

Gerİ Dönüşümün Alt Boyutlarının Sosyoekonomik Belirleyicileri: AB Ülkeleri Üzerine Ampirik Kanıtlar

e-ISSN 2687-4563

<https://dergipark.org.tr/pub/auife>

Research Article

Received: 05.12.2023

Revised: 17.12.2023

Accepted: 20.12.2023

Yavuz ODABAŞI

yavuz.odabasi@dpu.edu.tr, Kütahya Dumlupınar University Faculty of Economics and Administrative Sciences
orcid.org/0000-0003-0895-7790

Özer ÖZÇELİK

(Corresponding Author)

ozer.ozcelik@dpu.edu.tr, Kütahya Dumlupınar University Faculty of Economics and Administrative Sciences
orcid.org/0000-0001-9164-5020

Hüseyin ÖNDER

huseyin.onder@dpu.edu.tr, Kütahya Dumlupınar University Faculty of Economics and Administrative Sciences
orcid.org/0000-0002-3779-1067

To cite this document:

Odabaşı, Y., Özçelik, Ö. & Önder, H. (2023). Geri Dönüşümün Alt Boyutlarının Sosyoekonomik Belirleyicileri: AB Ülkeleri Üzerine Ampirik Kanıtlar. *Anadolu University Journal of Faculty of Economics*, 5(2), 39-54

Socioeconomic Determinants of Sub-Dimensions of Recycling: Empirical Evidence on EU Countries

Abstract

Since the Industrial Revolution, the problems of waste and resource depletion caused by linear economic systems have given rise to the circular economy concept. Circular economy includes the principles of reduction, reuse and recycling. This ensures efficient use of natural resources and minimization of environmental impacts. Many studies have been conducted in the literature on the determinants of recycling. These studies are macro and micro scale. In macro-scale studies, socio-economic factors are frequently used as determinants of packaging waste recycling. However, there is no study examining all types of packaging waste simultaneously. This study examined the socio-economic determinants of 6 different packaging wastes. The data of 28 EU countries between 2015 and 2019 were examined using the panel data analysis method in 6 different models. Among the statistically significant models, in which paper and glass recycling rates are dependent variables, it has been concluded that R&D activities increase the recycling rate of the relevant materials. The positive effect of education on the recycling of glass waste is also included in the results of this study. The study also concluded that contrary to expectations, GDP reduces the recycling of plastic materials.

Keywords: Circular Economy, Recycling, Panel Data

JEL Codes: Q20, C23, O44

Öz

Sanayi Devrimi'nden bu yana, doğrusal ekonomik sistemlerin yol açtığı atık ve kaynak tükenmesi sorunları, dögüsel ekonomi kavramını ortaya çıkardı. Dögüsel ekonomi, azaltım, yeniden kullanma ve geri dönüşüm prensiplerini içermektedir. Böylece doğal kaynakların verimli kullanılması ve çevresel etkilerin en aza indirilmesi sağlanır. Geri dönüşümün belirleyicilerine yönelik literatürde pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar makro ve mikro ölçeklidir. Makro ölçekli çalışmalarda ambalaj atıklarının geri dönüşümünün belirleyicileri olarak sıklıkla sosyo ekonomik faktörler kullanılmaktadır. Fakat ambalaj atıklarının her türünü aynı anda inceleyen çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada 6 farklı ambalaj atığının sosyo ekonomik belirleyicileri incelenmiştir. Kullanılan 6 farklı modelde 28 AB ülkesinin 2015-2019 yılları arasındaki verileri panel veri analiz yöntemi ile incelenmiştir. İstatistiki açıdan anlamlı çıkan modellerde Ar&Ge faaliyetlerinin ilgili materyallerin geri dönüşüm oranlarının bağımlı değişken olduğu modellerde Ar&Ge faaliyetlerinin ilgili materyallerin geri dönüşüm oranını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Cam atıklarının geri dönüşümünde eğitimin olumlu etkisi de bu çalışmanın sonuçları içerisinde yer almaktadır. Çalışmada ayrıca beklentilerin aksine GSYH'nın plastik malzemenin geri dönüşümünü azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dögüsel Ekonomi, Geri Dönüşüm, Panel Veri

Etik Standartlara Uyum: Etik kurul izni gerekmemektedir.

1.Giriş

Sanayi devrimiyle birlikte, kaynakların tükenmeyecekmiş gibi düşüncesizce kullanılması, nüfusun hızlı artışı ve ülkelerin sosyoekonomik etkenleri, doğaya geri döndürülemez zararlar açmış; bu da doğal kaynakların aşırı derecede tükenmesine neden olmuştur. Kıt kaynakların varlığı, ekonomilerin sınırsız büyüme hedefine ulaşamayacağını göstermektedir. Bu bağlamda, ülkeler kalkınmalarını sürdürmek ve çevresel değerlere saygı göstermek amacıyla sürdürülebilir kalkınma programlarına odaklanmıştır. Bu doğrultuda, Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Komisyonu, ülkelerin çevresel kalkınma stratejilerini belirlemeye çalışarak sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleşmesi hedefine katkıda bulunmuştur.

Sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik, çevresel ve sosyal boyutları bulunmaktadır. Ekonomik boyutun gerçekleşebilmesi için yeşil ekonomi, mavi ekonomi ve döngüsel ekonomi gibi yeni kavramlar ve yaklaşımlarla çevresel atıklarla mücadele edilmektedir. Ekonomik faaliyetlerin gelişmesi ve genişlemesi, sanayileşmenin etkisiyle birlikte Gayri Safi Milli Hasıla'nın (GSMH) artmasına neden olmuş; bu durum, çevre ile ekonomi arasındaki ilişkinin giderek karmaşıklaşmasına yol açmıştır.

Ayrıca, endüstrileşmenin yüksek artışı, kaynak tüketimiyle birleşerek "üret-tüket-at" şeklinde lineer bir model yolunu takip etmektedir ki bu sürdürülebilir bir gelecekte devam edemez (Lacy ve Rutqvist 2016:17). Atık üretimi, insanlığın yerleşik hayata geçmesiyle başlamış ve 21. yüzyılın gelmesiyle birlikte teknolojinin gelişmesi, sanayileşme, kentleşme ve nüfusun hızla artması gibi etkenler nedeniyle giderek artmıştır. Bu durum, katı atıkların üretiminin artmasıyla birlikte çöp yığınlarının oluşmasına sebep olmaktadır. Ancak, bu atıklar düzgün bir şekilde bertaraf edilmediği sürece ciddi çevresel ve sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Atıkların hızla birikmesi, sadece çevresel sorunları değil, aynı zamanda insan sağlığını da tehdit eden bir potansiyel oluşturur. Bu nedenle, atıkların etkili bir şekilde yönetilmesi ve bertaraf edilmesi önemli bir konu haline gelmiştir. Tarihsel süreç içinde, atıkların sadece bir çöp değil, aynı zamanda yeniden değerlendirilmesi gereken bir kaynak olduğu anlaşılmıştır. Bu anlayış, atıkların sadece bir yük olmadığını, aksine ekonomik ve çevresel açıdan değerlendirilebilecek potansiyele sahip olduklarını göstermektedir (Özçelik, 2021:171). Bu bağlamda, atıkların düzenli olarak yönetilmesi, geri dönüşüm ve yeniden kullanım gibi sürdürülebilir yöntemlerin benimsenmesi önemlidir. Bu çabalar, çevre kirliliğini azaltmaya ve doğal kaynakların daha etkili bir şekilde kullanılmasına katkıda bulunabilir. Ayrıca, atıkların bilinçli bir şekilde yönetilmesi, gelecek nesillere daha sağlıklı bir çevre bırakma amacını taşımaktadır.

Birçok ülke, atık yönetimiyle ilgili yasal düzenlemeler ve politikalar geliştirmiştir. Bu politikalar, atık yönetimi süreçlerinin etkili bir şekilde yürütülmesini sağlamaktadır. Bu süreçler, atık toplama, taşıma, geri dönüşüm ve bertaraf gibi aşamaları içermektedir. Ayrıca, atıkların kaynağında azaltılması ve geri dönüşümü için teşvikler sunulmaktadır. Bu sayede, toplumlar atıklarını daha sürdürülebilir bir şekilde yönetmeye teşvik edilmekte ve çevresel etkiler minimize edilmektedir.

Atık kontrolünün zorlukları, atıkların kaynağında azaltılması, geri dönüşümü ve bertaraf edilmesi konularının giderek daha fazla önem kazanmasına neden olmaktadır. Atıkların kaynağında azaltılması, üretim süreçlerinde atık oluşumunu en aza indirerek sadece gerektiği kadar üretim yapma ve tüketicilerin bilinçli tüketim alışkanlıkları edinmesi ile mümkündür. Geri dönüşüm, atıkların tekrar kullanılabilir hale getirerek doğal kaynakların korunmasına katkıda bulunmakta ve ekonomik açıdan avantajlar sağlamaktadır. Atıkların bertarafı ise geri dönüşüme uygun olmayan atıkların çevreye

zarar vermeden düzenli bir şekilde toplanması, taşınması ve depolanması işlemlerini içermektedir (Önder ve Özçelik, 2023:232).

Ambalaj atıklarının geri dönüşümü üzerinde sosyoekonomik değişkenlerin etkilerinin makro ölçekte incelendiği bu çalışmada AB ülkelerine ait veriler, panel veri analizi ile test edilmiştir.

2. Döngüsel Ekonomi ve Geri Dönüşüm

Sanayi Devrimi'nden bu yana, insanlık doğrusal ekonomik sistemler içinde var olmaktadır. Üretilen malların ve tek kullanımlık yaşam tarzlarının yaygınlaşması, gezegeni bir üret-tüket-at dünyasına dönüştürmüştür. Üret-tüket-at üretim tarzı, tek yönlü bir modeli ifade etmektedir; doğal kaynaklar, seri üretilen ürünlerin yapımında kullanılan girdileri temin eder ve bu ürünler genellikle bir kez kullanıldıktan sonra geri dönüşümsüz bir şekilde atık haline gelir. Doğrusal ekonomi perspektifine göre, üretim sürecinin sonunda ortaya çıkan ürünler hem atık haline gelmekte hem de üretim süreci başlı başına atık üretmektedir. Böylece doğrusal bir ekonominin sürdürülemez olduğu görülmektedir (Esposito, Tse ve Soufani, 2018:725).

Döngüsel ekonomi kavramı, Kenneth Boulding'in 1966 yılında "The Economics of the Coming Spaceship Earth" adlı çalışmasında ortaya koyduğu, ekonominin döngüsel bir ekosistem haline dönüştürülme sürecini anlatan bir kavramdır. Braungart ve McDonough'un "Cradle to Cradle" (Beşikten Beşiğe) adlı çalışmalarında da döngüsel ekonomi kavramı önemli bir yer tutmaktadır. Bu çalışmada ortaya konulan gözlem, şu şekildedir (Teagarden, 2018:723):

"Hayal edin ki gezegendeki tüm karıncalar, bir araya getirildiğinde insanlardan daha büyük bir biyokütleyle sahiptir. Karıncalar milyonlarca yıldır olağanüstü derecede çalışkan olmuşlardır. Ancak üretkenlikleri, bitkileri, hayvanları ve toprağı beslemekle sınırlıdır. İnsan endüstrisi ise yüzyıldan fazla bir süredir hızla devam ediyor, ancak bu süreç gezegendeki neredeyse her ekosistemde bir azalmaya neden oldu. Doğa bir tasarım sorunu yaşamaz; insanlar her şeyi başarabilir."

Döngüsel ekonomi, geleneksel "beşikten mezara" anlayışının yerine "beşikten beşiğe" ürün ve hizmet tasarımını benimseyen bir yaklaşım içermektedir. Bu modelde, her ürünün biyolojik ve teknik bileşenleri, beşikten beşiğe normlarına uygun bir şekilde sistematik olarak ayrıştırılabilir, tekrar kullanılabilir ve etkinlik odaklı bir biçimde tasarlanmalıdır. Döngüsel ekonomi, üretilen malzemelerin insanlar ve diğer yaşam formları için toksik olmamasını savunarak, atık miktarını azaltarak, kaynak tükenmesini ve doğal dengenin bozulmasını önlemeyi hedefler. Bu model, kapalı döngü ilkesine dayalı yeni iş modelleriyle tüketici taleplerini karşılamayı sağlarken aynı zamanda yeni ürün ihtiyacını da azaltmaya yardımcı olmaktadır (Berndtsson, 2015: 27).

Döngüsel ekonomik sistemi tanımlamak için 3R kavramı kullanılmaktadır. 3R, İngilizce Recycle, Reuse ve Reduce kavramlarının baş harflerini temsil etmektedir (Liu vd., 2017:1315). Sürdürülebilir kalkınma anlayışında önemli bir rol oynayan bu kavramlar sırasıyla geri dönüşüm, yeniden kullanım ve azaltmadır (Murray, Skene ve Haynes, 2017:370). Geri dönüşüm, atıkların doğrudan kullanılması veya atık geri kazanımının işlevsel hale getirilmesi anlamına gelir. Yeniden kullanım ise atıkların tamir, yenileme veya yeniden üretim yoluyla tamamen veya diğer ürünlerin üretiminde kısmen kullanılmasıdır. Azaltma ise üretim ve tüketim süreçlerinde ortaya çıkan atıkların ve kirleticilerin azaltılmasını ifade etmektedir. Bu kavramlar, döngüsel ekonomi perspektifinde kaynakların etkili ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesini amaçlayan temel prensipleri yansıtmaktadır (Yang, Zhou ve Xu, 2014:218).

Döngüsel ekonomi modeli literatürde şu belirgin özelliklerle vurgulanmaktadır. İlk olarak, üret-tüket-at modelini al-yap-azalt modeline dönüştürerek, üretim ve tüketim süreçlerinde kaynak tüketimini azaltma paradigmasını benimser. Örneğin, Haathichaap Company, kâğıt üretiminde fil gübresi kullanarak ağaç kullanımını azaltmıştır. İkinci olarak, tüketim temellerini üret-tüket-at modelinden paylaş-yeniden kullan-sürdür modeline dönüştürerek, yeniden kullanım paradigmasını benimser. Goonj firması, kullanılmış giysileri toplumun yoksul kesimine dağıtmak için yenilikçi bir iş modeli geliştirmiş ve böylece giyim kaynaklarının kullanımını artırmıştır. Üçüncü olarak, üret-tüket-at modelini al-yap-geri dönüştür modeline dönüştürerek, geri dönüşüm paradigmasını benimser. Örneğin, Atterro firması Hindistan'da üretilen e-atıkları sistemli bir şekilde toplar, işler ve dağıtarak, kaynakları geri dönüştürerek yeni bir endüstri yaratır ve iş yaratma ile sosyoekonomik refaha katkıda bulunur (Goyal, Esposito ve Kapoor, 2018:731-732).

Geri dönüşüm, kullanım ömrünü tamamlamış veya atık durumuna düşmüş ürünlerin çeşitli işlemlerle daha yüksek veya daha düşük kalitede malzemelere dönüştürülmesini içeren bir süreçtir. Bu önemli çevresel uygulama, atık ürünlerin yeniden kazanılmasını sağlayarak kaynakları korur ve çevresel etkileri azaltır. Geri dönüşüm, atık ürünleri ikincil malzemelere dönüştürerek, bu malzemeleri tekrar üretim süreçlerine entegre ederek sürdürülebilir bir tedarik zinciri oluşturur. Bu şekilde, doğal kaynakların aşırı kullanımının önüne geçilir ve atıkların çevreye olan negatif etkisi azaltılarak daha sürdürülebilir bir döngü oluşturulmuş olur (Meskers, Worrell ve Reuter, 2023:11).

Geri dönüşüm, atık malzemelerin özgün veya farklı amaçlar için ürün veya malzeme haline getirilmek üzere yeniden işlenmesini sağlayarak malzeme geri kazanımını hedefler. Bu faaliyetler, malzeme tüketimini azaltmayı ve nitelikli atıkların değerlendirilmesini amaçlar, temel fikir ise doğal kaynakları verimli bir şekilde kullanarak korumaktır. Endüstriyel ürünlerin geri dönüşümü, özellikle doğal kaynakların etkin bir şekilde korunmasında kritik bir rol oynar. Farklı malzeme içeriklerine sahip endüstriyel ürünler, geri dönüşüm sistemlerinde yer alarak tekrar malzeme olarak kazanılabilir. Bu yaklaşım, doğal hammadde kaynaklarının aşırı kullanımının önüne geçerek sürdürülebilir bir malzeme döngüsü oluşturmayı amaçlar. Ancak, endüstriyel atıkların geri dönüşümü her zaman mümkün olmayabilir. Literatür, geri dönüşüme ekonomik ve teknik olarak uygun malzemeleri (plastik, kâğıt, metal vb.) ayıran, teknik olarak uygun ancak ekonomik olarak uygun olmayan malzemeleri (ambalaj malzemeleri) içeren ve teknik olarak uygun olmayan malzemeleri (deterjan, koruyucu, gübre vb.) içeren üç farklı endüstriyel malzeme grubunu inceleyerek bu konuya yaklaşmaktadır (Lu vd., 2000:372).

Geri dönüşüm faaliyetleri, kendi içinde ileri geri dönüşüm (upcycling), geri dönüşüm (cycling) ve aşağı geri dönüşüm (downcycling) olmak üzere üç temel sınıfa ayrılmaktadır. İleri geri dönüşüm, geri dönüştürülmüş malzemenin daha önemli çevresel değerle kullanıldığı, zamanla malzemenin değerini artırabilen süreçtir. Geri dönüşüm kategorisinin ikinci grubu olan geri dönüşümde, atıkları geri dönüştürmek için kullanılan süreç, zaman içinde ürünün veya malzemenin değerini koruyacak şekilde gerçekleşir. Bu süreçte, atık malzemeler tekrar işlenerek geri dönüştürüldüğünde, ilk ürünün değerini korur ve kapalı bir döngü oluşturulur. Aşağı geri dönüşüm ise, geri dönüştürülen malzemenin zaman içinde değerinin azaldığı, değeri daha düşük süreçlerde kullanıldığı veya daha düşük kaliteli malzemenin elde edildiği bir geri dönüşüm işlemidir (Monsù Scolaro ve De Medici, 2021:4-5).

Ürünler geri dönüştürüldüğünde, genellikle orijinal yapılarını ve kullanımlarını koruyamadıkları görülmektedir. Bu yöntem çoğunlukla ürün yaşam döngüsünün sonunda ortaya çıkmakta ve malzemeler farklı işlemlerle (parçalama, kimyasal işlemler vb.) çeşitli kullanımlar için dönüştürülmektedir. Örneğin, plastik şişeler parçalanarak elyaf haline getirilebilir ve ardından giysi üretmek için kullanılabilir. Geri dönüşüm, halen kullanılabilir malzemeleri ve bir ürünün bileşenlerini değerlendirme, işleme veya bertaraf etme ihtiyacını azaltma fırsatı sunar. Genellikle geri dönüşüm, malzemenin kalitesi düştüğünde “aşağı geri dönüşüm”e yol açar. Örneğin, giyilebilir kıyafetlerin atıldıktan sonra temizlik bezlerine dönüşmesi gibi. Aksine “ileri geri dönüşüm”, malzemenin kalitesini artırır, ancak daha büyük yatırımları gerektirebilir. Bu konuda araçların egzozundan çıkan dumanın mürekkep haline getirilmesi gibi işlemler örnek verilebilir (Sinha, 2022:4-5).

Geri dönüşüm ve döngüsellik, her ikisi de kaynakları bir referans olarak kullanmalarına rağmen, kavram olarak farklıdır. Geri dönüşüm döngüsellik olmadan uygulanabilir, ancak döngüsel bir ekonomi geri dönüşüm olmadan var olamaz (Acerbi ve Taisch, 2020:1-2). Lineer bir ekonomiden döngüsel bir ekonomiye geçmek için, kaynakların etkili bir şekilde ve tekrar kullanılması ayrıca geri dönüştürülmesi esastır. Bu süreç, “endüstriyel simbiyoz” olarak adlandırılan bir süreçtir. Malzemeler üretim sürecinden, tüketim ve atık boyunca hareket ederek yeniden üretim için tekrar kaynak haline gelir. Başka bir ifadeyle, bir endüstrinin atığı, diğerleri için kaynak olarak kullanılabilir (Kostakis ve Tsagarakis, 2022:266-267). Öte yandan, döngüsel ekonomi, bir şemsiye kavram olarak kabul edilir. Minimum atık üretimi ile akıllı malzeme girişini içerir ayrıca üretim ve organizasyon sürecini olumlu bir şekilde doğrudan etkilemektedir (Acerbi ve Taisch, 2020:1-2).

3. Literatür

Geri dönüşümün sosyoekonomik faktörlerini belirlemeye yönelik literatürde mikro ve makro bazda çalışmalar yapılmıştır. Mikro ölçekli çalışmalar genellikle bireysel özellikleri içeren çalışmalardır. Bu çalışmalar genellikle anket veya yüz yüze görüşme gibi yöntemler ile yapılmıştır. Makro bazlı çalışmalara bakıldığında ise ülkeler ölçeğinde çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Makro ölçekli yapılan çalışmalarda ülkenin kaynakları, teknolojik yetenekleri ve tarım sektörünün etkisi genellikle göz ardı edilmiştir. Aşağıda mikro ve makro bazlı çalışmalardan örnekler verilmiştir:

Guerin vd. (2001), 15 farklı Avrupa ülkesinde elde edilen anket sonuçlarını kullanarak hiyerarşik regresyon analizi ile geri dönüşümün sosyoekonomik faktörlerini belirlemeye çalışmışlardır. Analiz sonuçlarına göre, çevresel aktivasyonun Avrupa’da geri dönüşümü etkileyen önemli bir değişken olduğu ortaya çıkmıştır.

Berglund ve Söderholm (2003)’ün çalışmalarının amacı; 1990-1996 yılları arası 49 ülkede, atık kâğıt geri kazanım ve kullanım oranlarındaki ülkeler arası farkların belirleyicilerine dair ekonometrik bir analiz sunmaktır. Analizden genel olarak çıkarılan sonuç; ekonomik ve siyasi faktörlerin, geri kazanım ve kullanım oranlarını etkilediğidir. Zengin ülkeler genellikle yüksek geri kazanım oranlarına sahip olma eğilimindedir ve “zengin” bir ülkede gelirdeki belirli bir artış, bir “orta gelirli” ülkede olduğundan fazla bir etkiye neden olacaktır. Bu çalışmada iddia edilen hipotez; bu ilişkinin atık yönetiminin önlenen maliyetlerinin, daha fazla değerlendirildiği zengin ülkelerde daha rahat açıklanabileceği şeklindedir. Yüksek geri kazanım oranları, dolayısıyla yüksek atık kâğıt bulunabilirliği, bunun da kullanım oranlarını olumlu etkileyecektir.

Jenkins vd. (2003) çalışmalarında; evsel katı atık akışında bulunan çeşitli malzemelerin, geri dönüşüm yüzdesine olan etkisini analiz etmeyi amaçlamışlardır. Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) 20 metropoliten alanda orta ve üst gelir gruplarını temsil eden 4600 hane düzeyinde veri setini incelemişlerdir. Bu veri seti, beş farklı malzemenin geri dönüşüm yüzdesini içermektedir: cam şişeler, plastik şişeler, alüminyum, gazete ve bahçe atıkları. Çalışma, sokaktaki geri dönüşüm noktasına erişimin, beş malzemenin tümünün geri dönüşüm yüzdesi üzerinde önemli bir olumlu etkisi olduğunu ve bu etkinin farklı malzemeler arasında değiştiğini bulmaktadır.

Afroz, Hanaki ve Tudin'in (2011), Bangladeş'in Dhaka şehrinde 402 katılımcı ile yaptığı anket çalışmasında; atık üretimi, sosyoekonomik özellikler ve hane halklarının atığı ayırmaya olan isteği hakkında bilgiler elde edilmiştir. Hane halklarının atık üretimini etkileyebilecek baskın faktörleri belirlemek için yapılan sıradan en küçük kareler analizi sonuçlarına göre; Dhaka şehrindeki hane halklarının atık üretiminin hane halkı büyüklüğü, gelir, çevre endişesi ve atığı ayırmaya yönelik istek gibi faktörlerden önemli ölçüde etkilendiğini göstermiştir. Bu faktörler, atık yönetimini etkili bir şekilde iyileştirmek ve performansını artırmak, aynı zamanda evsel atıkların çevresel bozulmasını azaltmak için gerekli görülmektedir.

Sankoh vd. (2012), Freetown, Sierra Leone'de evsel katı atık üretimini ve kompozisyonunu etkileyen sosyoekonomik faktörleri incelemişlerdir. Bu amaçla, evsel atık üretimi ve kompozisyonu ile birlikte aile büyüklüğü, eğitim, gelir düzeyi gibi değişkenler kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, Freetown'daki katı atık üretimi ve kompozisyonu, ortalama aile büyüklüğü, istihdam durumu, aylık gelir ve aileler tarafından evde kullanılan oda/oda sayısı gibi faktörlerden önemli ölçüde etkilenmiştir.

Saphores ve Nixon (2014) çalışmalarında; ABD'deki hane halklarına yönelik 2006 yılı ulusal anketi sırasında toplanan veri setini kullanarak metaller, cam ve plastikler için yaygın ev geri dönüşüm politikalarının etkinliğini incelemektedir. Genelleştirilmiş sıralı logit veya multinominal logit modeller ile analiz yapıldıktan sonra, hane halklarının geri dönüşümünün en önemli belirleyicilerinin insanların geri dönüşüme yönelik tutumları olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Colesca vd. (2014), Romanya'da elektronik ürünlerde (WEEE) geri dönüşümü etkileyen faktörleri inceledikleri araştırmalarında anket yöntemiyle elde ettikleri verilerle WEEE davranış modelini geliştirmişlerdir. Oluşturulan modelde, yaş, eğitim ve gelir gibi sosyoekonomik faktörler etkili bulunurken, çevresel normlar ve geri dönüşüm bilgisi gibi faktörlerin yanı sıra kurumsal desteklerin de etkili olduğu tespit edilmiştir.

Jaoko, Oindo ve Abuom (2016) makalelerinde; Kenya'da tüketicilerin e-atık geri dönüşüne katılma isteklerini etkileyen faktörleri anlamak ve büyüyen e-atık sorununu ele almak için önerilen politikalara ışık tutmak amacıyla Kisumu şehrinde 286 kişiye yönelik anket çalışması yapmışlardır. Çoklu regresyon modeli kullanarak, e-atık teslim alma programlarına katılımı etkileyen faktörlerin gelir, eğitim, cinsiyet ve geri dönüş alışkanlığı olduğu bulunmuştur. Tahmin sonuçları, düşük gelirli katılımcıları teşvik etmek amacıyla e-atık teslim alma için depozito ve geri ödeme programları gibi ekonomik araçların benimsenmesi gerektiğini ve faydaları hakkında sivil eğitim yapılması gerektiğini göstermektedir.

Önder (2018) çalışmasında; geri dönüşüm üzerinde etkili olan sosyoekonomik faktörleri makro perspektiften incelemeyi amaçlamaktadır. Bu nedenle, 2004-2014 dönemini kapsayan 31 Avrupa Ekonomik Topluluğu (EEA) ülkesinin verileri ile panel veri analizi yapılmıştır. Analizde kullanılan modelde, geri dönüşüm oranı ambalaj

atıkları geri dönüşüm oranı ile temsil edilmektedir. Bağımsız değişken olarak eğitim, gelir, Ar-Ge harcamaları, kaynaklar ve tarım sektörü katma değerleri kullanılmıştır. Bu araştırmada yapılan analizlerin sonucunda, eğitim ve kaynak miktarının geri dönüşüm oranı ile pozitif bir ilişkide olduğu, gelir düzeyleri ve tarım sektörünün ise geri dönüşüm oranı ile negatif bir ilişkide olduğu belirlenmiştir.

Islam vd. (2021) çalışmalarında; Web of Science (WoS) veri tabanında tanımlanan 109 araştırma makalesini, içerik analizi metodolojisini kullanarak analiz etmeyi amaçlamışlardır. Çalışma, e-atık etrafında tüketici davranışları ile ilgili çalışmaların sistemli incelemesidir. Çalışma sonuçları, incelenen çalışmalarda tüketicilerin bertaraf ve geri dönüşüm davranışlarının iki ana araştırma alanı olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, yeniden kullanım ve onarım davranışları daha az incelenmiştir. Bu çalışmada, gelecekteki araştırmalar için birçok boşluk ve alanlar ile e-atık sektörüne odaklanan bir dögüsel ekonomi çerçevesi için politika girişimleri ve iş modeli inovasyonlarını kapsayan öneriler tanımlanmaktadır.

Kostakis ve Tsagarakis (2022) makalelerinde, sosyoekonomik özelliklerin dögüsel ekonomiye etkisini anlamayı amaçlamaktadır. Panel veri analizi kullanarak, Avrupa Birliği'nde (AB) malzeme geri dönüşümü ve dögüsellik üzerinde sosyal ve ekonomik belirleyicilerin rolü incelenmiştir. Ampirik sonuçlar; ekonomik refah, doğurganlık oranı, çevresel vergi seviyesi ve Ar-Ge harcamaları gibi faktörlerin geri dönüşüm ve dögüsellik oranlarını olumlu bir şekilde etkilediğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, kentselleşmenin de geri dönüşüm ve dögüsellik oranları üzerinde pozitif, ancak doğrusal olmayan bir etkisi olduğu görülmektedir.

Ghisellini vd. (2023) çalışmaları; atık elektrikli ve elektronik ekipmanların (AEEE) mevcut toplama ve geri dönüşümünü İtalya'da değerlendirmekte olup, Campania bölgesi (Güney İtalya) AEEE yönetim sisteminin önemli paydaşları ile yapılan nitel mülakatları içermektedir. Sonuçlar, WEEE toplama/teslim/geri dönüşümünün başlıca engellerinin, vatandaşların WEEE geri kazanımının önemine dair düşük farkındalığı, yöneticilere duyulan güvensizliği, sertifikalı ilk işleme tesislerinin eksikliğini, vatandaşların atık yönetimindeki geçmişteki verimsiz çözümler nedeniyle yeni tesislerin açılmasına karşı olumsuz tutumlarını, yüksek değerli malzemelerin kullanılmasını, WEEE'nin yasadışı ticaretini, pazarın sekonder malzemelerin değerlendirilmesi üzerindeki etkisini ve nihayetinde ekonomik etkinliğin katı atıkların bertarafı için yakınlık avantajı üzerindeki egemenliğini içerdiğini göstermektedir. Diğer taraftan, toplama için başlıca iticilerin okullarda eğitim programlarının ve vatandaşlara yönelik sürekli iletişim kampanyalarının benimsenmesi; ekonomik ve ekonomik olmayan teşviklerin kullanılması; belediye toplama noktalarının (ekolojik adalar) ve vatandaşların WEEE'lerini teslim etmeleri için kolay erişilebilen diğer toplama merkezlerinin bulunabilirliği olduğu ortaya çıkmıştır.

Hondroyiannis vd. (2023)'nin, çalışmalarının amacı, makroekonomik değişkenler ile geri dönüşüm oranları arasındaki kısa ve uzun vadeli ilişkiyi incelemektir. Bu bağlamda, sosyodemografik, ekonomik ve kurumsal faktörler olmak üzere dört set değişken incelenmektedir. Analiz amacıyla, 2000-2020 döneminde 28 AB ülkesinden elde edilen mevcut veriler, ayrıca 2000-2018'de 38 AB bölgesinden elde edilen veriler kullanılarak panel veri yaklaşımı uygulanmıştır. Bulgular, ekonomik performans, kurumsal kalite ve yüksek eğitim düzeyi gibi faktörlerin AB'nin dögüsel ekonomisine önemli ölçüde katkıda bulunduğunu göstermektedir. Sonuçlar, tarımsal yoğunluğun ve nüfus yoğunluğunun geri dönüşüm düzeylerini önemli ölçüde etkilediğini ima etmektedir. Çalışmanın sonuçlarına göre politika yapımcılar, gelir eşitsizliklerini azaltma,

şeffaflığı artırma, eğitime yatırım yapma ve döngüsel ekonomiyi desteklemek için sürdürülebilir tarım ve atık yönetimi altyapısını teşvik etme konularına öncelik vermelidir.

4. Model Veri ve Yöntem

Ambalaj atıklarının geri dönüşümü üzerinde sosyoekonomik değişkenlerin etkilerinin makro ölçekte incelendiği bu çalışmada altı farklı model kullanılmıştır. Araştırma modeli Kostakis ve Tsagarakis (2022) çalışmasından uyarlanmıştır. Söz konusu çalışmadan farklı bir şekilde, bu çalışmada ambalaj atıklarının genelinin yanında, alt ürünlerin de geri dönüşümü ayrı ayrı modeller ile incelenmiştir. Ambalaj atıklarının geri dönüşüm oranı Avrupa Birliği (AB) istatistik ofisi (EuroStat) tarafından materyal türlerine göre ayrı ayrı sınıflandırılmaktadır. Ambalaj atıklarının sınıflandırılmasında, 5 adet materyale ilişkin veriler EuroStat'ta bulunmaktadır. Bunlar Kâğıt, Plastik, Ahşap, Metal ve Camdır. Söz konusu 5 ambalaj türü ve toplam ambalaj atığı geri dönüşümü için aşağıda yer alan 6 farklı model 28 AB ülkesinin 2015-2019 yılları arasındaki verileri ile analiz edilecektir. Veri setinin hem kesit hem de zamana ilişkin gözlem içermesi nedeniyle dengeli panel veri yöntemi kullanılacaktır. Örneklem dönemi ve ülkelerin seçiminde verilerin ulaşılabilirliği belirleyici olmuştur. Dengeli panel veri yöntemini ihlal edecek eksik gözlem içeren ülkeler örneklemden çıkarılmıştır. Örneklemde yer alan ülkeler Ek1'de yer almaktadır.

$$Kağıt_{i,t} = \beta_{0,i,t} + \beta_{1,i,t}RGsyh_{i,t} + \beta_{2,i,t}Doğ_{i,t} + \beta_{3,i,t}Eğ_{i,t} + \beta_{4,i,t}Ken_{i,t} + \beta_{5,i,t}Ver_{i,t} + \beta_{6,i,t}ArGe_{i,t} + \epsilon_{i,t}$$

$$Plastik_{i,t} = \beta_{0,i,t} + \beta_{1,i,t}RGsyh_{i,t} + \beta_{2,i,t}Doğ_{i,t} + \beta_{3,i,t}Eğ_{i,t} + \beta_{4,i,t}Ken_{i,t} + \beta_{5,i,t}Ver_{i,t} + \beta_{6,i,t}ArGe_{i,t} + \epsilon_{i,t}$$

$$Ahşap_{i,t} = \beta_{0,i,t} + \beta_{1,i,t}RGsyh_{i,t} + \beta_{2,i,t}Doğ_{i,t} + \beta_{3,i,t}Eğ_{i,t} + \beta_{4,i,t}Ken_{i,t} + \beta_{5,i,t}Ver_{i,t} + \beta_{6,i,t}ArGe_{i,t} + \epsilon_{i,t}$$

$$Metal_{i,t} = \beta_{0,i,t} + \beta_{1,i,t}RGsyh_{i,t} + \beta_{2,i,t}Doğ_{i,t} + \beta_{3,i,t}Eğ_{i,t} + \beta_{4,i,t}Ken_{i,t} + \beta_{5,i,t}Ver_{i,t} + \beta_{6,i,t}ArGe_{i,t} + \epsilon_{i,t}$$

$$Cam_{i,t} = \beta_{0,i,t} + \beta_{1,i,t}RGsyh_{i,t} + \beta_{2,i,t}Doğ_{i,t} + \beta_{3,i,t}Eğ_{i,t} + \beta_{4,i,t}Ken_{i,t} + \beta_{5,i,t}Ver_{i,t} + \beta_{6,i,t}ArGe_{i,t} + \epsilon_{i,t}$$

$$TAmb_{i,t} = \beta_{0,i,t} + \beta_{1,i,t}RGsyh_{i,t} + \beta_{2,i,t}Doğ_{i,t} + \beta_{3,i,t}Eğ_{i,t} + \beta_{4,i,t}Ken_{i,t} + \beta_{5,i,t}Ver_{i,t} + \beta_{6,i,t}ArGe_{i,t} + \epsilon_{i,t}$$

Yukarıda yer alan her bir eşitlikte aynı bağımsız değişkenler kullanılmıştır. Eşitliklerdeki tek fark bağımlı değişkenlerdir. “Kâğıt” değişkeni ambalaj olarak kullanılan kâğıdın i. ülkede t zamanında geri dönüşüm oranını göstermektedir. “Plastik” değişkeni ambalaj olarak kullanılan plastiğin i. ülkede t zamanında geri dönüşüm oranını göstermektedir. “Ahşap” değişkeni ambalaj olarak kullanılan ahşabın i. ülkede t zamanında geri dönüşüm oranını göstermektedir. “Metal” değişkeni ambalaj olarak kullanılan metalin i. ülkede t zamanında geri dönüşüm oranını göstermektedir. “Cam” değişkeni ambalaj olarak kullanılan camın i. ülkede t zamanında geri dönüşüm oranını göstermektedir. “TAmb” değişkeni ambalaj olarak kullanılan bütün malzemelerin i. ülkede t zamanında toplam geri dönüşüm oranını göstermektedir. 6 farklı modeldeki ortak bağımsız değişkenlere gelince “RGsyh” değişkeni i. ülkenin t zamanında dolar cinsinden kişi başına düşen reel gayri safi yurtiçi hasılasını göstermektedir. Söz konusu değer modellerde doğal logaritması alınarak kullanılmıştır. “Doğ” değişkeni i. ülkenin t zamanında toplam doğurganlık hızını göstermektedir. Bu oran ilgili ülkelerde belirtilen zaman dilimlerinde bir kadının yaşamı boyunca gerçekleştirdiği canlı doğum oranı üzerinden hesaplanmaktadır. “Eğ” değişkeni i. ülkenin t zamanında yükseköğretim seviyesini göstermektedir. Bu değişken Dünya Bankası sınıflandırmasına göre 15-64 yaş arası nüfus içerisinde üçüncü seviye eğitim alan nüfusun oranı şeklinde hesaplanmaktadır. “Ken” değişkeni i. ülkenin t zamanında kentlerde yaşayan yüzdesini ifade etmektedir. “Ver” değişkeni i. ülkenin t zamanında toplamış olduğu çevresel vergilerin toplam gelirlere oranını göstermektedir. “ArGe” değişkeni i. ülkenin t

zamanında bütün sektörlerdeki kurum içi araştırma ve geliştirme harcamalarını göstermektedir.

Tablo 1. Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler	Gözlem	Ortalama	Standart Sapma	En Düşük	En Yüksek
-Bağımlı					
Kâğıt	140	83,24	11,55	45,5	116,1
Plastik	140	41,88	12,24	11,10	74,4
Ahşap	140	37,77	24,24	0	103,4
Metal	140	73,97	19,56	13,90	129,30
Cam	140	71,19	20,24	20,30	105,00
TAmb	140	63,74	9,32	33,70	85,30
-Bağımsız					
Rgsh	140	10,04	0,64	8,64	11,34
Doğ	140	1,54	0,17	1,14	1,95
Eği	140	28,88	7,00	15,00	41,00
Ken	140	38,05	13,94	13,00	90,40
Ver	140	7,20	7,20	4,19	11,62
ArGe	140	1,61	0,86	0,44	3,38

Tablo 1’de modellerde yer alan bağımlı ve bağımsız değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistiklere yer verilmiştir. Bağımlı değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistiklerde, kâğıt, ahşap, metal ve cam ambalajların %100’ün üzerinde bir geri dönüşüm oranına sahip olduğu görülebilmektedir. Kâğıt ambalajlarda %100’ün üstüne çıkan ülke Finlandiya’dır. Ahşapta geri dönüşüm oranı %100’ü aşan ülke Portekiz’dir. Metal’de %129,3’lük geri dönüşüm oranının sahibi Güney Kıbrıs Rum Kesimidir. Estonya’nın da metalde geri dönüşüm oranı %100’ü aşarak 2019 yılında %102.1’e çıkmıştır. Cam atıklarının geri dönüşümünde %105’lik geri dönüşüm oranı da Estonya’ya aittir. Belçika ve Slovenya da cam atıklarının geri dönüşümünde %100’ü yakalayan ülkelerdir. Bu durum piyasaya sürülen ambalajların bazılarının, ambalajlar ile ilgili birliklere üye olmayan firmalar tarafından üretilmesi nedeniyle, kullanılan ambalajların olduğundan düşük tahmin edilmesi ile ilgilidir. Çünkü geri dönüşüm firmaları sadece kayıtlı ambalajları geri dönüştürmez (EEA 2022: 29-30). %100’de 100’ü aşan atık geri dönüşümlerinde belirli bir ölçüde atık ithalatının da rolü olabilmektedir.

Tablo 1’de dikkat çekici bir diğer nokta ahşap atıklarındaki geri dönüşüm oranının en düşük değerinin sıfır olmasıdır. Söz konusu oran Malta’ya aittir. Malta’da ahşap atıklarını işlemeye yönelik ilk tesis 2023 yılı itibari ile hizmete girecektir. Tablo 1’deki ortalama değerlere bakıldığında, atıkların geri dönüştürülmesinde en yüksek geri dönüşüm oranı ortalama olarak %83,24 ile kâğıt atıklarında gerçekleştiği görülmektedir. Onu sırası ile metal ve cam atıkları takip etmektedir. Ortalama değerler açısından en düşük değer ise ahşap atıklarındadır. Ahşap atıklarından sonra ise plastik atıkları ortalama değerler açısından en düşük geri dönüşüm oranına sahip ikinci atıktır.

Bu çalışma kapsamında kullanılan bağımsız değişkenlerden Doğ değişkeninin Tablo 1’de yer alan en düşük değeri 1,14 iken, en yüksek değeri 1,95’dir. Söz konusu değişkenin ortalama değeri ilgili örneklem dönemi ve ülkeler için 1,54’tür. Eği değişkeninin ortalama değeri ise 28,88’dir. Söz konusu değişkenin en düşük ve en yüksek değerleri sırası ile 15 ve 41’dir. Ken değişkeninin ortalama değeri 38,05 iken en yüksek 13, en düşük 90,40 değerlerine sahiptir. Ver ve ArGe değişkenlerinin ortalama değeri sırası ile 7,20 ve 1,61’dir. Ver değişkeninin en düşük değeri 4,19, ArGe değişkeninininki de 0,44’tür. Bu değişkenlerin en yüksek değeri Ver değişkeninde 11,62

ve ArGe değişkeninde 3,38'dir. Rgsyh değişkeninin ortalama, en düşük ve en yüksek değerleri sırası ile 10,04 – 8,64 ve 11,34'tür.

Çalışma kapsamında AB ülkelerinde geri dönüşüm üzerinde sosyoekonomik faktörlerin etkisini incelemek amacıyla kurulan altı modelde yer alan değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri verildikten sonra, söz konusu modellerin panel veri analizi ile ilgili ilk aşamasına geçilebilir. Panel veri analizinde kullanılacak yöntemin belirlenmesine geçmeden önce ilk olarak modellerin tek yönlü veya iki yönlü olup olmadığının sınılanması gerekmektedir (Çifçi, Özbek ve Uzgören, 2018:378). Bu amaçla en çok olabilirlik ve F testine dayanan analizler her bir model için tek tek gerçekleştirilmiş ve Tablo 2'de raporlanmıştır. Zaman ve Birim etkilerinin aynı anda etkin olup olmadığını sınamak için en çok olabilirlik testi gerçekleştirilip IYEÇÖ sütununda raporlanmıştır. IYEÇÖ sütununda yer alan sonuç, her bir modelde hem birim hem de zaman etkilerinin var olabileceğini göstermektedir. Fakat elde edilen bu sonucun geçerliliği zaman ve birim etkilerinin varlığının, ayrı ayrı sınılanması ile mümkün olabilecektir.

Tablo 2. Modellerin İki ve Tek Yönlülüğünün Sınılanması

		TYZESE*	TYBESE**	TYBEEÇÖ***	TYZEEÇÖ****	IYEÇÖ*****	Sonuç
Kâğıt	F istatistiği	0,353	19,174				Birim Etkiler
	Ki-Kare Değeri			118,233	0,000	118,233	
	Olasılık Değeri	0,8414	0,0001	0,0001	1,000	0,0001	
Plastik	F istatistiği	0,208	34,174				Birim Etkiler
	Ki-Kare Değeri			172,448	0,000	172,448	
	Olasılık Değeri	0,9335	0,0001	0,0001	1,000	0,0001	
Ahşap	F istatistiği	0,081	42,663				Birim Etkiler
	Ki-Kare Değeri			198,564	0,000	198,711	
	Olasılık Değeri	0,9882	0,0001	0,0001	1,000	0,0001	
Metal	F istatistiği	0,324	14,073				Birim Etkiler
	Ki-Kare Değeri			99,596	0,000	99,601	
	Olasılık Değeri	0,8613	0,0001	0,0001	1,000	0,0001	
Cam	F istatistiği	0,167	15,849				Birim Etkiler
	Ki-Kare Değeri			104,595	0,000	104,595	
	Olasılık Değeri	0,9549	0,0001	0,0001	1,000	0,0001	
T Amb	F istatistiği	0,457	27,428				Birim Etkiler
	Ki-Kare Değeri			146,972	0,000	149,369	
	Olasılık Değeri	0,7670	0,0001	0,0001	1,000	0,0001	

*TYZESE: Tek Yönlü Zaman Etkiler (Sabit Etkiler), **TYBESE: Tek Yönlü Birim Etkiler (Sabit Etkiler), ***TYBEEÇÖ: Tek Yönlü Birim Etkiler (En Çok Olabilirlik), ****TYZEEÇÖ: Tek Yönlü Zaman Etkiler (En Çok Olabilirlik), *****IYEÇÖ: İki Yönlü Etkiler (En Çok Olabilirlik).

Zaman ve birim etkilerinin varlığını sınamak için hem en çok olabilirlik testi hem de F testi kullanılmıştır. Birim etkinin varlığını sınamak için gerçekleştirilen F testinin sonuçları Tablo 2'nin TYBESE sütununda, en çok olabilirlik testinin sonuçları TYBEEÇÖ sütununda raporlanmıştır. Her bir model için TYBESE ve TYBEEÇÖ sütununda yer alan istatistiklerin olasılık değeri %1 istatistiki önem düzeyinde anlamlılığı işaret etmektedir. Bu sonuç söz konusu modellerde birim etkinin varlığına işaret etmektedir. Zaman etkisinin varlığını sınamak için de F testi ve en çok olabilirlik testleri, her bir model için ayrı ayrı gerçekleştirilip sırası ile Tablo 2'nin TYZESE ve TYZEEÇÖ sütunlarında raporlanmıştır. Söz konusu testlerin olasılık değerleri, %10 istatistiki önem düzeyinde dahi istatistiki açıdan anlamlı çıkmamıştır. Bu nedenle söz konusu modellerde zaman etkilerinin varlığından söz edilememektedir. Bu nedenle IYEÇÖ sütununda ortaya konan iki yönlü ilişkinin varlığından söz edilemez. Bu çalışmaya konu olan altı model içinde birim etkiler söz konusudur.

Tablo 3. Hausman Testi

Hausman Testi	Kâğıt	Plastik	Ahşap	Metal	Cam	TAmb
Test İstatistiği	16,93	16,04	11,46	8,00	13,60	20,98
Olasılık Değeri	0,0095	0,0135	0,0751	0,2383	0,0344	0,0019
Sonuç	Tesadüfi	Tesadüfi	Tesadüfi	Sabit	Tesadüfi	Tesadüfi

Tek yönlü birim etkilerin varlığı kanıtlandıktan sonra artık Hausman testi ile söz konusu etkinin tesadüfi mi? rassal mı? olduğunun incelenmesine geçilebilecektir. Tablo 3'te her bir model için gerçekleştirilen Hausman testinin sonuçları raporlanmıştır. Tablo 3'te olasılık değerlerine göre en alt sütunda birim etkinin tesadüfimi yoksa sabit mi olduğu belirtilmiştir. Buna göre Metal değişkenin bağımlı değişken olduğu model için sabit etkiler söz konusu iken, diğer beş model için tesadüfi etkiler söz konusudur.

Tablo 4. Varsayım Testleri

Test Adı	Kâğıt	Plastik	Ahşap	Metal	Cam	TAmb
Pesaran Kesit Bağ. T.	-0,786 (0,4320)	0,797 (0,4255)	-0,560 (0,5755)	1,487 (0,1371)	-0,204 (0,8383)	-0,204 (0,8383)
Bhargava vd. DW Testi	1,86	1,43	1,30	1,27	1,37	1,37
Değiştirilmiş Wald Testi				47971,5 (0,0001)		
Levene, Brown ve Forsythe'nin Testi	Df(27,112)					
	W0: 2,06 (0,0044)	W0: 3,48 (0,0001)	W0: 3,63 (0,0001)		W0: 3,85 (0,0001)	W0: 2,01 (0,0058)
	W50:0,97 (0,5027)	W50:1,40 (0,1112)	W50:1,67 (0,0321)		W50:1,39 (0,1177)	W50:1,10 (0,3477)
	W10:2,06 (0,0044)	W10:3,48 (0,0001)	W10:3,63 (0,0001)		W10:3,85 (0,0001)	W10:2,01 (0,0058)

Panel veri analizinde alışlagelmiş tahmin yöntemlerini kullanabilmek için veri setinin bazı varsayımları sağlaması gerekmektedir. Bu varsayımları test etmek için farklı analizler yapılarak Tablo 4'te raporlanmıştır. Tablo 4'te otokorelasyon sorununu sınamak için yapılan Bhargava vd. DW testi sonuçları bütün modellerde "2" değerinin altındadır. Bu sonuç bütün modellerde otokorelasyonun önemli olduğunu ifade etmektedir. Kesit bağımlılık için yapılan ve yine Tablo 4'te raporlanan Pesaran testinin olasılık değeri bütün modellerde %10 istatistiki önem düzeyinde dahi anlamlılığı işaret etmemektedir. Dolayısı ile bütün modellerde kesit bağımlılık probleminin olmadığı ifade edilebilir. Değişen varyans sorununu sınamak için sabit etkilerin geçerli olduğu, Metal bağımlı değişkeninin bulunduğu modele, Değiştirilmiş Wald testi yapılmıştır. Tesadüfi etkilerin geçerli olduğu diğer beş model için ise Levene, Brown ve Forsythe'nin değişen varyans testi yapılmıştır. Tablo 4'te yer alan Değiştirilmiş Wald testi ile Levene, Brown ve Forsythe'nin değişen varyans testi sonuçları %1 istatistiki önem düzeyinde anlamlılığı işaret etmektedir. Bu sonuç bütün modeller için değişen varyans sorunu olduğunu işaret etmektedir. Dolayısı ile çalışmaya konu olan bütün modeller için değişen varyans ve otokorelasyon sorunu olduğu ifade edilebilir. Bu nedenle söz konusu sorunlara dirençli Arellano, Froot ve Rogers tahmincisi ile analiz gerçekleştirilecektir. Söz konusu analiz yöntemi, değişen varyans ve otokorelasyon sorununa dirençli tahminciler üretebilmektedir.

Tablo 5. Analiz Sonuçları

Değişkenler		Kâğıt	Plastik	Ahşap	Metal	Cam	Hepsi
Rgsyh	Katsayı	-2,3033	-8,2090	-7,1580	32,1376	5,8550	0,1469
	Std. Hat.	3,7854	4,9359	9,2382	34,8707	5,1959	3,3137
	OI. Deg.	0,543	0,096	0,438	0,365	0,260	0,965
Doğ	Katsayı	11,5307	-6,9303	-22,8141	-3,2010	2,8979	1,7439
	Std. Hat.	8,2285	10,3980	16,6470	12,0171	12,6858	6,6177
	OI. Deg.	0,161	0,505	0,171	0,792	0,819	0,792
Eği	Katsayı	0,2712	0,1811	-0,0472	-0,0847	0,7703	0,2176
	Std. Hat.	0,2225	0,2745	0,5413	0,7829	0,3988	0,1666
	OI. Deg.	0,223	0,509	0,930	0,915	0,053	0,192
Şeh	Katsayı	-0,0072	0,0841	-0,3865	0,6430	-0,2187	-0,0469
	Std. Hat.	0,1609	0,2134	0,3528	0,4097	0,3017	0,1569
	OI. Deg.	0,964	0,693	0,273	0,128	0,468	0,765
Ver	Katsayı	1,1662	1,6059	-0,6103	-1,1586	0,3778	0,5801
	Std. Hat.	0,9160	1,2623	2,6817	3,0349	1,6807	0,6347
	OI. Deg.	0,203	0,203	0,820	0,706	0,822	0,361
ArGe	Katsayı	4,5801	2,2642	4,8651	9,2427	9,0325	3,5724
	Std. Hat.	2,5633	3,1075	6,0389	9,0997	3,1670	1,8047
	OI. Deg.	0,074	0,294	0,420	0,319	0,004	0,048
Sabit	Katsayı	651431	109,7501	157,5634	-272,3858	-23,3538	45,1051
	Std. Hat.	40,3847	56,144	122,7241	338,9364	66,0934	32,5815
	OI. Deg.	0,107	0,051	0,199	0,429	0,724	0,166
	Wald Ki-Kare	11,98	18,26	6,56	1,18	67,63	9,78
	Wald OI. Deg	0,062	0,0056	0,3634	0,3484	0,0001	0,1342
	R2	0,23	0,0461	0,0005	0,2041	0,58	0,33

Tablo 5'te araştırmaya konu olan altı modelin Arellano, Froot ve Rogers tahmincisi kullanılarak elde edilen analiz sonuçları gösterilmektedir. Söz konusu tabloda Wald Ki-Kare istatistiğinin olasılık değeri incelendiğinde Ahşap, Metal ve Tamb değişkenlerinin bağımlı değişken olduğu modellerin %10 istatistiki önem düzeyinde dahi istatistiki açıdan anlamlı bulunmadığı görülebilecektir. Kâğıt, Plastik ve Cam değişkenlerinin bağımlı değişken olduğu modellerin Wald Ki-Kare istatistiğinin olasılık değeri istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur. İstatistiki açıdan anlamlı çıkan modellerden Cam değişkeninin bağımlı değişken olduğu modelin R² değeri en yüksektir. Bu modelde yer alan bağımsız değişkenlerden ArGe değişkeni ile Eği değişkeninin olasılık değeri istatistiki açıdan anlamlı bir ilişkinin varlığını işaret etmektedir. Söz konusu değişkenlerin olasılık değerleri sırası ile %1 ve %10 istatistiki önem düzeyinde anlamlılığı işaret etmektedir. Diğer değişkenler söz konusu model için istatistiki açıdan anlamlı bulunmamıştır. ArGe değişkeninde meydana gelebilecek bir birimlik değişim Cam değişkenini 9,0325 birim arttırırken, Eği değişkeninde meydana gelebilecek bir birimlik değişim Cam değişkenini 0,7703 birim arttıracaktır. İstatistiki açıdan anlamlı çıkan ve ikinci en yüksek R² değerine sahip olan Kâğıt bağımlı değişkeninin bulunduğu modelde sadece ArGe değişkeni istatistiki açıdan anlamlı çıkmıştır. ArGe değişkeninin olasılık değeri %10 istatistiki önem düzeyinde anlamlılığı işaret etmektedir. Söz konusu değişkende meydana gelebilecek bir birimlik değişim Kâğıt değişkenini 4,5801 birim arttıracaktır. İstatistiki açıdan anlamlı çıkan son model Plastik bağımlı değişkeninin bulunduğu modeldir. Söz konusu modelin R² değeri oldukça düşüktür. Fakat bu modelde istatistiki açıdan anlamlı çıkan tek değişken olan Rgsyh değişkeninin katsayısı negatif işaretlidir. Diğer modellerde istatistiki açıdan anlamlı çıkan değişkenlerin hepsi bağımlı değişkeni artırıcı yönde etki gösterirken, Plastik bağımlı değişkenin bulunduğu modelde Rgsyh bağımsız değişkeni, Plastik bağımlı değişkeni

üzerinde negatif etkiye sahiptir. Rgsyh değişkeninde meydana gelebilecek bir birimlik değişim Plastik değişkenini 8,2090 birim azaltacaktır.

5. Sonuç

Sanayi Devrimi'nden bu yana, doğrusal ekonomik sistemlerin yol açtığı atık ve kaynak tükenmesi sorunları, döngüsel ekonomi kavramını ortaya çıkardı. Bu model, "beşikten beşiğe" yaklaşımını benimseyerek ürün ve hizmet tasarımını değiştirir. Döngüsel ekonomi, atık miktarını azaltarak kaynakların sürdürülebilir yönetimini hedefler. Geri dönüşüm, atıkları daha yüksek veya düşük kalitede malzemelere dönüştürerek kaynakları korur ve çevresel etkileri azaltır. Endüstriyel ürünlerin geri dönüşümü, doğal kaynakların etkin bir şekilde korunmasında kritik bir rol oynar. Ancak, geri dönüşüm faaliyetleri içinde ileri geri dönüşüm, geri dönüşüm ve aşağı geri dönüşüm olmak üzere üç sınıfa ayrılır. İleri geri dönüşümde malzemenin değeri artar, geri dönüşümde değer korunur, aşağı geri dönüşümde ise değer azalır.

Geri dönüşüm ve döngüsellik, kaynakları etkili bir şekilde kullanma amacına hizmet eder, ancak döngüsel ekonomi daha geniş bir çerçevede kabul edilir. Bu model, endüstriyel simbiyozun teşvik edildiği bir süreci içerir, yani bir endüstrinin attığı, diğerleri için kaynak olarak kullanılabilir. Döngüsel ekonomi, minimum atık üretimi ve akıllı malzeme girişini içerir, üretim sürecini olumlu bir şekilde etkiler.

Sonuç olarak, döngüsel ekonomi, lineer ekonomik modellerin yerine kaynakları daha sürdürülebilir bir şekilde yönetmeyi amaçlayan bir paradigma değişikliği sunar. Bu model, atık azaltma, malzeme geri kazanımı ve endüstriyel simbiyoz gibi prensipleri içerir, böylece doğal kaynakların verimli kullanılması ve çevresel etkilerin en aza indirilmesi sağlanır.

Bu çalışmada, Kostakis ve Tsagarakis (2022)'in AB ülkelerinde 2000 – 2017 yıllarını kapsayan çalışmalarında kullanmış olduğu model, 2015 – 2019 yılları için her bir geri dönüştürülebilir malzeme için ayrı ayrı kullanılmıştır. Böylelikle geri dönüşüm üzerinde etkili olan sosyo ekonomik faktörlerin etkisi her bir geri dönüştürülebilir malzeme ve toplam geri dönüşüm oranı için ayrı ayrı incelenmiştir. Gerçekleştirilen analizler sonucunda toplam geri dönüşüm oranı ile metal ve ahşap malzemelerinin geri dönüşümünün bağımlı değişken olduğu modellerde, istatistiki açıdan anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Kostakis ve Tsagarakis (2022) çalışmalarında toplam geri dönüşüm değişkenini bağımlı değişken olarak kullanıp istatistiki açıdan anlamlı bir ilişki saptamışlardır. İstatistiki açıdan anlamlı çıkan modellerden kâğıt ve cam geri dönüşüm oranlarının bağımlı değişken olduğu modellerde Ar&Ge faaliyetlerinin ilgili metaryellerin geri dönüşüm oranını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç AB ülkelerinde gerçekleştirilen AR&Ge faaliyetlerinin cam ve kâğıt sektörüne yönelik uygulamalar içerdiğine işaret edebilir. Kostakis ve Tsagarakis (2022) çalışmasında ise Ar&Ge ile toplam geri dönüşüm arasında istatistiki açıdan anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Cam atıklarının geri dönüşümünde eğitimin olumlu etkisinde bu çalışmanın sonuçları içerisinde yer almaktadır. Eğitim düzeyindeki artış insanları geri dönüşüm konusundaki bilinç düzeyini arttırması beklenen bir sonuçtur. Kostakis ve Tsagarakis (2022) çalışması da toplam geri dönüşüm oranı üzerinde benzer bir ilişki ortaya koymuştur. Çalışmada beklentilerin aksine çıkan tek sonuç plastik malzemelerinin geri dönüşümünün bağımlı değişken olduğu modelde ortaya çıkmıştır. Bu modelde GSYH'nın ilgili atık malzemenin geri dönüşümünü azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Kostakis ve Tsagarakis (2022) çalışmalarında ise GSYH'nın toplam geri dönüşüm oranını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Söz konusu çalışmada elde edilen

bu sonuç GSYH ile gösterilen refah seviyesinin artması ile insanların çevresel konularda duyarlılığının artmasına bağlanmıştır. Fakat bu çalışma göstermektedir ki refah seviyesinin artması geri dönüşüm oranını plastik sektöründe bile olsa azaltabilmektedir. Bu sonuç sektöre özgü olabileceği gibi örneklem dönemine de özgüde olabilir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile Kostakis ve Tsagarakis (2022)'in çalışmasında elde edilen bütün sonuç farklılıklarında bu durumun etkisi gözardı edilmemelidir. Dolayısı ile gerek bu çalışmada, gerekse de Kostakis ve Tsagarakis (2022)'in çalışmasında ortaya konan sonuçların farklı örneklem dönemleri için tekrarlanması, AB ülkelerinin geri dönüşüm oranları üzerindeki sosyo ekonomik faktörlerin etkisini daha iyi anlaşılmasına neden olacaktır.

Kaynakça

- Acerbi, F. & Taisch, M. (2020). A Literature Review on Circular Economy Adoption in the Manufacturing Sector, *Journal of Cleaner Production*, 273,123086. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123086>
- Afroz, R., Hanaki, K. & Tudin, R., (2011). Factors Affecting Waste Generation: A Study in a Waste Management Program in Dhaka City, Bangladesh. *Environmental Monitoring Assessment*, 179, 509–519. <https://doi.org/10.1007/s10661-010-1753-4>
- Berglund, C. & Söderholm, P., (2003). An Econometric Analysis of Global Waste Paper Recovery and Utilization. *Environmental and Resource Economics*, 26: 429–456.
- Berndtsson, M., (2015). *Circular Economy and Sustainable Development*. Master Thesis in Sustainable Development at Uppsala University, 53, 30 ECTS/hp, Sweden.
- Colesca, S.E., Ciocoiu, C.N. & Popescu, M. L, (2014). Determinants of WEEE Recycling Behaviour in Romania: A Fuzzy Approach. *International Journal of Environmental Research*, 8(2): 353-366. <https://doi.org/10.22059/IJER.2014.726>
- Çifçi, İ., Özbek, R. İ. ve Uzgören, E. (2018). Feldstein-Horioka Bulmacasının OECD Ülkeleri İçin Panel Veri Analiziyle Sınanması. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 25(2), 369-390.
- EEA. 2022. *Finland Country Profile*. European Environment Agency.
- EU. 2023. <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>. Erişim 25/08/2023.
- Esposito, M., Tse, T. & Soufani, K., (2018). The Circular Economy: An Opportunity for Renewal, Growth and Stability. *Thunderbird International Business Review*, 60 (5): 725-728.
- Ghisellini, P., Quinto, I., Passaro, R. & Ulgiati, S. (2023). Circular Economy Management of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) in Italian Urban Systems: Comparison and Perspectives. *Sustainability*, 15(11):9054. <https://doi.org/10.3390/su15119054>
- Goyal, S., Esposito, M. & Kapoor, A. (2018). Circular Economy Business Models in Developing Economies: Lessons from India on Reduce, Recycle, and Reuse Paradigms. *Thunderbird International Business Review*, 60 (5): 729-740.

- Guerin, D., Crete, J. & Mercier, J., (2001). A Multilevel Analysis of the Determinants of Recycling Behavior in the European Countries. *Social Science Research*, 30 (2): 195-218. <https://doi.org/10.1006/ssre.2000.0694>
- Hondroyiannis, G., Sardanou, E., Nikou, V., Evangelinos, K. & Nikolaou, I. (2023). Recycling Rate Performance and Socioeconomic Determinants: Evidence from Aggregate and Regional Data Across European Union Countries. *Journal of Cleaner Production*, 139877. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139877>.
- Islam, M. T., Huda, N., Baumber, A., Shumon, R., Zaman, A., Ali, F., Hossain, R. & Sahajwalla, V. (2021). A Global Review of Consumer Behavior Towards E-Waste and Implications for the Circular Economy. *Journal of Cleaner Production*, 316:128297. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128297>.
- Jaoko, J. O., Oindo, B. O. & Abuom P. O. (2016). Factors Influencing Willingness to Recycle E-Waste in Kisumu City Central Business District. Kenya. *International Journal of Recent Research in Interdisciplinary Sciences (IJRRIS)*, 3 (4): 1-9.
- Jenkins, R. R., Martinez, S. A., Palmer, K. & Podolsky, M. J.(2003). The Determinants of Household Recycling: A Material-Specific Analysis of Recycling Program Features and Unit Pricing. *Journal of Environmental Economics and Management*, 45 (2): 294-318. [https://doi.org/10.1016/S0095-0696\(02\)00054-2](https://doi.org/10.1016/S0095-0696(02)00054-2).
- Kostakis, I. & Tsagarakis, P. T., (2022). Social and Economic Determinants of Materials Recycling and Circularity in Europe: An Empirical Investigation. *The Annals of Regional Science*, 68:263–281. <https://doi.org/10.1007/s00168-021-01074-x>
- Lacy, P. & Rutqvist, J., (2016). *Waste to Wealth: The Circular Economy Advantage*. Springer, Berlin.
- Liu L., Liang Y., Song Q. & Li J., (2017). A Review of Waste Prevention Through 3R under the Concept of Circular Economy in China, *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 19 (4):1314-1323.
- Lu, Z., Cai, J., Yu, Q. & Xie, A., (2000). The Influences of Materials Flows in Steel Manufacturing Process on Its Energy Intensity. *Acta Metallurgica Sinica*, 36 (4): 370-378.
- Meskers, C., Worrell, E. & Reuter, M. A. (2023). *Handbook of Recycling, State-of-the-art for Practitioners, Analysts, and Scientists*. 2nd Edition, Elsevier, The Netherlands.
- Monsù Scolaro, A. & De Medici, S., (2021). Downcycling and Upcycling in Rehabilitation and Adaptive Reuse of Pre-Existing Buildings: Re-Designing Technological Performances in an Environmental Perspective. *Energies*, 14, 6863:1-23. <https://doi.org/10.3390/en14216863>
- Murray, A., Skene, K. and Haynes, K., 2017. The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. *Journal of Business Ethics*, 140 (3): 369-380.
- Önder, H. & Özçelik, Ö., (2023). Atık Yönetimi ve Ekonomi: Avrupa Birliği Üye Ülkelerinde Atık Yönetimi ve Sosyoekonomik Belirleyicileri: Panel Veri ile Bir Analiz. *Çevresel Açısından Sektörel Atık Yönetimi ve Uygulamaları II* içinde (s. 231-256). İ. Tosun ve K. Ekinci (Edt.), Nobel Bilimsel Eserler, Ankara.

- Önder, H., (2018). The Socio-Economic Determiners of Recycling: An Analysis on European Countries Through a Macro Perspective. *Amfiteatru Economic*, 20(48), pp. 405-417. <https://doi.org/10.24818/EA/2018/48/405>
- Özçelik, Ö. (2021)., Çevre ve Ekonomik Büyüme. *Çevre Bilimleri* içinde (s. 171-202). A. Yılmaz (Edt.), Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.
- Sankoh, F. P., Yan, X. & Conteh, A. M. H. (2012). A Situational Assessment of Socioeconomic Factors Affecting Solid Waste Generation and Composition in Freetown, Sierra Leone. *Journal of Environmental Protection*. 3 (7): 563-568. <https://doi.org/10.4236/jep.2012.37067>
- Saphores, J. D. M. & Nixon, H. (2014). How Effective are Current Household Recycling Policies? Results from a National Survey of U.S. Households. *Resources, Conservation and Recycling*, 92: 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.08.010>.
- Sinha, E. (2022). Circular Economy - A Way Forward to Sustainable Development: Identifying Conceptual Overlaps and Contingency Factors at the Microlevel. *Sustainable Development*, 30 (4):771-783. <https://doi.org/10.1002/sd.2263>
- Teagarden, M. B., (2018). The Circular Economy - Past, Present and Future, *Thunderbird International Business Review*, 60 (5): 723.
- Yang Q. Z., Zhou J., & Xu K., (2014). A 3R Implementation Framework to Enable Circular Consumption in Community, *International Journal of Environmental Science and Development*, 5 (2):217-222.

EK 1. Araştırmaya Konu Olan Ülke Listesi

Sıra	Ülke	Sıra	Ülke
1	Avusturya	15	İtalya
2	Belçika	16	Letonya
3	Bulgaristan	17	Litvanya
4	Hırvatistan	18	Lüksemburg
5	Kıbrıs	19	Malta
6	Çekya	20	Hollanda
7	Danimarka	21	Norveç
8	Estonya	22	Polonya
9	Finlandiya	23	Portekiz
10	Fransa	24	Romanya
11	Almanya	25	Slovakya
12	Yunanistan	26	Slovenya
13	Macaristan	27	İspanya
14	İrlanda	28	İsveç