve politik anlamda önemli konularından birini oluşturmaktadır. Sanayi Devrimi'nden sonraki süreçte dünya nüfusunun, kişi başına gelirden daha hızlı artması küresel doğal sermaye stokunu hızla aşındırmıştır. Beşerî faaliyetlerin neden olduğu tahribatın şiddeti, ekolojik ayak izinin biyolojik kapasiteyi aşması ile de kendisini göstermektedir. Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nin merkezinde insanın ekonomik faaliyetleri ve onun ekolojik ayak izini azaltma çabasının yer alması, dikkatleri yeniden nüfus düzeyine çekmiştir. Bu çalışmada ekolojik ve ekonomik hedefler bağlamında Türkiye için optimal nüfus düzeyinin ne olması gerektiği ARDL yöntemiyle araştırılmıştır. Bulgular refah düzeyinin artırılması ve kaynakların sürdürülebilirliği açısından Türkiye'nin nüfus düzeyinin olması gerekenin çok üzerinde olduğunu göstermektedir.

Anahtar Sözcükler : Optimal Nüfus, Ekolojik Ayak İzi, Biyolojik Kapasite.

1. Giriş

1960 yılında dünyanın Gayri Safi Yurt İçi Hasılası (GSYH) (2015 fiyatlarıyla) 10,9 trilyon dolar civarındayken dünya nüfusu yaklaşık 3 milyardı. Böylece ortalama bir insanın yıllık geliri 3.599 dolardı. Aynı yıl Türkiye’de 68,9 milyar dolarlık ulusal gelir 27,5 milyon kişi tarafından üretilmiş olup kişi başına düşen gelir 2.506 dolardı. O zamandan bu yana dünya tanınmayacak kadar zenginleşti. 2022 yılında dünya nüfusu 7,9 milyar kişiye çıkarken, küresel gelir 89,9 trilyon dolara ve kişi başına düşen gelir de 11.515 dolara yükseldi. Küresel olarak ölçülen ekonomik faaliyetler 60 yıl içinde 8 kattan fazla artarken kişi başına düşen gelir 2,6 kat artan nüfus nedeniyle sadece 3 katına çıktı. Türkiye’de ise 2022 yılına gelindiğinde 1960 yılına kıyasla nüfus 3 katına çıkarak 85 milyona yaklaştı, ulusal gelir 17 kat ve kişi başına düşen gelir de 5 kat arttı (WB, 2004). 1961 yılında Dünya’nın ekolojik ayak izi 0,74 iken 2022 yılında 1,71’e Türkiye’nin ekolojik ayak izi de aynı tarihler için 0,53’den 2,25’e yükseldi (Global Footprint Network, 2024). Bu veri Türkiye’de mevcut ekolojik taleplerimizi sürdürülebilir bir şekilde karşılamak için 2,25 Dünya’ya ihtiyacımız olduğuna işaret etmektedir.

Çevre ve yerbilimcilerin bir süredir üzerinde durduğu gibi bu ilerlemenin yaşamı tehdit eden bir bedeli vardır. İnsanlığın doğanın mal ve hizmetlerine olan talebinin sürdürülebilir seviyenin üzerine çıktığı günümüzde, insan faaliyetlerinin biyosferde yarattığı tahribatın şiddeti nedeniyle, ondan faydalandığımız birçok hayati düzenleme giderek daha fazla tehdit altına girmektedir. Belirli bir alandaki çeşitli ekosistemlerin üretiminin toplamı olan biyolojik kapasite, aynı zamanda mevcut talep eğilimlerine göre biyosferin yenilenme ve yaşam sağlama kapasitesini göstermektedir. Bu anlamda insan, ekonominin maddi metabolizmasını doğanın yenileyebileceği kaynaklarla karşılaştırmaktadır. Biyolojik kapasite ile ekolojik ayak izi arasındaki matematiksel farkın negatif olması ekolojik açık, pozitif olması ise ekolojik rezerv olarak tanımlanır (Schaefer et al., 2006: 6). Bu anlamda biyolojik kapasite ile biyosferin yenilenme kapasitesinin ne kadarının insan faaliyetleri tarafından kullanıldığını gösteren ekolojik ayak izi birbirini dengeleyen iki faktördür. Üretim sistemimiz için biyosferdeki doğal sermaye (sulak alanlar, ormanlık alanlar, mangrovlar, plantasyonlar ve tarım arazileri, turbalıklar ve fosil yakıtlar ile mineraller), üretilen sermaye (yollar, binalar, makineler, limanlar) ve insan sermayesinin (nüfus, sağlık ve eğitim) tamamlayıcı bir faktördür. Üretilen sermaye ve/veya beşeri sermayeye yapılan ilaveler nihai çıktıyı artıracak olsa da, kaynak tasarrufu sağlayan teknolojik ilerlemeler bu süreçte eşlik etmediği sürece, yaratılan ilave atık kaçınılmaz olarak biyosferin sunduğu kaynaklara yönelik bir talep artışına neden olacaktır (Dasgupta et al., 2023: 669). Birleşmiş Milletler Çevre Programı tarafından desteklenen bir çalışmanın sonuçlarına göre 1992-2014 döneminde 140 ülkede kişi başına üretilen sermaye iki katına çıkmış ve kişi başına insan sermayesi yaklaşık %13 artmıştır. Ancak kişi başına doğal sermaye yaklaşık %40 azalmıştır (Managi & Kumar, 2018: 15). Nüfus büyüklüğü, yaşam standartları, kullanılan teknoloji ve kurumlar, insanlığın biyosferin mal ve hizmetlerine olan talebini şekillendirmektedir. Ehrlich ve Holdren (1971), bu talebi biyosfer üzerindeki etkimiz olarak tanımlamışlardır. Günümüzde ise bu etki ekolojik ayak izi olarak adlandırılmakta olup sadece doğadan

topladıklarımızı ve yararlandıklarımızı değil, aynı zamanda doğanın atıklarımızı karşılamak için sunduğu hizmetleri de dikkate almaktadır (Dasgupta et al., 2023: 662).

İnsanoğlunun eylemlerinin Dünya'nın işleyişine hâkim olduğu içinde bulunduğumuz Antroposen Çağı'nda aşırı nüfus artışı ve bu nüfusun beslenme mücadelesine paralel olarak artan kişi başına tüketim, genelde doğal sermayeye verilen zararın, özelde de iklim değişikliğinin ana nedeni olarak görülmektedir (Ehrlich et al., 1993: 20). Gıda üretiminin en önemli çevresel maliyeti, yeri doldurulamaz yaşamsal kaynakların kaybıdır; bu kayıp yoksulluğu da sürekli kılmaktadır. İnsan nüfusunun ulaştığı bu düzey ve yüksek nüfus artış hızı artık toplumsal yaşamın hemen hemen her yönünü etkilemekte olduğundan Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı, ekonomik kalkınma, çevresel sürdürülebilirlik ve sosyal katılımın bir bileşimi olan Sürdürülebilir Kalkınmanın Hedeflerini (SKH) belirleyerek Dünya'nın her noktasındaki insanların karşı karşıya kaldığı ana sorunları ortadan kaldırmayı amaçlayan bir eylem planını ortaya koymuştur. Bu kapsamda sürdürülebilir üretim ve tüketim kalıpları sağlamak (SKH-12), iklim değişikliği ve etkileri ile mücadele için acil eylem planlarını uygulamaya koymak (SKH-13), okyanusları, denizleri ve deniz kaynaklarını korumak ve sürdürülebilir biçimde kullanmak (SKH-14) ve son olarak karasal ekosistemleri korumak, iyileştirmek ve sürdürülebilir kullanımını desteklemek (SKH-15) şeklindeki temel hedeflerin (UN, 2024) merkezinde insanın ekonomik faaliyetleri ve onun ekolojik ayak izini azaltma çabasının yer aldığı açıkça anlaşılmaktadır. SKH'lerin birbirleriyle olan bağlantıları ve entegre yapısı (Barbier & Burgess, 2019) dikkate alındığında tüm hedeflere ulaşmada nüfus kritik bir öneme sahiptir. Bu bağlamda geleceği şimdiki zaman için feda etmeyecek, sürdürülebilirliği sağlayacak optimal nüfusun ne olması gerektiği temel sorulardan birini oluşturmaktadır.

Bir ülke nüfusunun yerel olarak sürdürülebilir doğal üretim ve özümseme kapasitesini aşan kaynak tüketimi ve atık boşaltım seviyesi, ekolojik borç olarak adlandırılmaktadır (Oxford Climate Society). Türkiye, doğal kaynaklarını, bu kaynakların kendisini yenileyebilme hızından daha hızlı tükettiği için ekolojik anlamda borçlu ülkeler arasında yer almaktadır. Türkiye'nin, 1980'li yılların ortasından itibaren biyolojik kapasite açığı ile karşı karşıya kalmasının en önemli nedeni nüfus artışıdır (WWF-Türkiye, 2012). Bu çalışmada Pimentel vd. (1998) tarafından ileri sürülen modelden hareketle ve ARDL yöntemiyle Türkiye için hedef nüfus seviyesi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Türkiye'nin kısa vadede ulaşmayı hedeflediği kişi başına gelir düzeyi ve ekolojik anlamda sürdürülebilirlik, bu nüfus düzeyini etkileyen temel kısıtlar olarak belirlenmiştir. İktisat literatüründe demografik unsurları ve özellikle nüfusu analize dâhil eden çok sayıda çalışma olmakla birlikte iklim krizinin etkilerinin yoğunlaştığı ve bu noktada nüfus kısıtlamasına yönelik politikaların önem kazandığı son dönemde Türkiye'yi odak alarak sürdürülebilir bir nüfus değeri bulmayı hedefleyen çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Bu çalışma ilgili boşluğu kapatmayı hedeflediği gibi hem müteakip çalışmalar ve hem de bu çalışmanın bulgularından esinlenebilecek demografik iktisat politikaları için bir referans olacaktır. Çalışmanın takip eden bölümünde nüfus kavramının iktisat teorisindeki yeri ve optimal nüfus düzeyine ilişkin yaklaşımlar ele alınmıştır. Bir sonraki bölüm literatür taramasını oluşturmakta iken

dördüncü bölüm ise ekonometrik analize ayrılmıştır. Son bölümde ise ekonometrik analiz bulgularından hareketle değerlendirme ve politika önerileri yer almaktadır.

2. Nüfusun Ekonomik Gelişmedeki Önemi ve Optimal Nüfus Düzeyi

Nüfus, ortalama refahın önemli bir belirleyeni olduğundan pek çok iktisatçının ilgisini çeken bir alan olmuştur. 18. yüzyılın sonunda Malthus, nüfusun kontrol edilmediğinde geometrik oranda artarken (her 25 yılda bir ikiye katlanırken) geçimin (gıda maddeleri üretiminin) sadece aritmetik bir oranda artacağını öngörmüştür. Toplumun bu ilerleyişi sefaletle sonuçlanacak yani nüfus artışının net etkisi olumsuz olacaktır. Besinleri insan yaşamı için gerekli kılan doğanın kanununa göre, eşit olmayan bu iki gücün etkileri eşit tutulmalıdır. Bu eşitlik, geçim zorluğu nedeniyle nüfus üzerinde güçlü ve sürekli işleyen bir kontrol ile mümkün olabilir (Malthus, 1998: 4-11). Malthus'un bu görüşleri temelde ekonomik olduğundan nüfus sorunu her zaman iktisatçıların ilgi alanını oluşturmuştur (Zimmermann, 1989: 1). Bununla birlikte 1798 tarihli *The Essay on the Principle of Population* başlıklı kitabındaki analizi, iktisat alanındaki takip eden yazılarına genişletildiğinde Malthus'un nüfusun ekonomik bir değişken olarak ekonomik büyüme analizine nasıl uyum sağladığı sorusuna da yanıt aradığını göstermektedir. Bu bağlamda hem Malthus'un hem de Marx'ın Klasik İktisat Okulu'nun ortodoks görüşünden farklı olarak dengeden ziyade büyümeyle ilgilendiği ifade edilebilir (Charbit, 2009: 1). Bir ülkenin nüfusunun optimal bir büyüklüğe, nüfus büyüklüğü ile ekonomik ve en büyük ekonomik faydayı sağlayan diğer kaynaklar arasındaki en uygun dengeye sahip olabileceği açıklaması, muhtemelen ilk kez 1819'da *New Principles of Political Economy* başlıklı çalışmasında Fransız iktisatçı Julien Sismondi tarafından dile getirilmiştir (Wickens, 1988: 163). Sismondi'ye göre zenginlik ile nüfus arasında belirli bir bölgedeki tüm insanlara en yüksek refahı garanti edecek bir dengeyi hedeflemek gereklidir (Girard, 2020: 23-41).

Her bireyin pozitif bir fayda düzeyine sahip olduğu durumda nüfus artışının toplam faydayı artıracığı ve bu nedenle nüfus artışının sorun yaratmanın ötesinde olumlu gelişmeler sağlayacağını iddia eden bir görüş de bulunmaktadır. Marx ve Keynes'e göre nüfus artışı GSYH'yi artırır, bu ilişkinin nedeni Marx'a göre endüstriyel yedek ordu ve göreceli nüfus tartışmalarının sonucu olarak nüfus artışının ücretleri düşük, kârları yüksek tutarak sermaye birikiminin engellenmeden devam etmesine izin vermesidir. Keynes'te ise nüfusun piyasayı genişletmesi ve efektif talep üzerindeki etkisi GSYH'yi artıran unsurdur (Lianos et al., 2022: 610). II. Dünya Savaşı'nı takip eden dönemde bu bakış açısıyla hareket eden ekonomik birimlerin temel kaygılarından biri, GSYH ve kişi başına tüketimin artmasına yol açacak şekilde tüm ulusların ekonomik kalkınması olmuştur. Kapitalizmin altın çağı olarak adlandırılan 1950-1970 dönemindeki belirgin başarı, ekonomik büyüme hedeflerini desteklemiştir (Lianos, 2019: 56).

Aynı tarihlerde hızlı nüfus artışının yoksulluğun temel nedeni olduğunu vurgulayan bazı görüşler de ortaya atılmaya başlanmıştır. Nelson (1956), az gelişmiş ülkelerde nüfus artış hızının GSYH artış hızını aşması halinde ekonominin kişi başına düşen gelirin oldukça düşük seviyede olduğu bir denge gelir düzeyine hapsolabileceğini açıklamıştır. Yüksek

nüfus artışının neden olduğu bu tuzaktan kurtulmak için GSYH'yi daha hızlı artıracak daha verimli üretim yöntemleri ya da daha düşük bir nüfus artış oranı gerekmektedir. Aynı yıl Huxley (1956) gezegenin kaynakları üzerinde artan nüfus baskısının işaretlerine dikkat çekmiştir. Özellikle az gelişmiş ülkelerde nüfusun büyüklüğünün yaşam kalitesinden bağımsız olmadığına vurgu yaparak, doğum kontrolünün büyük ölçekte ve mümkün olan en kısa sürede hayata geçirilmesinin gerekliliğini ifade etmiştir (Huxley, 1956: 66). Bu öncü görüşleri takiben ekonomik büyümenin sonlu bir dünya ekosisteminin belirlediği sınırları aşamayacağı anlaşılmıştır. Nüfus artışının, sahip olunan tüketim kalıpları ve teknoloji seviyesi göz önünde bulundurulduğunda, ikame edilemez kaynakların sürekli tüketilmesine neden olarak; Dünya'nın sürdürülebilirlik kapasitesinin aşılmasına neden olduğu, pek çok araştırmacı tarafından vurgulanmaya başlanmıştır (Meadows et al., 1972; Daily et al., 1994: 469; Ehrlich & Ehrlich, 2009). Bazı araştırmacılar gelecek ile ilgili olarak oldukça karamsar olup nüfusun sancılı çöküşünden (Schade & Pimentel, 2010: 255) ve dünyanın birçok yerinde artan sosyal ve siyasi istikrarsızlıktan (Pimentel, 2012: 152) endişe etmektedirler. Nüfus büyüklüğüyle mücadele etmeye yönelik politikalar, sadece insanın çevreye olan etkilerini azaltmak için değil, aynı zamanda hem bugünkü hem de gelecekteki insan refahını artırmak için gereklidir (Samways, 2022: 16).

Bazı iktisatçılar ekonomilerin durağan denge durumuna doğru gösterdiği eğilimde nüfusun etkisine odaklanmışlardır. Adam Smith başta olmak üzere klasik iktisatçılara göre, kapitalist sistem başlangıçta ne kadar canlı olursa olsun, belli bir olgunluğa eriştikten sonra (tam zenginlik aşaması) sabit bir nüfus büyüklüğü ve sabit bir sermaye stoku ile artık daha ileri gitmenin mümkün olmadığı bir nihai duruma ulaşacaktır. Bu süreçte en önemli rolü nüfus artışı oynayacaktır. Böylesi bir ortamda nüfus, toprağın besleyebileceği veya mal üretim sürecinde çalıştırılabilecek bir düzeyde olacaktır. Böylece ücretler ancak nüfusun kendisini fiziksel olarak yeniden üretmesini mümkün kılacak surette minimum bir düzeyde oluşacaktır (Smith, 2009: 78). Smith'in bu görüşlerinden etkilenen klasik iktisatçılar ve en çok da John Stuart Mill (1857)'in katkılarıyla geliştirilen durağan durum, nüfusun ve sermaye stokunun artmadığı bir yapıyı açıklar. Durağan durumda doğum oranları ölüm oranlarına, üretim oranları da yıpranma oranlarına eşit olacak, böylece hem insan stoku (nüfus) hem de insan yapımı ürünler stoku (fiziksel sermaye) sabit kalacaktır. Durağan durumun ötesinde Mill'in nüfusa ilişkin olarak farklı görüşleri de vardır. O'na göre ekonomik büyüme daha büyük bir insan nüfusunu sürdürülebilir kılsa bile, bu doğal çevrenin yok edilmesi nedeniyle en iyi sonuç olmayacaktır. Mill, tüketim karşıtlığının öncülüğünü yaparak; insanlığın hem işbirliğinin hem de toplumsal ilişkinin tüm avantajlarından en üst düzeyde yararlanabilmesi için gerekli nüfus yoğunluğuna, en kalabalık ülkelerin hepsinde ulaşılmış olduğunu vurgular. Bu bağlamda insanların gelecek nesiller için zorunlu kalmadan önce daha büyük bir nüfus için değil daha iyi ya da daha mutlu bir nüfus için gerekli önlemleri almasını ümit ettiğini ifade eder (Mill, 2004: 191). Neoklasikler ise durağan durumu, ihtiyaçları sınırsız ve teknolojiyi de Dünya'yı etkin bir şekilde sonsuz kılacak kadar güçlü kabul ederek; sabit nüfus ve sermaye stoku ile değil, bunların orantılı büyümelerini ifade edecek şekilde yeniden tanımlamışlardır. Böylece sermaye stoku ve emek aynı oranda büyüdüğünden çalışan başına sermaye ve çalışan başına üretim sabit kalır. Ekolojik iktisadın

öncülerinden Herman Daly, durağan durumu sabit nüfus ve sabit sermaye stokuna sahip, ekosistemin yenilenme ve asimilasyon kapasiteleri kapsamında düşük bir üretim oranıyla sürdürülen bir ekonomi olarak tanımlar. Bu durum, düşük doğum oranlarının düşük ölüm oranlarına ve düşük üretim düzeyinin düşük amortisman oranlarına eşitlendiği bir denge üretim düzeyine karşılık gelir. Durağan duruma ulaşan ekonomilerde asgari ve azami gelirlere sınırlar koyarak; gelirin yeniden dağıtımı yoluyla yoksullukla mücadele edilebilir (Daly, 2008: 2-4). Burada tanımlanan durağan durumda niceliksel büyümenin yerini niteliksel gelişme veya iyileşme almaktadır (Daly & Farley, 2011: 492). Bir başka tanıma göre durağan durum ekonomisi, sonsuz ekonomik büyüme arayışına karşı olumlu bir alternatifi temsil etmektedir. Bu ekonomi, istikrarlı bir kaynak tüketimi seviyesini ve istikrarlı bir nüfusu korumayı amaçlayan bir ekonomidir. Bu, enerjinin ve kaynak kullanımının ekolojik sınırlar dahilindeki seviyelere indirildiği ve ekonomik çıktıyı maksimize etme hedefinin yerini yaşam kalitesini maksimize etme hedefinin aldığı bir ekonomidir. Bir ülkede yaşayan insan sayısı arttığında ya da bu insanların her birinin tüketim düzeyi arttığında ülkenin toplam kaynak kullanımı da artacaktır. Bu nedenle, durağan duruma ulaşmak için sadece kişi başına düşen kaynak kullanımının değil, nüfus düzeyinin de istikrara kavuşturulması gerekir (O'Neill et al., 2010: 11).

Doğum oranlarının ölüm oranlarına eşitlenmesi yoluyla nüfusun istikrara kavuşturulması gerektiğini söylemek yeterli değildir. Özellikle iktisatçılar nüfusun hangi büyüklükte istikrara kavuşacağını belirlemenin önemini ortaya koyarlar (Lianos, 2018: 87-88). Wicksell, optimal nüfus ile ilgili görüşleriyle bu iktisatçıların başında gelmektedir. Lundahl'ın aktardığı üzere Wicksell, güçlü bir nüfus artışının gıda talebini de artıracak ileri sürmektedir. Tarımsal çıktı her zaman sermaye birikimi ve işgücünün büyümesiyle artırılabilir, ancak tarımdaki azalan getiriler nedeniyle çıktı, bu faktörlerden daha az artacaktır. Endüstriyel üretim de hem uzun dönemde tükenen doğal kaynaklara hem de girdiler için tarıma bağlı olduğundan bu sektörde de azalan getiriler vardır. Zaman içinde teknolojik ilerlemenin azalan getirileri dengeleyeceği ve hatta aşacağı ve böylece gelirleri sürekli olarak artıracak sıklıkla tartışılmaktadır. Ancak Wicksell'e göre bu durum marjinal verimlilik eğrisinin geçici olarak yukarı kaymasına yol açacak ve daha sonra azalan getiriler daha yüksek bir nüfus düzeyinde yeniden devreye girecektir. Nüfus artışı, ekonomide getirilerin azalması nedeniyle hem kişi başına düşen geliri hem de ücretleri düşürme eğilimindedir. Tüm bu ilişkilerin sonucu olarak Wicksell'e göre yoksulluk, nüfus artışından kaynaklandığından onunla mücadelede temel yol, ailelerin ve dolayısıyla toplam nüfusun büyüklüğünü sınırlamaktır. Bu bağlamda optimal nüfus, nüfusun ekonomik refahını en üst düzeye çıkaran nüfustur (Lundahl, 2015: 84).

Optimal nüfus kavramı daha sonra pek çok araştırmacının ilgisini çekmiştir. Dalton, Wicksell'e benzer şekilde optimal nüfusu kişi başına düşen geliri maksimum kılan nüfus olarak tanımlamıştır (Dalton, 1928: 32). Wolfe daha ayrıntılı bir tanım yaparak belirli doğal kaynaklar, ileri teknolojiler ve standart çalışma süresi ile tüketim mallarından kişi başına mümkün olan en büyük ürünü elde edebilecek nüfus düzeyini optimum olarak işaret eder (Wolfe, 1934: 585). Dasgupta'ya göre optimal nüfus, mevcut sermaye stokunun büyüklüğüne, optimal tasarruf oranı ise mevcut insan sayısına bağlıdır. Bu anlamda, eş

zamanlı bir tasarruf politikası olmaksızın bir nüfus politikası formüle edilemez (Dasgupta, 1969: 295).

Optimal nüfus kavramını sürdürülebilir kaynak kullanımı ve çevresel sürdürülebilirlik perspektifinden ele alan Pimentel vd. (1998)'e göre nüfusun büyüklüğü çevresel koşullarla tutarlı olmalıdır. Hedeflenen yaşam standardı ne kadar yüksekse, nüfus o kadar küçük olmalıdır. Teknolojik sermayenin gelecekte tüm ülkeler için bol miktarda mevcut olacağı varsayılrsa bile doğal sermaye, nüfus artışını sınırlayan önemli bir faktördür. İnsan nüfusunun mevcut büyüklüğü gelecek nesillerin fırsatlarını tehlikeye atacak kadar fazladır. Kaynaklara yönelik beşeri sömürü, yenilenebilir ve yenilenemez kaynakların hızla yok olmasına neden olan döngüye çoktan girmiş olduğundan nüfus artışı bir an önce durdurulmalıdır (Pimentel et al., 1998: 142). Daly'nin görüşlerinden etkilenen Lianos, optimal nüfuslu durağan durum ekonomisini incelemiştir. Küresel kaynakların sınırlı olması ve bu nedenle doğal sermayenin korunması nedeniyle dünya ekonomisi bir bütçe kısıtı altındadır. Bu kısıt altında optimal büyüklüğün belirlenmesi, istenen kişi başına ürünün, yani istenen yaşam standardının tanımlanmasına bağlıdır. Böylece öncelikle kişi başına tüketimin istenen (veya optimal) seviyesinin ne olduğuna ve daha sonra maksimum dünya ürün miktarı göz önüne alınarak nüfusun büyüklüğüne karar verilmelidir (Lianos, 2013: 1544). Herkesin eğitime, sağlık hizmetlerine, sağlıklı yaşam koşullarına ve ekonomik fırsatlara erişimi olmalıdır; ancak bu temel hakların büyük nüfuslarda, özellikle de hızla büyüyen nüfuslarda güvence altına alınması zordur. Nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu ve/veya kaynakların kıt olduğu durumlarda kişisel özgürlükler de kısıtlanma eğiliminde olduğundan optimal nüfus, siyasal hakların korunmasında da önem kazanmaktadır. Bu bağlamda optimal nüfus, arzu edilen yaşam kalitesinin ve bu yaşam tarzına ulaşmanın gezegenin yaşam destek sistemleri üzerindeki kişi başına düşen etkisinin bir fonksiyonu olup zenginlik ve kaynakların adaletsiz dağılımı ve uzun vadeli oranlara ilişkin belirsizlik karşısında bile, herkese düzgün bir yaşamın asgari fiziksel bileşenlerini garanti etmelidir (Daily et al., 1994: 470-471).

3. Literatür

18. yüzyılın sonuna kadar uzanan teorik açıklamalar ile nüfus konusu ve bu doğrultuda optimal nüfusun ne olması gerektiğine ilişkin görüşler oldukça geniş bir çeşitliliğe sahiptir. Bununla birlikte iklim krizinin hem dünyanın hem de gelecek nesillerin devamlılığını tehdit eden yaygın bir endişe konusu haline gelmesine kadar gerçekleştirilen çalışmalar genellikle teorik ve kavramsal özellik göstermiştir. Malthus'un çalışmalarından etkilenen ve belirli bir ortamın fiziksel olarak destekleyebileceği azami nüfusu ifade eden taşıma kapasitesi (carrying capacity) yapılan çalışmaların odağında yer almıştır. Taşıma kapasitesini odağına alan çalışmaların bir kısmında kişi başına doğal kaynaklar azami nüfusun belirlenmesinde bir kriter olarak kullanılmaktadır.

Erken tarihli çalışmalardan Knibbs (1917), kişi başına mısır tüketimi ve kişi başına ekilebilir alan değerleri üzerinden Avustralya'nın en fazla 132 milyon nüfusa sahip olması gerektiği sonucuna ulaşmıştır. Penck (1925), optimal nüfusu belirlerken kişi başına gıda ihtiyacını esas alırken; Westing (1981), Penck (1925)'e ek olarak kişi başına su ihtiyaç

oranını da analize dahil etmiştir. Gıdanın yanı sıra, enerji, biyolojik olarak erişilebilir nitrojen, fosfor, tatlı su, ışık, toprak, alan, hastalıklar, atıkların bertaraf edilmesi, yakıt dışı mineraller, ormanlar, biyolojik çeşitlilik ve iklim değişikliği gibi unsurlar da optimal nüfusun belirlenmesinde kullanılmıştır (Cohen, 1995: 342). Ehrlich ve Ehrlich (1991), gelmiş ülkeler için kişi başına enerji kullanımının 7,5 kw'tan 3,5 kw'a düşürüldüğü ve gelişmekte olan ülkeler için bu değerin 1 kw'tan 3 kw'a çıkarıldığı "Holdren Senaryosu'nun" geçerli olması durumunda nüfusun (P) çevre üzerindeki etkisini (I), kişi başına gelir veya kişi başına tüketim dikkate alınarak hesaplanan refahın (A) ve teknolojinin (T) dâhil edildiği;

$$I = P \times A \times T \quad (1)$$

(1) numaralı denklem ile araştırmışlardır. Ülkeler, I'nın büyümesini ve yaşam destek sistemlerini zayıflatmasını (örneğin iklimi istikrarsızlaştırmasını veya biyolojik çeşitliliği tüketmesini) önlemek için P, A ve T değerlerini yönetmelidirler. Bu amaçla enerjinin verimli kullanılması ve negatif nüfus artış hızının önerildiği çalışmada yazarlar ABD'nin optimal nüfusunu 75 milyon olarak hesaplamışlardır. ABD için optimal nüfusu hesaplayan bir başka çalışma Pimentel vd. (1994)'e aittir. ABD, sürdürülebilir enerji, toprak, su ve biyolojik çeşitlilik kullanımı ve nispeten yüksek yaşam standardı ile yenilenebilir bir enerji ekonomisine geçerse optimal nüfusu yaklaşık 200 milyon olacaktır ki bu tahmin o dönem (1994) 258 milyonluk nüfusundan önemli ölçüde daha azdır. Çalışmada ayrıca yeterli gıdanın temin edilebilmesi için kişi başına 0,5 hektarlık arazinin gerekli olduğu tahminine dayanarak, yaklaşık 3 milyarlık küresel bir nüfusu sürdürmenin mümkün olacağı da hesaplanmıştır (Pimentel et al., 1994).

$$\text{Doğal Kaynak Kullanımı} \times \text{Teknoloji} = \text{Nüfus} \times \text{Kişi Başına Tüketim} \quad (2)$$

Daily vd. (1994) yukarıdaki (2) numaralı denklemin sol tarafını insanlığın enerji tüketim miktarını gösteren bir sabit olarak almışlardır. Dünyanın zenginleri ve fakirleri arasındaki enerji kullanımındaki büyük farklılıklara ve bunun sonucunda ortaya çıkan çevresel hasara dikkat çeken yazarlar, enerji kullanımının adil bir şekilde dağıtıldığını varsayarak, optimal insan sayısının 1,5 ila 2 milyar (1930'ların başındaki dünya nüfusu) civarında olduğunu tahmin etmişlerdir. Pimentel vd. (1998), nüfus-kaynak denklemi olarak adlandırdıkları (2) numaralı denklemi kullanarak optimal nüfus miktarını hesaplamaya çalışmışlardır. Yazarlar, bu denklemde yer alan teknolojinin, doğal kaynak sıkıntısını telafi etme kabiliyetinin sınırlı olduğunu vurgulamışlardır. Teknolojik sermaye ile doğal sermayenin birbirinin ikamesi değil tamamlayıcısı olduğunu vurgulayan yazarlara göre sınırlı doğal kaynakları ve kişi başına tüketimi yalnızca teknoloji ile büyük ölçüde artırmak mümkün değildir. Teknoloji, toprak ve su gibi doğal kaynakları mevcut olandan daha fazla erişilebilir hale getiremez; kaynak kullanımının verimliliğini yalnızca sınırlı ölçüde artırabilir. Bu düşünceyle çalışmada Kuzey Amerika'nın yanı sıra Latin Amerika'nın da optimal nüfusu 200 milyon kişi olarak hesaplanmıştır.

Wiley (2000), kişi başına su tüketimi, enerji kullanımı ve ekolojik olarak verimli arazi kriterleri üzerinden (1) numaralı denkleme benzer bir sürdürülebilirlik denklemi oluşturmuştur. Çevresel etkinin, I nüfusun, P tüketimin, C ve teknolojinin, T ile sembolize edildiği;

$$I = P \times C \times T \quad (3)$$

(3) nolu denklik üzerinden elde edilen sonuçlar Dünya nüfusunun yarım ila bir milyar arasında olması gerektiğini ortaya koymaktadır. Lianos (2013) ile Lianos ve Psiridis (2016)'da (2) nolu denklemdaki sol tarafı, ekolojik denge sağlandığında üretilebilecek gayri safi dünya hasılası olarak tanımlanmışlardır. Ekolojik denge, ekolojik ayak izi ile biyokapasitenin birbirine eşit olduğu bir seviyede sağlanmakta ve bu durumda dünya üretimi tam olarak mevcut kaynakların izin verdiği düzeyde ve doğal sermayeyi bozmadan sürdürülebilmektedir. Bu ilişkilerin bir sonucu olarak Lianos (2013)'e göre doğal sermayeyi tüketmeden 11.000 dolarlık bir kişi başı hasıla (o tarihte ortalama bir Avrupa vatandaşının refahıdır) için nüfusun 2,5 milyar kişiye düşürülmesi gerekir. Lianos ve Psiridis (2016)'ya göre de kişi başına 11.000 doları mümkün kılacak duruma karşılık gelen optimal nüfus büyüklüğü ise yaklaşık 3,1 milyardır. Bu çalışmada yazarlar ayrıca Türkiye'nin de içinde yer aldığı 52 ülke için optimal nüfus büyüklüğünü hesaplamışlardır. Çalışmada Türkiye için optimal nüfusun 49 milyon olduğu tespit edilerek 2010 yılı itibarıyla nüfusun 23,1 milyon azaltılması gerektiği vurgulanmıştır (Lianos & Psiridis, 2016: 1689-1690). Dünya nüfusunun büyük oranda azalması ile daha küçük bir nüfusun üretim ve tüketim için doğal kaynak kullanımı azalacak ve aynı zamanda emek arzı azalarak ücretler artacaktır. Böylece hem ekolojik denge sağlanabilecek hem de gelir dağılımı büyük ölçüde iyileşecektir (Lianos, 2019: 55). Dasgupta vd. (2023), insanlığın biyosferi sürdürülebilir bir şekilde yaşatma ve ekonomik eşitliği sağlama yollarını bulması halinde, Dünya'nın 20.000 dolarlık (orta gelirli ülkelerin gelir düzeyini temsil etmesi nedeniyle) bir yaşam standardında destekleyebileceği insan nüfusunun yaklaşık 3,3 milyar olduğunu hesaplamıştır. Bu nüfus düzeyi mevcut nüfusun %42'sine denk gelmektedir. Kabaca üç milyarlık bir insan nüfusunun küresel olarak arzu edilir seviyeyi işaret ettiğini gösteren başka çalışmalar da mevcuttur (Tucker, 2019; Arrhenius & Duus-Otterström, 2024: 18).

Farklı tahmin yöntemleri kullanılarak yapılan bu çalışmaların elde ettikleri sonuçların büyük farklılık göstermemesi gezegenimizin aşırı nüfuslu olduğunun güçlü bir kanıtıdır. Şu anki nüfus büyüklüğünün (8,2 milyar), tahminlenen optimal büyüklükleri (gezegenimizin taşıma kapasitesini) açık ara aştığı nettir. Bu sonuçlar, nüfus dinamiklerinin insan kaynaklı çevre kirliliği ve sürdürülebilir gelişmeyle fazlasıyla ilişkili olduğunu göstermektedir. Ekosistemler ulusal sınırlara uymak zorunda olmadığı için birçok çevre ve gelişme sorunu doğal olarak küresel olup tüketim kalıplarıyla birlikte nüfus dinamiklerinin ve bunun mekânsal farklılıklarının politik gündemde ele alınması gerekir (Özgür, 2017: 1). Lianos (2013)'e göre optimal nüfusun üzerindeki nüfus seviyelerinde küresel olarak alınması gereken önlemler; teknolojiyi geliştirmek, nüfus büyüklüğünü azaltmak ve yaşam tarzımızı yeniden gözden geçirerek daha çevre dostu tüketim alışkanlıklarını benimsemek olacaktır. Lianos (2018), mevcut neslin gelecek nesillere zarar vermesini önlemek için hem

uygulanabilecek teşvik politikalarına ilişkin görüşlerini sunmuş hem de nüfus sorununu parasallaştırarak üreme hakları için bir pazar yaratmayı tavsiye etmiştir. Bu bağlamda ailelere bir buçuk çocuk hakkı verilerek, tek çocuk sahibi olmak isteyen ailelerin yarım çocuk hakkını satabilecekleri veya iki çocuğa sahip olmak istiyorlarsa da yarım çocuk hakkını satın alabilecekleri bir piyasa mekanizması önerilmiştir (Lianos, 2018: 83). Böylesi bir nüfus politikasının zorluklarının olacağı da açıktır. Bu süreçte nüfusun değişen yaş yapısı nedeniyle toplam efektif talebin azalması ve emeklilik fonlarının (kamu ve özel) yeterliliği en önemli sorunlar olarak ortaya çıkacaktır (Lianos, 2019: 75).

4. Veri Seti ve Ekonometrik Analiz

Çalışmada Pimentel vd. (1998) tarafından öne sürülen nüfus-kaynak eşitliğinden hareket edilmiştir. Bu eşitliğe göre;

$$\text{Nüfus} \times \text{Kişi Başına Tüketim} = \text{Doğal Kaynak Kullanımı} \times \text{Teknoloji} \text{’dir.}$$

Eşitliğin sağ tarafında yer alan doğal kaynak kullanımı ve doğal kaynaklardan daha verimli bir biçimde istifade etmeyi mümkün kılan teknoloji değişkenleri olarak daha güncel olan ve yeşil büyüme kavramı ile daha yakından bağlantılı olan ekolojik ayak izi ve biyokapasite değişkenleri kullanılmıştır. Biyokapasite değişkeninin teknolojik gelişmeyi temsil eden bir gösterge olarak kullanılmasının arkasında çevre temelli teknolojik gelişmeler ile biyokapasite arasındaki yakın ve paralel ilişki yer almaktadır. Teknolojik gelişmeler, kaynak verimliliğini artırarak ve birim kaynak kullanımını optimize ederek biyokapasiteyi artırabilmektedir (Toprak, 2023: 603). Benzer biçimde biyokapasite değişkeni, ekosistem verimliliğinin de bir göstergesi olup teknolojik gelişmelerin neden olduğu artan kaynak talebinin karşılanabilme kapasitesini de göstermektedir (Mehmood et al., 2023: 603). Bu bağlamda biyokapasite değişkeni, ekolojik yenilenme kapasitesi, verimlilik ve kaynak kullanımındaki çevresel etkinlik göstergesi olarak teknolojik gelişmeyi temsil etmektedir. Nüfus düzeyinin belirlenmesinde etkili olan bir diğer faktör ise kişi başına milli gelir düzeyidir. Çalışmada kullanılan veriler Tablo 1’de sunulmuştur. Verilerin tümü için dönem aralığı 1961-2022’dir.

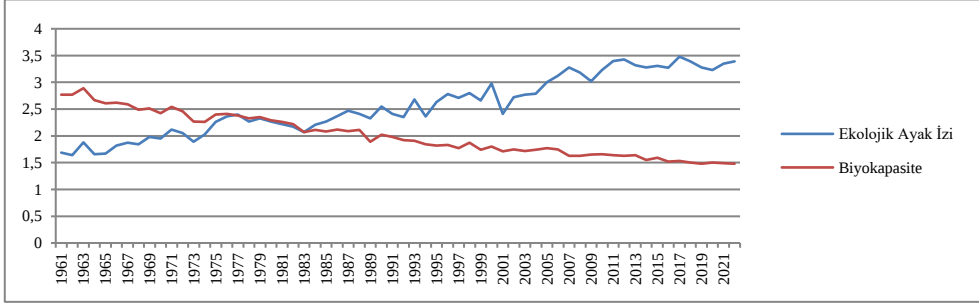
Tablo: 1
Veri Seti

Değişken	Kısa adı	Kaynak
Nüfus (kişi)	POP	TÜİK (www.tuik.gov.tr) ve Statista (www.statista.com)
Kişi başına düşen GSYH (nominal \$)	KBDG	Dünya Bankası (https://data.worldbank.org/)
Kişi başına düşen ekolojik ayak izi (gha)	ECO	Global Footprint Network (https://data.footprintnetwork.org/)
Kişi başına düşen biyokapasite (gha)	BIO	

Rees (1992) tarafından ortaya konulan bir terim olan ekolojik ayak izi, yenilenebilir kaynakların tüketiminin bir ölçüsüdür. Biyokapasite ise ekosistemlerin üretiminin toplu bir ölçüsü olup biyosferin yenilenme kapasitesini temsil etmektedir (Lianos & Pseiridis, 2016: 1682). Lianos ve Pseiridis (2016) baz alınarak bu iki değişkenin birbirine eşit olduğu nokta ekolojik anlamda sürdürülebilir nüfus düzeyi olarak kabul edilmiştir. Çalışmada kişi başına gelir hedefi olarak Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı

tarafından yayımlanan On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028)'nda belirlenen 17.500 \$'lık kişi başına milli gelir düzeyi hedefi esas alınmıştır. Aşağıda yer alan Grafik 1'de Türkiye'de kişi başına biyokapasite ve kişi başına ekolojik ayak izi değişkenlerinin seyri gösterilmektedir.

Grafik: 1
Türkiye'de Kişi Başına Biyokapasite ve Ekolojik Ayak İzi (1961-2021)



Kaynak: Global Footprint Network, data.footprintnetwork.org, 02.06.2024.

Grafik incelendiğinde her iki değişkenin de birbirinin tersi yönde bir eğilim gösterdiği görülebilmektedir. Değişkenler arasında 1970'lerin ikinci yarısında kısa süreli bir dengenin sağlanmasının ardından 1980'lerle birlikte iki değişken arasındaki fark giderek açılmıştır. Bu durum Çevresel Kuznets Eğrisi yaklaşımı ile tutarlıdır. Ekonomik kalkınmanın ilk aşamalarında gelir düzeyi arttıkça çevre kirliliği de artacaktır. Fakat bu kirlilik artışı geçici olup ekonomik gelişmişlikle birlikte bireyler daha temiz bir çevre talep ederken üretim sürecinde de kirlilik yaratan teknolojiler daha temiz teknolojiler ile ikame edilebilmektedir (Grossman & Krueger, 1995: 371). Çevre ve iktisadi büyüme arasındaki ilişki, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında farklılık göstermektedir. Gelişmiş ülkelerde katı çevre politikaları üretim maliyetlerini artırmakla birlikte kirlilik yaratan endüstrilerden temiz endüstrilere geçiş daha düşük maliyetle mümkün olabilmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde ise çevre bilincinin gelişmemiş olmasının yanı sıra iktisadi öncelikler gelirlerin ve üretim hacminin artırılmasına dayandığından çevre kirliliğine ilişkin standartlar göz ardı edilebilmektedir (Temurshoev, 2006: 2; Ertürk, 2016: 3).

4.1. Durağanlık Analizi

İktisadi zaman serileri trend, konjonktürel ve arazi hareketler ile mevsimsel dalgalanmalar nedeniyle genellikle durağan olmayıp birim kök içermektedir. Birim kök içeren zaman serilerinin kullanılmasıyla gerçekleştirilen analizler sahte regresyon sorununa neden olabilmektedir (Johansen & Juselius, 1990: 170; Granger & Newbold, 1974: 111-112). Çalışmada değişkenlere ilişkin durağanlık sınaması, ADF ve Phillips-Perron Birim Kök testleri ile gerçekleştirilmiştir.

Tablo: 2
Birim Kök Test Sonuçları

Değişken	Düzey/Fark	ADF Test İstatistiği		Phillips-Perron Test İstatistiği	
		Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli
POP	Düzey	1.4522 (0.999)	-2.54 (0.3086)	1.96997 (0.9998)	-2.54002 (0.3086)
	1. Fark	-10.172* (0.000)	-10.8928* (0.000)	-10.03068* (0.0000)	-11.08937* (0.0000)
KBDG	Düzey	-0.04131 (0.9506)	-1.77387 (0.7053)	-0.210781 (0.9308)	-1.977601 (0.6016)
	1. Fark	-6.88269* (0.0000)	-6.88647* (0.0000)	-6.957749* (0.0000)	-6.960977* (0.0000)
ECO	Düzey	-0.96832* (0.7591)	-5.151002* (0.0004)	-0.835572 (0.8016)	-5.247041* (0.0003)
	1. Fark	-12.0205* (0.0000)	-11.92436* (0.0000)	-17.17550* (0.0000)	-17.08281* (0.0000)
BIO	Düzey	-1.54031 (0.5065)	-3.88472** (0.0186)	-1.90963 (0.3259)	-3.67937** (0.0314)
	1. Fark	-11.3961 (0.0000)	-11.45572 (0.0000)	-17.13786 (0.000)	-34.17672 (0.0001)

%1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde sabitli yöntem için kritik değerler sırasıyla -3.544063, -2.91086 ve -2.593090 iken sabitli ve trendli yöntemde -4.115684, -3.485218 ve -3.170793'tür. * ve ** işaretleri sırasıyla % 1 ve %5 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Birim kök test sonuçlarından görülebildiği üzere nüfus ve kişi başına gelir değişkenleri fark durağan iken ekolojik ayak izi ve biyokapasite değişkenleri sabitli ve trendli yöntemde düzeyde durağan çıkmaktadır. Bu durum serilerde yaşanan kısa vadeli şokların uzun vadede ortadan kalktığı ve serinin istikrar gösterdiği anlamına gelmektedir. Deterministik trendden kaynaklanabilecek etkinin arındırılması amacıyla her iki değişkene de KPSS birim kök testi uygulanmıştır (Kwiatkowski vd., 1992: 159). Elde edilen sonuçlara göre biyokapasite değişkeni hem sabitli hem de trend ve sabitli modelde fark durağan iken ekolojik ayak izi değişkeni ADF ve Phillips-Perron testlerinde olduğu gibi sabitli ve trendli modelde düzeyde durağan çıkmıştır¹. Bu durumun tahmin sonuçlarında sapmaya neden vermemesi için modele bir trend değişkeni eklenmiştir.

4.2. ARDL Analizi

Zaman serisi analizlerinde kullanılan serilerin durağan hale getirilmesi için fark alma işlemi uygulanabilirse de bu işlemin neden olduğu bilgi kaybı, seriler arasındaki ilişkiyi bozabilmektedir. Bu durumda farklı seviyelerden durağan olan serilerin bileşimlerinin durağan olabileceğinden hareketle eşbütünleşme analizleri gerçekleştirilebilmektedir. Eşbütünleşme analizi serilerin durağan olmadıkları durumda bile seriler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olabileceği ve bu ilişkinin durağan olabileceği varsayımına dayanmaktadır (Harris & Sollis, 2003: 22).

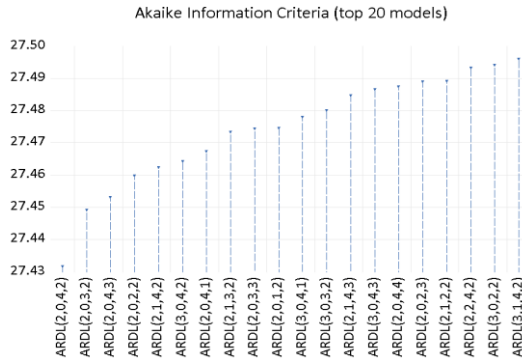
ARDL Sınır Testi Yaklaşımı, analize dahil edilen değişkenlerin farklı düzeylerde durağan olmalarına rağmen uygulanabilir olması, Engle-Granger yöntemine göre daha iyi istatistiki özelliklere sahip olması, nispeten küçük örneklemelere de uygulanabilir olması ve otoregresif gecikmesi dağıtılmış modellere dayandığından değişkenler arasındaki içsellik

¹ Ekolojik ayak izi değişkeni için KPSS testi trendli ve sabitli modelde test istatistiği 0.097952 iken kritik değerler %1, %5 ve %10 için sırasıyla 0.216, 0.146 ve 0.119'dur.

sorununu dikkate almaması nedeniyle ön plana çıkmaktadır (Pesaran et al., 2001: 290; Narayan & Narayan, 2005: 429; Narayan & Smyth, 2005: 103).

Sınır Testi'nin gerçekleştirilmesinden önce ARDL modeli için gecikme uzunluklarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada gecikme uzunluklarının tespitinde Akaike (AIC) kriteri baz alınmıştır. Shibata (1981)'e göre sınırlı sayıda gözlemin yer aldığı örneklerde Akaike kriteri daha etkin tahminler gerçekleştirebilmektedir. Model seçimine ilişkin sonuç aşağıda yer alan Şekil 1'de gösterilmiştir.

Şekil: 1
Gecikme Uzunluğunun Tespiti



Şekil 1'de verilen bilgiler doğrultusunda tahmin edilecek model ARDL(2,0,4,2)'dir. ARDL yaklaşımının ilk aşaması Sınır Testi'dir. Sınır Testi ile modelde yer alan değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin tespit edilmesinin ardından takip eden aşamalarda uzun ve kısa dönem katsayılar elde edilir (Narayan & Smyth, 2006: 337). Sınır testinin tahmin edilmesiyle elde edilen F istatistik değeri, Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen ve Narayan (2004) ve Narayan (2005) tarafından az sayıda gözlemin yer aldığı küçük örnekler için yeniden formüle edilen iki asimptotik kritik değer kümesiyle karşılaştırılır. Kritik değerler, modelin deterministik bir trend içerip içermediğine bağlı olarak sırasıyla I(0) ve I(1) için alt ve üst sınırı oluşturmaktadır. F-istatistiği üst sınırın üzerinde veya üstündeyse, değişkenler arasında uzun dönemli düzey ilişkisinin var olduğu; alt sınırın altında veya alt sınırdan küçükse, değişkenler arasında uzun dönemli düzey ilişkisinin olmadığı söylenir. F-istatistiğinin alt ve üst sınırlar arasında kalması durumunda değişkenler arasında eşbütünlüşme olup olmadığına karar verilemez (Pesaran et al., 2001; Narayan, 2004; Narayan, 2005). Modele ilişkin Sınır Testi sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo: 3
ARDL Sınır Testi Sonuçları

k	F	%1 Anlamlılık Düzeyinde Kritik Değerler		%5 Anlamlılık Düzeyinde Kritik Değerler		%10 Anlamlılık Düzeyinde Kritik Değerler	
		I(0)	I(1)	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)
3	4,97	5,835	7,108	4,298	5,445	3,645	4,678

Tablo 3'te görüldüğü üzere hesaplanan F istatistiği %10 anlamlılık düzeyinde üst sınır değerinden daha büyük olmakla birlikte %5 düzeyinde alt ve üst sınırların arasında kalmaktadır. Bu durumda uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin varlığı konusunda yorum yapmak zorlaşsa da uzun dönemli ilişkinin varlığına işaret eden başka işaretler söz konusudur. Bunlardan ilki kısa dönem hata düzeltme modelinde hata teriminin katsayısı (-0.389045) hem negatif hem de anlamlıdır. Hata düzeltme modeli ve modele ilişkin tahmin sonuçları aşağıdaki gibidir.

$$\Delta Pop = \alpha_0 + \alpha_1 trend + \sum_{i=1}^m \alpha_{2i} \Delta Pop_{t-i} + \sum_{i=0}^m \alpha_{3i} \Delta Eco_{t-i} + \sum_{i=0}^m \alpha_{4i} \Delta Bio_{t-i} + \sum_{i=0}^m \alpha_{5i} \Delta \left[\frac{1}{KBDG} \right]_{t-i} + \alpha_6 ECM_{t-i} + u_t$$

Tablo: 4
Hata Düzeltme Modeli Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	t-statistics	Prob.
ECM (-1)	-0.389045	0.084475	-4.605419	0.00000
D(POP(-1))	-0.345235	0.111091	-3.107665	0.0032
D(BIO)	-1253264	456995.9	-2.742396	0.0085
D(BIO(-1))	-1953288	627252.7	-3.114038	0.0031
D(BIO(-2))	-1362313	569258.4	-2.393136	0.0207
D(BIO(-3))	-758103.6	455848	-1.663062	0.1028
D(1/KBDG)	834403256	243577533	3.42561	0.0013
D(1/KBDG(-1))	-449156211	236867145	-1.89623	0.0640
c	5685723	976921	5.82004	0.0000
Trend	400259.7	86073.32	4.65021	0.0000

Tabloya göre ele alınan dönemde dengeden herhangi bir sapma oluşturacak şokun ilk dönemde %64 gibi bir hızla dengeye yaklaştığı söylenebilir. Bu anlamda kısa dönemli sapmalar uzun dönemde ortadan kalkmakta olup değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin var olduğu ifade edilebilir. Uzun dönemli ilişkinin varlığını destekleyici bir başka gösterge de robustness check olarak yapılan Phillips-Ouliaris testi olmuştur. Phillips ve Ouliaris (1990) tarafından geliştirilen eşbütünleşme testi serilerin ardışık bağımlılık ve farklı varyans içermeleri durumunda ve sınırlı örneklemelerde etkin sonuçlar vermektedir (Chau & Zou, 2018: 4). Phillips-Ouliaris testine ilişkin sonuçlar aşağıdaki tabloda verilmektedir.

Tablo: 5
Phillips-Ouliaris Eşbütünleşme Testi Sonuçları

	Value		Prob	
Phillips-Ouliaris tau-statistic	-4.4467193		0.034570	
Phillips-Ouliaris z-statistic	-32.373487		0.016731	
	Coeff.	Std. Error	t-statistic	Prob
Resid(-1)	-0.48479	0.113802	-4.25994	0.0001

Tablo 5'ten görüldüğü üzere tau istatistiği %5'ten küçük olup. Değişkenler arasında koentegre ilişkinin olmadığını ileri süren H_0 hipotezi reddedilmektedir. Buna göre değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğu ileri sürülebilecektir. Takip eden aşamada ARDL yöntemi çerçevesinde uzun dönem katsayıları tahmin edilmiştir. Tahmin edilecek denklem aşağıdaki gibidir:

$$Pop = \alpha_0 + \alpha_1 trend + \sum_{i=1}^m \alpha_{2i} Pop_{t-i} + \sum_{i=0}^m \alpha_{3i} Eco_{t-i} + \sum_{i=0}^m \alpha_{4i} Bio_{t-i} + \sum_{i=0}^m \alpha_{5i} \left[\frac{1}{KBDG} \right]_{t-i} + u_t$$

Modelin tahmin sonuçları ve elde edilen uzun dönem katsayıları ile tanısal test sonuçları Tablo 6’da görülmektedir.

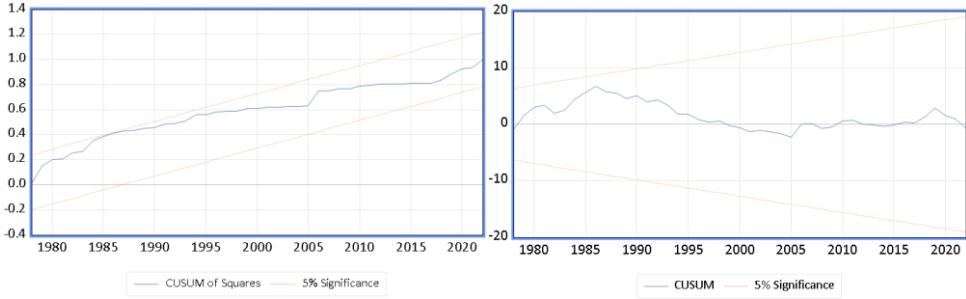
Tablo: 6
ARDL (2,0,4,2) Regresyon Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	t-statistics	Prob.
POP				
POP(-1)	0.26572	0.15159	1.75279	0.08644
POP(-2)	0.34523	0.15042	2.29502	0.02644
ECO	560515.431	203688.416	2.75182	0.00851
BIO	-1253263.9	586627.439	-2.13638	0.03812
BIO(-1)	772585.092	416375.059	1.85550	0.07008
BIO(-2)	590975.924	514133.208	1.14946	0.25643
BIO(-3)	604208.891	389031.949	1.55310	0.12740
BIO(-4)	758103.616	482500.767	1.57119	0.12314
1/KBDG	834403256.72	285198160.74	2.92569	0.00536
1/KBDG(-1)	-1166289308.	363276736.02	-3.21047	0.00244
1/KBDG(-2)	449156211.4	235487842.9	1.90734	0.06287
Constant	5685723.302	2138727.125	2.65846	0.01083
Trend	400259.658	143273.024	2.79368	0.00762
Diagnostik Testler	İstatistikler			
Düzeltilmiş R ²	0.99985			
F-İstatistiği	32306.72[0.0000]			
Durbin-Watson	1.90556			
Breusch-Godfrey LM	0.93306[0.40116]			
ARCH Heteroscedasticity	0.13194[0.71781]			
Jarque-Bera	1.20415[0.54767]			
Ramsey Reset	0.686431[0.4960]			

Modelin uzun dönem parametreleri incelendiğinde kişi başına ekolojik ayak izi ve kişi başına düşen gelir değişkenlerinin nüfus üzerindeki etkisinin pozitif yönlü ve istatistiki olarak da anlamlı olduğu görülmektedir. Bununla birlikte kişi başına biyokapasite değişkeninin nüfus üzerindeki etkisi aynı dönemde negatif olmakla birlikte ilgili değişkenin gecikmeli değerlerinin etkisi pozitifdir. Model bir bütün olarak anlamlıdır. Tanısal test sonuçlarının da gösterdiği üzere değişen varyans, spesifikasyon ve otokorelasyon sorunu olmamakla birlikte model normal dağılım göstermektedir.

Modelin katsayı tahminlerinin zaman içindeki kararlılığının yani sabit kalıp kalmadığının ve/veya yapısal kırılmaya maruz kalıp kalmadığının test edilmesiyle amacıyla CUSUM ve CUSUMQ istatistiklerinin sonuçlarına bakılmıştır. Kararlılık tanı testleri kapsamında CUSUM ve CUSUMQ grafikleri Şekil 2’de verilmiştir. Bu grafiklerde, alt ve üst sınırlar %5 güven aralığına göre çizilmiştir. Bu grafiklerde, katsayı tahminleri bu alt ve üst sınırlar arasında seyrettiğinden, incelenen dönem için katsayılarla yapısal bir kırılmanın oluşmadığı söylenebilir. CUSUM ve CUSUMQ test sonuçları aynı zamanda modelde yer alan değişkenler arasında uzun vadeli ilişkinin bulunduğu yönünde destekleyici bir önsel veri sağlamaktadır.

Şekil: 2 CUSUM ve CUSUMQ Test Sonuçları



Takip eden aşamada bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki uzun dönem esneklik katsayıları aşağıdaki yöntem yardımıyla elde edilir (Asteriou & Hall, 2021: 360).

$$Y_t^* = \alpha_0 + \alpha_1 Y_t^* + \gamma_0 X_t^* + \gamma_1 X_t^* + u_t \quad (1)$$

$$Y_t^*(1 - \alpha_1) = \alpha_0 + (\gamma_0 + \gamma_1) X_t^* + u_t \quad (2)$$

$$Y_t^* = \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_1} + \frac{\gamma_0 + \gamma_1}{1 - \alpha_1} X_t^* + u_t \quad (3)$$

$$Y_t^* = \beta_0 + \beta_1 X_t^* + u_t \quad (4)$$

$$\beta_1 = \left(\frac{\gamma_0 + \gamma_1}{1 - \alpha_1} \right) \quad (5)$$

$$\text{POP} = 14.614.574,4 + 1.028.826,81 \text{Trend} + 1.440.748 \text{ECO} + 10.227.968,7 \text{BIO} + 5,14 \times 10^9 (1/\text{KBDG})$$

Kişi başına ekolojik ayak izi ile kişi başına biyolojik kapasite arasındaki ilişki ekolojik açığın ölçümünü sağlamaktadır. Ekolojik ayak izinin biyolojik kapasiteden büyük olması durumunda Dünya ekolojik bir kıtlıkla karşı karşıya kalacak iken biyolojik kapasitenin büyük olması durumunda ise ekolojik rezerv birikimi sağlanacaktır. Küresel bağlamda bir ekolojik açığın varlığı, üretimin doğal sermayenin tüketilmesi yoluyla mümkün olduğu anlamına gelmektedir. İki terimin birbirine eşit olması ekolojik denge anlamında istenen durumu ifade etmektedir. Türkiye’de bu iki değişkenin eşit olduğu yıl 1983’dir. 1983 yılında kişi başına ekolojik ayak izi ve biyolojik kapasite değeri 2,07’dir. Öte yandan 2022 yılı itibarıyla Türkiye’nin kişi başına biyolojik kapasite değeri 1,48 olarak gerçekleşmiştir. Daha önce bahsedildiği üzere 2024-2028 Kalkınma Planı’nda hedeflenen kişi başına milli gelir düzeyi de 17.500 \$’dır. Trend değişkeninin katsayısı bağımlı değişken olan nüfusta yıllık olarak meydana gelen ortalama değişimi ifade etmektedir. Bu durum Türkiye’nin nüfusunun her yıl ortalama 1,028 milyon arttığı anlamına gelmektedir. Sabit terimin katsayısı olan 14,6 milyon ise trend, ekolojik ayak izi, biyolojik kapasite ve kişi başına gelir düzeyi değişkenlerinin nüfus düzeyi üzerindeki etkisi sıfır olduğunda beklenen nüfus düzeyini göstermektedir. Bu veriler yukarıdaki denkleme tatbik edildiğinde; bağımsız

değişkenler dışarıda bırakıldığında nüfusun beklenen düzeyi olan 14,6 milyon, nüfusun yıllık değişimini ifade eden 1,028 milyon, ekolojik ayak izi ile biyolojik kapasitenin birbirine eşit olduğu 2,07 değeri ve hedeflenen gelir düzeyini yansıtan 17.500 \$ için optimal nüfus 40.091.506 olacaktır. Bununla birlikte 2,07 düzeyi şüphesiz biyolojik kapasite ile ekolojik ayak izinin eşit olduğu son değerdir. Biyolojik kapasitenin son değeri olan 1,48 için optimal nüfus düzeyi ise 33.206.963 olacaktır. Daha düşük bir biyolojik kapasite daha düşük bir nüfusu besleyebilecektir. Sonuç olarak Türkiye için optimal nüfus düzeyi 33.206.963 ile 40.091.506 arasında olmalıdır.

5. Sonuç

Sanayi öncesi toplumların refahını belirleyen ve sınırlandıran temel faktör nüfusun artış oranıdır. Tarihte Malthus Kapanı olarak adlandırılan ve nüfus ile refah arasındaki açmazı tanımlayan bu kavram, Sanayi Devrimi'nin hayat standartlarında sağladığı kalıcı ve sürekli yükselme ile aşılabilmektedir. Sürekli teknolojik gelişmenin klasik iktisadın Azalan Marjinal Verimler Yasası'nı geçersiz ve artan verimleri mümkün kılmasına rağmen geline nokta aşırı nüfus artışı ve hızla artan kişi başına tüketim, doğal sermayede yarattığı tahribat ile iklim değişikliğinin esas gerekçelerinden biri olarak görülmektedir. Bu durum, hızla artan ekolojik ayak izi ve doğal kaynak arzının temel bir göstergesi olan ve giderek azalan biyolojik kapasite olgusunda somut bir gerçeklik kazanmaktadır. İktisadın bağımsız bir bilim disiplini olmasını takiben Smith'ten Malthus'a, Sismondi'ye, Marx'a ve Keynes'e kadar çok geniş bir yelpazede ele alınan nüfus kavramı, iklim krizinin yoğunlaşması ile birlikte ekonomik performansa olan etkisinden ziyade, doğal sermayenin sınırlılığı ve beşeri faaliyetlerin bu sermayeyi tahrip edici etkiler doğurduğu kabulü altında, sürdürülebilirlik ilkesi çerçevesinde bir optimalite arayışı bağlamında ele alınmaya başlamıştır. Nitekim Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı tarafından ortaya konulan SKH'lerin başarıyla gerçekleştirilebilmesinde nüfus yine merkezi bir konuma sahiptir.

Uzun yıllar boyunca ekonomik kalkınmanın temel amacı, doğal sermayeyi bir miktar aşağıya çekerek, üretilmiş sermaye ile insan sermayesini biriktirmek olmuştur. Ancak günümüzde insanlığın takip etmeyi seçtiği bu kalkınma süreci doğal sermayenin kritik seviyelere kadar azalmasına yol açtığından kalkınmanın talep ve sürdürülebilir arz arasındaki ekolojik uçurumu dikkate alan bir bakış açısıyla ele alınması zorunluluk haline gelmiştir. Bu çalışmada bu hassasiyetten yola çıkılarak Türkiye için ekolojik ayak izi ve biyolojik kapasite arasındaki dengeyi gözetmesi açısından sürdürülebilir ve refah göstergesi olarak belirlenen kişi başına gelir düzeyini yakalayabilecek optimal nüfus düzeyi araştırılmaktadır. Türkiye'nin ekolojik anlamda borçlu ülkeler arasında yer alıyor olması, literatürde yer alan çalışmaların daha ziyade teorik bir nitelik taşıyor olması ve Türkiye'yi odağına alan çalışmaların sayıca çok sınırlı olması bu çalışmanın temel motivasyonunu oluşturmuş ve bu çalışma ile literatürdeki ilgili boşluğun kapatılmasına katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

Çalışmanın bulguları değerlendirildiğinde referans değerlerin ekonometrik analizler neticesinde elde edilen katsayılara uygulanması sonucunda Türkiye için ekolojik anlamda

sürdürülebilir ve 12. Kalkınma Planı'nda belirtilen kişi başına gelir düzeyini sağlayabilecek nüfus düzeyinin 33,2 milyon ile 40,1 milyon arasında olması gerektiği ortaya konulmaktadır. Şüphesiz belirli bir sapma ile değerlendirilmesi gereken bu tahminler Türkiye'nin mevcut nüfus düzeyi olan 85,3 milyonun oldukça altında yer almaktadır. Elde edilen bu optimal nüfus düzeyi fiili düzeyin oldukça altında kalmakla birlikte literatürdeki diğer çalışmalarla paralellik içerisinde. Nitekim, güncel çalışmalardan Lianos ve Psiridis (2015), Mısır için 2010 yılı optimal nüfusu 7,4 milyon kişi olarak bulurken aynı yıl için fiili nüfus 78,1 milyondur. Keza Birleşik Krallık için aynı çalışmada elde edilen optimal nüfus 12,1 milyon iken fiili nüfus düzeyi 62,8 milyondur. Benzer metodolojiyi kullanan çalışmalarda bu tür büyük çaplı sapmalar görülebilmektedir. Bu durum nüfus politikalarında köklü değişimlerden ziyade ekolojik ayak izini düşürmenin önemine vurgu yapmaktadır.

Süregelen ve çevresel hassasiyet anlamında zayıf olarak nitelendirilebilecek iktisadi politikaların gelecek nesillerin zararına sonuçlar yaratmaması adına Türkiye'nin hem demografi hem de kalkınma politikalarını gözden geçirerek revize etmesi ve çevre ile uyumlu bir kalkınma anlayışını benimsemesi gerekmektedir. Biyolojik kapasite ve ekolojik ayak izi arasındaki ciddi fark göz önüne alındığında üretim tekniklerinde sürdürülebilirliği esas alan köklü reformların yapılması gerekmektedir. Şüphesiz bu tür kapsayıcı reformların hayata geçirilmesi, ciddi bir kamu denetim ve planlamasını zorunlu kılmaktadır. Zira fiili nüfus düzeyini uzun vadede optimal düzeye doğru indirgeyecek politikalar, nüfusun kompozisyonunda radikal bir dönüşümü beraberinde getirecek; bu ise bağımlılık oranının artmasına ve sosyal güvenlik sisteminin bir noktada tıkanmasına ve daha birçok sosyal ve ekonomik probleme neden olabilecektir. Bununla birlikte çevreci teknolojik gelişmelerin üretim sistemlerine entegrasyonu ile ekolojik ayak izinin ve biyolojik kapasitenin artırılması ile optimal nüfus seviyesini yukarı çekmek, optimal düzey ile fiili düzey arasındaki farkı azaltarak içinden çıkılması güç sosyoekonomik problemlere yol açmadan optimal düzeye yakınsamak da mümkün olabilecektir. Nüfus dinamikleri, çevre ve sürdürülebilirlik arasındaki karmaşık etkileşimi anlamak için disiplinler arası çalışmalara daha fazla ihtiyaç vardır. Takip eden çalışmalarda kamunun söz konusu reformların hayata geçirilmesinde oynayacağı rol ve sorumluluklar ile birlikte uzun vadede fiili nüfus ile potansiyel nüfus düzeyi arasındaki farktan kaynaklanan refah kaybı ve bu kaybı tolere edebilecek politika önerileri farklı boyutlarıyla ele alınmalıdır.

Kaynaklar

- Arrhenius, G. & G. Duus-Otterström (2024), "Fair Population Reduction" in: G. Arrhenius et al. (eds.), *Sustainable Population in the Time of Climate Change* (18-22), Stockholm: Institute For Futures Studies.
- Asteriou, D. & S.G. Hall (2021), *Applied Econometrics*, London: Bloomsbury Publishing.
- Barbier, E.B. & J.C. Burgess (2019), "Sustainable Development Goal Indicators: Analyzing Trade-offs and Complementarities", *World Development*, 122, 295-305.
- Charbit, Y. (2009), *Economic, Social and Demographic Thought in the XIXth Century, The Population Debate from Malthus to Marx*, Paris: Springer.

- Chau, K.W. & G. Zou (2018), "Energy Prices, Real Estate Sales and Industrial Output in China", *Energies*, 11(7), 1847.
- Cohen, J.E. (1995), "Population Growth and Earth's Human Carrying Capacity", *Science*, 269(5222), 341-346.
- Daily, G.C. et al. (1994), "Optimum Human Population Size", *Population and Environment*, 15(6), 469-475.
- Dalton, H. (1928), "The Theory of Population", *Economica*, 22, 28-50.
- Daly, H.E. & J. Farley (2011), *Ecological Economics: Principles and Applications*, Washington: Island Press.
- Daly, H.E. (2008), "The Steady-State Economy", in: *Sustainable Development Commission, Confronting Structure-Achieving Economic Sustainability*, <<http://www.pym.org/eco-justice-collaborative/wp-content/uploads/sites/58/2016/05/DalyeadyStateEconomy.pdf>>, 17.06.2024.
- Dasgupta, P. et al. (2023), "Population, Ecological Footprint and The Sustainable Development Goals", *Environmental and Resource Economics*, 84(3), 659-675.
- Dasgupta, P.S. (1969), "On The Concept of Optimum Population", *The Review of Economic Studies*, 36(3), 295-318.
- Ehrlich, P.R. & A.H. Ehrlich (2009), "The Population Bomb Revisited", *The Electronic Journal of Sustainable Development*, 1(3), 63-71.
- Ehrlich, P.R. & A.H. Ehrlich. (1991), *The Most Overpopulated Nation*, NPG Optimum Population Series.
- Ehrlich, P.R. & J.P. Holdren (1971), "Impact of Population Growth: Complacency Concerning This Component of Man's Predicament is Unjustified and Counterproductive", *Science*, 171(3977), 1212-1217.
- Ehrlich, P.R. et al. (1993), "Food Security, Population and Environment", *Population and Development Review*, 19(1), 1-32.
- Ertürk, M. (2016), "The Relation Between Environmental Pollution and Economic Growth A Comparison of Developed and Developing Countries Using Data Visualization", *Munich Personal RePEc Archive*, <<https://mpa.ub.uni-muenchen.de/69879/>>, 30.10.2024.
- Girard, A. (2020), "Présentation", in: A. Landry (ed.), *La Révolution Démographique* (23-41), Paris: Ined Éditions.
- Global Footprint Network (N/A), *Open Data Platform*, <https://data.footprintnetwork.org/?_ga=2.110894789.1919871998.1721987584-509546625.1721987584#>, 02.06.2024.
- Granger, C.W.J. & P. Newbold (1974), "Spurious Regressions in Econometrics", *Journal of Econometrics*, 2(2), 111-120.
- Grossman, G.M. & A.B. Krueger (1995), "Economic Growth and the Environment", *The Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353-377.
- Harris, R. & R. Solis (2003), *Applied Time Series*, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Huxley, J. (1956), "World Population", *Scientific American*, 194(3), 64-80.

- Johansen, S. & K. Juselius (1990), "Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration with Applications to The Demand for Money", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52(2), 169-210.
- Knibbs, G.H. (1917), *The Mathematical Theory of Population, of its Character and Fluctuations and of the Factors which Influence Them*, Appendix A, Vol. 1, Census of the Commonwealth of Australia, Aust. Govt. Printer, Melbourne.
- Lianos, T.P. & A. Pseiridis (2016), "Sustainable Welfare and Optimum Population Size", *Environment, Development and Sustainability*, 18, 1679-1699.
- Lianos, T.P. (2013), "The World Budget Constraint", *Environment, Development and Sustainability*, 15, 1543-1553.
- Lianos, T.P. (2018), "Steady State Economy at Optimal Population Size", *The Journal of Population and Sustainability*, 3(1), 75-99.
- Lianos, T.P. (2019), "Environment, Poverty and The Steady State Economy", *The Journal of Population and Sustainability*, 3(2), 55-78.
- Lianos, T.P. et al. (2022), "Population and Economic Growth in Developed Countries", *International Review of Applied Economics*, 36(4), 608-621.
- Lundahl, M. (2015), *Seven Figures in the History of Swedish Economic Thought*, London: Palgrave Macmillan Books.
- Malthus, T. (1998), *An Essay on the Principle of Population*, Electronic Scholarly Publishing.
- Managi, S. & P. Kumar (2018), *Inclusive Wealth Report 2018*, New York: Taylor & Francis.
- Meadows, D.H. et al. (1972), *The Limits to Growth*, New York: Potomac Associates-Universe Books.
- Mehmood, U. et al. (2023), "Associating Economic Growth and Ecological Footprints through Humand Capital and Biocapacity in South Asia", *World*, 4(3), 598-611.
- Mill, J.S. (2004), *Principles of Political Economy*, Indianapolis: Hackett Publishing Company.
- Narayan, P.K. & R. Smyth (2005), "Trade Liberalization and Economic Growth in Fiji. An Empirical Assessment Using the ARDL Approach", *Journal of The Asia Pacific Economy*, 10(1), 96-115.
- Narayan, P.K. & R. Smyth (2006), "What Determines Migration Flows from Low-Income to High-Income Countries? An Empirical Investigation of Fiji-U.S. Migration 1972-2001", *Contemporary Economic Policy*, 24(2), 332-342.
- Narayan, P.K. & S. Narayan (2005), "Estimating Income and Price Elasticities of Imports For Fiji in a Cointegration Framework", *Economic Modelling*, 22(3), 423-438.
- Narayan, P.K. (2004), "Reformulating Critical Values for the Bounds F-statistics Approach to Cointegration: An Application to the Tourism Demand Model for Fiji", Monash University Department of Economics *Discussion Paper*, 02/04, Monash University.
- Narayan, P.K. (2005), "The Saving and Investment Nexus for China: Evidence from Cointegration tests", *Applied Economics*, 37(17), 1979-1990.
- Nelson, R.R. (1956), "A Theory of Low-level Equilibrium Trap", *American Economic Review*, 46(5), 894-908.
- O'Neill, D. et al. (2010), "Enough is Enough: Ideas for a Sustainable Economy in a World of Finite Resources", *Steady State Economy Conference*, Leeds.

- Open Data Platform (N/A), <<https://data.footprintnetwork.org/#/>>, 27.04.2024.
- Oxford Climate Society (N/A), *Ecological Debt: What is it and Why Does it Matter?*, <<https://www.oxfordclimatesociety.com/blog/ecological-debt-what-is-it-and-why-does-it-matter>>, 27.06.2024.
- Özgür, M.E. (2017), "Nüfus Dinamikleri, Çevre ve Sürdürülebilirlik", *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 15(1), 1-26.
- Pesaran, M.H. et al. (2001), "Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships", *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326.
- Pimentel, D. (2012), "World Overpopulation", *Environment, Development and Sustainability*, 14, 151-152.
- Pimentel, D. et al. (1994), "Natural Resources and an Optimum Human Population", *Population and Environment*, 15, 347-369.
- Pimentel, D. et al. (1998), "An Optimum Population for North and Latin America", *Population and Environment*, 20(2), 125-148.
- Samways, D. (2022), "Population and Sustainability: Reviewing the Relationship Between Population Growth and Environmental Change", *The Journal of Population and Sustainability*, 6(1), 15-41.
- Schade, C. & D. Pimentel (2010), "Population Crash: Prospects for Famine in The Twenty-first Century", *Environment, Development and Sustainability*, 12, 245-262.
- Schaefer, F. et al. (2006), "Ecological Footprint and Biocapacity: The World's Ability to Regenerate Resources and Absorb Waste in a Limited Time Period", *European Commission Working Paper and Studies*, <<https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-statistical-working-papers/-/ks-au-06-001>>, 30.03.2024.
- Shibata, R. (1981), "An Optimal Selection of Regression Variable", *Biometrika*, 68(1), 45-54.
- Smith, A. (2009), *Wealth of Nations*, Amsterdam: ΜεταLibri.
- Statista The Statistics Portal for Market Data (N/A), <<https://www.statista.com>>, 30.04.2024.
- T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (N/A), *On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028)*, <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/12/On-Ikinci-Kalkinma-Plani_2024-2028_11122023.pdf>, 30.03.2024.
- Temurshoev, U. (2006), "Population Haven Hypothesis or Factor Endowment Hypothesis: Theory and Empirical Examination for the US and China", *CERGE-EI Working Paper No. 292*.
- Toprak, A.O. (2023), "Relationship Between Biocapacity Efficiency and Economic Growth: Sur Model Analysis for Europe", *Yönetim Bilimler Dergisi*, 21(Cumhuriyetin 100. Yılı Özel Sayısı), 789-806.
- Tucker, C. (2019), *A Planet of 3 Billion*, Washington D.C., Atlas Observatory.
- TÜİK Türkiye İstatistik Kurumu (N/A), <<https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=nufus-ve-demografi-109&dil=1>>, 30.03.2024.
- UN United Nations (N/A), *Sustainable Development Goals*, <<https://sdgs.un.org/goals>>, 24.06.2024.
- WB World Bank (N/A), *DataBank: World Development Indicator*, <<https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>>, 22.06.2024.
- Wickens, C.H. (1988), "Carrying Capacity and Population Optimum", *Journal of Australian Population Association*, 5(1), 163-184.

- Wiley, D. (2000), “An Optimum World Population”, *Medicine, Conflict and Survival*, 16(1), 72-93.
- Wolfe, A.B. (1934), “On The Criterion of Optimum Population”, *American Journal of Sociology*, 39(5), 585-599.
- WWF World Wide Fund for Nature - Türkiye (2012), *Türkiye ’nin Ekolojik Ayak İzi Raporu*,
<https://awsassets.wwftr.panda.org/downloads/turkiyenin_ekolojik_ayak_izi_raporu.pdf
>, 30.05.2024.
- Zimmermann, K.F. (1989), “Optimum Population: An Introduction”, in: K.F. Zimmermann (ed.),
Economic Theory of Optimal Population (1-16), Berlin: Springer.