

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMANIN SAĞLANMASINDA SANAYİDE YEŞİL DÖNÜŞÜMÜN ROLÜ

THE ROLE OF GREEN TRANSITION OF INDUSTRY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Mevlüt Hürol METE¹
ORCID: 0000-0002-7288-3434

Öz

Çevresel kirlilik ve iklim değişikliği son yıllarda tüm dünyada büyük bir endişe kaynağı haline gelmiştir. İklim değişikliğinin getirdiği riskler ve belirsizlikler nedeniyle, sürdürülebilir tüketim ve üretimin tüm ekonomik sektörler için zorunluluk haline dönüştüğü bir dönem yaşanmaktadır. Kalkınmanın motoru olarak kabul edilen sanayi sektörü, bir yandan dijital dönüşümün getirdiği fırsatlar ile gelişip büyürken, diğer yandan kaynak verimliliğinin artırılmasına ve emisyonların azaltılmasına ilişkin baskılar ile karşı karşıyadır. Dünyanın önde gelen sanayileşmiş ülkelerinden biri olmayı hedefleyen Türkiye’de de yeşil dönüşüm kaçınılmaz bir gerekliliktir. Ancak yeşil ekonomiye geçiş, mevcut üretim sektörlerinde köklü değişiklikler ve yenilikler gerektirmektedir. Bu noktada, döngüsel üretim modelleri, eko-inovasyon araçları ve temiz teknolojiler sanayide yeşil dönüşüm için kestirme bir yol sunmaktadır. Bu çalışmada, sürdürülebilir kalkınma bağlamında sanayileşmenin çevresel etkileri ve yeşil dönüşüm araçlarının uygulanmasına ilişkin uluslararası araştırmalar ve uygulamalar incelenmiştir. Bu kapsamda, çalışmada Türkiye’de sanayide yeşil dönüşümü hızlandırabilecek ve bu değişimin etkisini artırabilecek öneriler geliştirilmiş, bu dönüşümün sürdürülebilir kalkınmaya olan katkıları değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Kalkınma, Yeşil Dönüşüm, Sanayi Sektörü

Abstract

Environmental pollution and climate change have become a major concern worldwide in recent years. Due to the risks and uncertainties brought about by climate change, sustainable consumption and production have become a necessity for all economic sectors. The industrial sector, which is considered the engine of development, is faced with pressures to increase resource efficiency and reduce emissions, while developing and growing with the opportunities brought by digital transformation. As Türkiye aims to become one of the world’s leading industrialized countries, green transition is an inevitable necessity. However, transition to a green economy requires radical changes and innovations in existing production sectors. At this point, circular production models, eco-innovation tools and clean technologies offer a shortcut for green transition of industry. This study examines international research and practices on the environmental impacts of industrialization and the implementation of green transition tools in the context of sustainable development. In this context, this study develops recommendations that can accelerate the green transition of industry in Türkiye and increase the impact of this change, and evaluates the contributions of this transition to sustainable development.

Keywords: Sustainable Development, Green Transition, Industrial Sector

1 Doç. Dr., Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, hurol.mete@sanayi.gov.tr

Giriş

Sanayileşme, ekonomik büyümeyi teşvik etmede önemli bir rol oynamaktadır. Ancak bu büyümenin, çevresel sürdürülebilirlik ilkeleriyle uyumlu olması gerekmektedir. Bu nedenle, çevre dostu sanayi uygulamalarına geçilmesi hem ekonomik büyüme hem de çevresel koruma açısından önemlidir (OECD, 2023). Yeşil sanayi politikaları ve teknoloji maliyetlerindeki düşüşler, 2015 Paris Anlaşması'na giden süreçte küresel iklim politikasını dönüştürmüştür. İklim eylemi artık sadece ekonomiye bir maliyet olarak görülmekten ziyade, stratejik endüstriler, işler, ihracat geliri ve ekonomik büyüme yaratmanın bir yolu olarak kabul edilmektedir. Bu durum, iklim politikasında fırsatçı ve rekabetçi bir yaklaşımın ortaya çıkmasına yol açmıştır (Allan vd., 2021).

Türkiye, iklim değişikliği ve sürdürülebilirlik mevzuatını güçlendirme konusunda son yıllarda önemli ilerlemeler kaydetmiş, kamu tarafında ilgili mevzuatı uygulayacak kurumları belirlemiş, konuyla ilgili strateji belgeleri hazırlamış ve bunları uygulamaya geçirmiştir. Türkiye'deki konuyla ilgili mevcut mevzuat, ekonomik sektörlerin karbonsuzlaştırılması ve döngüsel ekonomiye geçişin hızlandırılması için kapsamlı bir düzenleyici çerçeveye sahiptir. Ancak, atık geri dönüşümü ve geri kazanımı ile sanayide kaynak verimliliğinin artırılması gibi hedeflere ulaşmak için bu düzenlemelerin uygulanmasında önemli iyileştirmeler yapılması, temiz teknoloji yatırımlarının tüm sektörlerde teşvik edilmesi gerekmektedir.

Temiz teknolojiler, küresel karbon emisyonlarını azaltmak ve çevresel sürdürülebilirliği teşvik etmek için önemli bir role sahiptir (Ceylan ve Aydın, 2021). Sanayinin yeşil dönüşümü, sürdürülebilirlik hedeflerini gözeterek, kaynak verimliliğini artırmaya, emisyonları azaltmaya odaklanmaktadır. Bunun için eko-inovasyon araçları ve temiz teknolojiler, bu dönüşümün hızlandırıcılarıdır.

Sürdürülebilir kalkınma, çevresel, ekonomik ve sosyal boyutları dikkate alarak gelecek nesillerin ihtiyaçlarını tehlikeye atmadan mevcut ihtiyaçları karşılamayı amaçlayan bir kalkınma modelidir

(Masanneh ve Ağan, 2024). Son yıllarda yüksek büyüme rakamları yakalayan ülkemizin kalkınmasını sürdürülebilir kılmak için yeşil ekonomiye geçiş süreci çeşitli fırsatlar sunmaktadır. Ülkemizin en büyük ticaret ortağı olan Avrupa Birliği'ndeki (AB) gelişmeler de bu süreci desteklemekte, özellikle ihracata dayalı sanayi sektörlerimizin yeşil dönüşümünü hızlandırmaktadır.

Bu çalışmada, konuyla ilgili uluslararası güncel çalışmalar derlenmiş ve sanayide yeşil dönüşümün sürdürülebilir kalkınmaya katkısı incelenmiştir. Ülkemizin önemli emisyon kaynaklarından birisi olan sanayi sektörü, çevresel hassasiyetlerin arttığı ve uluslararası ticaret düzenlemelerinin yoğunlaştığı bu dönemde çevreye duyarlı üretim yaparken rekabetçiliğini korumak mecburiyetindedir. Bu kapsamda, ülkemiz sanayisinin yeşil dönüşüm sürecinin hızlandırılması sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmamıza önemli katkılar sunacaktır.

Makalenin ilk bölümünde, tarihsel olarak sanayileşmenin çevresel etkilerini analiz eden çalışmalar incelenerek Türkiye özelinde çıkarımlar yapılmıştır. İkinci ve üçüncü bölümde, yeşil dönüşümün en önemli araçları olan döngüsel ekonomi, eko-inovasyon ve temiz teknolojilere yer verilmiştir. Bununla ilgili çeşitli uygulama örnekleri sunulmaktadır. Bununla ilgili çeşitli uygulama örnekleri sunulmaktadır. Çalışmanın dördüncü bölümünde, Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ilişkin politika önerileri derlenerek, önümüzdeki süreçte sanayi sektörü başta olmak üzere yeşil ekonomiye geçiş hızlandırabilecek faaliyet alanları sunulmuştur. Sonuç bölümünde ise, ülkemiz sanayisinin yeşil dönüşümüne ve sürdürülebilirlik yolculuğuna ilişkin genel bir değerlendirme yapılmıştır.

1. Sanayileşme ve Çevresel Etkiler

Karbondioksit (CO₂) emisyonları, çevresel kirliliğinin ve dolayısıyla iklim değişikliğinin önemli nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir. CO₂ emisyonları; enerji üretimi, ulaşım, sanayi faaliyetleri ve diğer insan aktivitelerinde fosil yakıtların

yakılmasıyla ilişkilidir. İnsan faaliyetleri nedeniyle atmosferdeki sera gazı miktarlarının artması, iklim değişikliğini şiddetlendirmektedir.

Sanayileşme, dar anlamda, hammadde ve ara malların işlenerek nihai ürünlere dönüştürülmesi; geniş anlamda ise yeni üretim tekniklerinin kullanılması, ürün kalitesinin artırılması, üretim maliyetlerinin düşürülmesi, verimliliğin yükseltilmesi ve ülke ekonomisinde, sosyal ve siyasi alanlarda olumlu değişim ve ilerleme olarak tanımlanmaktadır (Gür, 2022). Sanayileşme, modern ekonomik büyümenin temelini oluşturmakta; istihdam yaratma, gelir eşitsizliğini azaltma, inovasyonu teşvik etme gibi alanlarda sürdürülebilir kalkınmaya katkılar sunmaktadır (Çağlar ve Aşkın, 2023). Sanayileşme hareketliliği ile bölgesel kalkınma arasında da önemli bir bağıntı bulunmakta, sanayileşme süreci ile refahın artması, ekonomik sürdürülebilirliğin sağlanması ve gelir dağılımındaki eşitsizliğin azaltılması amaçlamaktadır (Aslan, 2023).

Sanayileşme, bir ülkenin ekonomik gelişimi için kaçınılmaz bir süreç olsa da geleneksel sanayileşme modelleri kaynak ve çevre yönetimiyle çatışmalara yol açabilmektedir (Yang vd., 2024). Son iki yüzyıldaki sanayileşme, doğal kaynakların düşüncesizce kullanımına ve çevresel zarara yol açmıştır. Bu durum, küresel ısınma gibi ciddi sonuçlar ortaya çıkarmıştır (Agrawal, 2021). Ülkeler büyümeyi teşvik etmek için ekonomik faaliyetlerini artırdıkça, CO₂ emisyonları da yükselmeye devam etmektedir (Bozkurt ve Akan, 2014). Küresel olarak, sanayi sektörü, 2023 yılında doğrudan sera gazı (GHG) emisyonlarına ikinci en büyük katkıyı sağlayan sektördür (24,7%) (Statista, 2025).

Çağlar ve Aşkın (2023) tarafından yürütülen ve en rekabetçi 10 ekonomiyi analiz eden araştırmada, yenilenebilir enerji tüketimi ve beşeri sermayenin çevresel kaliteyi artırdığı, ekonomik büyüme ve endüstriyel rekabetçiliğin ise çevresel bozulmaya katkıda bulunduğu sonucuna varılmaktadır. Masanneh ve Ağan (2024) tarafından yürütülen ve Türkiye’de 1971-2021 yılları arasındaki CO₂ emisyonları, ekonomik büyüme, enerji kullanımı ve sanayileşme arasındaki ilişkileri ve neden-

sonuç bağlantılarını inceleyen çalışma; plansız sanayileşmenin çevre kalitesine zarar verdiğini ve bu nedenle Türkiye’nin sürdürülebilir endüstriyel kalkınmaya öncelik vermesi ve yeşil teknolojileri benimsemesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Doğal kaynakların aşırı kullanımı nedeniyle ekonomik genişleme ile çevre kalitesi arasında olumsuz bir ilişki vardır. Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezi, ekonomik büyüme ile çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi inceler. Hipoteze göre, ekonomik büyümenin başlangıç aşamalarında çevresel bozulma artar, ancak belirli bir gelir seviyesine ulaşıldıktan sonra çevresel bozulma azalmaya başlar. Bulut’a (2021) göre EKC hipotezi, Türkiye için de geçerlidir.

Sanayileşme, fosil yakıt bazlı ekonomi nedeniyle karbon emisyonlarını artıran önemli bir faktördür. Raihan ve Tuspekova (2022) tarafından yürütülen çalışmada, Türkiye’deki artan emisyonların kısmen sanayileşmeden kaynaklandığı ortaya konulmuştur. Bunun yanında, Türkiye’nin enerji sektörü, büyük ölçüde fosil yakıtlara dayalıdır ve bu durum karbon emisyonlarının artmasına neden olmaktadır. Ayrıca ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımlar da yetersizdir (Yeldan, 2023).

Türkiye’nin ticaret ve sanayi merkezi olarak büyümesi, ekonomik faaliyetlerin büyük şehirlere yoğunlaşmasına ve bunun da çevre üzerinde baskı yaratmasına neden olmuştur. Udemba ve Keleş (2022) tarafından yürütülen bir çalışmada, 1970-2018 yılları arasındaki veriler kullanılarak Türkiye’de şehirleşme, sanayileşme, ekonomik büyüme ve fosil yakıt kullanımı gibi faktörlerin karbon emisyonları üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Buna göre, sanayi sektörüne yapılan yatırımların, kırsaldan kentlere doğru yoğun ve tek yönlü bir göç sürecine yol açtığı, bu durumun plansız kentleşmeye ve dolaylı olarak çevre kirliliğine yol açtığı belirtilmektedir. Aynı şekilde sanayi faaliyetlerinin fosil yakıt kullanımını artırmasıyla, sanayileşme ile karbon emisyonları arasında pozitif bir korelasyon olduğu ortaya konmaktadır (Udemba ve Keleş, 2022).

Raihan ve Tuspekova (2022) tarafından yürütülen bir çalışma ise Türkiye’de 1990-2020 yılları arasındaki zaman serisi verilerini kullanarak ekonomik büyüme,

yenilenebilir enerji kullanımı, kentleşme, sanayileşme, turizm, tarımsal verimlilik ve orman alanlarının karbon emisyonları üzerindeki etkilerini analiz etmektedir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre ekonomik büyümedeki %1’lik bir artış, karbon emisyonlarında %0,39’luk bir artışa neden olmaktadır. Sanayileşmede %1’lik bir artış ise karbon emisyonlarında %0,24’lük bir artışa neden olmaktadır.

Kirlilik Sığınağı Hipotezi (PHH)’ne göre, gelişmiş ülkelerdeki daha sıkı çevre düzenlemeleri, çokuluslu şirketlerin kirliliği ve yoğun kirlilik üreten endüstrilerini geliştirmekte olan ülkelere taşımaya teşvik ettiğini savunmaktadır. Ancak bu hipotez Türkiye için geçerli değildir (Bulut, 2021). Bununla birlikte, ülkemiz imalat sanayisinde kaynak kullanımının yoğun olduğu sektörlerdeki (çimento, demir-çelik, tekstil, kâğıt, mobilya, plastik ve seramik vb.) firma sayısı ve üretim miktarı çok yüksektir. OECD tarafından “düşük” ve “orta-düşük” teknoloji seviyesinde tanımlanan bu sektörler, ülke ekonomisinin itici gücü olmakla birlikte kirlilik yükü fazla olan, dolayısıyla çevresel etkileri yüksek olan imalat sektörleridir. Bu sektörlerden vazgeçmek söz konusu olamayacağına göre sanayi işletmelerinin yeşil dönüşümü için temiz teknolojilerin teşvik edilmesi ve döngüsel ekonomi ilkelerinin benimsenmesi bir çıkış yolu olarak gösterilebilir.

2. Yeşil Dönüşüm için Döngüsel Ekonomi

Döngüsel ekonomi, büyümenin doğal kaynak kullanımından ayrıldığı, kaynakların azaltılması ve yeniden dolaştırılması yoluyla sürdürülebilir bir ekonomik sistem olarak tanımlanmaktadır. Döngüsel ekonomi stratejileri; sürdürülebilir ve ekotasarım, enerji ve malzeme verimliliği önlemleri, 3R (azalt-tekrar kullan-geri dönüştür) atık hiyerarşisi, iş modeli inovasyonu ve endüstriyel simbiyoz gibi çeşitli yaklaşımları içerir (Corona vd., 2019). Bu ekonomik model, enerji ve malzeme tüketimine ilişkin döngüleri kapatarak kaynakların tükenmesini önlemeyi amaçlayan bir paradigma değişimidir (Sulich ve Soloduch-Pelc, 2022).

Döngüsel ekonominin en önemli araçlarından birisi olan endüstriyel ekoloji (simbiyoz) ise, endüstriyel

gelişim ile doğal çevre arasındaki etkileşime odaklanır ve çevre dostu uygulamalar için metodolojik rehberlik ve temel teoriler sunar (Shi vd., 2021). Madde ve enerji kaynaklarının endüstriyel sistemler içerisinde dönüşümünün sağlanması; endüstri ile doğal ekosistem arasındaki ilişkilerin detaylandırılarak etüt edilmesi ve endüstriyel sistemlerde proses odaklı değişikliklerin gerçekleştirilmesi ile daha sürdürülebilir endüstriyel sistemler oluşturulmasını hedefleyen çevreci bir yaklaşımdır (Cüce, 2018). Son yıllarda giderek yaygınlaşan endüstriyel ekoloji uygulamaları, ülkelerin sürdürülebilir kalkınmasına önemli katkılar sunmaktadır.

Döngüsel ekonomi, kaynakların kullanımını optimize etmeyi, atıkları en aza indirmeyi ve ürünlerin ve malzemelerin değerini mümkün olduğunca uzun süre korumayı hedefleyen bir ekonomik modeldir (APO, 2022). Döngüsel ekonomi uygulamaları, Birleşmiş Milletler tarafından belirlenen “Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları”na ulaşılmasına katkıda bulunur. Döngüsel ekonomi uygulamaları sayesinde, atık oluşumunun önlenmesi, azaltılması, geri dönüşümü ve yeniden kullanımı yoluyla atık üretimi önemli ölçüde azaltılabilir. Döngüsel ekonomi, kaynakların daha verimli kullanılmasını teşvik eder. Bu, ürünlerin tasarımından başlayarak, üretim süreçlerinde enerji tasarrufu ve emisyon azaltma teknolojilerinin kullanımına kadar uzanır. Bununla birlikte sanayide döngüsel ekonomiye geçiş için ürün tasarımına, demontaj işlemlerine ve ikincil hammadde kalitesine yenilikler getirmek ve bu alana yatırım yapmak gerekir (Panchal vd., 2021).

Döngüsel ekonomi modeli istihdamın artırılmasına ve bölgesel kalkınmaya da katkılar sunmaktadır. Sulich ve Soloduch-Pelc (2022) tarafından yürütülen bir araştırmada, döngüsel ekonomiye geçişin AB’de yeşil işlerin oluşumu için önemli bir itici güç olduğunu göstermektedir. Özellikle, döngüsel ekonomi sektörlerindeki özel yatırımlar, geri dönüşüm teknolojilerindeki yenilikler (patentler) ve biyoatıkların geri dönüştürülmesi gibi faktörlerin yeşil işlerin sayısını artırmada kilit rol oynadığı belirlenmiştir.

Son dönemlerde tüm dünyada önemi giderek artan

döngüsel ekonomi uygulamaları önemli fırsatları beraberinde getirmektedir. Döngüsel ekonomiye geçiş Türk sanayisi için birçok zorluğu beraberinde getirirken, önemli fırsatlar da sunmaktadır. Bilindiği üzere Türkiye, AB mevzuatını kendi ulusal mevzuatına uyarlamaya çalışmaktadır. Bu bağlamda, AB Yeşil Mutabakatı'nın, kaynakların kullanım sonunda atılmak yerine tekrar üretime dönüştürüldüğü ve bir ürünün ömrü boyunca kaynak kullanımının en aza indirildiği döngüsel bir ekonomiyi teşvik ederek kaynak kullanımını azaltması beklenmektedir. Atık yönetimi ve kaynak verimliliği, ülkemizde döngüsellik hızlandırılmasında önemli bileşenlerdir. Türkiye, emisyonları azaltan döngüsel ekonomi uygulamaları için önemli bir potansiyele sahiptir. Türk sanayi sektörünün en önemli müşterisi olan AB pazarında çevre dostu "yeşil ürünlere" olan talep hızla artmakta ve bu durum Türk işletmelerinin yeşil dönüşümünü tetiklemektedir.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, imalat sanayi sektörü 5,4 milyon tonu tehlikeli olmak üzere toplam 28 milyon ton atık üreterek ülkedeki toplam atık üretiminin yaklaşık %25'inden sorumludur. Diğer ana atık üreticileri ise %24,5 ile haneler, %25,6 ile termik santraller ve %24 ile madencilik faaliyetleridir. Türkiye'deki toplam atığın sadece yaklaşık %14,5'i lisanslı atık işleme tesisleri tarafından geri dönüştürülebilmektedir (TÜİK, 2023). Düşük geri kazanım oranı, ülkemizin döngüsel ekonomi hedeflerine ulaşmasının önündeki en önemli engellerden biridir.

Türkiye'nin döngüsel ekonomiye geçişte kat etmesi gereken uzun bir yol bulunmaktadır. Türkiye ekonomisinin döngüsellik oranı %4,54'tür. Bu oran Avrupa Birliği'nde %11,6, Hollanda'da ise %35'tir. Türkiye'nin rekabetçi olduğu en önemli sanayi sektörlerinden biri olan tekstil sektöründe ise bu oran %16'dır. Bu sektörde geri dönüştürülmüş elyaf kullanımının yaygınlaşması ve bunun için önemli yatırımlar yapılması gerekmektedir. Aynı şekilde plastik sektöründe de döngüsellik oranı %15 civarındadır ve bu sektörde de önemli bir dönüşüm potansiyeli bulunmaktadır. Türkiye'nin büyük umutlar bağladığı otomotiv ve akü sektörlerinde de durum aynıdır (ÇŞİDB, 2024).

Bu sektörlerde faaliyet gösteren firmalar arasında iş birliklerinin geliştirilmesi, diğer sektörlerle simbiyoz olanaklarının ortaya çıkarılması ve ihtiyaçlar doğrultusunda etkin destek programlarının geliştirilmesi gerekmektedir. Bu alanda yeni start-up'lara ve yeşil girişimcilere de ihtiyaç bulunmaktadır. Yeni yeşil girişimler, Türkiye ekonomisinin en önemli sorunlarından biri olan işsizlik sorununu çözme potansiyeline sahiptir. Hollanda, Danimarka ve Kanada gibi ülke örnekleri incelendiğinde son dönemde yeşil girişimcilere önemli finansal ve teknik destekler sağlandığı görülmektedir. Dolayısıyla Türk sanayisinde yeşil dönüşümü hızlandırmak için mevzuat, teşvikler, kapasite geliştirme ve piyasa gözetimi gibi farklı fonksiyonların bir arada ele alınması ve politika araçlarının doğru ihtiyaçlara yönlendirilmesi gerekmektedir.

Döngüsel ekonominin gerçekleştirilmesi temel bir sistem değişikliği gerektirmektedir. Bu yeni sistem aynı zamanda yeni iş modellerini de gerektirmektedir. Çeşitli iş modellerini uygularken, şirketlerin hangi iş modelinin kendilerine uygun olduğu ve hangisinin tedarik zincirleri için en çok umut vaat ettiği konusunda fikir edinmeleri gerekir. İşte bu noktada iyi uygulama örnekleri devreye girmektedir. Türk sanayisinde döngüsellik artırmak için şirketler ve sektörler arasında iş birliklerine ihtiyaç vardır. Özellikle tekstil, plastik, çimento ve demir-çelik gibi karbon salınımı yüksek sektörlerde faaliyet gösteren şirketlerin döngüsel iş modellerine geçiş için yönlendirilmesi elzemdir. Bu noktada kamu kurumlarına ve üniversitelere önemli görevler düşmektedir. Kamu sektörü düzenleyici mevzuat ve etkin teşviklerle bu süreci hızlandırabilir.

4. Eko-İnovasyon ve Temiz Teknolojiler

İnovasyon, büyümenin en kritik itici gücü olarak bir işletmeyi mükemmelliğe doğru iter ve rekabet avantajı sağlar, verimliliği artırır, böylece gelecekteki gelişmeler için gerekli olan sosyal sermayenin artmasına yardımcı olur. Eko-inovasyon ise imalat operasyonlarında sürdürülebilir kalkınmayı hızlandırmak için kritik bir rol oynar ve çevresel etkiyi azaltmayı, kaynak verimliliğini artırmayı ve

rekabet avantajı sağlamayı amaçlar (Shahzad vd., 2022). Eko-inovasyon, sürdürülebilir kalkınma hedeflerini destekleyen yeni yaklaşımları, çevresel ve sosyal inovasyonu içerir (Ghobakhloo vd., 2023).

Eko-inovasyon, ekonomik performansı zayıflatmadan çevresel riskleri, kirliliği ve diğer olumsuz enerji kullanım etkilerini azaltmaya yardımcı olur. Şirketlerin rekabet avantajı elde etmelerini, kaynak verimliliğini artırmalarını ve çevresel performanslarını iyileştirmelerini sağlar (Fatma ve Haleem, 2023). İşletmeler tarafından eko-inovasyonun benimsenmesi, özellikle imalat sektöründe sürdürülebilir kalkınmayı hızlandırmak için önemli bir strateji haline gelmiştir. Zira, eko-inovasyon, sürdürülebilir kalkınmaya geçişte kritik bir rol oynar. Eko-inovasyonun, çevresel performansı iyileştirmek, ekonomik rekabet gücünü artırmak ve iş sektörüne ve topluma fayda sağlamak gibi önemli sonuçları ve faydaları bulunmaktadır. Doğal kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlayarak maliyetleri düşürmekte ve sürdürülebilir iş modellerinin geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır (Dogaru, 2020).

Eko-inovasyon, küresel ekonominin kaynak kısıtlamalarına uyum sağlaması ve sürdürülebilir kalkınmaya geçişi kolaylaştırması açısından vazgeçilmez bir araçtır (Fatma ve Haleem, 2023). Eko-inovasyonun ekonomik, sosyal ve çevresel düzeylerde farklı amaçları bulunmaktadır. Ekonomik açıdan enerji ve malzeme maliyetlerini azaltmayı, yeni ürün ve hizmetler, pazarlar, tüketiciler ve iş modelleri geliştirmeyi hedefler. Sosyal açıdan yaşam kalitesini artırmayı ve sürdürülebilir işler yaratmayı amaçlar. Çevresel açıdan ise biyoçeşitliliği korumayı, ekolojik dengeyi sağlamayı, doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimini teşvik etmeyi ve iklim değişikliği sorununa yeni bakış açıları getirmeyi hedefler (Dogaru, 2020). Bu faydalarına rağmen, eko-inovasyonun ülkemizde benimsenme oranı hala düşüktür. Bu durumun nedenleri arasında yatırım için finansal engeller, çevresel politikalar, pazar talebi, bilgi eksikliği ve farkındalık sorunları yer almaktadır.

Eko-inovasyon, çevresel sorunlara çözüm bulmada, enerji tüketimini azaltmada ve sürdürülebilir ekonomik faaliyetleri teşvik etmede kilit rol

oynamaktadır ancak işletmelerin eko-inovasyona yönelik tutumları, politik ve yasal çerçeveler ile finansal kaynaklara erişim gibi faktörler, eko-inovasyonun başarısı için kritik önemdedir (Fatma ve Haleem, 2023). Üretimde kaynak verimliliğinin artırılmasını ve atıkların yeniden değerlendirilmesini amaçlayan endüstriyel ekoloji (simbiyoz) teknikleri de üretim işletmelerinin yan ürünlerinin potansiyel değerinin farkına varmasını sağlayabilir ve genişletilmiş endüstriyel mühendislik, kaynak değerini maksimize etmeyi amaçlayan ideal bir endüstriyel sistem tasarlayabilir. Bu sistemin kimler tarafından ve nasıl hayata geçirileceği ise inovasyon ve girişimciliğin odak noktasıdır (Shi vd., 2021).

Temiz (veya yeşil) teknolojiler ise, sürecin enerji verimliliğini artırarak ve fosil kaynakların kullanımını azaltarak çevresel faydalar sağlar, dolayısıyla bu teknolojiler çevre kirliliğini azaltma ve iklim değişikliğini ele alma konusunda umut verici bir potansiyele sahiptir (Hassoun vd., 2022). Temiz teknolojiler, kaynak kullanımını (su, enerji, toprak) optimize eden, çevresel etkileri en aza indiren, minimum ikincil atık üreten, mevcut ve gelecekteki ekonomik ve sosyal toplumsal ihtiyaçlara göre sürdürülebilir olan teknolojilerdir (Tangato, 2024).

Sürdürülebilir üretim, endüstriyel büyümenin yanı sıra ülkenin yaşam standardının geliştirilmesinin de bel kemiğidir ve özellikle küçük ölçekli işletmeler ve özelleştirilmiş ürünler için maliyet ve zaman açısından daha verimli olabilir. Sürdürülebilir üretimin eksiksiz ve verimli bir yapıya sahip olması için temiz teknolojiler kullanarak yeşil ürünler üretmesi gerekir. Temiz teknolojiler boyutunu teknik ve finansal kararlarına entegre edebilen imalat sanayileri, sonsuz gelecek yarışını kazanmada önemli bir rol oynayacaktır. Temiz teknoloji, çevresel koşulları iyileştirmeyi veya kirliliği önlemeyi, atıkları zararsız hale getirmeyi veya doğa için faydalı hale dönüştürmeyi, hammadde ve enerjiyi en verimli şekilde kullanmayı amaçlar. Temiz teknolojilerin uygulanması, işletme büyüklüğünden bağımsız olarak tüm endüstriyel faaliyetlerde mümkündür (Agrawal, 2021).

Tangato (2024) tarafından yürütülen çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi ve temiz yakıtlara

erişimin, küresel olarak ve hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde CO₂ emisyonları üzerinde negatif bir etkisi olduğu bulunmuştur. Ayrıca ülkelerin gelişmişlik düzeyinin, bu teknolojilerin karbon azaltıcı etkileri üzerinde önemli bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla ülkemiz sanayisinin yeşil dönüşümü için temiz teknoloji yatırımları ve bunların teşvik edilmesi önemlidir.

Yeşil sanayi politikaları, iklim değişikliğiyle mücadelede yeni fırsatlar ve rekabet alanları yaratmaktadır ancak aynı zamanda fosil yakıtlara dayalı endüstrilerin statüko çıkarlarıyla da çatışmaktadır (Allan vd., 2021). Temiz teknoloji olan yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimi ise çevresel ayak izini azaltmaktadır (Bulut, 2021). Sanayiden kaynaklı endüstriyel emisyonların büyük kısmının demir-çelik, çimento, seramik, kimya gibi imalat sektörlerindeki yakma (combustion) faaliyetinden kaynaklı olduğu göz önünde bulundurulduğunda, rüzgâr ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi daha fazla anlaşılmaktadır.

5. Sürdürülebilir Kalkınma için Politika Önerileri

Sürdürülebilirlik, bugün insan faaliyetlerinin tüm yönlerini kapsayan küresel bir zorunluluktur ve genel olarak sistemin sağlıklı bir yaşamı destekleme ve sürdürme yeteneği ile ilgilenir (Kumar ve Mani, 2022). Sürdürülebilir kalkınma ise çevresel kalite, kaynak kullanımı, enerji tüketimi, biyoçeşitlilik, insan hakları, sosyal eşitlik ve refah gibi çeşitli boyutları kapsayan çok yönlü bir kavramdır (APO, 2022). Sürdürülebilir kalkınma, ekonomik, insani, çevresel ve teknolojik boyutlarda eş zamanlı ilerleme gerektirir (Ahmed, 2020).

Sürdürülebilirlik perspektifi başlangıçta endüstrilere ekonomik fayda sağlayan verimlilik temelli bir perspektiftir. Daha sonra bu bakış açısı, operasyonel ve çevresel kaygılarla ilgilenen ürün performansı temelli olarak değişmiştir. Nüfus, tüketim ve yaşam tarzlarındaki artış, daha önce benzeri görülmemiş bir kaynak tüketimine yol açarak küresel çapta imalat ağırlıklı bir büyümeye neden olmuştur (Kumar ve Mani, 2022).

Sürdürülebilir ekonomik büyüme ve onun çevresel maliyetleri dengeleme kapasitesi, sürdürülebilir kalkınma ve ilerlemeyi tanımlayan şeydir. Bu nedenle, yenilenebilir enerjinin teşvik edilmesi, sürdürülebilir kentleşme uygulamalarının benimsenmesi, yeşil sanayileşmenin desteklenmesi, çevre dostu turizmin teşvik edilmesi, iklim değişikliğine duyarlı akıllı tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması ve orman alanlarının korunması ve genişletilmesi, Türkiye'nin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasına yardımcı olabilir (Raihan ve Tuspekova, 2022).

Sürdürülebilir kalkınma hedefi, bölgesel düzeyde yeşil sanayilerin geliştirilmesi vurgusuyla kendini göstermektedir. Grillitsch ve Hansen (2019), bölgesel kalkınma bağlamında, olası dört ana yeşil sanayi geliştirme yolu önermektedir:

- Mevcut yeşil sanayilerin büyümesi
- Mevcut sanayilerin yeşil teknolojiler, organizasyonel inovasyonlar veya iş modelleri aracılığıyla niteliksel olarak dönüşümü
- Mevcut bilgi birikiminin yeni yeşil sanayilere uygulanması veya birleştirilmesi yoluyla çeşitlenme
- Mevcut bölgesel sanayilerle ilgisi olmayan yeni yeşil sanayilerin ortaya çıkması (teknolojik atılımlar veya dış kaynaklardan yatırım yoluyla)

Söz konusu geliştirme yollarından ikinci ve dördüncü başlıkların ülkemiz için daha uygun olduğu değerlendirilebilir. Ancak bunun için sanayi politikalarının iklim politikaları ile eşgüdümünün sağlanması gerekmektedir. Türkiye'nin iklim politikaları, genellikle "özel koşullar" argümanına dayanmakta ve emisyon azaltım hedeflerinden kaçınmayı amaçlamaktadır. Bu durum, ülkenin düşük teknoloji ve yüksek karbonlu kalkınma modelini sürdürmesine yol açmaktadır (Yeldan, 2023). Eyad ve Perçin (2024) tarafından yürütülen çalışma, Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma performansını iyileştirmek için kapsamlı bir strateji gerektirdiğini vurgulamaktadır. Bu strateji çevresel, ekonomik ve sosyal politikaları kapsamalıdır. Bu kapsamda Türkiye ekonomisi için aşağıdaki öneriler sunulmuştur:

- Çevre dostu teknolojilere yatırım: Özellikle teknolojik gelişimin yetersiz olduğu bölgelerde çevre dostu teknolojilere yatırım yapılmalı ve bu teknolojilerin erişilebilirliği artırılmalıdır.
- Çevresel risklerin azaltılması: Hava, su ve toprak kirliliğini azaltacak politikalar geliştirilmeli ve bu politikaların etkinliği denetlenmelidir.
- Bilinçlendirme ve katılım: Sürdürülebilir kalkınma konusunda toplumun tüm kesimleri bilinçlendirilmeli ve karar alma süreçlerine katılımları teşvik edilmelidir.
- Bölgesel eşitsizliklerin giderilmesi: Bölgeler arasındaki sürdürülebilir kalkınma performans farklarının azaltılması için bölgesel kalkınma programları geliştirilmelidir.
- Yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş: Fosil yakıtların kullanımını azaltarak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik eden politikalar uygulanmalıdır.

Temiz yeşil teknolojilerin benimsenmesinin küresel ısınma ve iklim değişikliği etkisinin azaltılmasına yönelik olumlu katkısının önümüzdeki yıllarda güçlü bir şekilde büyümesi beklenmektedir (Ceylan ve Aydın, 2021). Özellikle, yenilenebilir enerji kullanımının teşvik edilmesi ve enerji verimliliğinin artırılması, Türkiye'nin çevresel performansının iyileştirilmesinde önemli rol oynayabilecektir. Ayrıca, Türkiye'nin ekonomik yapısındaki değişim (sanayi sektöründen hizmet sektörüne geçiş) çevresel bozulma üzerinde etkili olabilecektir (Bulut, 2021).

Masanneh ve Ağan (2024) ise yürüttükleri çalışma sonucunda sürdürülebilir kalkınma perspektifinden Türkiye için aşağıdaki önerileri sıralamışlardır:

- Türkiye, çevre dostu ve sürdürülebilir sanayi üretimi için temiz teknolojileri benimsemeye yönelik taahhüdünü güçlendirmelidir.
- Atık azaltma, geri dönüşüm ve sürdürülebilir kaynak yönetimi gibi çevre dostu sanayi uygulamaları teşvik edilmelidir.
- Döngüsel ekonomi prensipleri benimsenerek atık üretimi en aza indirilmeli ve kaynak verimliliği artırılmalıdır.
- Temiz teknolojiler alanında araştırma ve geliştirme desteklenmelidir.
- Şirketlerin sürdürülebilir uygulamaları benimsemeleri için teşvikler sunulmalıdır.
- Türkiye, ekonomik ilerlemeyi teşvik ederken çevresel sürdürülebilirliği korumak için yeşil sanayileşmeye geçişi teşvik etmek amacıyla sektörlere daha düşük faiz oranları ve vergiler gibi bazı imtiyazlı muameleler uygulamalı, ancak kirlletici vergilerini güçlendirmelidir.
- Çevreyi koruma ve ekonomik kalkınmayı dengelemek için kapsamlı bir politika yaklaşımı benimsenmelidir.
- Yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapılmalı, enerji verimliliği uygulamaları desteklenmelidir.
- Biyolojik çeşitliliği ve doğal yaşam alanlarını koruma çabaları genişletilmelidir.
- İklim değişikliğiyle mücadele için bütünsel bir eylem planı oluşturulmalıdır.

Allan ve diğerlerine göre (2021) yeşil sanayi politikaları, çevresel teknolojilerin gelişimini teşvik etmek ve kolaylaştırmak için tasarlanmış yatırımlar, teşvikler, düzenlemeler ve politika destekleri olarak tanımlanabilir. Yukarıda sunulan öneri setlerinin birçoğu yenilikçi teşvik planlarına ve yeşil dönüşümü önceleyen sanayi politikalarına ihtiyaç olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, sanayiden kaynaklı çevresel etkilerin azaltılması için bütünsel bir bakış açısıyla tüm sektörlerin ele alınması gerektiği açıktır.

Bilindiği üzere, Birleşmiş Milletler (BM) gibi uluslararası örgütler, iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak için uluslararası anlaşmalar yoluyla çalışmalar yapmaktadır. Türkiye, geçtiğimiz yıllarda çeşitli uluslararası anlaşmaları imzalayarak iklim değişikliğiyle mücadele çabalarına katılmıştır. Türkiye, IPCC tarafından belirlenen standartlara göre yıllık insan kaynaklı emisyon envanterleri sunmaktadır. Türkiye, 2021'de İklim Değişikliği Performans Endeksi (CCPI)'nde sera gazı emisyonlarında düşük, iklim politikasında çok düşük

ve yenilenebilir enerjide yüksek bir not almıştır. Aynı yıl, Türkiye 2053 yılına kadar net sıfır taahhüdünü açıklamıştır (Masanneh ve Ağan, 2024).

Dijital ekonomi araçları, endüstriyel yeşil dönüşüm için önemli bir hızlandırıcı olarak tanımlanmakta, bu araçlar aynı zamanda üretim yöntemlerini değiştirme, kaynak ve ekolojik yönetimi geliştirme ve yeşil üretimi güçlendirme potansiyeli taşımaktadır (Wang ve Kang, 2024). Türkiye'nin en önemli ticaret ortağı olan Avrupa'nın dijital teknolojilerdeki yarışta Asya ve ABD'nin gerisinde kalması, temiz teknolojilerdeki konumunu daha da önemli hale getirmektedir. Bu bağlamda geliştirilen Avrupa Yeşil Mutabakatı iklim hedeflerine odaklanmasına rağmen ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik boyutlarını yeterince ele almadığı için, ABD Enflasyon Düşürme Yasası (IRA) ve Çin'in temiz teknolojilerdeki iddialı duruşu nedeniyle AB'nin konuya yaklaşımı Net Sıfır Sanayi Yasası (NZIA) ile yeniden değerlendirilmiştir (Veugelers vd., 2024). Ülkemiz sanayi ürünleri ihracatının çok önemli bir bölümünün AB ülkelerine olduğu göz önüne alındığında, sanayide yeşil dönüşümün kaçınılmaz olduğu ortaya çıkmaktadır.

Yeldan'a göre (2023), Türkiye'nin ekonomik büyüme modeli, kısa vadeli spekülasyon finans akışlarına bağımlı olup, bu durum sürdürülebilir ve yeşil bir sanayi politikası izlemesini engellemektedir. İklim değişikliğiyle mücadele etme zorunluluğu, yeşil bir sanayi devrimini gerektirmektedir. Sanayinin dönüşümünde yenilikçiliğin teşvik edilmesi, teknoloji seçiminde iş birliğine dayalı bir yaklaşım izlenmesi ve rekabet politikalarının korunması, başarılı bir geçiş için kritik öneme sahiptir (Veugelers vd., 2024). Sanayinin yeşil dönüşümü, sürdürülebilir bir geleceğe doğru önemli bir adım olabilir. Ancak, bu dönüşümün başarılı olabilmesi için, hükümetlerin, şirketlerin ve diğer paydaşların iş birliği yapması ve dönüşümün temel unsurlarını geliştirmeye odaklanması gerekmektedir (Ghobakhloo vd., 2023).

Son zamanlarda temiz teknolojilerdeki gelişmeler, dünyanın küresel sıcaklığı dengelemek ve Paris Anlaşması hedeflerine ulaşmak için güvenebileceği potansiyel araçlar olarak ortaya çıkmıştır (Tangato, 2024). Zira, ülkelerin küresel ekonomideki

sınıflandırılması ile bu ülkelerin temiz teknoloji yatırımları arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (Ceylan ve Aydın, 2021). Bu bağlamda, işletmelerin temiz teknolojilere geçişi; çalışanların katılımı, maliyet azaltma, marka tanınırlığı gibi içsel faktörlerin yanı sıra mevzuat, tüketici talepleri ve kamuoyu baskısı gibi dışsal faktörlerle de desteklenmelidir (Agrawal, 2021).

Bunun yanında döngüsel ekonomi modeli, sürdürülebilir kalkınmaya giden en uygun yol olarak kabul edilmektedir. Çoğu döngüsel stratejinin odak noktası bir sistemin malzeme döngüselliklerini artırmak olsa da bu döngüsellik aynı anda çevre, ekonomi ve toplum için sürdürülebilir olmalıdır (Corona vd., 2019). Sistem perspektifi bakımından döngüsel ekonomi konusu, mikro (ürün ve endüstri), mezo (eko-endüstriyel park) ve makro (ulusal ve şehir) düzeylerde ele alınabilmektedir. Döngüsel ekonomi, literatürde mikro düzeyde en çok çalışılan alandır (Panchal vd., 2021). Bununla birlikte mezo düzeyde dünyada önemli eko-endüstriyel park uygulamaları bulunmaktadır. Bu bağlamda, ülkemizde organize sanayi bölgelerinin döngüsel ekonomi ilkeleri doğrultusunda, endüstriyel simbiyozu önceleyecek şekilde kurgulanması da yeşil dönüşüm çabalarına önemli katkılar sağlayacaktır.

6. Sonuç

Tüm ülkelerde olduğu gibi, sanayi sektörü ekonomik büyümenin motoru olup, üretim artışları sanayi dışı sektörlerin de verimliliğini artırmaktadır (Gür, 2022). Türkiye'de de sanayi sektörü, istihdama ve ekonomik kalkınmaya yaptığı katkılar göz önüne alındığında hayati öneme sahiptir. Bununla birlikte, Türkiye'de artan ekonomik büyüme, çevresel sürdürülebilirliğin azalmasıyla ve karbon emisyonlarının artmasıyla ilişkilidir (Raihan ve Tuspekova, 2022). Dolayısıyla, karbon emisyonlarının azaltılması ve sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması için sanayileşmenin olumsuz etkilerinin kontrol altına alınması gerekmektedir (Udemba ve Keleş, 2022).

Sanayi işletmeleri, pazarda rekabet avantajı ve görünürlük sağladığından, sürdürülebilirliğin modern üretim için kritik öneme sahip olduğunun

farkındadır. Bu durum, temiz (sürdürülebilir) üretim, endüstriyel ekoloji ve döngüsel ekonomi gibi çeşitli paradigmaların gelişmesine yol açmıştır (Kumar ve Mani, 2022). Sürdürülebilir üretim, ülkelerin yaşam standartlarını yükseltirken aynı zamanda endüstriyel büyümeyi destekleyen önemli bir unsurdur. Bu, doğal kaynakların tüketiminin, doğanın kendini yenileme hızıyla orantılı olduğu bir süreçtir (Agrawal, 2021).

Sanayide etkin bir emisyon yönetimi için mevcut politikaların çok ötesine geçilmesi, gerekli altyapının oluşturulması ve firmaların gerekli teknolojik önlemler almasının sağlanması gerekmektedir. Ayrıca sanayi, enerji, teknoloji ve çevre politikaları birlikte değerlendirilerek sanayide teknolojik dönüşüm ve karbon yönetimi birlikte ele alınmalıdır. Bu noktada özellikle gelişmekte olan ülkelerde olması gerektiği gibi Türkiye’de de sanayinin yeni teknolojilerle beslenmesinin teşvik edilmesi ve düşük karbonlu üretim stratejilerine yönlendirilmesi gerekmektedir. Özel sektörün bu süreçte aktif bir rol oynayabilmesi için ulusal politikanın netlik, öngörülebilirlik ve istikrar içermesi gerekmektedir. Dolayısıyla iklim değişikliği konusunda net politikalar, hedefler ve düzenlemeler özel sektörü harekete geçirecek ve temiz teknolojilere yönlendirecek en önemli araçlar arasında yer almaktadır (Dinçbaş vd., 2021).

Türkiye’nin yeşil dönüşüm sürecine ilişkin değerlendirme yaparken, ülkemizin üretim ve ticaretteki mevcut durumunun dikkate alınması gerekmektedir. Türkiye’nin son dönemdeki sanayi politikaları incelendiğinde; orta-yüksek ve yüksek teknoloji ürünlerin sanayi ve ihracat içerisindeki payının artırılması, rekabet gücü ve verimliliği daha yüksek, dünya ihracatından daha fazla pay alan, ağırlıklı olarak yüksek katma değerli ürünlerin üretildiği, nitelikli iş gücüne sahip ve aynı zamanda çevreye ve topluma duyarlı bir sanayi yapısının oluşturulmasının hedeflendiği görülmektedir.

Türkiye, son yıllarda Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından özellikle ürün özelinde yayımladığı mevzuatlar ile çevreye duyarlı tasarımı gerektiren elektrik-elektronik, makine ve otomotiv sektörlerinde çevre dostu teknolojilerin geliştirilmesini, enerji verimliliğinin artırılmasını sağlamıştır. Bununla

birlikte bu sektörler de dahil olmak üzere enerji maliyetlerinin azaltılması ve temiz enerjiye geçiş için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve ürün yaşam döngüsü sonrası geri dönüşümün teşvik edilmesi noktasında önemli adımlar atılmıştır.

Bunların yanında, yeşil dönüşüm süreci hem kamu hem de sanayi tarafında zorluklar içermektedir. Örneğin enerji verimliliği için tasarım gereklilikleri, atık yönetimi, geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı, kimyasal güvenlik ve sera gazı emisyonlarının azaltılması gibi konularda daha fazla ilerleme sağlanması gerekmektedir. Özellikle cam, çimento, demir-çelik, tekstil gibi ülkemizin ana sektörleri enerji tüketimi ve çevresel etkiler açısından önemli bir rol oynamaktadır ve bu alanda da dönüşüm çabalarının güçlendirilmesi önem arz etmektedir.

Ayrıca, yakın zamanda yürürlüğe girmesi beklenen İklim Kanunu ile düzenlenecek karbon fiyatlandırma mekanizması da sanayinin yeşil dönüşümünü ivmelendirecektir. Kanun ile iklim finansmanı için kaynakların geliştirilmesi ve yeşil/sürdürülebilir sermaye piyasası araçlarının kamu otoriteleri tarafından teşvik edilmesi ve ulusal emisyon ticaret sisteminin kurulması sağlanacaktır. Söz konusu düzenleme, AB Yeşil Mutabakatındaki koşulların karşılanması ile ticaretin kolaylaştırılması açısından Türkiye için önemli bir adımdır.

Yeşil dönüşümün, sanayide kaynak verimliliğini artırması, eko-inovasyona dayalı yeni ürünler ve yeni iş alanları yaratması beklenmektedir. Zira, sanayideki dönüşümle birlikte iş gücü piyasasının yeniden şekilleneceği açıktır. Bu süreç yeni istihdam fırsatları yaratırken, yeni riskleri de beraberinde getirebilir. Bu nedenle, bölgesel kalkınma temelli yeşil büyüme politikaları teşvik edilirken, iş gücü piyasasının da ortaya çıkabilecek zorluklara karşı yeni beceriler geliştirmeye yönelik politikalarla desteklenmesi gerekmektedir. İş gücü piyasasının yeni itici güçlerinden biri olabilecek yeşil işler, sürdürülebilir kalkınma için önemli bir unsur olarak kabul edilmektedir. Yeşil işler, ekosistemleri ve biyoçeşitliliği korumaya, yüksek verimlilik stratejileriyle enerji, malzeme ve su tüketimini azaltmaya, ekonomiyi karbonsuzlaştırmaya ve her

türlü atık ve kirlilik oluşumunu en aza indirmeye veya tamamen önlemeye yardımcı olan işleri içerir (Sulich ve Soloduch-Pelc, 2022). Çevre koruma ve kirliliğin önlenmesi, birçok faaliyeti etkileyen yatay bir ilgi alanı olmasının yanı sıra, giderek kendi teknolojisini geliştiren, ürün pazarı oluşturan, iş gücü piyasasını canlandıran ve katma değer yaratan bir sektör haline gelmiştir. Sanayide döngüsellik temelli politika ve uygulamaların geliştirilmesi, özellikle temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaşması, istihdamın artırılması ve iş gücünün niteliğinin iyileştirilmesi için önemli bir fırsattır. Çevre dostu teknolojilerin gelişmesiyle birlikte çevreye duyarlı politikaların istihdam yaratma potansiyeli de artabilir.

Türkiye'nin yeşil dönüşüm sürecine ilişkin başarısı, ulusal ve uluslararası düzeydeki mevzuat gelişimine uyum, bu çerçevede hazırlanacak politika destekleri, finansman olanakları ve teknolojik yeniliklere bağlı olacaktır. Özellikle en büyük ihracat pazarımız olan AB'deki ürün ve üretim özelinde çevre yükümlülükleri konusunda mevzuat gelişimi ile birlikte ülkemizin bu düzenlemelere tam uyumu zorunlu hale gelmektedir. Bu kapsamda, özellikle sanayi alanında, sanayicilerimizin gelecekte bu büyük pazarda herhangi bir sorunla karşılaşmaması adına kamu otoritelerinin ortak çalışmaları hem mevzuat hem de uygulama yönünde sürmektedir. Bu bağlamda, ortak vizyonla yeşil politikaları teşvik edecek düzenlemelerin ülkemizde hayata geçirilmesi, şirketlerin çevresel performanslarını iyileştirmesine ve vatandaşların sürdürülebilir yaşam tarzlarına yönelik farkındalığını artırmasına katkı sağlayacaktır.

Bilgilendirme

Çatışma Beyanı

Yazar tarafından herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Fon Desteği

Bu Çalışmada herhangi bir resmi, ticari ya da kar amacı gütmeyen organizasyondan fon desteği alınmamıştır.

Etik Standartlara Uygunluk

Yazar tarafından Çalışmada kullanılan araç ve yöntemlerin Etik Kurul İzni gerektirmediği beyan edilmiştir.

Etik Beyanı

Yazar tarafından bu Çalışmada bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu; yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan edilmiştir.

Kaynakça

- Agrawal, M. K. (2021). Role of Clean Technology in Sustainable Manufacturing. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(1S), 437-444.
- Ahmed, E. M. (2020). Modelling green productivity spillover effects on sustainability. *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development*, 17(3), 257-267.
- Allan, B., Lewis, J. I. and Oatley, T. (2021). Green industrial policy and the global transformation of climate politics. *Global Environmental Politics*, 21(4), 1-19.
- Asian Productivity Organization (APO). (2022). *Green Productivity and Circular Economy Complementary Approaches to Sustainable Development*. Tokyo.
- Aslan, B. K. (2023). Bölgesel Kalkınma Kapsamında Yeni Sanayi Odakları ve Önemi: Gaziantep İli Örneği. *Sosyal Bilimlerde Akademik Araştırma ve Değerlendirmeler-IV*, 57-68.
- Bozkurt, C. and Akan, Y. (2014). Economic Growth, CO2 Emissions and Energy Consumption: The Turkish Case. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(3), 484-494.
- Bulut, U. (2021). Environmental sustainability in Turkey: an environmental Kuznets curve estimation for ecological footprint. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 28(3), 227-237.
- Ceylan, Z. and Aydın, Ş. D. (2021). Green production-clean technology and eco-efficiency keys for sustainability. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences (PEN)*, 9(2), 347-358.
- Corona, B., Shen, L., Reike, D., Carreón, J. R. and Worrell, E. (2019). Towards sustainable development through the circular economy—A review and critical assessment on current circularity metrics. *Resources, Conservation and Recycling*, 151, 104498.
- Cüce, H. (2018). Endüstriyel üretimde döngüsel çevre politikaları. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2), 111-122.
- Çağlar, A. E. ve Aşkın, B. E. (2023). A path towards green revolution: How do competitive industrial performance and renewable energy consumption influence environmental quality indicators?. *Renewable Energy*, 205, 273-280.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞİDB). (2024). “Türkiye’nin Döngüsel Ekonomiye Geçiş Potansiyelinin Değerlendirilmesi için Teknik Destek Projesi”, Döngüsel Ekonomide Entegre Atık Yönetimi Eğitimi Notları.
- Dogaru, L. (2020). Eco-innovation and the contribution of companies to the sustainable development. *Procedia Manufacturing*, 46, 294-298.
- Dinçbaş, T., Ergeneli, A. and Yiğitbaşıoğlu, H. (2021). Clean technology adoption in the context of climate change: Application in the mineral products industry. *Technology in Society*, 64, 101478.
- Eyad, A. and Perçin, S. (2024). “An innovative approach to evaluating sustainable development performance: The case of Turkey.” *Natural Resources Forum*. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.
- Fatma, N. and Haleem, A. (2023). Exploring the nexus of eco-innovation and sustainable development: A bibliometric review and analysis. *Sustainability*, 15(16), 12281.
- Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Morales, M. E., Nilashi, M. and Amran, A. (2023). Actions and approaches for enabling industry 5.0-driven sustainable industrial transformation: A strategy roadmap. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 30(3), 1473-1494.
- Grillitsch, M. and Hansen, T. (2019). Green industry development in different types of regions. *European Planning Studies*, 27(11), 2163-2183.
- Gür, B. (2022). The Effects of Economic Policy Choices on Industrialization in Türkiye. *Industrial Policy*, 2(2), 55-62.
- Hassoun, A., Prieto, M. A., Carpena, M., Bouzembrak, Y., Marvin, H. J., Pallares, N., ... and Bono, G. (2022). Exploring the role of green and industry 4.0 technologies in achieving sustainable development goals in food sectors. *Food Research International*, 162, 112068.
- Kumar, M. and Mani, M. (2022). Sustainability assessment in manufacturing for effectiveness: challenges and opportunities. *Frontiers in Sustainability*, 3, 837016.
- Masanneh, F. and Ağan, B. (2024). Unraveling the link between environment and economic growth in Türkiye. *İzmir İktisat Dergisi*, 39(1), 275-293.
- OECD. (2023). “OECD Economic Surveys: Türkiye 2023”. https://www.oecd.org/en/publications/oecd-economic-surveys-turkiye-2023_864ab2ba-en.html, (Erişim tarihi:05.03.2025).
- Panchal, R., Singh, A. and Diwan, H. (2021). Does circular economy performance lead to sustainable development?—A systematic literature review. *Journal of Environmental Management*, 293, 112811.
- Raihan, A. and Tuspekova, A. (2022). Dynamic impacts of economic growth, renewable energy use, urbanization,

- industrialization, tourism, agriculture, and forests on carbon emissions in Turkey. *Carbon Research*, 1(1), 20.
- Shahzad, M., Qu, Y., Rehman, S. U. and Zafar, A. U. (2022). Adoption of green innovation technology to accelerate sustainable development among manufacturing industry. *Journal of Innovation & Knowledge*, 7(4), 100231.
- Shi, Y., Lu, C., Hou, H., Zhen, L. and Hu, J. (2021). Linking business ecosystem and natural ecosystem together—a sustainable pathway for future industrialization. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(1), 38.
- Statista. (2025). “Distribution of carbon dioxide emissions worldwide in 2023, by sector” <https://www.statista.com/statistics/1129656/global-share-of-co2-emissions-from-fossil-fuel-and-cement/>, (Erişim tarihi: 03.03.2025).
- Sulich, A. and Soloduchko-Pelc, L. (2022). The circular economy and the Green Jobs creation. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(10), 14231-14247.
- Tangato, K. F. (2024). The impact of clean technology adoption on carbon emissions: A global perspective. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 26, 1-18.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2023). “Atık İstatistikleri, 2022”. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Atik-Istatistikleri-2022-49570>, (Erişim tarihi: 05.03.2025).
- Udemba, E. N. and Keleş, N. İ. (2022). Interactions among urbanization, industrialization and foreign direct investment (FDI) in determining the environment and sustainable development: new insight from Turkey. *Asia-Pacific Journal of Regional Science*, 6(1), 191-212.
- Veugelers, R., Tagliapietra, S. and Trasi, C. (2024). Green industrial policy in Europe: Past, present, and prospects. *Journal of Industry, Competition and Trade*, 24(1), 1-22.
- Wang, H., and Kang, C. (2024). Digital economy and the green transformation of manufacturing industry: evidence from Chinese cities. *Frontiers in Environmental Science*, 12, 1324117.
- Yang, X., Xu, Y., Razzaq, A., Wu, D., Cao, J. and Ran, Q. (2024). Roadmap to achieving sustainable development: does digital economy matter in industrial green transformation?. *Sustainable Development*, 32(3), 2583-2599.
- Yeldan, A. E. (2023). Turkey: Challenges and strategies toward decarbonization and sustainable development under the age of finance. *The Japanese Political Economy*, 49(2-3), 183-211.