

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**TÜRK İNŞAAT SEKTÖRÜNDE DÖNGÜSEL EKONOMİ FARKINDALIK
İNCELEMESİ**

Yüksek Lisans TEZİ

Shahin DAVUT

Mimarlık Anabilim Dalı

Proje ve Yapım yönetimi Programı

ARALIK 2025

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**TÜRK İNŞAAT SEKTÖRÜNDE DÖNGÜSEL EKONOMİ FARKINDALIK
İNCELEMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Shahin DAVUT
(502211418)**

Mimarlık Anabilim Dalı

Proje ve Yapım Yönetimi Programı

Tez Danışmanı: Doç.Dr. Bahriye İlhan JONES

ARALIK 2025

ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY ★ GRADUATE SCHOOL

**AN INVESTIGATION OF CIRCULAR ECONOMY AWARENESS IN THE
TURKISH CONSTRUCTION SECTOR**

M.Sc. THESIS

**Shahin DAVUT
(502211418)**

**Department of Architecture
Project and Construction Management**

Thesis Advisor: Doç. Dr. Bahriye İlhan JONES

DECEMBER 2025

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün **502211418** numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Shahin DAVUT, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “TÜRK İNŞAAT SEKTÖRÜNDE DÖNGÜSEL EKONOMİ FARKINDALIK İNCELEMESİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Bahriye İlhan Jones**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Pınar Çakmak**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Begüm Sertyeşilışık
İstanbul Üniversitesi

Teslim Tarihi : **13.10.2025**
Savunma Tarihi : **04.12.2025**





Aileme ve beni destekleyen meslektaşlarıma teşekkürlerle



ÖNSÖZ

Bu çalışma sürecinde her zaman yanımda olan, desteğini, rehberliğini ve iş birliğini esirgemeyen değerli danışmanım Dr. Bahriye İlhan Jones'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma sürecine katkı sağlayan tüm meslektaşlarıma ve yapıllı çevre sektöründe görev yapan uzman katılımcılara da teşekkür ederim; katkıları olmadan bu tez tamamlanamazdı.

Tezimin daha ileri bir seviyeye taşınmasına değerli yorumlarıyla katkıda bulunan jüri üyeleri Doç. Dr. Pınar Çakmak ve Prof. Dr. Begüm Sertyeşılışık'a ayrıca teşekkürlerimi sunarım.

Her koşulda yanımda olan, sevgisini ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen aileme en derin minnettarlığımı sunuyorum. Sizlerin motivasyonu olmadan bu tezi tamamlamak mümkün olmazdı.

ARALIK 2025

Shahin DAVUT



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	ix
İÇİNDEKİLER	xi
KISALTMALAR	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET.....	xix
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
1.1 Problem Tespiti	3
1.2 Araştırmanın Soruları	4
1.3 Amaç ve Hedefler.....	4
1.4 Araştırma Yöntemi	5
2. İNŞAAT SEKTÖRÜ VE DÖNGÜSEL EKONOMİ.....	7
2.1 Doğal ve Yapılı Çevre.....	7
2.2 Türkiye’de Yapılı Çevrenin Oluşumu.....	10
2.3 Yapılı Çevre ve Sürdürülebilirlik	15
2.3.1 Yeşil bina sertifika sistemlerinin değerlendirilmesi.....	15
2.3.2 Çevresel, sosyal ve ekonomik boyutlarda sürdürülebilirlik ilkelerinin belirlenmesi	19
2.3.3 Türk inşaat sektöründe sürdürülebilirlik uygulamaları	24
2.3.3.1 LEED ve Türkiye’deki LEED uygulamaları.....	24
2.3.3.2 BREEAM ve Türkiye’deki BREEAM uygulamaları.....	25
2.3.3.3 Yeşil Sertifika Yerleşme (YeS-TR)	25
2.3.3.4 B.E.S.T. ve Türkiye’deki B.E.S.T. uygulamaları	26
2.3.3.5 DGNB	26
2.3.3.6 EDGE	27
2.3.3.7 Envision	27
2.4 Döngüsel Ekonominin Kavramsal Gelişimi.....	28
2.5 Doğrusal Ekonomi ve Döngüsel Ekonominin Karşılaştırılması	37
2.6 Döngüsel Ekonominin İşleyişi ve Uygulama Boyutları.....	42
2.7 Döngüsel Ekonomiye Destekleyen Yaklaşımlar	55
2.7.1 Mavi ekonomi	56
2.7.2 Simit ekonomisi	57
2.7.3 Biyoekonomi ve biyodöngüsel ekonomi.....	58
2.7.4 Döngüsel ekonomiye geçişte fırsatlar ve zorluklar.....	58
2.8 Türkiye’de Döngüsel Ekonomi Politikaları	61
2.9 Döngüsel Ekonominin Ekonomik Büyüme Üzerine Etkileri.....	67
2.10 İnşaat Sektöründe Döngüsel Ekonomi	70
2.10.1 Atık yönetimi	72
2.10.2 Sökülebilirlik ve döngüsel yapım süreçleri.....	73
2.10.3 Reddet, yeniden düşün, yeniden kullan	74

2.10.4 Bina yaşam döngüsü ve kullanımı	75
2.10.5 Esneklik ve uyum	75
2.10.6 Geri dönüşüm, sürdürülebilir kaynak kullanımı	76
2.10.7 Döngüsel ekonomi uygulamaları	78
2.10.8 9R stratejisi ve inşaat sektörü	81
2.11 Döngüsel Ekonomiye Yönelik Farkındalık Üzerine Literatür İncelemesi	86
3. TÜRK İNŞAAT SEKTÖRÜNDE DÖNGÜSEL EKONOMİ FARKINDALIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ	89
4. TARTIŞMA	103
4.1 Bilgi Düzeyinin Uygulamalar Üzerindeki Etkisi	103
4.2 Ekonomik, Kurumsal ve Yapısal Engellerin Uygulamalar Üzerindeki Etkisi	104
4.3 Finansal Destek ve Eğitim Sağlanması Durumunda Uygulamaya Yönelik İsteklilik	105
4.4 Döngüsel Ekonominin Benimsenmesini Hızlandıracak Araçlara İlişkin Görüşler	105
4.5 Genel Değerlendirme	106
5. SONUÇ	107
5.1 Araştırmanın Amaç ve Hedefleriyle Uyumlu Sonuçlar	107
5.2 Genel Sonuç	108
5.3 Öneriler	108
KAYNAKLAR	111
EKLER	133
ÖZGEÇMİŞ	143

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
BEE	: Yapılı Çevre Verimliliği
BEST	: Binalarda Ekolojik ve Sürdürülebilir Tasarım
BREEAM	: Yapı Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Metodu
CASBEE	: Binaların Çevresel Etkinliği İçin Detaylı Değerlendirme Sistemi
ÇEDBİK	: Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği
ÇŞİDB	: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
DE	: Döngüsel Ekonomi
DGNB	: Alman Sürdürülebilir Yapı Sertifikası
EASAC	: Avrupa Akademileri Bilim Danışma Konseyi
GÜS	: Genişletilmiş üretici sorumluluğu
IISBE	: Sürdürülebilir Yapılı Çevre için Uluslararası Girişim
KAKS	: Kat Alanları Kat Sayısı
LEED	: Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik
SbTool	: Sürdürülebilir Bina Aracı
SKDM	: Sınırdaki Karbon Düzenlemesi Mekanizması
TAKS	: Taban Alanı Kat Sayısı
TK	: Tükenmekte olan Kaynak
UIA	: Uluslararası Mimarlar Birliği
Un DESA	: Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal İlişkiler Departmanı
UNEP	: Birleşmiş Milletler Çevre Programı
WBCSD	: Dünya Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi
YK	: Yenilenebilir Kaynak



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1:	3194 Sayılı İmar Kanunu'na göre plan kademelenmesi.....	11
Çizelge 2.2:	Yeşil bina sertifika sistemleri.	17
Çizelge 2.3:	Doğrusal ekonomi ve döngüsel ekonomi yaklaşım farkları.	42
Çizelge 3.1:	Katılımcıların demografik bilgilerine ilişkin bulgular.	90
Çizelge 3.2:	Yapı malzemelerinin çevresel etkisini belgeleyen sertifikasyon veya etiketleme sistemlerinin tercihleri etkileme durumuna yönelik bulgular.....	91
Çizelge 3.3:	Döngüsellik göz önünde bulundurularak tasarlanmış herhangi bir ürün veya hizmetten haberdar olma durumuna ilişkin bulgular.	93
Çizelge 3.4:	Döngüsel ekonomiye katılmak için katılımcıların aktif olarak harekete geçme durumuna ilişkin bulgular.	94
Çizelge 3.5:	Yeterli finansal destek ve eğitim sağlanması durumunda, gelecekte projelerde döngüsel ekonomi prensiplerini uygulamayı düşünme durumuna ilişkin bulgular.....	94
Çizelge 3.6:	Önümüzdeki 10 yıl içinde Türk inşaat sektöründe döngüsel ekonomi prensiplerinin yaygın bir uygulama haline geleceğini düşünme durumuna ilişkin bulgular.....	95
Çizelge 3.7:	Kullanılan yeşil bina değerlendirme sistemlerine tanıma ile ilgili bulgular.....	96
Çizelge 3.8:	Yeşil bina değerlendirme sistemlerine göre geliştirilen projelerde yer alma durumuna ilişkin bulgular.....	96
Çizelge 3.9:	Kullanılan 9R stratejilerine ilişkin bulgular.	96
Çizelge 3.10:	Çalışılan firma projelerinde aktif olarak uygulanan 9R stratejilerine ilişkin bulgular.....	97
Çizelge 3.11:	Türkiye'de döngüsel ekonomi prensiplerinde en çok uygulanan aşamalara ilişkin bulgular.....	97
Çizelge 3.12:	Döngüsel ekonomi prensiplerinin benimsenmesini hızlandırmak için en etkili çözümlere ilişkin bulgular.	98
Çizelge 3.13:	Türkiye'de döngüsel ekonomi prensiplerinin inşaat sektöründe benimsenmesini engelleyen en büyük zorluklara ilişkin bulgular.	99
Çizelge 3.14:	Projelerde döngüsel ekonomi prensiplerini uygulama önündeki en büyük engele ilişkin bulgular.	99
Çizelge B.1:	Demografik sorular için literatür kaynakçası	140
Çizelge B.2:	Sertifikasyon ve malzeme soruları için literatür kaynakçası	141
Çizelge B.3:	9R stratejileri soruları için literatür kaynakçası.....	141
Çizelge B.4:	Yaşam döngüsü soruları için literatür kaynakçası.....	141
Çizelge B.5:	Engeller ve çözümler soruları için literatür kaynakçası	142



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Yapılı çevrenin yaşam döngüsü.	9
Şekil 2.2: Sürdürülebilir kent ilkeleri.	23
Şekil 2.3: Doğrusal ekonomiden döngüsel ekonomiye geçiş modelleri.....	31
Şekil 2.4: Tasarımın seviyelerindeki kararların sonuçları.	36
Şekil 2.5: Doğrusal ekonomi ve döngüsel ekonomi.	43
Şekil 2.6: Döngüsel ekonomi diyagramı.	45
Şekil 3.1: Yapı malzemesinin geri dönüşüme uygun olmasının seçimleri etkileme durumuna yönelik bulgular.	92
Şekil 3.2: İnşaat sektöründe döngüsel ekonomi kavramı hakkında katılımcıların sahip oldukları bilgi düzeyine ilişkin bulgular.....	92
Şekil 3.3: Türkiye’de inşaat firmalarının döngüsel ekonomi prensiplerini ne kadar uyguladığına yönelik bulgular.....	93
Şekil 3.4: Döngüsel ekonomi prensipleri hakkında eğitim veya rehberlik almak isteme durumuna ilişkin bulgular.....	95
Şekil 3.5: Projelerde döngüsel ekonomi prensiplerinin bina yaşam döngüsünde kullanıldığı aşamalara ilişkin bulgular.	98
Şekil 3.6: Soru 13 tematik dağılımı.	101



TÜRK İNŞAAT SEKTÖRÜNDE DÖNGÜSEL EKONOMİ FARKINDALIĞININ İNCELENMESİ

ÖZET

Bu tez, Türk inşaat sektöründe çalışan profesyonellerin döngüsel ekonomi (DE) farkındalık düzeylerini, uygulama durumlarını ve döngüsel ekonomiye geçiş sürecini etkileyen faktörleri incelemeyi; elde edilen bulgular doğrultusunda sektörde döngüsel ekonomiye geçişi destekleyecek stratejik öneriler geliştirmeyi amaçlamaktadır. Döngüsel ekonomi, kaynakların verimli kullanımı, atıkların en aza indirilmesi ve malzeme yaşam döngülerinin uzatılması yoluyla sürdürülebilir kalkınmayı teşvik eden yenileyici bir model sunar. Ulusal ve uluslararası literatürün incelenmesi, inşaat sektöründe döngüsel ekonomi uygulamalarına yönelik çeşitli fırsatlar ve engelleri ortaya koymakta, bu engeller arasında özellikle profesyonel farkındalık eksikliği sıkça vurgulanmaktadır.

Bu iddiayı ampirik olarak test etmek amacıyla, mimarlar, mühendisler, yükleniciler ve diğer sektör paydaşlarını hedef alan nicel bir anket çalışması yürütülmüştür. Anket hem bireysel hem de kurumsal düzeyde farkındalık seviyelerini ölçmeyi; DE'ye yönelik bilgi düzeyini, algılanan önemini ve uygulama durumunu ortaya koymayı amaçlamıştır. Bulgular, katılımcıların kavramsal düzeyde genel bir anlayışa sahip olduklarını ancak uygulamaya yönelik bilgi ve deneyimlerinin sınırlı olduğunu göstermektedir; bu durum özellikle firma düzeyinde belirgindir.

Yapılan analizler sonucunda katılımcıların %39,3'ü yapı malzemelerinin çevresel etkisini belgeleyen sertifikasyon veya etiketleme sistemlerinin tercihleri etkilediğini, %41'i yapı malzemesinin geri dönüşüme uygun olmasının seçimleri etkilediğini bildirmiştir. Katılımcıların %34,4'ünün döngüsel ekonomi kavramını anketten önce duyduğu ama fazla bilgi sahibi olmadığı belirlenmiştir. %45,9'u Türkiye'de inşaat firmalarının döngüsel ekonomi prensiplerini çok nadir uygulandığını ifade etmiştir. %32,8'i döngüsellik göz önünde bulundurularak tasarlanmış herhangi bir ürün veya hizmetten haberdar olup olmadığından emin değildir ve %31,1'i döngüsel ekonomiye katılmak için katılımcıların aktif olarak harekete geçme durumunda kararsız kaldıkları belirlenmiştir. %86,9'u yeterli finansal destek ve eğitim sağlanması durumunda, gelecekte projelerde döngüsel ekonomi prensiplerini uygulamayı düşünmektedir ve %47,5'i önümüzdeki 10 yıl içinde Türkiye'nin inşaat sektöründe döngüsel ekonomi prensiplerinin yaygın bir uygulama haline geleceğini düşünme konusunda emin değildir. %67,2'si döngüsel ekonomi prensipleri hakkında eğitim veya rehberlik almak istemektedir.

Katılımcıların %25,7'si B.E.S.T. Konut Sertifikası – Türkiye sistemini kullanırken, %16,4'ü LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) – ABD yeşil bina değerlendirme sistemlerine göre geliştirilen projelerde yer almaktadır. %15,4'ü Repair (Onar) ve %11,7'si Recover (Geri Kazan) 9R stratejilerini kullanırken, %12,6'sı Reuse (Yeniden Kullan) ve %14,3'ü Repair (Onar) 9R stratejilerini uygulamaktadır. %34,2'sinin yıkım ve malzeme geri kazanım aşamasında döngüsel ekonomi

prensiplerini en fazla kullandığı ve %32,9'unun projelerde döngüsel ekonomi prensiplerinin bina yaşam döngüsünde hiçbir aşamada döngüsel ekonomi prensiplerini uygulamadığını belirlenmiştir. %28,4'ü devlet teşvikleri ve sübvansiyonlarının ve %24,3'ünün malzeme ve ürünlerin geri dönüşümünü destekleyen altyapıların döngüsel ekonomi prensiplerinin benimsenmesini hızlandırmak için en etkili çözümler olduğunu ifade ettiği tespit edilmiştir. %20,9'unun yüksek ilk yatırım maliyetlerinin Türkiye'de döngüsel ekonomi prensiplerinin inşaat sektöründe benimsenmesini engelleyen en büyük zorluklar arasında olduğunu belirttiği ve %20'sinin yüksek ilk yatırım maliyetlerin projelerde döngüsel ekonomi prensiplerini uygulama önündeki en büyük engel olduğunu bildirdiği belirlenmiştir.

Sonuçlar, literatürde sıklıkla vurgulanan düşük farkındalık düzeyinin benimsemeyi kısıtladığı yönündeki görüşü desteklemekte ve profesyonel eğitim, kurumsal destek ve stratejik iletişim gibi hedefe yönelik eylemlerin gerekliliğine işaret etmektedir. Mevcut farkındalık düzeylerini haritalandırarak, bu çalışma döngüsel ekonominin Türk inşaat sektörüne daha etkin şekilde nasıl entegre edilebileceğine dair değerli içgörüler sunmaktadır; bu da çevresel ve ekonomik sürdürülebilirliği desteklemeye katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Döngüsel Ekonomi, Sürdürülebilir Kalkınma, Çevresel Politikalar, İnşaat sektörü

AN INVESTIGATION OF CIRCULAR ECONOMY AWARENESS IN THE TURKISH CONSTRUCTION SECTOR

SUMMARY

This thesis Investigates the awareness levels of circular economy (CE) among professionals working in the Turkish construction sector, considers this awareness as a key indicator of adoption, and aims to develop strategies to support this process by evaluating the transition to a circular economy in Turkey's built environment sector. The circular economy offers a regenerative model that promotes sustainable development through the efficient use of resources, minimizing waste, and extending material lifecycles. A review of national and international literature reveals various opportunities and barriers to circular economy implementation in the construction sector, with a lack of professional awareness being frequently highlighted among these barriers.

To empirically test this claim, a quantitative survey targeting architects, engineers, contractors, and other industry stakeholders was conducted. The survey aimed to measure awareness levels at both individual and organizational levels, revealing the level of knowledge, perceived importance, and implementation status of DE. The findings indicate that participants have a general conceptual understanding but limited practical knowledge and experience; this is particularly evident at the firm level. As a result of the analysis, 39.3% of participants reported that certification or labeling systems documenting the environmental impact of building materials influence their choices, while 41% reported that the recyclability of building materials influences their choices. It was determined that 34.4% of participants had heard of the concept of a circular economy before the survey but were not well-informed. 45.9% stated that construction companies in Turkey rarely implement circular economy principles. 32.8% were unsure whether they were aware of any products or services designed with circularity in mind, and 31.1% were undecided about actively participating in the circular economy. 86.9% intend to implement circular economy principles in future projects if adequate financial support and training are provided, and 47.5% are unsure whether they believe circular economy principles will become widespread in the Turkish construction sector within the next 10 years. 67.2% would like to receive training or guidance on circular economy principles. 25.7% of the participants use the BEST Housing Certificate in Turkey system, while 16.4% are involved in projects developed in accordance with the LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) green building rating system in the USA. 15.4% use the Repair and 11.7% Recover 9R strategies, while 12.6% apply the Reuse and 14.3% Repair 9R strategies. It was determined that 34.2% use circular economy principles most frequently in the demolition and material recovery phase, and 32.9% do not apply circular economy principles in projects at any stage of the building life cycle. 28.4% stated that government incentives and subsidies, and 24.3% that infrastructure supporting the recycling of materials and products are the most effective solutions for accelerating the adoption of circular economy principles. It was determined that 20.9% of

respondents indicated that high initial investment costs were among the biggest challenges hindering the adoption of circular economy principles in the construction sector in Turkey, and 20% reported that high initial investment costs were the biggest obstacle to implementing circular economy principles in projects.

The results support the view frequently emphasized in the literature that low awareness levels constrain adoption and point to the need for targeted actions such as professional training, institutional support, and strategic communication. By mapping current awareness levels, this study provides valuable insights into how the circular economy can be more effectively integrated into the Turkish construction sector, which will contribute to supporting environmental and economic sustainability.

Keywords: Circular Economy, Sustainable Development, Environmental Policies, construction sector



1. GİRİŞ

Döngüsel ekonomi, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada etkili bir üretim modeli olarak ele alınmaktadır ve atıkların geri dönüşümüyle ekonomiye yeniden katılması süreci olarak tanımlanmaktadır (Ghisellini vd., 2016; Korhonen vd., 2018). Bu sistem lineer ekonomide atık olarak nitelendirilen materyalleri değerli kaynaklara çevirmekte ve atık oluşumunun önlenmesine yönelik çalışmalar yürütmektedir (Murray vd., 2017). Döngüsel ekonominin değer kazandırdığı atıklar, üretim ve tüketim gibi faaliyetler sonucu ortaya çıkan ve işe yaramaz olarak görülüp yok edilmek istenen materyallerdir. Eğer bu atıklara gereken ilgi gösterilmezse çevresel ve toplumsal sağlık üzerinde olumsuz etkiler yaratabilmektedir (Zorpas, 2020).

Döngüsel ekonomi modelinde sıfır atık prensibi benimsenmekte, atık üretiminin ve çevresel zararların önüne geçilmesi hedeflenmekte ve böylece ekonomik katkı sağlanmaktadır (Eskin, 2020). Bu yaklaşım katı atık miktarını azaltmanın en etkili yolu olarak görülmektedir (Özuyar vd., 2021). Geleneksel lineer ekonominin bir alternatifi olan döngüsel ekonomi, büyüme yerine küçülme, fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerji, fazla kaynak kullanımı yerine verimlilik, yoğun üretim ve tüketim yerine paylaşım ve yüksek atık miktarları yerine sıfır atık hedefleriyle doğayla uyumlu bir yaşam ve biyoçeşitliliğin korunması yönünde çalışmaktadır (Murray vd., 2017). Çevre üzerindeki olumsuz etkileri minimize etmeyi amaçlayan döngüsel ekonomi, sınırlı kaynakları daha verimli kullanmak, atıkları geri dönüştürerek hammadde maliyetlerini düşürmek, yeniden üretimle ürünlerin ömrünü uzatmak ve paylaşım yoluyla faydaları artırmak gibi temel ilkeler üzerine kurulmaktadır (Murray vd., 2017).

Döngüsel ekonomi, kaynak kıtlığını ve çevresel tahribatı azaltma hedefiyle geliştirilmiş sürdürülebilir kalkınmayı destekleyen bir strateji olarak ortaya çıkmaktadır (Yılmaz, 2019). Doğal kaynakların israfını ve malzeme tüketimini düşürmek amacıyla lineer ekonominin izlediği “yap-kullan-at” modelinin aksine hiçbir şeyin ziyan olmadığı ve sürekli bir dönüşüm içinde olduğu bir yapıyı benimsemektedir (Ay Türkmen ve Kılıç, 2020). Döngüsel ekonomi, geleneksel beşikten mezara yaklaşımını terk edip beşikten beşiğe ürün ve hizmet tasarımı

felsefesine geçişi ifade etmektedir (McDonough vd., 2003). Döngüsel ekonomiye geçilmesiyle üretim n evre üzerindeki zararlı etkileri azalırken, kaynakların daha etkin kullanılmasıyla sürdürülebilir kalkınma da sağlanmaktadır (Greşi, 2020).

Birleşiemiş Milletler'in sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada kaynakların verimli ve etkin kullanımı büyük önem taşımakta ve Bu hedeflere ulaşmada ve üretimi teşvik etmede döngüsel ekonomiye geçiş başlıca yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir (Aşkın Uzel, 2020). Döngüsel ekonomi, bir ürünün değerini maksimize etmek ve onun ömrünü uzatmak için yenileyici ve onarıcı bir yaklaşımı desteklemektedir (Upadhyay ve Alqassimi, 2019). Döngüsel ekonomiye dönüşüm süreci yalnızca teknik yeteneklerle ele alınacak basit bir sistem değişikliği değildir. Toplumun tüketim alışkanlıkları ve bireylerin tüketim algılarının köklü bir şekilde yeniden şekillendirilmesi gereken bir paradigma değişikliğini ifade etmektedir (Gökşen vd., 2020).

Döngüsel ekonomi, inşaat sektörü için büyük önem taşımaktadır (Pomponi ve Moncaster, 2017). İnşaat faaliyetleri, malzeme tüketimi ve atık üretimi açısından yüksek çevresel etkiye sahip bir sektör olduğundan, döngüsel ekonomi prensiplerinin benimsenmesi hem inşaat atıklarının geri kazanımı hem de kaynak verimliliğinin artırılması açısından kritik bir rol oynamaktadır (Adams vd., 2017; Akanbi vd., 2018). Yapı malzemelerinin geri dönüştürülmesi ve yeniden kullanımı, sektörde maliyetlerin düşürülmesine katkı sağlarken çevresel sürdürülebilirliği de desteklemektedir (Akbarnezhad ve Xiao, 2017; Hossain vd., 2020). Ayrıca döngüsel ekonomi, uzun ömürlü yapı tasarımı, modüler ve yeniden kullanılabilir yapı bileşenlerinin kullanımını teşvik ederek sektördeki çevresel etkilerin azaltılmasına imkân tanımaktadır (Ghisellini vd., 2016; Yuan vd. 2011). Ancak literatürde sıklıkla vurgulandığı üzere, bu dönüşümün en önemli koşullarından biri profesyonel farkındalık düzeyidir (Mhatre vd., 2021; Topraklı, 2024). Türk inşaat sektöründe DE prensiplerinin uygulanma kapasitesi yalnızca teknik çözümlerle değil, aynı zamanda sektör çalışanlarının bilgi, algı ve katılım düzeyiyle de doğrudan ilişkilidir (Zorpas, 2020; Akanbi vd., 2018). Bu tez çalışması kapsamında, mimar, mühendis, yüklenici ve diğer sektör paydaşlarını kapsayan nicel bir araştırma ile döngüsel ekonomi farkındalık düzeyleri ve benimsemenin önündeki engeller analiz edilmekte; elde edilen bulgular doğrultusunda sektörde DE'ye geçişi destekleyecek stratejik öneriler geliştirilmektedir.

1.1 Problem Tespiti

Türk inşaat sektöründe döngüsel ekonomiye (DE) geçiş süreci, çeşitli yapısal, kurumsal ve kültürel engeller nedeniyle sınırlı düzeyde ilerlemektedir (Yılmaz, 2022; Topraklı, 2024). Öncelikle, mevcut yasal düzenlemeler inşaat ve yıkıntı atıklarının geri kazanımı ve yönetimi konusunda yeterince kapsamlı ve uygulanabilir değildir (Mhatre vd., 2021). Şantiyelerde açığa çıkan beton, çelik ve ahşap gibi malzemelerin yeniden kullanımı veya geri dönüştürülmesine yönelik standart prosedürlerin eksikliği, sektör genelinde uygulama birliğinin sağlanamamasına yol açmaktadır (Akıncı ve Başaran, 2023).

İkinci olarak, altyapı yetersizlikleri döngüsel ekonomiye geçişin önünde önemli bir engel teşkil etmektedir (Zorpas, 2020). Atıkların toplanması, taşınması ve işlenmesi için gerekli lojistik ve teknolojik altyapının eksikliği, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler açısından ciddi zorluklar yaratmaktadır (Hossain vd., 2020). Bu durum, geri dönüşüm süreçlerinin maliyetini artırmakta ve firmaların uygulama motivasyonunu azaltmaktadır (Ghisellini vd., 2016).

Üçüncü olarak, teknik kapasite ve bilgi eksikliği dikkat çekmektedir. Modüler yapı elemanlarının geliştirilmesi, geri dönüştürülmüş malzemelerin tasarıma entegre edilmesi ve yaşam döngüsü odaklı planlama yaklaşımlarının benimsenmesi konularında sektörde yeterli uzmanlık ve deneyim bulunmamaktadır (Akanbi vd., 2018). Bu eksiklik, inovatif malzeme ve tasarım çözümlerinin sınırlı kalmasına neden olmaktadır (Yuan vd., 2011).

Dördüncü olarak, sektörel ve toplumsal farkındalık düzeyi oldukça düşüktür (Mhatre vd., 2021). Malzeme geri dönüşümünün ekonomik avantajları ve çevresel faydalarına dair bilgi eksikliği, döngüsel ekonomi uygulamalarına olan ilgiyi azaltmaktadır (Adams vd., 2017). Profesyonellerin önemli bir kısmı, döngüsel ekonomi kavramını bilmekle birlikte, uygulamaya yönelik bilgi ve deneyim açısından sınırlı kalmaktadır (Topraklı, 2024).

Son olarak, atık yönetimi ve kaynak verimliliği stratejilerinin sistematik biçimde hayata geçirilememesi, beton, çelik, ahşap ve diğer yapı malzemelerinin ekonomik ve çevresel değerinin kaybolmasına yol açmaktadır (Akbarnezhad ve Xiao, 2017). Bu durum yalnızca doğal kaynak tüketimini artırmakla kalmamakta, aynı zamanda inşaat

sektörünün çevresel sürdürülebilirlik performansını da zayıflatmaktadır (Pomponi ve Moncaster, 2017).

Tüm bu faktörler, Türk inşaat sektöründe döngüsel ekonomiye geçiş sürecini yavaşlatmakta ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasını güçleştirmektedir (Yıldız vd., 2020).

1.2 Araştırmanın Soruları

Bu tez çalışması kapsamında Türkiye’de inşaat sektöründe döngüsel ekonomi farkındalığı, uygulama durumu ve geçiş sürecini etkileyen faktörler incelenmektedir. Bu bağlamda araştırma aşağıdaki sorulara odaklanmaktadır:

- Yapı malzemelerinin geri dönüşüme uygunluğu, sertifikasyon/etiketleme sistemleri ve yeşil bina değerlendirme sistemleri tercihler üzerinde nasıl bir etki yaratmaktadır?
- Türk inşaat sektöründe döngüsel ekonomi prensiplerinin uygulanma düzeyi, hangi aşamalarda yoğunlaşmakta ve geleceğe dönük nasıl bir potansiyele işaret etmektedir?
- Döngüsel ekonomi prensiplerinin benimsenmesini hızlandıracak çözümler ile uygulamayı sınırlayan engeller nelerdir?

1.3 Amaç ve Hedefler

Bu çalışmanın temel amacı, Türk inşaat sektöründe döngüsel ekonomi farkındalığını ve uygulama potansiyelini inceleyerek, geçiş sürecini destekleyecek öneriler geliştirmektir. Bu amaç doğrultusunda çalışmanın hedefleri şunlardır:

- Yapı malzemelerinin geri dönüşüme uygunluğu, sertifikasyon/etiketleme sistemleri ve yeşil bina değerlendirme sistemlerinin tercihler üzerindeki etkisi ile döngüsel ekonomi prensiplerinin Türk inşaat sektöründeki uygulanma düzeyini ve uygulanma aşamalarını ortaya koymak.
- Döngüsel ekonomi prensipleri kapsamında kullanılan yeşil bina değerlendirme sistemleri ile 9R stratejilerinin tercih ve uygulama düzeylerini incelemek.

- Döngüsel ekonomi prensiplerinin benimsenmesini hızlandıracak çözümleri ve uygulamanın önündeki engelleri katılımcı görüşleri doğrultusunda belirlemek.

Bu hedefler, araştırmanın hem mevcut durumun nicel analizini hem de geleceğe yönelik çözüm ve politika önerilerini kapsamakta; böylece sektörde döngüsel ekonomiye geçiş sürecine katkı sağlayacak kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır.

1.4 Araştırma Yöntemi

Araştırma, nicel araştırma yöntemleri kapsamında yer alan genel tarama modeli esas alınarak yürütülmüştür. Genel tarama modeli, çok sayıda birimden oluşan bir evrende yer alan özelliklerin betimlenebilmesi amacıyla, evrenin tamamı ya da onu temsil eden bir örneklem üzerinden veri toplanmasına dayanan bir araştırma yaklaşımıdır. Bu modelde nicel veriler genellikle anket uygulamaları aracılığıyla elde edilmekte ve söz konusu veriler istatistiksel analiz teknikleri kullanılarak değerlendirilmektedir. Bu sayede olayların, nesnelerin, bireylerin, kurumların ve çeşitli alanların mevcut durumları ve temel özellikleri ortaya konulmaya çalışılmaktadır (Büyüköztürk vd., 2013). Tarama araştırmaları kapsamında ayrıca, araştırma evreninden seçilen örneklem demografik özelliklerinin belirlenmesi, belirlenen konulara yönelik görüşlerinin ve ilgili tercihlerinin saptanması amaçlanmaktadır (Bahtiyar ve Can, 2016).

Araştırmanın evrenini, Türkiye genelindeki mimarlar, mühendisler, yükleniciler ve diğer sektör paydaşları çalışanları oluşturmuştur. Araştırmanın örneklemi ise ulaşılabilir örnekleme ile ulaşılan aktif olarak görev yapan 61 mimar, mühendis, yüklenici ve diğer sektör paydaşları oluşturmuştur. Katılımcıların seçilmesinde gönüllülük esas alınmıştır ve istedikleri zaman araştırmayı her hangi bir yaptırıma maruz kalmadan bırakabilecekleri bilgilerine sunulmuştur.

Araştırmada kullanılan veri toplama aracı anket formundan oluşmaktadır. Anketin temel amacı, Türk inşaat sektöründe döngüsel ekonomi farkındalığını, bu farkındalığın sektörel tercihlere yansımalarını ve uygulama potansiyelini belirlemektir. Araştırmacı tarafından literatür taraması ile oluşturulan ankette toplam 20 soru bulunmaktadır. Anket formunda demografik özelliklerin (cinsiyet, yaş, eğitim düzeyi, çalışılan kurumun türü, çalışılan firmanın büyüklüğü, mesleki rol, mesleki tecrübe ve çalışılan firmanın ağırlıklı olarak faaliyet gösterdiği alan) yanı sıra katılımcıların yapıları çevre

profesyonelleri arasında döngüsel ekonomi prensiplerinin benimsenmesine yönelik farkındalıklarını ortaya çıkaracak sorular yer almaktadır. Örneğin “1. Yapı malzemelerinin çevresel etkisini belgeleyen sertifikasyon veya etiketleme sistemleri (ekolojik etiketler, yeşil sertifikalar vb.) tercihlerimi etkiler.”, “3. Aşağıdaki hangi yeşil bina değerlendirme sistemlerine göre geliştirilen projelerde yer aldınız?”, “10. Çalıştığınız firma projelerinde aşağıdaki 9R stratejilerinden hangileri aktif olarak uygulanmaktadır?” gibi sorular bulunmaktadır.

Anket, 2025 yılı içinde çevrimiçi ortamda ve yüz yüze yöntemlerle katılımcılara uygulanmıştır. Çevrimiçi anket formu TMMOB tarafından elektronik mail aracılığıyla üyelere ulaştırılmıştır ve katılımcıların Katılımı gönüllülük esasına dayalıdır. Anket formunun giriş bölümünde katılımcılara araştırmanın amacı, verilerin yalnızca bilimsel amaçla kullanılacağı, kişisel bilgilerin gizli tutulacağı belirtilmiştir. Anket soruları bağımsız bilgi edinmeye yönelik hazırlandığından ölçek bazlı güvenilirlik analizleri (Cronbach Alpha, faktör analizi vb.) uygulanmamıştır. Bu nedenle ortalama toplam puan veya ölçek skorları hesaplanmamış, her bir soru ayrı bir veri kaynağı olarak değerlendirilmiştir.

Araştırmada elde edilen verilerin analizinde “SPSS 27.0” programından faydalanılmıştır. Araştırmada katılımcıların demografik bilgilerine ve anket sorularına yönelik elde edilen veriler betimsel istatistik yöntemiyle ortalama, standart sapma, yüzde ve frekans değerleri hesaplanmıştır. Her bir soru için frekans (n), yüzde (%) değerleri hesaplanmıştır. Araştırma bulguları tablo ve çizelgeler halinde sunulmuş, her tablo metin içerisinde açıklanmıştır.

2. İNŞAAT SEKTÖRÜ VE DÖNGÜSEL EKONOMİ

2.1 Doğal ve Yapılı Çevre

Türkiye 2872 sayılı Çevre Kanunu çevreyi daha geniş bir çerçevede, insanların ve diğer canlıların yaşamları süresince etkileşimde bulundukları ve birbirlerini etkileyen fiziksel, sosyal, biyolojik, ekonomik ve kültürel ortamlar olarak açıklamaktadır (Anonim, 2013). Yirminci yüzyılın araştırmacıları için ana tema olan “çevre” sözcüğü, kapsamlı ve geniş tanımlar içermektedir ve geleceğin yaşam biçimlerini şekillendirmekte olan alt bileşenleri ile incelenmektedir. İnsan, her an çevresiyle etkileşim halinde olduğundan bu etkileşimler insan ve yaşam kavramlarından ayrı düşünülememektedir (Sivri, 1993).

Bireysel ve toplumsal ölçekte insanın yaşam biçimini şekillendiren dış etkilerin tümü çevre olarak ifade edilmektedir (Duca, 2024). Fiziksel ve sosyal bileşenlerin dikkate alınmasıyla bitkiler ve yapılar fiziksel çevreyi, insanların psikolojik durumları ve yaşam kaliteleri üzerinde etkili olan diğer insanlar ise sosyal çevreyi oluşturmaktadır (Lai vd., 2025). Yapılı çevre kavramı, insan eliyle yapılmayan doğal ortamları kapsamaktadır. İnsan, var olduğu andan itibaren yaşam kalitesini artırmak için çevresine müdahalelerde bulunmaktadır. İnsan eliyle oluşturulan kentler ve diğer unsurlar yapılı çevrenin elemanlarını oluşturmaktadır (Chrysikou vd., 2025). Mimarlık disiplininde çevre kavramı fiziksel ve sosyal olmak üzere iki ana bölüme ayrılmaktadır (Melis vd., 2024). Çevre, birbirleriyle etkileşim içinde olan dış unsurların oluşturduğu sistemin tümü olarak tanımlanabilmektedir (Haddadi vd., 2024). İnsan, bu etkileşimler zincirinde farklı yerlerde ve oranlarda etkileşen bir unsur olarak yer almaktadır. Bu nedenle dış etkenlerdeki herhangi bir değişiklik insan üzerinde doğrudan etkiler yaratmaktadır (Albuquerque ve Santiago, 2025).

Fiziksel çevre, doğal unsurlar ve insan eliyle oluşturulan yapay unsurların iç içe geçtiği bir yapıya sahiptir ve doğa ve yapay unsurlar arasında net sınırların olmadığı bir bütün olarak tanımlanmaktadır (Tuan, 1977). Maddeye dayalı bu yapı, insan etkilerini de içermektedir. Fiziksel çevre; doğal çevre faktörleri ve yapay çevre faktörleri olmak

üzere iki ana bileşenden oluşmaktadır (Kayıhan, 2006). bir bölgenin bitki örtüsü, topografyası, jeolojik yapısı, mineral kaynakları ve genel fiziki özelliklerini kapsayan bütüncül bir yapıyı ifade etmektedir. İnsan toplulukları, bu doğal yapının yalnızca bir parçası olmakla kalmayıp, aynı zamanda üzerinde kalıcı etkiler bırakmakta ve çevresel değişim süreçlerinde belirleyici rol oynamaktadır (Odum, 1971; Atalay, 1997). Yerküre, su, hava ve toprak bileşenlerinin oluşturduğu geniş biyosfer katmanı ile oksijen, besin ve su dengesini sağlamaktadır Böylece canlılar için uygun bir yaşam ortamı sunmaktadır (İzgi, 1999).

Mimari tasarım, çeşitli katmanları içeren bir süreçtir ve bu süreç yapının yerleşeceği alanın coğrafyası, çevresel bitki örtüsü, hâkim rüzgarların yönü ve şiddeti gibi doğal ve yapay çevre unsurlarını dikkate almaktadır (De Kay ve Brown, 2014). Sürdürülebilir mimari tasarım öncelikle bitki örtüsü, arazinin yapısı ve su unsurları gibi çevresel faktörleri ele almaktadır (Watson ve Labs, 2023). Mimari tasarımın temel unsurları arasında iklim, rüzgâr, sıcaklık, güneş, yağış, nem ve doğa olayları gibi çevresel faktörler yer almaktadır (Olgyay, 2015; Givoni, 1998).

Mimari tasarımda ekolojik düşünce ve eko-tasarım, doğal çevreyle uyumlu bir yapıyı çevre oluşturmayı amaçlayan sürdürülebilir yaklaşımlar arasında yer almaktadır (McDonough vd., 2003). Bu anlayış, insan yapımı çevrelerin doğanın işleyişiyle çelişmeden var olmasını hedeflemekte; doğal sistemlerle bütünleşik, çevresel etkileri minimuma indirilmiş tasarımlar önermektedir. Bu süreç kaynakların elde edilmesinden kullanım aşamasına, yıkım aşamasından ekosistem içindeki döngüsel süreçlere kadar uzanmaktadır (Guy ve Farmer, 2001). Yapılı çevre ve doğal çevre arasındaki biyobütünleşme üç ana boyutta incelenmektedir. Fiziksel bütünleşme yapılı çevrenin ekosistemlerin fiziksel özellikleri ve süreçleri ile coğrafi ve konumsal olarak entegrasyonunu ifade etmektedir. Sistematik bütünleşme yapılı çevrede gerçekleşen işlevsel akışlar ve süreçlerin ekosistemlerdeki işleyişlerle uyumlu hale gelmesini kapsamaktadır (Gölemen, 2014). Zamansal bütünleşme ise insanların ve yapılı çevrenin doğal kaynakları kullanımı ve tüketimi ile ekosistemlerin yenilenme hızları arasındaki sürdürülebilir uyumu vurgulamaktadır (Gölemen, 2014).

İnsanlık tarihi boyunca bireyler, doğal çevreyle uyum sağlama çabalarını farklı biçimlerde ortaya koymuşlardır. Bu çabaların temelinde, çevresel koşullara karşı korunma ve konfor seviyesini yükseltme amacıyla yapay ortamlar oluşturma arzusu yatmaktadır (Roth, 2000; İzgi, 1999). Bu süreç, yalnızca fiziksel barınak üretimiyle

sınırlı kalmayıp; kültürel, sosyal ve teknolojik bağlamda şekillenen yapılı çevrelerin oluşumunu beraberinde getirmiştir (Rapoport, 2004; Kuban, 1992).

Günümüzde doğrudan doğal çevrede yaşanmasa bile, bireyler yapay çevrelerin dolaylı etkilerini günlük yaşamlarında yoğun biçimde hissetmektedir. Bu yapay çevreler; insan eliyle oluşturulmuş binalar, yollar, altyapılar ve şehirleşme dinamikleri gibi doğaya sonradan eklenmiş tüm fiziksel unsurları kapsamaktadır (Erdoğan ve Bayraktar, 2023).

Yapılı çevre statik değil; dinamik bir varlık olarak değerlendirilmektedir (Brand, 1994). Zira bu çevre; toplumların değişen ihtiyaçlarına bağlı olarak büyür, dönüşür ve evrilir (Moffatt ve Kohler, 2008). Yapılı çevrenin yaşam döngüsü; ihtiyaç doğması, inşa süreci, işlev değişikliği ve nihayetinde yıkım aşamalarını içererek tamamlanmaktadır (Douglas, 2006). Bu döngüsel yapı, kentlerin mekânsal hafızasını da sürekli olarak yeniden yazmaktadır (Rossi, 1982).

Yapıların yaşam süreçleri; tasarım, yapım, işletme, yenileme ve yıkım gibi evreler üzerinden incelenmektedir (Kibert, 2016). Kronenburg (2007), uyarlanabilir ve esnek tasarım yaklaşımlarının, binaların işlevsel değişim aşamasını uzatarak yapıların sürdürülebilirliğini artırmayı amaçladığını vurgulamaktadır. Bu bağlamda yazar, esnek tasarımın bu evrelerde özellikle “işlevsel değişim” süresini uzatarak çevresel etkiyi azaltabileceğini savunur (Schmidt III ve Austin, 2016) (Şekil 2.1).



Şekil 2.1: Yapılı çevrenin yaşam döngüsü (Alsibaa, 2022).

İnşa edilmiş çevre, insanların kendi ihtiyaçlarına göre yaptıkları düzenlemelerle oluşturulan yapay alanlardır (Graves, 1990; Lawson, 2001). Bu alanlar günlük yaşamın ayrılmaz birer unsuru haline gelmiştir ve köprüler, evler, fabrikalar, parklar, çiftlikler, caddeler, yollar ve anıtlar gibi yapılarla tanımlanmaktadır (Graves, 1990). Uluslararası Mimarlar Birliği (UIA) 2011 yılında mimarlık ve inşa edilmiş çevreyi, “*yapılarımız, köylerimiz, kasabalarımız, şehirlerimiz ve doğal çevremiz*” şeklinde ifade etmiştir. Bu unsurların insan etkinlikleri ve ilişkiler için bütünsel bir çerçeve oluşturduğunu vurgulamaktadır (Taşçı, 2014).

2.2 Türkiye’de Yapılı Çevrenin Oluşumu

Türkiye’deki yapı çevresinin gelişimi, Anayasa’dan başlayarak imar yasaları, planlama yönetmelikleri ve kentsel tasarım ilkelerine kadar uzanan çok katmanlı bir yasal çerçeve ile şekillendirilmiştir (Keleş, 1990). Bu yasal düzenlemeler, temel dayanağını 1982 Anayasası’nın 'konut hakkı' ve 'sağlıklı bir çevrede yaşama hakkı'nı düzenleyen maddelerinden alarak, hem yapılaşma sürecini hem de mekânsal düzenlemeyi yönlendirmektedir (Ersoy, 2016; Tekeli, 2011). Bu süreçte en önemli yasal belgelerden biri olan 3194 sayılı İmar Kanunu (İmar Kanunu, 1985) ve bu kanunun uygulanışını detaylandıran Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği (Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği, 2014) bulunmaktadır. Şehrsel yapı çevresinde yer alan sokaklar, bu düzenlemelere göre hazırlanan imar planlarıyla şekillenir. İlgili planlar, yetkili idarelerce yaşam koşullarını ve çevresel düzeni iyileştirmek amacıyla uygulanmaktadır (İmar Kanunu, 1985; Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği, 2014). İmar planları, doğal, fiziki, tarihi ve kültürel varlıkları korumak ve geliştirmek, kullanım ve koruma arasında denge sağlamak, ulusal, bölgesel ve şehrsel düzeylerde sürdürülebilir gelişmeyi teşvik etmek ve yüksek yaşam kalitesine sahip, sağlıklı ve güvenli yaşam alanları yaratmak amacıyla arazi kullanımı ve yapılaşma kararlarını içermektedir (Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği, 2014). İmar planları, geleceğe yönelik hedefler doğrultusunda yaşanabilir yerleşim yerleri oluşturulmasında önemli kararlar alınmasını sağlamaktadır (Baba, 2016; Öztürk ve Kılıç, 2013).

Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği’nin 4. maddesinin birinci fıkrasının (h) bendine göre, mekânsal plan; 3194 sayılı İmar Kanunu gereğince hazırlanmakta olup, kapsam ve amaçları doğrultusunda mekânsal strateji planı, çevre düzeni planı ve imar planı olmak üzere üç temel planlama türünü içermektedir (Mekânsal Planlar Yapım

Yönetmeliği, 2014). Bu tanım, Türkiye’deki planlama süreçlerinde ulusal düzeyden yerel düzeye kadar belirlenen hedeflere ulaşmayı ve planlama etkinlikleri arasında dikey ve yatay koordinasyon sağlamayı amaçlamaktadır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2014). İmar Kanunu’na göre planlama aşamaları, Çevre Düzeni Planı, Mekânsal Strateji Planı, Nazım İmar Planı ve Uygulama İmar Planı şeklinde sıralanmaktadır (İmar Kanunu, 1985). Üst kademedeki planlara uygun olarak hazırlanan her bir plan, alt kademedeki bir sonraki planın yönünü belirlemektedir. Mekânsal strateji planları ve çevre düzeni planlarının oluşturulmasında bölge planları, kalkınma planları, bölgesel gelişme stratejileri ve diğer stratejik belgelerde yer alan hedefler göz önünde bulundurulmaktadır (Çolak ve Öngören, 2011). Ulusal ve bölgesel kalkınma planları, kapsam itibarıyla daha geniş ölçekli, ilkesel ve soyut nitelikleri ön planda olan düzenleyici planlardır. Bu planlarda genellikle mekânsal olmayan, ancak ekonomik, sosyal ve sektörel boyutlarıyla kalkınma odaklı politikalar belirlenmektedir (Kalkınma Bakanlığı, 2018). Çizelge 2.1’de 3194 Sayılı İmar Kanunu’na göre plan kademelenmesi gösterilmektedir.

Çizelge 2.1: 3194 Sayılı İmar Kanunu’na göre plan kademelenmesi (Çolak ve Öngören, 2011).

Planlar	Plan Kademeleri
Ulusal Kalkınma Planları	Kalkınma Planları
Bölgesel Kalkınma Planları	
Mekansal Strateji Planı	
Çevre Düzeni Planı	Mekansal Planlar
Nazım İmar Planı	
Uygulama İmar Planı	

Mekânsal planlama, Türkiye’de yasal ve teknik çerçeveye dayalı olarak çeşitli sınıflamalara ayrılmakta ve her bir plan türü belirli bir ölçek, alan ve amaç doğrultusunda hazırlanmaktadır (Ersoy, 2016). Bu planlama sistemi; Çevre Düzeni Planları, Mekânsal Strateji Planları ve İmar Planları (nazım ve uygulama imar planları) gibi farklı düzeyleri içermekte ve planlar kademeli birliktelik ilkesi doğrultusunda, üst ölçekli planlara uyumlu şekilde alt ölçekli planları yönlendirmektedir (Ersoy, 2016). Özellikle imar planları, kentleşme sürecinde toplumsal, kültürel ve çevresel ihtiyaçları gözeterek yaşam kalitesini artırmaya yönelik araçlar olarak işlev görmektedir (Tekeli, 2009). Yasal çerçevede bir bütün olarak ele alınan bu planlar; onaylı haritalar (paftalar), plan notları ve açıklayıcı raporlar ile birlikte hazırlanmakta ve arazi

kullanımı, koruma kararları, yapılaşma koşulları, ulaşım bağlantıları gibi birçok kriteri içermektedir (Ersoy, 2017).

Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği'nin 4. maddesine göre, nazım imar planı, halihazırdaki çevre düzeni planına uygun olarak hazırlanmakta; 1/5000 ile 1/25.000 ölçekleri arasında, gelecek nüfus projeksiyonlarını, arazi kullanım türlerini, sosyal donatı alanlarını, teknik altyapı sistemlerini ve ulaşım kurgusunu içerecek şekilde düzenlenmektedir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021). raporlar ve plan notlarıyla desteklenen bir bütün olarak ifade edilmektedir.

Uygulama imar planı ise nazım planın ilkelerine uygun olarak bölgenin koşullarına ve yapı kullanım ihtiyaçlarına göre yapı adalarının, yapı nizamının, kullanımlarının, bina yüksekliklerinin ve diğer yapılaşma özelliklerinin belirlendiği, 1/1000 ölçekte kadastral durumları işlenmiş onaylı haritalar üzerinden düzenlenen ve detaylı raporlarla desteklenen planlar olarak tanımlanmaktadır (Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği, 2014).

Türkiye'de yapılaşmayı doğrudan yönlendiren en temel plan türü, uygulama imar planlarıdır. Bu planlar, yapı adalarının kullanımı ve yapılaşma koşullarını belirlemekle kalmayıp; aynı zamanda yapı adaları arasındaki kentsel boşlukların, özellikle sokakların ve yolların oluşumunu da planlamaktadır (Ersoy, 2017). Böylece uygulama imar planları, yalnızca yapıların konum ve yoğunluğunu değil; aynı zamanda kamusal alanların organizasyonunu, ulaşım bağlantılarını ve kentsel mekânın morfolojik yapısını da doğrudan şekillendirmektedir (Ersoy, 2017); söz konusu planlara ilişkin ilke ve yöntemler ise 3194 sayılı İmar Kanunu ve Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği çerçevesinde düzenlenmektedir (İmar Kanunu, 1985; Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği, 2014). Uygulama imar planlarının yönlendirilmesine dair ilke ve yöntemler İmar Kanunu ve Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği ile düzenlenmektedir (İmar Kanunu, 1985; Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği, 2014). Bununla birlikte bu planların hazırlanış biçimi, görsel temsili ve raporlama yöntemleri de Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği içerisinde tanımlanmaktadır.

Uygulama imar planlarında, yolun her iki tarafındaki yapıların nasıl inşa edileceği, yol genişliği ile yaya ve taşıt trafiğinin nasıl ayrılacağı gibi üç temel karar alınmakta; aynı zamanda yapıların düzeni ve yerleşim koşulları belirli yapı nizamı tiplerine göre şekillendirilmektedir (Tekeli, 2009). Bu nizamlar arasında yer alan ayrık nizam,

yapının hiçbir yanından komşu yapılarla bitişik olmamasını; bitişik nizam, bir veya daha fazla komşu bina ile ortak duvar paylaşmasını; blok nizam ise, yapıların belirli cephe uzunluğu, derinlik ve yükseklik ölçütleriyle bir yapı kütlesi olarak birden fazla parsel üzerinde planlanmasını ifade etmektedir (İmar Kanunu, 1985; Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği, 2014).

Ayrıca, Taban Alanı Kat Sayısı (TAKS) ve Kat Alanları Kat Sayısı (KAKS) gibi ölçütler aracılığıyla, bir parsel üzerindeki yapılaşma yoğunluğu hesaplanmakta; TAKS, yapı taban alanının parsel alanına oranını, KAKS ise toplam inşaat alanının parsel alanına oranını göstermektedir (Ersoy, 2017). Bu kapsamda bina yükseklikleri ile yapıların birbirine olan yaklaşma mesafeleri de plan kararları kapsamında belirlenmektedir (Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği, 2014; Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği, 2017).

Bu yapılaşma düzeni ve koşullarının nasıl belirlenip gösterileceği Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği'nin "*Ek-1 Uygulama İmar Planı Gösterimleri*" belgesinde açıklanmaktadır (Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği, 2014). Bu belge yapı düzeni ve yoğunluklarına ilişkin standartları içermektedir ve uygulama imar planlarında bu düzenlemelerin nasıl ifade edilmesi gerektiğini detaylandırmaktadır (Tekeli, 2009).

Uygulama imar planlarında yapılaşma düzeni ve koşullarının nasıl belirleneceği ve gösterileceği, Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği'nin Ek-1 "*Uygulama İmar Planı Gösterimleri*" başlıklı ek belgesinde detaylı biçimde açıklanmaktadır. Bu ek, yapı düzeni ve yoğunluklarına ilişkin standartların yanı sıra, planlarda bu düzenlemelerin hangi simgelerle ifade edileceğini de tanımlamaktadır (Ersoy, 2017).

Söz konusu düzenlemeler kapsamında, sokakları oluşturan yolların genişlikleri, yaya ve taşıt trafiğinin ayrımı, taşıt yolları, park alanları, bisiklet yolları, yaya yolları, köprüler ve geçitler gibi ulaşım altyapı unsurları plan gösteriminde simgelerle ifade edilmekte, her bir bileşen için tanımlar ve işaretlemeler verilmektedir (Ersoy, 2017). Son yıllarda, özellikle 'Bisiklet Yolları Yönetmeliği' (2019) ile entegre biçimde, bisiklet yolları ve park istasyonları gibi sürdürülebilir ulaşım unsurlarının da bu plan gösterimlerinde yerini alması, mevzuatın güncel ihtiyaçlara adaptasyonu açısından dikkat çekicidir.

Yolların planlardaki gösteriminde, ada çizgisi ve kaldırım çizgisi yolun sınırlarını belirlemekte; kaldırım genişliği düşüldüğünde, taşıt kullanımına ayrılacak alan ve şerit sayısı belirlenmektedir. Bu planlama biçimi, çoğunlukla taşıt odaklı yolların oluşmasına neden olmakta; buna karşılık, Türkiye’de imar planlarıyla şekillenen yapıli çevrelerin sokak kavramının bütüncül mekânsal ve sosyal özelliklerini tam anlamıyla yansıtamadığı görülmektedir (Ersoy, 2017).

Bu durum, uygulama imar planlarının sokak oluşturma kapasitesinin sınırlı kaldığını ve mevcut imar mevzuatının bu konuda yetersiz olduğunu ortaya koymakta; yolların mekâna dönüşümünü ise çoğunlukla yerel yönetimlerin uygulamalarına bırakmaktadır (Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliğı, 2014, Ek-1).

İnşaat sektörü, çevresel açıdan hem doğrudan hem de dolaylı yollarla etkileşimde bulunduğı alanlarda doğal kaynakların tüketimine neden olmakta; sektörün üretim süreçlerinin her aşamasında çevresel hasarlar ortaya çıkmaktadır (Ortiz vd., 2009). Bu hasarlar inşa edilen yapıların toplam çevresel etkisini belirlemektedir.

Yapıların çevreye duyarlı olabilmesi için, üretim süreçlerindeki tüm faaliyetlerin ekolojik faktörler göz önünde bulundurularak planlanması gerekmektedir. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı çerçevesinde, üretim süreçlerinde temiz üretim ilkelerinin benimsenmesi gerektiğı açıkça ifade edilmektedir (DPT, 2000). Ancak bu hedeflerin yalnızca planlarda yer alması yeterli olmayıp, hukuki düzenlemelerle desteklenerek sektöre entegre edilmemesi durumunda, sürdürülebilir kalkınma amaçlarına ulaşmak oldukça güçleşmektedir (Bakar, 2015).

Türkiye’deki yapı stoğunun önemli bir kısmı betonarme sistemlerle inşa edilmekte olup, bu sistemlerin temel bileşenleri olan çelik ve çimento gibi malzemelerin üretim süreçleri, yüksek enerji tüketimi ve karbon salımı nedeniyle ciddi çevresel etkilere neden olmaktadır (Yılmaz ve Bakış, 2015; Arslan vd., 2020). Nitekim çimento endüstrisi, tek başına küresel karbon emisyonlarının yaklaşık %7’sini oluşturmaktadır (Scrivener vd., 2018).

Bu nedenle, inşaat sektöründeki tüm üretim faaliyetlerinde çevresel etkilerin sistematik biçimde değerlendirilmesi, sürdürülebilirlik açısından kritik öneme sahiptir. Planlama, malzeme seçimi ve üretim süreçlerinde alınacak kararlarla bu etkiler önlenebilir veya en aza indirgenebilir (Arslan vd., 2020).

2.3 Yapılı Çevre ve Sürdürülebilirlik

Kentlerin sürdürülebilir olması için, öncelikle binaların çevreye duyarlı ve sürdürülebilir özellikler taşıması gerekmektedir; çünkü yapılı çevre, enerji tüketimi, malzeme kullanımı ve sera gazı salımı açısından kentlerin çevresel etkilerinde belirleyici bir rol oynamaktadır (Sodiq vd., 2019). Mimarlık alanında sürdürülebilirlik, geçmişteki geleneksel yapılarda doğaya uyumlu çözümlerle kendini gösterirken; günümüzde ise çevre kirliliği yaratmadan, teknolojik olanakları kullanarak sağlıklı ve konforlu yaşam alanları oluşturmayı amaçlamaktadır (Ragheb vd., 2016). Sürdürülebilir mimarlık anlayışı, tasarımların çevresel bağlamla uyum içinde olması gerektiğini savunur. Yapının bulunduğu doğal çevreyle olan ilişkisi güçlendikçe, mimari çözümlerin sürdürülebilirliği de artar. Bu yaklaşım, yapı malzemelerinin seçimi ve kullanımında çevreye duyarlı, verimli ve amaca uygun tercihler yapılmasını gerekli kılar (Sev, 2009). Enerji verimliliğini esas alan sürdürülebilir tasarımlar; su ve malzeme tüketimini azaltmayı, yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanmayı ve iç mekân konforunu artırmayı hedefler (Özorhon, 2013). Bu tür tasarımların başarısı, yalnızca mimarlara değil; kullanıcılar, yatırımcılar, yerel otoriteler, danışmanlar, müteahhitler ve malzeme üreticileri gibi birçok farklı paydaşın iş birliğine bağlıdır (Guy ve Farmer, 2001). Kentsel çevrelerde sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için hem mevcut yapıların çevresel etkilerinin azaltılması hem de yeni yapıların inşa süreçlerinin sürdürülebilirlik kriterlerine göre yönlendirilmesi gerekir. Son yıllarda bu süreci denetlemeye yönelik geliştirilen yeşil bina sertifikaları, çevreye duyarlı yapı üretiminin teşvik edilmesi açısından önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır.

2.3.1 Yeşil bina sertifika sistemlerinin değerlendirilmesi

Küresel ölçekte çevresel sorunların azaltılmasına yönelik olarak, yapıların çevreye olan olumsuz etkilerini en aza indirmeye yönelik çeşitli uygulamalar hayata geçirilmektedir (Kibert, 2016). Özellikle enerji kullanımı, çevre kirliliği, iklim değişikliği ve doğal kaynakların tükenmesi gibi alanlarda toplumsal farkındalığın artmasıyla birlikte bu alanlara yönelik politikalar geliştirilmektedir (UNEP, 2021). Bu kapsamda, birçok ülke çevre dostu yapıların teşvik edilmesini sağlamak amacıyla kendi ulusal yeşil bina sertifika sistemlerini (LEED, BREEAM, DGNB vb.) oluşturmuştur (Sev, 2009; Reed vd., 2009). Söz konusu sistemler, yapı projelerinin çevresel etkilerini nesnel ölçütlerle değerlendiren, doğal kaynakların korunmasına dair

duyarlılığı yansıtan ve çevresel sürdürülebilirlik düzeyini belirlemeye yönelik derecelendirme esaslarına dayanmaktadır (Erdede ve Bektaş, 2014).

Yeşil bina sertifika sistemleri, yeşil binaların tanımlanmasına ve yapı tasarımında yeni yöntemlerin geliştirilmesine yardımcı olacak sürdürülebilirlik ölçme standartları belirlemektedir (Şimşek, 2012). Yeşil bina sertifikaları yapı sektöründe çevresel liderliği tanımak, yeşil rekabeti teşvik etmek ve tüketicilerin yeşil binaların yararları hakkında bilincini artırarak bina pazarını dönüştürmeyi hedeflemektedir (Şimşek, 2012).

Sertifika sistemlerinin oluşturulması sürecinde her ülke iklim, çevre ve yaşam koşullarına uygun değerlendirme ölçütleri geliştirmektedir (Çetintaş ve Türköz, 2017). Farklı iklim ve çevre koşullarına sahip bir ülke, başka bir ülke için hazırlanmış bir sertifika sistemini kullandığında aynı etkinlik düzeyini sağlayamayabilmektedir. Bu nedenle her ülkenin kendi özelliklerine uygun bir sertifika sistemi geliştirmesi en sağlıklı sonucun elde edilmesini sağlamaktadır (Çetintaş ve Türköz, 2017).

Dünya çapında birçok yeşil bina sertifikasyon sistemi kullanılmaktadır. 1990 yılında İngiltere’de Yapı Araştırma Kurumu tarafından geliştirilen BREEAM (Yapı Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Metodu) sertifika sistemi; 1998 yılında Amerika Birleşik Devletleri’nde Amerikan Yeşil Bina Konseyi tarafından oluşturulan LEED (Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik) sertifika sistemi; 2004 yılında Japonya’da Japon Sürdürülebilir Bina Konsorsiyumu tarafından hayata geçirilen CASBEE (Binaların Çevresel Etkinliği İçin Detaylı Değerlendirme Sistemi) sertifika sistemi; 2009 yılında Almanya’da Alman Yeşil Bina Konseyi ve Ulaşım, İnşaat ve Kentsel İlişkiler Birleşmiş Bakanlığı tarafından başlatılan DGNB (Alman Sürdülebilir Yapı Sertifikası) sertifika sistemi; 2013 yılında Türkiye’de Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği (ÇEDBİK) tarafından oluşturulan BEST Konut (Binalarda Ekolojik ve Sürdürülebilir Tasarım) Sertifikası bulunmaktadır. Ayrıca SbTool (Sürdürülebilir Bina Aracı) sertifika sistemi 1998 yılında Gbtool adıyla tanıtılmış ve 2008 yılında Kanada’da Sürdürülebilir Yapılı Çevre için Uluslararası Girişim (IISBE) tarafından SBTool adıyla yeniden geliştirilmiştir (Anbarcı vd., 2012).

Yeşil bina sertifikasyon sistemleri her farklı ülkelerde geliştirilmiş ve çeşitli kriterler ile puanlama metodolojilerine sahip olarak ele alınmıştır (Çizelge 2.2). Bu sistemler belirlenen çeşitli ölçütler üzerinden puanlandırılmakta ve yapıların bu ölçütleri ne

ölçüde karşıladıkları bu puanlamaya doğrudan yansımaktadır. Toplam puan, belirlenen sertifikasyon seviyelerine göre sınıflandırılmaktadır ve tabloda belirtilen puan aralığının altında kalan yapılar yeşil bina sertifikası almaya uygun bulunmamaktadır. BREEAM, LEED ve DGNB sertifikaları 110 puan üzerinden değerlendirilirken, Green Star ve SbTool sertifikaları 100 puan üzerinden değerlendirilmektedir. BEST Konut Sertifikası da 110 puan üzerinden hesaplanmaktadır. CASBEE sertifikası ise Yapılı Çevre Verimliliği (BEE) değeri üzerinden farklı bir metodolojiyle değerlendirilmekte ve yapı çevresel kalitesinin çevresel yüklerle bölünmesiyle hesaplanmaktadır (Anbarcı vd., 2012). Çizelge 2.2’de yer alan sertifika düzeylerine göre puanlar derecelendirilmekte ve sistem kriterlerinin detaylı maddeleri üzerinden hesaplanmaktadır. Yapı tipine bağlı olarak puanlama tabloları farklılık göstermektedir. Örneğin LEED sertifikası değerlendirme kriterleri, LEED yeni binalar (LEED BD+C)-yeni inşaat kategorisinde 26 puan, LEED yeni binalar (LEED BD+C)-çekirdek ve kabuk kategorisinde ise 28 puan üzerinden değerlendirilmektedir. Çizelge 2.2’de yeşil bina sertifika sistemlerine ilişkin bilgiler aktarılmaktadır.

Çizelge 2.2: Yeşil bina sertifika sistemleri (Erdede vd., 2014; Anbarcı vd., 2012; Kılınçarslan vd., 2019; Ürük ve Külünkoğlu İslamoğlu, 2019; Erol ve Çakır Kıyasıf, 2021; Reed vd., 2009).

Değerlendirme Sistemi	Sertifika Düzeyleri		
	Ülke	Yıl	Kriterler
BREEAM	İngiltere	1990	Bina Yönetimi (12 puan), Enerji (19 puan), Su (6 puan), Ulaşım (8 puan), İç Mekan Sağlığı ve Konforu (15 puan), Atık (7.5 puan), Malzeme (12.5 puan), Arazi Kullanımı ve Ekoloji (10 puan), Kirilik (10 puan), İnovasyon (10 puan).

Çizelge 2.2 (devamı): Yeşil bina sertifika sistemleri (Erdede vd., 2014; Anbarcı vd., 2012; Kılınçarslan vd., 2019; Ürük ve Külünkoğlu İslamoğlu, 2019; Erol ve Çakır Kiasıf, 2021; Reed vd., 2009).

Değerlendirme Sistemi	Ülke	Yıl	Kriterler	Sertifika Düzeyleri
LEED	Amerika Birleşik Devletleri	1998	Sürdürülebilir Arazililer (28 puan), Su Verimliliği (10 puan), Enerji ve Atmosfer (37 puan), Malzeme ve Kaynaklar (13 puan), İç Ortam Kalitesi (12 puan), Tasarımda Yenilikçilik (6 puan), Bölgesel Öncelikli Krediler (4 puan).	Sertifikalı (40-49 puan), Gümüş Sertifikalı (50-59 puan), Altın Sertifikalı (60-79 puan), Platin Sertifikalı (80 puan ve üzeri).
CASBEE	Japonya	2004	İç Mekan Çevre Kalitesi, Servis Kalitesi, Arsa Dışı Mekan Çevresi, Enerji, Kaynaklar ve Malzemeler, Arsa Dışındaki Çevre.	S (Mükemmel), A (Çok iyi), B+ (İyi), B- (Az zayıf), C (Zayıf).
DGNB	Almanya	2009	Ekolojik Nitelik (22.5 puan), Ekonomik Nitelik (22.5 puan), Sosyokültürel ve Fonksiyonel Nitelik (22.5 puan), Teknik Nitelik (22.5 puan), Süreç Niteliği (10 puan), Yerleşim Yeri Niteliği (10 puan).	Bronz Sertifikalı (%35-49%), Gümüş Sertifikalı (%50-64), Altın Sertifikalı (%65-79), Platin Sertifikalı (%80 ve üzeri).
Green Star	Avustralya	2003	Enerji (18 puan), Malzeme (18 puan), İç Mekan Çevre Kalitesi (18 puan), Ulaşım (10 puan), Su (11 puan), Arazi Kullanımı ve Ekoloji (6 puan), Kirlilik (9 puan), Yenilikçilik (3 puan).	1 yıldız (10-19 puan), 2 yıldız (20-29 puan), 3 yıldız (30-44 puan), 4 yıldız (45-59 puan), 5 yıldız (60-74 puan), 6 yıldız (75-100 puan).
SbTool	Kanada	1998	İç Mekan Çevre Kalitesi (22 puan), Enerji ve Kaynak Tüketimi (22 puan), Çevresel Yükler (26 puan), Bölge Uygunluğu ve Gelişimi (8 puan), Hizmet Kalitesi (15 puan), Sosyal ve Ekonomik Özellikler (5 puan), Kültürel ve Algısal Özellikler (2 puan). Bütünlük Yeşil Proje Yönetimi (9 puan), Arazi Kullanımı (13 puan), Su Kullanımı (12 puan), Enerji Kullanımı (26 puan), Sağlık ve Konfor (14 puan), Malzeme ve Kaynak Kullanımı (14 puan), Kontuta Yaşam (14 puan), İşletme ve Bakım (6 puan), Yenilikçilik (2 puan).	-1 (Olumsuz), 0 (Kabul edilebilir), 3 (İyi uygulama), 5 (En iyi uygulama).
B.E.S.T. Konut	Türkiye	2013		Onaylı (45-64 puan), İyi (65-79 puan), Çok İyi (80-99 puan), Mükemmel (100-110 puan).
YES-TR	Türkiye	2019	Enerji Verimliliği, Malzeme Kullanımı, Su Yönetimi, Atık Yönetimi, İç Mekan Konforu, Çevresel Etki, Yenilenebilir Enerji Kullanımı	Geçer, iyi, Çok iyi, ulusal üstünlük

Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği (ÇEDBİK), Türkiye’deki yeni konut projelerine yönelik olarak, yerel koşulları göz önünde bulunduran BEST-Konut Sertifika Sistemi’ni geliştirmiştir. Türkiye’nin iklimsel, sosyal ve kültürel özelliklerine uygun olarak tasarlanan bu sistem, sürdürülebilir mimarlığın gelişimine katkı sağlamayı ve dayanıklı kentleşme süreçlerini teşvik etmeyi amaçlamaktadır (ÇEDBİK, 2021). Bununla birlikte, sürdürülebilir yapılaşma hedeflerine ulaşmak ve Türkiye’nin yerel çevresel koşullarına uygun değerlendirme araçları oluşturmak amacıyla YES-TR (Yeşil ve Sürdürülebilir Bina Değerlendirme Sistemi) de geliştirilmiştir. YES-TR, Türkiye’nin özgün ihtiyaçlarına göre şekillendirilmiş ve yerli bir değerlendirme aracı olarak yapıların çevresel etkilerini ölçmeyi hedeflemektedir (ÇŞB, 2022). Bu sistem, uluslararası yeşil bina sertifikalarına (LEED, BREEAM, vb.) alternatif olarak, Türkiye’nin çevresel, iklimsel ve yapısal gereksinimlerini karşılamayı hedeflemektedir (Koçak vd., 2022). YES-TR; enerji verimliliği, su kullanımı, atık yönetimi, malzeme sürdürülebilirliği, iç mekân konforu ve yenilenebilir enerji kullanımı gibi başlıklarda kapsamlı bir değerlendirme sunar. Sertifika düzeyleri Temel, Gümüş, Altın ve Platin olarak sınıflandırılmıştır. Yerli bir sistem olması sayesinde, özellikle kamu projelerinde daha erişilebilir ve uygulanabilir bir alternatif sunar. Literatürde, YES-TR’nin Türkiye’de yeşil bina kavramının yaygınlaşmasında önemli bir araç olduğu ve farkındalık oluşturma sürecine katkı sağladığı vurgulanmaktadır (Ergönül vd., 2023). Aynı zamanda, yerli sertifika sistemlerinin uluslararası sertifikalara kıyasla maliyet avantajı sunduğu ve yerel mevzuatla daha uyumlu olduğu belirtilmektedir (Avcı, 2023). Bu bağlamda YES-TR, Türkiye’nin döngüsel ekonomi hedeflerine ulaşmasında önemli bir yapı taşı olma potansiyeline sahiptir (Tuğaç, 2025).

2.3.2 Çevresel, sosyal ve ekonomik boyutlarda sürdürülebilirlik ilkelerinin belirlenmesi

Sürdürülebilir bir yapının karakteristik özelliklerine ve yeşil bina sertifika sistemlerinin kriterlerine odaklanılarak yapılan incelemeler mimari tasarımda uygulanabilir çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik unsurlarının belirlenmesine olanak tanımaktadır (AlSanad, 2015; Serbest Yenidünya ve Limoncu, 2020; Atombo vd., 2015; Gökşen vd., 2017; Kalwry ve Alibaba, 2018). Bu bağlamda çevresel sürdürülebilirlik için;

Yapıların, çevresel koşullara uyumlu olarak yerleşim alanlarının topoğrafik özelliklerine göre konumlandırılması gerekmektedir (AlSanad, 2015).

- Yapının çevresindeki yeşil alanların korunmasına özen gösterilmektedir (Gökşen vd., 2017).
- Sert zeminlerin kullanımını azaltarak doğal drenaj sistemlerinin etkinliğinin artırılması hedeflenmektedir (Atombo vd., 2015).
- Yapıların çevresindeki diğer binalarla uyum içinde olacak şekilde tasarlanması, bu yapıların güneş ışığı, rüzgar ve manzaraları engellemeyecek biçimde yerleştirilmesi sağlanmaktadır (Serbest Yenidünya ve Limoncu, 2020).
- Çatı ve dış yüzeylerde ısı yansıtan malzemeler kullanılarak ısı adası etkisinin azaltılması amaçlanmaktadır (Kalwry ve Alibaba, 2018).
- Yeşil dokunun artırılması ile ısı adası etkisinin daha da azaltılması hedeflenmektedir (Gökşen vd., 2017).
- Yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılması teşvik edilmektedir (Serbest Yenidünya ve Limoncu, 2020).
- Enerji verimli sistemlerin kullanımıyla yapıların enerji tüketiminin azaltılması öngörülmektedir (Atombo vd., 2015).
- İklim koşullarına uygun tasarımlarla yapıların daha verimli hale getirilmesi amaçlanmaktadır (AlSanad, 2015).
- Kompakt yapı formunda tasarım yapılmasıyla alan verimliliğinin artırılması sağlanmaktadır (Gökşen vd., 2017).
- İç ve dış sıcaklık arasında dengenin sağlanması için uygun yapı kabuğu tasarımı geliştirilmektedir (Kalwry ve Alibaba, 2018).
- Yapıların işlevlerine göre doğu-batı yönlerine uygun konumlandırılması önem taşımaktadır (Serbest Yenidünya ve Limoncu, 2020).
- Bisiklet park alanlarının tasarıma dahil edilmesi teşvik edilmektedir (Atombo vd., 2015).
- Pencere boyutu ve cam cinsinin, ısı kazancı ve kayıplarına karşı etkili olacak şekilde seçilmesi gerekmektedir (Gökşen vd., 2017).
- Gri suyun filtrelenecek tekrar kullanılması desteklenmektedir (AlSanad, 2015).
- Yağmur suyunun tekrar kullanımı için gerekli düzenlemelerin yapılması önerilmektedir (Serbest Yenidünya ve Limoncu, 2020).

- Az su ihtiyacı olan bitkilerle peyzaj tasarımının yapılması su verimliliğini artırmaktadır (Gökşen vd., 2017).
- Tasarruflu su armatürlerinin ve vitrifiyelerin kullanımı su tüketimini azaltmaktadır (Atombo vd., 2015).
- Yapılarda su tüketiminin gözlemlenmesi önem arz etmektedir (AlSanad, 2015).
- Yapılarda basit geometrik şekillerin kullanılması ve malzemelerin yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesi teşvik edilmektedir (Kalwry ve Alibaba, 2018).
- Geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanımı yaygınlaştırılmaktadır (Serbest Yenidünya ve Limoncu, 2020).
- Yapının akustik konforunun sağlanması için gerekli düzenlemelerin yapılması gerekmektedir (Gökşen vd., 2017).
- Yapı içi mekanların termal konforunun sağlanması önem taşımaktadır (Atombo vd., 2015).
- *Volatile Organic Compounds* (VOC) içermeyen/düşük seviyede VOC içeren malzemelerin kullanılması önerilmektedir (Kalwry ve Alibaba, 2018).
- İç hava kalitesinin kontrol altında tutulması ve doğal havalandırma imkanlarının sağlanması gerekmektedir (AlSanad, 2015).
- Kullanıcının güneş ışığından yararlanmasının optimize edilmesi amaçlanmaktadır (Serbest Yenidünya ve Limoncu, 2020).
- Kullanıcının manzara görüşünün optimize edilmesi önem taşımaktadır (Gökşen vd., 2017).
- Düşük salınlı malzemelerin kullanılması çevresel etkiyi minimize etmekte yardımcı olmaktadır (Kalwry ve Alibaba, 2018).

Mimarlık alanında ekonomik sürdürülebilirliğe yönelik prensipler incelenen çalışmalar çerçevesinde şu şekilde değerlendirilmektedir:

- Malzeme israfını önlemek amacıyla ölçülere uygun malzeme tasarımı yapılmalıdır (Kalwry ve Alibaba, 2018).
- Yerel malzemelerin kullanımı yapı tasarımında tercih edilmelidir (Serbest Yenidünya ve Limoncu, 2020).
- Dayanıklı malzemeler yapı tasarımında öncelikle seçilmelidir (Atombo vd., 2015).

- Yapının bakım maliyetleri makul düzeylerde tutulmalıdır (Gökşen vd., 2017).
- Yapıların uzun ömürlü olması sağlanmalıdır (AlSanad, 2015).
- Değişen ihtiyaçlara uyum sağlayabilen esnek yapı tasarımları geliştirilmelidir (Serbest Yenidünya ve Limoncu, 2020).
- Yapı tasarım süreçlerinde malzeme kullanımı ve kıymetlendirme dikkate alınmalıdır (Atombo vd., 2015).

Mimari tasarımda sosyal sürdürülebilirlik kavramları (AlSanad, 2015; Serbest Yenidünya ve Limoncu, 2020; Atombo vd., 2015; Kalwry ve Alibaba, 2018) çalışmaları üzerinden; kullanıcının kültürel ve sosyal özelliklerine uygun bir biçimde tasarım gerçekleştirilmektedir. kullanıcı ihtiyaçları doğrultusunda yapılan tasarımlar, engelli bireyler için ulaşılabilirliği sağlamak ve maliyet açısından da uygunluğu korumaktadır.

Sürdürülebilir gelişme, yalnızca ekonomik kalkınmayı değil; aynı zamanda çevresel unsurları gözeterek bireylerin temel yaşamsal gereksinimlerini karşılamayı amaçlayan bütüncül bir yaklaşımdır (WCED, 1987). Bu hedefin gerçekleşebilmesi, özellikle kentlerde etkin yönetim, stratejik planlama ve çevreye duyarlı mekânsal organizasyon süreçlerinin doğru işletilmesine bağlıdır (UN-Habitat, 2020). Şehirlerde sürdürülebilir gelişme kavramının yeni politikalar üretmesinin nedenleri arasında şehirlerin hem ulusal hem de yerel düzeyde ekonomik ve toplumsal gelişmelerde öncü olması, barınma, nüfus yoğunluğunun fazla olması, iş gücü ve hizmetlerde öncülük etmesi ve buna bağlı olarak hızla artan çevresel tahribatlar yer almaktadır (Tosun, 2017).

Dünya nüfusunun yarısından fazlasının (%55) yaşadığı şehirler, ekonomik ve sosyal gelişmelerin bir sonucu olarak çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir (UN DESA, 2018; UN-Habitat, 2022). Bu bağlamda, insanlığın şehirlerde karşılaştığı krizlere acil çözümler bulunması gerekmektedir. İlk etapta ekonomik ve teknolojik gelişmelerin yol açtığı çevresel hasara bir tepki olarak ortaya çıkan sürdürülebilirlik kavramı (Meadows vd., 1972); zamanla uluslararası kuruluşlar ve ülkeler tarafından benimsenerek, ekonomik büyümeyi çevresel koruma ile dengeleyen stratejik bir kalkınma modeli olarak şekillenmiştir (WCED, 1987; Rogers vd., 2008).

Bu stratejilerin uygulama alanı olarak şehirler gösterilmiş ve böylece “*kentsel sürdürülebilirlik*” kavramı gelişmiştir. Wheeler (2004) sürdürülebilirlik ilkesi çerçevesinde “*sürdürülebilir kentleşme*” yaklaşımının sahip olması gereken başlıca unsurları büyümenin kontrolü, kentsel tasarım, arazi kullanım planlaması, konut, çevre

koruma ve restorasyon, ulaşım, enerji ve malzeme kullanımı, eşitlik ve çevresel adalet, yeşil mimarlık, ekonomik gelişme ve nüfus olarak belirlemiştir (Wheeler, 2004).

Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal İlişkiler Departmanı (UN DESA) tarafından 2013 yılında yayımlanan raporda kentsel sürdürülebilirliğin sağlanmasında ekonomik gelişme, sosyal gelişme ve çevresel yönetim olarak dört ana ilke tanımlanmıştır (Şekil 2.2). Bu ilkelerin birlikte uygulanması kentlerin sürdürülebilirliği açısından insan yerleşimlerini sürdürülebilir gelişme hedefine ulaştırmayı amaçlamaktadır (UN DESA, 2013).



Şekil 2.2: Sürdürülebilir kent ilkeleri (Varol, 2019; UN-Habitat III, 2017).

Kentlerin sürdürülebilir olması; kent sakinlerinin ihtiyaçlarını karşılayan, yaşam kalitesi yüksek ve erişilebilir kaynaklar sunan alanlar oluşturulması ile mümkün olmaktadır (Barton, 2000). Kentsel sürdürülebilirlik kavramı ile; hem insan hem de doğanın faydasını gözeten, bugünün ihtiyaçlarını karşılarlarken gelecek kuşakların gereksinimlerini de tehlikeye atmayan bir kentleşme modeli hedeflenmektedir (Elkin vd., 1991). Kentsel sürdürülebilirlik sosyo-ekonomik endişelerin çevre ve enerjiyle ilgili endişelerle uyumlu şekilde bir araya geldiği, sürekli ve değişim odaklı kentler olarak tanımlanmaktadır (Nijkamp ve Perrels, 1998). Avrupa Çevre Ajansı, kentsel sürdürülebilirliğin sağlanması için belirlenen hedefleri şöyle sıralamaktadır (Tosun, 2017);

- Doğal kaynaklar ve mekân tüketiminin minimize edilmesi,
- Kentsel akışların etkin şekilde idare edilmesi,
- Kent nüfusunun sağlığının korunması,

- Hizmetlere ve kaynaklara eşit erişimin sağlanması,
- Kültürel ve sosyal çeşitliliğin sürdürülmesi.

Kentsel sürdürülebilir gelişimin elde edilebilmesi için alınacak kararların tüm yerel aktörler, gruplar ve kent sakinleri tarafından desteklenmesi temel hedeflerden biri olarak kabul edilmektedir (Keleş ve Hamamcı, 2005). Bu yaklaşım, alınan kararların ve uygulanan politikaların daha etkin bir biçimde hayata geçirilmesini sağlamaktadır. Sürdürülebilir kentleşme yaklaşımı doğal çevrenin korunması, sosyal ve ekonomik gelişmelerin entegre şekilde ilerlemesi ve tüm kentsel kararların yerel aktörlerin katılımıyla alınması gerekmektedir. Böylece alınan kararların kolaylıkla kabul edilmesini ve uygulanmasını amaçlamaktadır (Keleş ve Hamamcı, 2005).

2.3.3 Türk inşaat sektöründe sürdürülebilirlik uygulamaları

Türk inşaat sektöründe sürdürülebilirlik yaklaşımı, büyük ölçüde uluslararası (LEED, BREEAM) ve ulusal (YeS-TR) yeşil bina sertifikasyon sistemleri aracılığıyla şekillenmektedir (Gedik, 2020). Bu sertifikalar; yapıların enerji tüketimi, malzeme kullanımı, atık yönetimi, kullanıcı sağlığı ve çevresel etkileri gibi ölçütlerle değerlendirilmesini sağlayarak sektörde çevresel farkındalık oluşturur (Sev, 2009). Söz konusu sistemler, aynı zamanda döngüsel ekonomi prensipleriyle de doğrudan ilişkilidir; çünkü malzeme geri dönüşümü, yeniden kullanım, enerji verimliliği ve ömür uzatma gibi '9R stratejileri', bu sertifikaların puanlama kriterleri arasında temel bir yer tutmaktadır (Kirchherr vd., 2017; Pomponi ve Moncaster, 2017).

2.3.3.1 LEED ve Türkiye'deki LEED uygulamaları

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), hem dünyada hem de Türkiye'de en yaygın kullanılan yeşil bina sertifikasyon sistemlerinden biridir (USGBC, 2022; Erten, 2020). Türkçeye 'Enerji ve Çevre Dostu Tasarımlarda Liderlik' olarak çevrilen bu sistem, yapıları çevresel sürdürülebilirlik stratejilerine göre değerlendirmektedir. Enerji tüketimi, arsanın çevresel etkileri ve kullanıcıların yaşam konforu gibi kriterler temel alınarak projelere puan verilmekte ve buna bağlı olarak sertifikalandırma yapılmaktadır (Sev, 2009). LEED sertifika dereceleri (Certified, Silver, Gold, Platinum), yapıların yeşil bina tasarım ilkelerine uygunluğu doğrultusunda belirlenmekte olup; sistemin güncel versiyonunda (v4.1) toplam 110 puan üzerinden değerlendirme yapılmaktadır (USGBC, 2019). LEED kriterleri, özellikle 'Malzeme ve Kaynaklar' kategorisi altında malzemelerin yeniden kullanımı

(Reuse) ve atıkların geri dönüşümü (Recycle) stratejileri ile doğrudan örtüşmektedir. Ayrıca enerji verimliliği ve su yönetimi ölçütleri, tüketimi azaltarak 'Reduce' ilkesine katkı sağlar (Kibert, 2016)

2.3.3.2 BREEAM ve Türkiye'deki BREEAM uygulamaları

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), 1990 yılında yapıların çevresel etkilerini ekonomik ve sistematik biçimde değerlendirmek amacıyla geliştirilmiştir (Schweber, 2013). Zaman içinde kapsamı genişletilmiş ve çok boyutlu bir sertifikasyon sistemine dönüşmüştür. Sistemde kullanılan puanlama yaklaşımı, 10 ana kategoriye dayandırılmakta ve ülkeler bazında kategori ağırlıkları farklılık gösterebilmektedir (Schweber, 2013). Avrupa örneğinde bu ağırlıklar şöyle dağıtılmaktadır: Bina Yönetimi %12, Sağlık ve Refah %15, Enerji %19, Ulaşım %8, Su %6, Malzeme %12.5, Atıklar %7.5, Arazi Kullanımı ve Ekoloji %10, Kirlilik %10 ve İnovasyon %10 oranında değerlendirme yapılmaktadır (Schweber, 2013). BREEAM özellikle atık yönetimi (Recycle), enerji verimliliği (Reduce) ve ekolojik tasarım (Rethink) ilkeleriyle döngüsel ekonomiye de katkı sağlamaktadır (Schweber, 2013).

2.3.3.3 Yeşil Sertifika Yerleşme (YeS-TR)

YeS-TR yerleşme sertifika sistemi; 6 ana modül, 21 tema ve 74 kriterden oluşmakta olup 2024 yılında güncellenen kılavuzda 13 kriterde içerik değişikliği yapılmış, diğer kriterlerde ise yöntem ve uygulamalar güncellenmiştir. Bu yaklaşım, artan çevresel sorunlar ve sosyo-ekonomik eşitsizlikler karşısında yerleşme alanlarının sürdürülebilir ve dirençli biçimde geliştirilmesini hedeflemektedir. Sertifika sistemi kapsamında arazi kullanımı, ulaşım, kentsel tasarım ve sosyo-ekonomik yapı kentlerin temel bileşenleri olarak ele alınmaktadır. Plansız ve hızlı yapılaşma; yeşil alanların azalması, geçirimsiz yüzeylerin artması ve doğal yaşamın tahrip edilmesi gibi sorunlara yol açmakta, bu durum kentsel ısı adası etkisi ve su baskını riskini artırmaktadır. Kent çevresindeki yeşil alanların mikro iklimi iyileştirerek dış ortam sıcaklığını düşürdüğü ve özellikle geniş yeşil alanların çevresel sürdürülebilirlik açısından kritik bir rol üstlendiği belirtilmektedir (Barış, 2005).

Türkiye gibi afet riskinin yüksek olduğu ülkelerde, plansız yapılaşma sonucu ortaya çıkan dayanıksız binalar ciddi can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Bu nedenle kentsel dönüşüm süreçlerinde yalnızca deprem güvenliğinin değil, aynı zamanda

enerji etkin ve çevre dostu yapı üretiminin de önceliklendirilmesi gerekmektedir. Mevcut bina enerji talebinin 2050 yılına kadar %50 artacağı öngörülmekte; binalar ve yerleşmeler küresel sera gazı emisyonlarının önemli bir bölümünden sorumlu olmaktadır (Kazancı, 2019; International Energy Agency [IEA], 2013; Sur, 2020). Ayrıca atık yönetimi ve ulaşım sektörü, kentsel sürdürülebilirlik açısından kritik alanlar olarak öne çıkmaktadır. Etkin atık yönetimi sera gazı salımlarının azaltılmasına katkı sağlarken (Gülhan vd., 2018), toplu taşımanın yaygınlaştırılması, yaya ve bisiklet dostu sistemlerle entegrasyonu hem karbon emisyonlarının düşürülmesine hem de kentsel erişilebilirliğin ve sosyal adaletin güçlendirilmesine olanak tanımaktadır (C40 Cities Climate Leadership Group, 2024; Kaya, 2019).

2.3.3.4 B.E.S.T. ve Türkiye’deki B.E.S.T. uygulamaları

Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği (ÇEDBİK), Türkiye’deki koşullara uyumlu ulusal bir sertifikasyon sistemi olan B.E.S.T.’i geliştirmiştir (Yılmaz ve Balyemez, 2020). Bu sistemin uluslararası örneklerden temel farkı; sertifika gelirlerinin yurtiçinde kalması, yerel standart ve iklim verilerinin dikkate alınmasıdır. B.E.S.T. Konut Sertifikası değerlendirmeleri; bütünleşik yeşil proje yönetimi, sağlık ve konfor, arazi kullanımı, enerji etkinliği, malzeme ve kaynak kullanımı, konut yaşamı, işletme ve bakım, su yönetimi ve yenilikçilik olmak üzere dokuz kategori üzerinden yapılmaktadır (Yılmaz ve Balyemez, 2020). Amaç; sağlıklı toplumlar, gelişmiş bir ekonomi ve sürdürülebilir bir çevre inşa etmektir. Puanlamaya göre sertifika dereceleri; Onaylı (46–64), İyi (65–79), Çok İyi (80–99) ve Mükemmel (100–110) şeklinde sınıflandırılmaktadır (Yılmaz ve Balyemez, 2020).

2.3.3.5 DGNB

DGNB (*Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen*) sertifikasyon sistemi, 2007 yılında Almanya’da geliştirilmiş olup tüm yapı türlerine uyarlanabilecek esnek bir yapıda tasarlanmıştır (DGNB, 2020). Alman Yeşil Bina Konseyi ile Federal Ulaşım, İnşaat ve Kentsel İlişkiler Bakanlığı’nın (BMVBS) ortak girişimiyle oluşturulan sistem, yapıların sürdürülebilir planlamasını ve performans değerlendirmesini hedeflemektedir (Ebert vd., 2011). Projeler; performans seviyelerine göre Bronz, Gümüş, Altın ve Platin dereceleriyle belgelendirilmektedir.

Yapı standartları ile enerji etkin bina uygulamalarını temel alan bu sertifika; Ekolojik, Ekonomik, Sosyo-Kültürel, Teknik, Süreç ve Arazi Yerleşimi olmak üzere altı ana kalite başlığı altında değerlendirme yapmaktadır (Bernardi vd., 2017). Sertifikasyon süreci, projelerin başlangıcından itibaren sürdürülebilirlik hedeflerinin bütünleşik tasarım ilkeleri doğrultusunda uygulanmasına odaklanır. DGNB, özellikle binaların yaşam döngüsü analizine (LCA) verdiği önemle; yapının ömrünü uzatmaya (Refurbish), kaynak verimliliğine (Reduce) ve yeniden kullanım (Reuse) stratejilerine doğrudan destek vermektedir (Bernardi vd., 2017).

2.3.3.6 EDGE

Dünya Bankası Grubu üyesi IFC (Uluslararası Finans Kurumu) tarafından geliştirilen EDGE (*Excellence in Design for Greater Efficiencies*) sertifikası, özellikle gelişmekte olan pazarlarda yeşil bina projelerinin uygulanmasını teşvik etmeyi amaçlayan bir kaynak verimliliği sistemidir (IFC, 2014). Kullanımı kolay bir yazılım altyapısına sahip olan bu sistem, tasarımcıları çevresel etkileri azaltacak ve maliyet verimliliğini artıracak teknik çözümler konusunda desteklemektedir. Sertifikalandırma sürecinde binaların; Enerji, Su ve Malzemelerin Gömülü Enerjisi olmak üzere üç ana kategoride en az %20 verimlilik sağlaması zorunlu bir önkoşuldur (IFC, 2023; GBCI, 2022).

EDGE'in stratejik hedefi, gelişmekte olan pazarlarda yeni inşaat stokunun en az %20'sinin yeşil bina standartlarına dönüştürülmesidir (World Bank, 2019). Bu küresel dönüşüm programı; İsviçre (SECO) ve İngiltere Hükümeti başta olmak üzere; Avusturya, Kanada, AB, Danimarka, Finlandiya ve Japonya gibi uluslararası donörler tarafından finanse edilmektedir (IFC, 2021). EDGE, özellikle malzeme verimliliğine odaklanan yapısıyla, *Reduce* (Azaltma) ve *Rethink* (Yeniden Düşünme) stratejilerini uygulayarak döngüsel ekonomi prensiplerine somut katkı sağlar.

2.3.3.7 Envision

Envision sertifikası, altyapı projelerinin tasarım ve inşaat aşamalarında sürdürülebilirlik performansını ölçen kapsamlı bir değerlendirme sistemidir (ECOBUILD, 2025). Projelerin yaşam döngüsü boyunca çevresel, sosyal ve ekonomik etkileri dikkate alınarak analiz yapılmaktadır. Sertifika; yaşam kalitesi, kaynak yönetimi, liderlik, doğal çevre, iklim ve risk olmak üzere beş ana kategoride değerlendirilmektedir. Sistem, çevresel zararların azaltılması, paydaş katılımının artırılması, verimlilik ile maliyet tasarrufu sağlanması ve uzun vadeli dayanıklılığın

geliştirilmesini amaçlamaktadır. Envision, tünel, enerji tesisleri, yol, köprü, demiryolu, metro, boru hattı ve fabrika üretim tesisleri gibi geniş ölçekli altyapı projelerini kapsamaktadır (ECOBUILD, 2025). Envision, kaynak yönetimi (*Reduce*), ekosistem odaklı tasarım (*Rethink*) ve uzun ömürlü altyapı geliştirme (*Refurbish/Repair*) stratejileriyle döngüsel ekonomiye bağlanmaktadır (ECOBUILD, 2025).

2.4 Döngüsel Ekonominin Kavramsal Gelişimi

Kenneth Boulding, 1966 yılında yayımlanan “*The Economics of the Coming Spaceship Earth*” adlı seminal çalışmasında; o dönemin hakim ekonomik anlayışını, dünyanın açık bir sistem olarak görüldüğü ve kaynakların sınırsız olduğu varsayımına dayanan 'kovboy ekonomisi' olarak tanımlamıştır (Boulding, 1966). Boulding’e göre bu yaklaşım; doğanın kontrolsüz bir şekilde tüketildiği, başarının ise çevresel tahribata aldırmaaksızın sadece üretim ve tüketim miktarı (GSMH) ile ölçüldüğü sürdürülemez bir modeldir.

Ancak Boulding, geleceğe dair radikal bir perspektif sunmuş ve insanlığın 'uzay gemisi ekonomisi' dönemine girdiğini, dünyanın artık madde bakımından kapalı ve sınırlı bir sistem olarak kabul edilmesi gerektiğini belirtmiştir (Boulding, 1966). Bu metaforla dünya; sınırsız rezervlere veya atık depolama kapasitesine sahip olmayan tek bir uzay gemisidir. İnsanlık, bu kapalı sistemde malzemelerin atık olarak dışarı atılmadığı, sürekli olarak sisteme geri kazandırıldığı döngüsel bir ekolojik düzen inşa etmek zorundadır (Ghisellini vd., 2016). Bu bağlamda Boulding, lineer ekonomi modelinin (al-yap-at) yerine geçmesi gereken bugünkü Döngüsel Ekonomi sisteminin teorik temellerini atan ilk düşünür olarak kabul edilmektedir (Pearce ve Turner, 1990; Ghisellini vd., 2016).

1971’de yazdığı “*The Closing Circle: Nature, Man, and Technology*” adlı eserinde Barry Commoner döngüsel ekonomi benzeri bir anlayışı savunmuştur. Bu eserde dünya üzerindeki kirlilik ve atık problemlerinin sistemik bir çözümle ele alınması gerektiğini belirtmiş ve insanların doğadan aldıkları kaynakları nasıl geri vereceklerini öğrenmeleri gerektiğine dikkat çekmiştir (Harris, 2021). Commoner aynı zamanda günümüzde döngüsel ekonomi temel ilkeleri olarak kabul edilen “*ekolojinin dört yasasını*” açıklamıştır (Harris, 2021);

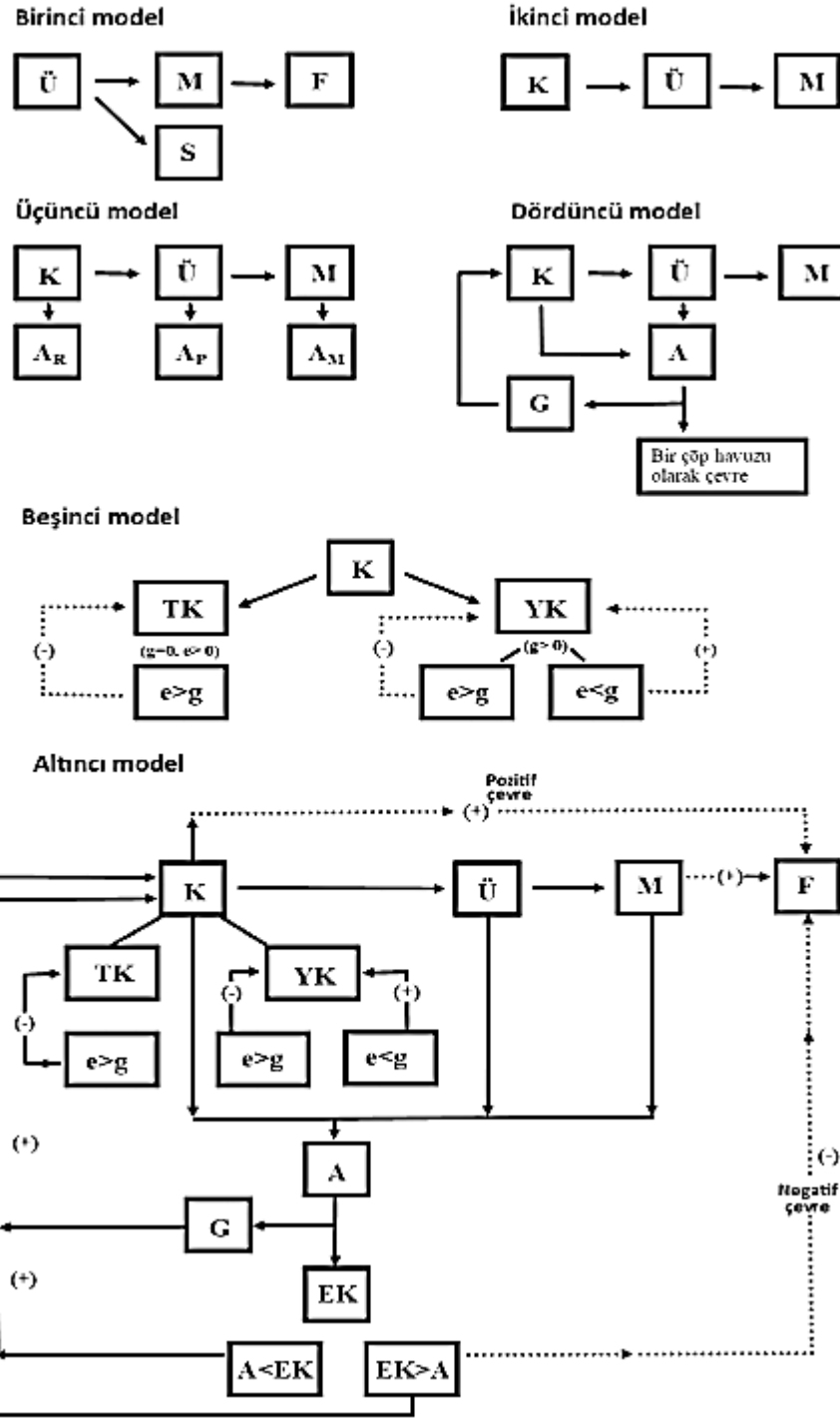
- *Her şey birbiriyle ilişkilidir:* Ekolojik bir sistemde yer alan bileşenler arasında kesintisiz bir bağlantı vardır. Bu nedenle doğada gerçekleşen her eylem izole bir şekilde değil ekosistemin bütününe etkileyecek şekilde meydana gelmektedir. Bu durum doğadaki herhangi bir değişikliğin diğer alanlarda “büyük” ve “gecikmeli” etkiler yaratabileceğini göstermektedir (Harris, 2021).
- *Her şey bir yere gitmek zorundadır:* Ekosistemde hiçbir şey “uzakta” değildir ve atık diye bir şey bulunmamaktadır. Doğal süreçler atıkları dönüştürerek veya başka bir yere taşıyarak madde döngüsünü sürdürmektedir. Dolayısıyla ekosistem içerisinde her element mutlaka bir yere gitmek zorundadır (Harris, 2021).
- *Doğa en iyi düzenleyicidir:* Doğal sistemler milyarlarca yıl süren evrimsel süreçler sonucunda gelişmiş ve dengelenmiştir. Organizmalar ve ekosistemler doğal seçim ile ince ayar yapılmıştır ve insan etkisi bu dengeyi bozmaktadır (Harris, 2021).
- *Ücretsiz kazanç yoktur:* Ekolojide de ekonomide olduğu gibi her kazancın bir maliyeti bulunmaktadır. Doğadan elde edilen her fayda çoğu zaman büyük ve öngörülemeyen maliyetlerle geri ödenmesi gereken ekolojik borçlar oluşturmaktadır (Harris, 2021).

Walter Stahel 1986 yılında yayımlanan “*Product Life as a Variable: The Notion of Utilization*” adlı çalışmasında günümüz tüketim toplumunun kaynak tükenişi ve artan atık hacmi sorunlarına işaret etmektedir. Stahel, sınırlı kaynak erişilebilirliği ve büyüyen atık miktarları karşısında doğrusal ekonomik modelin devamlılığının mümkün olmadığını savunmaktadır. Ürün yaşam döngülerini uzatarak onarım, yeniden kullanım ve yeniden üretim yoluyla toplumsal ve teknik gelişmeleri kısıtlamadan madde ve enerji akışını azaltmayı ve çevresel tahribatı minimize edecek yeni sistemlerin oluşturulmasının gerekliliğini vurgulamaktadır (Sillanpää ve Ncibi, 2019). Ayrıca Frosch ve Gallopoulos, “*Strategies for Manufacturing*” isimli makalelerinde endüstriyel atıkların başka üretim süreçlerinde hammadde olarak değerlendirilmesi fikrini ortaya atmışlardır. Bu çalışmada ideal bir endüstriyel ekosistemin malzemeleri biyolojik bir ekosistemdeki gibi tüketmeyip bir çelik parçasının farklı kullanımları arasında dönüşüm geçirebileceği ifade edilmektedir. Endüstriyel süreçler dolaşımdaki malzemeleri bir formdan diğerine dönüştürmekte,

böylece stoklar bazı malzemelerin yok oluşu nedeniyle azalmakta ve artan nüfusun taleplerini karşılamak amacıyla genişlemektedir (Frosch ve Gallopoulos, 1989).

Frosch ve Gallopoulos'un 1989 yılındaki çalışmalarına göre dünya nüfusundaki artış endüstriyel kirlilik ve günlük atıkların yönetimi için geleneksel yöntemlerin yetersiz kalmasına yol açmaktadır. Bu nedenle geleneksel endüstriyel üretim modelinin bir “endüstriyel ekosistem” şeklinde daha entegre bir modele dönüştürülmesi gerekliliği vurgulanmaktadır. Bu yeni sistemde enerji ve malzeme tüketiminin optimizasyonu atık üretiminin minimize edilmesi ve bir süreçteki atıkların diğer bir süreçte hammadde olarak kullanılması amaçlanmaktadır (Frosch ve Gallopoulos, 1989). Bu model geri dönüştürülemeyen atıkların oluşumunun en aza indirilmesini ve kıt malzeme ve enerji kaynaklarının sürekli tüketiminin minimize edilmesini gerektirmektedir (Frosch ve Gallopoulos, 1989).

Döngüsel ekonomi kavramı, Pearce ve Turner tarafından 1990 yılında yayımlanan “*Economics of Natural Resources and the Environment*” adlı eserde ilk kez ortaya atılmıştır (Pearce ve Turner, 1990). Bu kavram “her şeyin diğer her şey için bir girdi olduğu” ilkesinden yola çıkarak geleneksel doğrusal ekonomi modeline eleştirel bir bakış açısı sunmaktadır ve termodinamiğin ilk iki yasasına atıfta bulunarak yeni bir ekonomik model önermektedir. Pearce ve Turner eserlerinde döngüsel ekonomi modeline geçiş sürecini aşamalı olarak açıklamaktadır. Şekil 2.3'te sunulan ilk model, çevresel faktörlerin dikkate alınmadığı doğrusal bir sistem olarak tanımlanmaktadır. Daha işlevsel bir model oluşturabilmek için Şekil 2.3'ün ikinci modelinde sermaye (S) ve fayda (F) unsurları çıkarılmış ve bunların yerine ekonomik sisteme bir girdi olarak doğal kaynak (K) eklenmiştir. Ancak bu model doğal çevrelerin atık ürünlerin son deposu oldukları ve ekonomik sisteme entegre edilmedikleri için eksik kalmaktadır. Bu bağlamda üretim sürecinin her aşamasında ortaya çıkan atıklar Şekil 2.3'teki üçüncü modelde ele alınmaktadır. Bu modelde herhangi bir dönemdeki atık miktarının tüketilen doğal kaynak miktarına eşit olacağı vurgulanmaktadır. Böylece termodinamiğin birinci yasası devreye girmektedir. Bu yasa ne enerjinin ne de maddenin ne yaratılabileceğini ne de yok edilebileceğini öngörmekte ve tüm kullanılan doğal kaynakların katı atık veya emisyon olarak çevreye geri dönüş yapacağını belirtmektedir (Pearce ve Turner, 1990).



Şekil 2.3: Doğrusal ekonomiden döngüsel ekonomiye geçiş modelleri (Pearce ve Turner, 1990).

Pearce ve Turner, ekonomi ve çevre arasındaki ilişkinin lineer değil döngüsel bir yapıda olduğunu vurgulamışlardır. Boulding'ın önceden dile getirdiği düşüncelere atıfta bulunarak sisteme geri dönüşüm sürecini de dahil etmişlerdir. Bu süreçte çevreye karışan atıkların büyük bir kısmının geri dönüştürülemediğini belirtmek önemlidir. İşte bu noktada termodinamiğin ikinci yasası işlemektedir. Ekonomik sistemlerin

sürdürülebilir bir yapıya kavuşturulması amacıyla “*entropi*” kavramı bir sınır oluşturmaktadır. Örneğin bir otomobilin yüzlerce parçasından sadece birkaçının geri dönüştürülebilir olduğu gözlemlenmektedir. Enerji kaynaklarının geri dönüşümü ise teknik olarak imkânsızdır ve geri dönüştürülemeyen atıklar doğaya karışmaktadır. Çevre belirli bir hazmetme kapasitesine sahiptir ve atıkları zararsız ya da ekolojik açıdan değerli ürünlere dönüştürme kapasitesine sahiptir. Ancak kendini yenilemeyen kaynaklar tükenmekte ve sistem bu kaynaklar için sınırlı bir ömrü olduğunu göstermektedir (Pearce ve Turner, 1990).

Ayrıca Pearce ve Turner beşinci modelde tükenmekte olan kaynakları (TK), yenilenebilir kaynakları (YK), kaynakların verimliliğini (g) ve kaynakların elde edilme hızını (e) modellemişlerdir. Ormanlarda kesilen ağaçlar yeniden büyüdüğüçe stoklarının sabit kaldığı yenilenebilir bir kaynak olarak örneklenmiştir (Pearce ve Turner, 1990). Bu durum kaynak stokunun azalmasını negatif bir değerle ifade etmektedir. Son modelde Pearce ve Turner ekonomi ve çevre arasındaki etkileşimi gösteren ve kaynak, enerji ve refah akışlarını içeren döngüsel bir ekonomi modeli geliştirmişlerdir. Bu model kapalı ve döngüsel bir yapıya sahiptir ve çevre, kaynak üretimi, atık absorbe etme ve doğrudan fayda sağlama gibi üç ekonomik fonksiyon üstlenmektedir. Ekonomilerin ve çevrenin nasıl dengede kalabileceğini anlamamız gerektiğini belirtmişlerdir ve sürdürülebilir bir ekonomi için çevre ile uyumu sağlayacak koşulların belirlenmesi gerektiğine dikkat çekmişlerdir (Pearce ve Turner, 1990).

Endüstriyel ekoloji kavramı mikro ölçekte farklı firmalar ve üretim mekanizmaları arasındaki maddi ortak yaşamı temel alan döngüsel ekonomi anlayışının köklerine dayanmaktadır ve Andersen’e göre bu yaklaşım atıkların ve yan ürünlerin yeniden kullanımını teşvik eden karmaşık ilişkilerin kurulmasıyla ekonomiye ve topluma genel faydalar sunmaktadır (Andersen, 2007).

Endüstriyel ekoloji 1989 yılında Frosch ve Gallopoulos tarafından kaleme alınan “*Strategies for Manufacturing*” adlı çalışmada bir “araştırma alanı” olarak tanımlanmaya başlamıştır. Frosch, 1992 yılında yayımlanan “*Industrial Ecology: A Philosophical Introduction*” makalesi ile endüstriyel ekolojinin kurucularından biri olarak kabul edilmektedir (Tuladhar vd., 2021). Bahsedilen makalede Frosch doğal ekosistemlerdeki gibi tam entegre atık ve enerji akışları üzerine kurulu bir analogi geliştirerek endüstriyel süreçlerin birbirlerinin atıklarını ve yan ürünlerini kullanarak

işleyen bir ağ içindeki organizmalar olarak ele alınması gerektiğini öne sürmüştür. Bu yaklaşım atıkları azaltılması gereken ve diğer süreçler için potansiyel girdiler olarak değerlendirmekte ve ürün tasarımlarının, kullanımlarının son evrelerini dikkate alarak planlanması gerektiğini vurgulamaktadır (Frosch, 1992). Böylece bir endüstriyel ekosistem içinde bir firmadan çıkan atıklar başka bir firma tarafından kaynak olarak değerlendirilecek ve böylelikle doğal sistemler üzerinde olumsuz etkileri en aza indirgenecektir (Garner ve Keoleian, 1995).

Allenby, 1992 yılında “*Industrial Ecology: The Materials Scientist in an Environmentally Constrained World*” adlı makalesinde Frosch’un biyolojik ekosistem analojisini genişleterek endüstriyel ve biyolojik ekosistemler arasında paralellikler kurmuştur (Allenby, 1992). Biyolojik ekosistemlerdeki kapalı döngüsel yapıya karşın endüstriyel sistemler doğrusal bir süreç izlemektedir (Allenby, 1992). Allenby, bu iki sistemin benzerliklerinin kusursuz olmadığını kabul etmiş ve endüstriyel sistemlerin biyolojik özellikleri taklit etmesi halinde önemli kazanımlar sağlayabileceğini belirtmiştir (Allenby, 1992).

Allenby, doğrusal kaynak kullanımı açısından sınırsız sistemlerden kapalı döngüsel ekosistemlere doğru geçişi üç tip modelle ifade etmiştir (Ulutaş, 2011);

- Tip 1, Sistemi konvansiyonel endüstri sistemlerinde dünyadaki kaynakların ve atık sindirme kapasitesinin “sınırsız” olduğu varsayılarak yürütülen doğrusal üretim sürecini ifade etmektedir (Ulutaş, 2011).
- Tip 2, kaynakların “sınırlı” olduğu kabul edilerek atıkların kısmen tekrar kullanıldığı ve yine bir miktar atık oluştuğu günümüz endüstri uygulamalarını tanımlamaktadır (Ulutaş, 2011).
- Tip 3 ise tüm madde ve enerjinin döngü içinde olduğu “sıfır atık” anlamına gelen tam döngüsel sistemleri kapsamaktadır (Ulutaş, 2011).

Allenby’e göre Sanayi Devrimi sonrasında yaşanan kültürel ve teknolojik evrim insanlara kaynaklara neredeyse sınırsız erişim sağlamış, nüfus ve ekonomik faaliyetlerin hızla artmasına olanak tanımıştır (Allenby, 1992). Allenby, bu süreci başlangıçta hızlı olan nüfus büyümesinin zamanla taşıma kapasitesine ulaştıkça yavaşladığı lojistik büyüme sürecine benzetmiştir. Sanayi Devrimi ile birlikte malzemelerin kullanımında ve yeni malzemelerin geliştirilmesinde yaşanan dönüşüm, Tip 1 sistemin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Allenby, 1992). Ancak artık atmosfer

sonsuz bir yutak görevi göremez durumda olduğundan ve sanayi devrimi sonrası nüfus, sermaye birikimi ve kaynak tüketimindeki artış sürdürülebilir değildir (Allenby, 1992). Tip 2 sistem sınırlı kaynakların kullanılmasını gerektirdiği için henüz tam sürdürülebilir olmamaktadır ve çevresel kısıtlamalar Tip 3 bir dünyaya yaklaşmakta olduğumuzu göstermektedir (Allenby, 1992).

Allenby'nin sürdürülebilirlik krizine dair çözüm yaklaşımları üzerine literatürde yer alan değerlendirmelere göre, “radikal ekoloji” düşük teknolojilere dönüşü savunurken toplumsal yapının yıkımını beraberinde getirme riski taşımaktadır (Allenby, 1992). “Derin ekoloji” ise teknolojiyi tamamen dışlayan, ancak pratikte uygulanabilirliği sınırlı bir çevreci duruşu temsil eder. Allenby'nin savunduğu “endüstriyel ekoloji” yaklaşımı ise, çevreyle uyumlu üretim sistemleri, malzeme akışlarının döngüleştirilmesi ve yeni teknolojilerle sürdürülebilirliğin sağlanması açısından en uygulanabilir ve etkili çözüm olarak öne çıkmaktadır. Bu bakış açısı, malzeme biliminin çevresel duyarlılıkla bütünleştirilmesini savunur (Allenby, 1999). Bu alanda malzeme bilimcilerin sistem bazlı yaklaşımlar geliştirmeleri, çeşitli malzemelerin endüstriyel metabolizmalarını incelemeleri ve Tip II sistemler yerine “Tip III kapalı” sistemlerin tasarımını yapmaları gerekmektedir (Allenby, 1992).

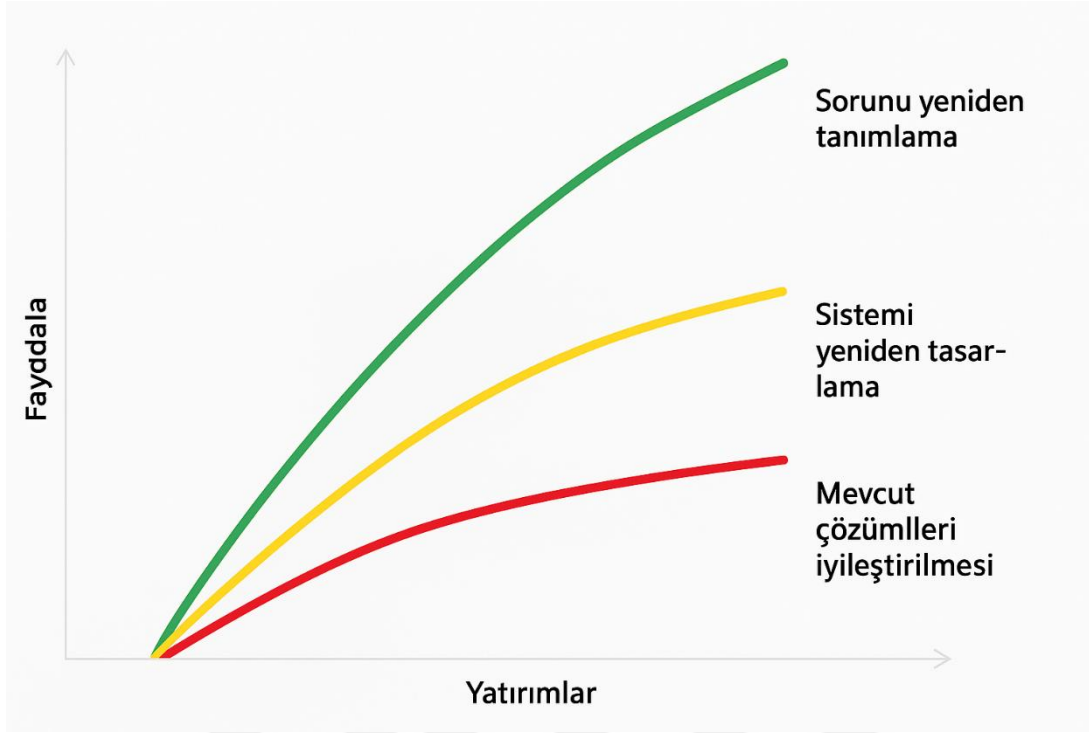
John Lyle 1994 yılında yayımladığı “*Regenerative Design for Sustainable Development*” eserinde insan aktiviteleri sonucu zarar görmüş ekosistemlerin yeniden canlandırılabilmesinin mümkün olduğunu savunmuştur. Lyle’a göre rejenerasyon kendini yeniden üretme süreci olarak ifade edilmektedir ve mevcut insani gelişmeler doğanın karmaşık ve sonsuz çeşitliliğini sağlayan yapısını basitleştirmiştir. Bu basitleştirme doğanın döngüsel işleyişini bozmuş ve doğrusal, tek yönlü kaynak akışına dayalı sistemlerin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bu sistemler yaşamsal öneme sahip doğal kaynakların bozulmasına ve tükenmesine yol açan bir çürüme modeli oluşturmuştur (Aktürk, 2016). Öte yandan rejeneratif sistemler kaynak kullanımını maksimize etmek yerine optimize edecek şekilde tasarlanmaktadır ve mevcut doğrusal sistemleri döngüsel sistemlere dönüştürme süreci içermektedir. Bu süreçte kaynakların kullanım noktalarında, tüketim alanlarında ve atık bertaraf merkezlerinde yeniden değerlendirilmesi sağlanmaktadır (Aktürk, 2016). Rejeneratif tasarım, insan ve doğal çevrenin bir arada geliştirilebileceği bir yaklaşıma dayanmaktadır. Kendi enerji ve malzeme kaynaklarını tamir eden, yenileyen ve

toplumun gereksinimlerini doğanın bütünlüğü ile bütünleşen sürdürülebilir sistemlerin oluşturulmasına imkân tanımaktadır (Roös, 2021).

Rejeneratif tasarım, hedeflerin ötesine geçerek süreçlere ve ilişkili sistem dinamiklerine odaklanan bir sistem düşüncesi olarak tanımlanmaktadır (Vyas ve Slaughter, 2009). Bu yaklaşım, yalnızca zararlı etkileri azaltmakla sınırlı kalmayıp; olumlu katkılar sağlayarak sürdürülebilir tasarımın sınırlarını genişletmekte ve mevcut durumu iyileştirici bir etki ile daha ileriye taşımaktadır (Vyas ve Slaughter, 2009). Dolayısıyla rejeneratif tasarım, yalnızca mevcut sistemlerin korunmasını değil; bu sistemlerin dönüştürülerek geliştirilmesini de temel hedef olarak kabul etmektedir (Vyas ve Slaughter, 2009).

Braungart ve McDonough (2003) ise kullanım ömrü tamamlanan atık ürünlerin atık sahalarında yok edilmesi yerine yeni ürünlerin üretimi için sürekli olarak yeniden kullanılması gerektiğini savunan “*beşikten beşiğe*” modelini öne sürmüşlerdir (McDonough vd., 2003). Beşikten beşiğe modeli malzemelerin yüksek kalitede yeniden kullanımını sağlayacak bir eko-etkin geri dönüşüm sürecini gerektirmektedir. Ayrıca farklı malzemelerin kombinasyonu ile üretilen ürünlerin geri dönüşümüne engel olan durumlar üzerine ürün tasarımcılarının ürünlerin başlangıç aşamasında yeniden kullanımı göz önünde bulundurarak tasarım yapmalarının önemi vurgulanmaktadır. Bu yaklaşım üreticilere ek yükümlülükler getirmektedir (El-Haggar, 2007).

Beşikten beşiğe yaklaşım endüstriyel makinelerin sürekli ekonomik büyümeyi desteklemek adına daha temiz ve verimli motorlarla güncellenmesi gerektiğini öne süren geleneksel yöntemlerden net bir şekilde farklılık göstermektedir (McDonough vd., 2003). Bu sürdürülebilirlik perspektifi çağdaş sanayinin temel tasarım hatalarını ele almamaktadır. Bunun yerine beşikten mezara yöntemi altında sunulan eko-verimli stratejiler, problemleri yeniden şekillendirmekte ve doğanın kesin kurallarını temel almaktadır (McDonough vd., 2003). Şekil 2.4, tasarıma yapılan yatırımların diğer alternatiflerle kıyaslandığında en yüksek faydayı sağladığını gösteren yeniden tanımlamanın önemini vurgulamaktadır (McDonough vd., 2003).



Şekil 2.4: Tasarımın seviyelerindeki kararların sonuçları (McDonough vd., 2003).

McDonough ve arkadaşlarının (2003) önerisine göre, doğal dünyadaki kapalı döngü sistemleri, hiçbir atığın israf edilmeden sürekli bir döngü içinde işlediği canlı sistemlerin verimliliğine ulaşarak, insan yapımı sistemlerin tasarımına model teşkil edebilir. . Beşikten mezara yaklaşım üç ana ilkeye dayanmaktadır (McDonough vd., 2003);

- *Atık eşittir gıda:* Bu prensip ürünlerin ve materyallerin biyolojik ve teknik döngülerde güvenle yeniden kullanılabilir şekilde tasarlanmasını savunmaktadır. Doğada bir organizmanın atığı başka biri için besin kaynağı olabilmekte ve besinler doğumdan ölüme ve yeniden doğuma kadar sürekli bir döngüde dolaşmaktadır. Böylece bir ürünün atığı başka bir ürün için girdi olabilmektedir. Tasarımcılar ve mühendisler güvenli malzemeleri seçerek ve zararsız sürdürülebilir kapalı döngü malzeme akışlarını planlayarak ürünlerin, süreçlerin ve hizmetlerin optimizasyonunu sağlayabilmektedir. Biyolojik olarak bozunabilen doğal liflerden yapılmış tekstil ürünleri ve ambalajlar bu yöndeki başarılı uygulamalara örnek teşkil etmektedir. Bu iyileştirmelerin başarılı olabilmesi için malzeme ve enerji akışı, dayanıklılık ve demontaj gibi parametrelerin tasarımın her yönüne entegre edilmesi gerekmektedir (McDonough vd., 2003).

- *Güneş enerjisi getirisinin kullanılması*: Bu ilke güneş, rüzgar ve su gibi sürdürülebilir kaynakların kullanımını teşvik etmektedir. Doğal sistemlerin yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma yöntemlerinin taklit edilmesi gerekmektedir (McDonough vd., 2003).
- *Çeşitliliğin kabul edilmesi*: Tasarımların yerel çevre ve ekosistemlere uygun olarak optimize edilmesi gerektiğini vurgulayan bu ilke biyolojik çeşitliliğin ve yerel koşulların göz önünde bulundurulmasının çevresel etkiyi azaltırken aynı zamanda daha zengin ve esnek sistemlerin oluşturulmasına yardımcı olmaktadır. Ekolojik sistemlerdeki çeşitlilikten esinlenerek çeşitliliği insan yapımı sistemlere aktarmayı amaçlamaktadır (McDonough vd., 2003).

Bor ve diğerleri 2011 yılında beşikten beşiğe yaklaşımını bir felsefe, rehber ilkeler ve uygulama araçlarına dayalı olarak tanımlamış ve temelde bir inovasyon için tasarım çerçevesi olarak nitelendirmiştir (Bor vd., 2011). Bu yaklaşımın temelinde faydalı bir çevresel ayak izi hedefi bulunmaktadır. Yani tasarım ve üretim süreçleri sadece zararı azaltmakla kalmayıp aynı zamanda çevreye fayda sağlayabilecek şekilde geliştirilmelidir. Bu amaç doğrultusunda çevreyi ve toplumu iyileştiren, değer katan ve eko-etkili ürün ve süreçlerin geliştirilmesi hedeflenmektedir (Bor vd., 2011). Bu hedefler yukarıda belirtilen üç ilke tarafından yönlendirilmektedir. Döngüsel ekonomi kavramı bu alanda önemli bir katkı sağlayan ve modern anlamda yaygınlaşmasına öncülük eden eski bir İngiliz denizci olan MacArthur tarafından popüler hale getirilmiştir (MacArthur, 2013). Özellikle MacArthur Vakfının 2010 yılında kurulması ile döngüsel ekonomi üzerine yaptığı çalışmalar kavramın geniş kitleler tarafından kabulünü sağlamıştır (MacArthur, 2013).

2.5 Doğrusal Ekonomi ve Döngüsel Ekonominin Karşılaştırılması

Günümüzde global olarak hâkim olan ekonomik yaklaşım hammaddelerin işlenerek ürüne dönüştürüldüğü ve sonrasında tüketilip atığa dönüştüğü Doğrusal Ekonomi Modeli'dir (MacArthur, 2013). Bu model tüketim odaklı yapısıyla kaynakların kullanımında büyük kayıplara neden olmaktadır ve değer zinciri üzerinde ciddi zararlar yaratmaktadır ve Üretimden tüketime kadar olan süreçte atıkların oluşumu kaçınılmaz hale gelmektedir (Ogunmakinde, 2019).

Doğrusal ekonomi modelinin asıl amacı düşük maliyet ve yüksek satış odaklı bir yapıyla mümkün olan en yüksek karı elde etmektedir (MacArthur, 2013). Bu yapı

kaynak israfını teşvik eden, çevresel olarak etkisiz ve kısa ya da orta vadede çözümler sunan geçici bir model olarak sürdürülebilirlikten uzaktır (Ogunmakinde, 2019).

Dünya çapında bu model ekonomik büyümeyi ve refahı artırırken sürdürülebilirlik sorunlarına da yol açmaktadır. Doğal kaynakların aşırı ve sürdürülemez kullanımı ile doğaya zarar veren atıkların üretilmesi hem ekosistemlere hem de canlılara ciddi zararlar vermektedir (Shrivastava ve Zsolnai, 2018). Sanayi Devriminden itibaren global pazarlarda etkin olan doğrusal ekonomi modeli doğal kaynakların sonsuz olduğu varsayımı ve ekonomik karın diğer tüm unsurlardan öncelikli olduğu bir sistem olarak kendini göstermektedir (Weetman, 2019). Ancak zamanla bu model sürdürülemez bir noktaya gelmiş ve azalan ürün ömrü, aşırı üretim, atık birikimi ve kaynakların bilinçsizce tüketilmesi gibi çeşitli sorunlara neden olmuştur (Weetman, 2019).

Doğrusal ekonomilerin 'al-yap-at' modeline dayalı sürekli büyüme eğilimi, gezegenin ekolojik sınırlarını zorlayarak çevresel hasarları artırmakta; sadece doğal ekosistemlere değil, aynı zamanda insan ve diğer canlıların sağlığına da geri dönüşsüz zararlar vermektedir (Ellen MacArthur Foundation, 2013). Bu ekolojik tahribat, toplumsal açıdan da ciddi krizlere zemin hazırlamaktadır (Pearce ve Turner, 1990; Ghisellini vd., 2016).

Doğrusal ekonomideki kontrolsüz kaynak kullanımı ve atık yönetimi eksikliği; 21. yüzyıl başından bu yana küresel iklim değişikliği, aşırı hava olayları, gıda güvensizliği, doğal kaynakların tükenmesi gibi sorunları şiddetlendirmiştir (IPCC, 2022). Bu sorunlar, COVID-19 pandemisi gibi küresel krizlerle birleşerek yoksulluk ve iklim göçü gibi sosyo-ekonomik problemleri tetiklemektedir (UNEP, 2021). Sistemsel açıdan ele alındığında doğrusal ekonomi; hammadde temini, üretim, tüketim ve atık oluşumu şeklinde ilerleyen tek yönlü bir akışı izlemektedir. Bu döngüde üretici, doğal kaynakları işleyerek mamul hale getirmekte ve tüketiciye sunmaktadır; sürecin sonunda ortaya çıkan atıklar ise genellikle sisteme geri kazandırılmadan doğrudan doğaya terk edilmektedir (Sapmaz Veral, 2021).

Tüketici perspektifinden bakıldığında ise doğrusal ekonomi; ürünün satın alınması, kullanılması ve ardından atılması şeklinde oldukça sınırlı ve tek yönlü bir tüketim davranışını içermektedir (Sapmaz Veral, 2021).

Doğrusal ekonomi modeli endüstriyel üretimin masif ölçekte gerçekleşmesi, doğal kaynakların aşırı tüketimi ve üretim ile tüketim sonrası ortaya çıkan atıklar nedeniyle ekoloji üzerinde yıkıcı etkiler yaratmakta ve insan sağlığı için ciddi riskler oluşturmaktadır (Çırak vd., 2021). Bu modelin dünya genelinde yaygın kullanımı hammaddelerin talebinde artış, hammaddelerin fiyatlarında istikrarsızlık, kritik hammaddelere olan ihtiyaç, ithalata bağımlılık gibi beraberinde birçok riski de getirmektedir (Çırak vd., 2021). Sanayi Devriminden bu yana yapılan araştırmalar doğal kaynakların aşırı kullanımının dünya genelindeki ortalama sıcaklıkları 1,1 derece artırdığını göstermektedir (Masson-Delmotte vd., 2019). Deniz, hava ve kara ortamındaki sıcaklık ölçümleri 1850'den günümüze değerlendirildiğinde son 30 yılda bu etkilerin daha da şiddetlenerek arttığı tespit edilmiştir (Stocker, 2014).

Atmosferdeki bu değişimler iklim olaylarının sıklığını ve şiddetini artırarak yazları kuraklık ve çölleşme ile yoğun yağışlara bağlı sel, kışları ise şiddetli kar fırtınaları ve buzlanmalar şeklinde kendini göstermektedir (Türkeş ve Ecmel, 2018). Geçtiğimiz 50 yıl içinde gözlenen bu dengesiz hava koşullarının sebebi ortalama sıcaklıklardaki 0.50 C'lik artış ve iklim değişikliği krizidir (Alcamo vd., 2007).

Dünya genelinde benimsenen doğrusal ekonomi modeli, büyük ölçüde karbon emisyonlarına neden olan üretim ve tüketim ilişkileri nedeniyle, ilk olarak bir iklim krizi, ardından da iklim aciline dönüşen süreci tetiklemektedir (Cullmann vd., 2020). Bu süreçte, metan, ozon ve su buharı gibi sera gazlarının atmosferdeki salınımı artmakta, bu durum da okyanuslar, ormanlar ve atmosfer gibi doğal sera gazı yutaklarının işlevsiz hale gelmesine yol açmaktadır (Cullmann vd., 2020).

Küresel ısınmanın etkisiyle eriyen buzullar, ısınan okyanuslar ve yangınlar sonucu tahrip olan ormanlar, barındırdıkları sera gazlarını atmosfere salarak; başta biyoçeşitlilik olmak üzere tüm ekosistemler için yıkıcı krizlere neden olmaktadır (Cullmann vd., 2020). Bu döngü, dünyayı hızla büyük bir iklim felaketine sürüklemektedir (Cullmann vd., 2020).

Son 50 yılda yaşanan iklim olaylarının insan yaşamı, çevre ve küresel ekonomi üzerindeki etkilerine ilişkin olarak Birleşmiş Milletler, "11.000'den fazla doğal felaket yaşanmış, bu olaylar 2 milyon kişinin yaşamını yitirmesine ve toplamda 3,6 trilyon

dolarlık ekonomik kayba neden olmuştur” açıklamasında bulunmuştur (Cullmann vd., 2020).

2020 yılında Covid-19 pandemisi nedeniyle insanların hareketliliği azalmış ve sanayi ile fabrika gibi etkinlikler duraklamıştır ve Böylece 2020 Emisyon Açığı Raporuna göre, karbondioksit emisyonlarını %7 oranında düşmüştür (UNEP, 2020). Günümüzde tükenmekte olan doğal kaynaklar ve çevresel krizler mevcut doğrusal ekonomik modelin sürdürülebilir olmadığını göstermektedir. Bu model üretilen her ürünün sonunda atık oluşmasına dayanmaktadır. Ancak bu sorunlara çözüm bulamayan doğrusal sistem döngüsel ekonomi gibi alternatif modellerin ortaya çıkmasına sebep olmuştur (Önder, 2018). Döngüsel ekonomi, kaynakların yeniden kullanımını sağlayarak neredeyse sıfır atıkla üretim yapmayı hedeflemektedir ve bu sayede ekolojik dengenin sürdürülmesine katkıda bulunmaktadır (Önder, 2018). Döngüsel ekonomi “Yeşil Ekonomi”, “Mavi Ekonomi” gibi diğer sürdürülebilir modellerle birlikte anılmaktadır (Önder, 2018).

Döngüsel ekonomi modeli endüstriyel süreçlerde atık malzemeleri yeniden değerlendirerek enerji ve diğer kaynakları etkin ve karlı bir şekilde kullanmayı amaçlamaktadır (Murray, 2017). Döngüsel ekonomi modeli ürün ve hizmetlerin ekonomik değerini artırmayı, atık oranını azaltmayı ve kaynakların ekonomi içinde daha uzun süre kalmasını sağlamaktadır. Ayrıca “beşikten beşiğe” yaklaşımı biyomimetik ve endüstriyel ekoloji gibi kavramlarla doğal sistemlerden ilham alarak sürdürülebilir üretim yöntemleri geliştirmekte ve bu süreçler endüstriye değerli bilgiler sunmaktadır (Murray, 2017).

2013 yılı itibarıyla hayata geçirilen döngüsel ekonomi modeli mevcut doğrusal ekonomiden temelde ayrılmaktadır (Jorgensen ve Pedersen, 2018). Bu model kapsamında ürünler ve hizmetler teknik veya biyolojik süreçlerle yeniden kullanılmak üzere tasarlanmaktadır (Murray, 2017). Döngüsel ekonomi döngülerin baskın olduğu bir yapıda insanlara yeni çalışma olanakları sunmaktadır. Bu sistem malzemeleri, ürünleri ve hammaddeleri sürekli olarak yüksek değerde ve faydada tutmayı amaçlamaktadır (MacArthur, 2013). Geleneksel “al-yap-at” modelinden döngüsel iş modeline geçiş yapan şirketler sürdürülebilirliğe ulaşmayı hedeflemekte, kaynak tükenişine karşı koyabilmekte ve kirliliği azaltabilmektedir, bu geçiş şirketlere yeni gelir kaynakları yaratma, maliyetleri düşürme ve risk yönetimini geliştirme imkânı da sağlamaktadır (Jorgensen ve Pedersen, 2018).

Doğrusal ekonomiden döngüsel ekonomiye geçiş sürecinde, kaynak döngülerinin yönetimi temel olarak üç ana stratejiye dayanmaktadır (Bocken vd., 2016). Bu stratejiler, literatürde sırasıyla kaynak döngülerinin kapatılması, yavaşlatılması ve daraltılması olarak tanımlanmaktadır. Kapatma stratejisi, ürünlerin kullanım sonrası geri dönüşüm, yeniden üretim ya da yeniden kullanım yollarıyla sistemde tutulmasını sağlayarak, atığın hammaddeye dönüşmesini mümkün kılmaktadır (Bocken vd., 2016). Bu döngü, kaynakların sürekli olarak ekonomik sistem içinde dolaşımını mümkün kılmakta ve hammaddeye olan dış bağımlılığı azaltmaktadır.

Yavaşlatma stratejisi, ürünlerin ömrünü uzatmaya odaklanır; bu, özellikle tamir, bakım, yeniden kullanım ve ikinci el satış gibi uygulamalarla gerçekleştirilir (Bocken vd., 2016). Bu sayede, hammadde ve enerji tüketimi ertelenir ve doğal kaynaklar üzerindeki baskı azaltılır. Daraltma stratejisi ise, tasarım aşamasından itibaren daha az malzeme ve enerji kullanarak üretim yapılmasını, yani kaynak verimliliğinin artırılmasını hedeflemektedir. Bu stratejinin temel amacı, ürün tasarımında minimalist ve sürdürülebilir çözümlerle kaynak kullanımını minimize etmektir (Bocken vd., 2016).

Döngüsel ekonomi modeli, kapitalist sistemin işleyişine entegre bir biçimde, mevcut doğrusal ekonomik yapıya alternatif olarak geliştirilmiştir. Döngüsel ekonominin temelinde, çevresel sürdürülebilirlik ilkeleri çerçevesinde kaynak kıtlığı, atık artışı ve ekolojik bozulma gibi sorunlara çözüm üretme hedefi yer almaktadır. Döngüsel ekonomi atıkların yeniden değerlendirilmesi ve ekonomik büyümenin doğal kaynak tüketimi olmaksızın gerçekleştirilmesi olmak üzere iki temel amaç üzerine kurulmuştur (Montaigne, 2016). Döngüsel ekonomi, malzeme ve enerjinin kullanımında döngüsel süreçlerin yavaşlatılması, sınırlandırılması ve kapatılması yoluyla kaynakların, atıkların, enerjinin ve emisyonların en az seviyeye indirgenmesini hedefleyen bir yapı olarak tanımlanmaktadır (Geisendorf vd., 2017).

Modern zamanlarda doğrusal ekonominin yarattığı zararlar ve riskler ele alındığında döngüsel ekonomi modeli ön plana çıkmaktadır (İnanç, 2020). Doğrusal ekonomiye alternatif olarak sunulan çözümler doğal döngüleri takip eden üretim süreçleri, ekoinovasyon ve eko-tasarım, atık miktarının azaltılması ve enerji ile kaynakların verimli kullanımı şeklinde sıralanmaktadır. Doğrusal ve döngüsel ekonomi modelleri arasında temel farklılıklar bulunmaktadır (İnanç, 2020).

Çizelge 2.3: Doğrusal ekonomi ve döngüsel ekonomi yaklaşım farkları (İnanç, 2020).

Doğrusal Ekonomi	Döngüsel Ekonomi
Temel kaynakların aşırı tüketimi	Kullanılmış ürünlerden yeni hammadde üretimi
Hızlı tüketim ve israf	Etkin ve sorumlu tüketim modelleri
Atık oluşturma, Depolama alanları, hava ve su kirliliği	Atık miktarının azaltılması ve yeniden değerlendirilmesi
Sürdürülebilir olmayan üretim modelleri	Tasarıma dayalı sürdürülebilir üretim
Tek seferlik kullanım	Ürünlerin bakımı, onarımı ve güncellenmesi
Ekolojik dengelerin bozulması	Doğal sistemlerin yenilenmesi ve canlandırılması

Doğrusal ekonomi modelinde, dünya üzerindeki canlı varlıklar, doğal kaynaklar ve çevresel unsurlar çoğu zaman bilinçsiz bir tüketim anlayışıyla ele alınmakta ve bu süreç ekolojik yıkımlara neden olmaktadır (MacArthur, 2013). Buna karşılık döngüsel ekonomi modeli, çevresel, toplumsal ve ekonomik unsurlar arasında bir denge kurarak; doğa, kaynaklar ve gelecek kuşakların haklarını göz önünde bulundurmaya esas almaktadır (MacArthur, 2013) (Çizelge 2.3).

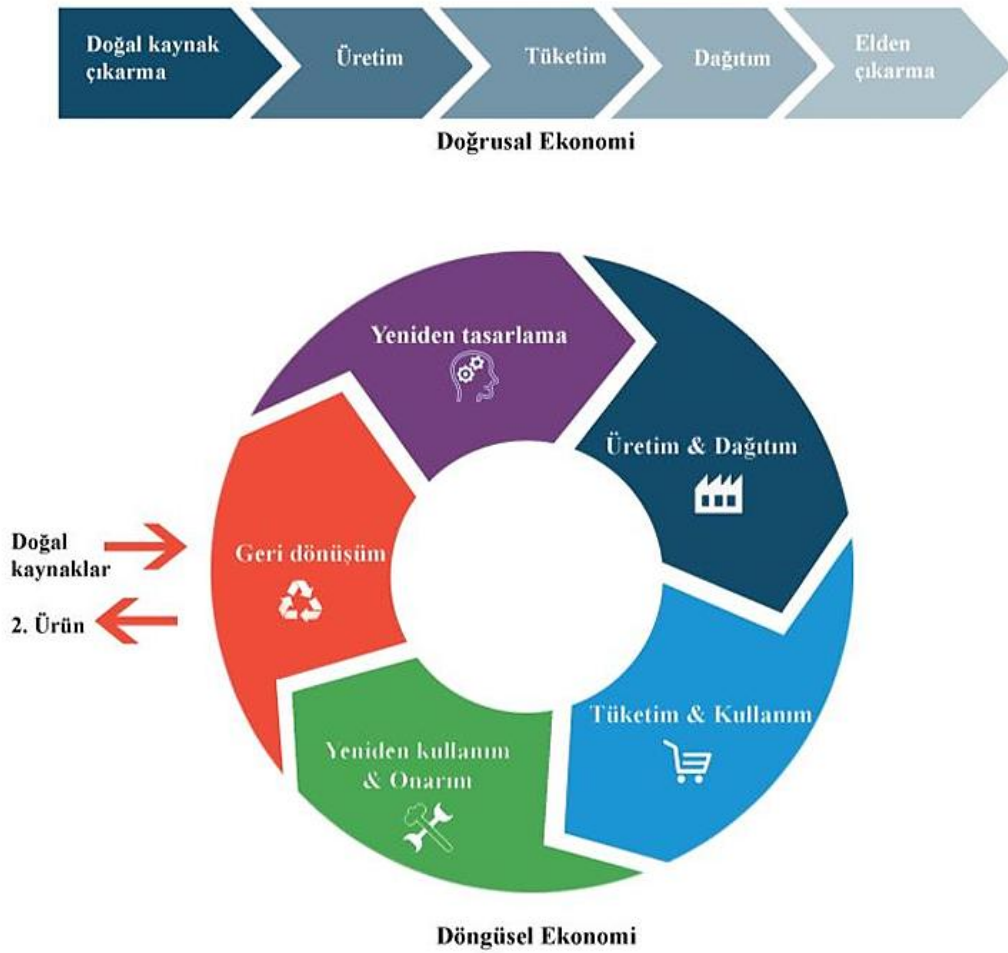
Bu yaklaşım doğrultusunda, geri dönüşüm, yeniden kullanım, ürün ömrünü uzatma ve atıkların azaltılması gibi çevre dostu yöntemler benimsenerek, sürdürülebilir bir ekonomik sistemin hayata geçirilmesi hedeflenmektedir (İnanç, 2020).

2.6 Döngüsel Ekonominin İşleyişi ve Uygulama Boyutları

Çevresel problemlerin artışı, ekonomik istikrarsızlıklar ve sürdürülebilirlikle ilgili artan endişeler geleneksel doğrusal ekonomi modelinin yetersiz kaldığını göstermektedir. Bu sorunlara çözüm olarak ortaya atılan pek çok disiplin ve kavram sonunda döngüsel ekonomi fikrinde birleşmektedir. Döngüsel ekonomi konsepti tek bir kaynağa dayanmamaktadır. Literatürde bu konseptle ilgili birçok farklı açıklama bulunmaktadır. Bu açıklamalardan en kapsamlısı Avrupa Birliği tarafından yapılmıştır. Avrupa Birliği döngüsel ekonomiyi “*Ürünlerin ve malzemelerin değerinin olabildiğince uzun süre korunduğu, israfın ve kaynak kullanımının minimuma indirildiği ve ürünlerin kullanım ömrü sona erdiğinde kaynakların ekonomi içerisinde kalarak yeniden değerlendirildiği bir ekonomik sistem*” olarak tanımlamaktadır (Commission, 2015).

Ellen MacArthur Vakfı gibi dögüsel ekonomi alanında öncü kuruluşlar bu kavramı iklim değışikliğı, atık ve kirlilik gibi global sorunlarla başa çıkmak için bir sistem çözümü ve biyolojik çeşitlilik kaybı olarak ifade etmektedir (MacArthur, 2022).

Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı da dögüsel ekonomiyi “kaynakların korunmasını sağlayan, tasarımsal olarak onarıcı veya yenileyici nitelikte olan endüstriyel süreçleri ve ekonomik faaliyetleri kapsayan, sistem odaklı bir yaklaşımı benimseyen bir ekonomi” olarak açıklamaktadır (EPA, 2022).



Şekil 2.5: Doğrusal ekonomi ve dögüsel ekonomi (Khajuria, 2021).

Dögüsel ekonomi (Şekil 2.5), doğal kaynakların azalmasını önleyerek sürdürülebilir gelişmeyi destekleyen büyük bir potansiyele sahiptir (MacArthur, 2022). Bu ekonomik model malzemelerin işlenmesi, kullanımı ve ömrünün sona ermesinden kaynaklanan çevresel kirleticileri azaltmaktadır. Şekil, geleneksel al-yap-at ekonomisinden “*yap-kullan-yeniden kullan-yeniden yap-geri dönüştür*” mantığına geçişi göstermekte ve bu süreçte sistemde yaşanan dönüşüme işaret etmektedir (Khajuria, 2021). Dögüsel ekonomi (Şekil 2.5), dögüsel ekonomi yaklaşımı, doğrusal tüketim sistemini kapalı

bir döngüye dönüştürmekte ve bu sayede kaynakların daha verimli kullanılmasıyla sürdürülebilirliğin artırılmasına katkı sunmaktadır. Bu strateji, onarıcı ve yenileyici tasarım anlayışına dayalı bir sistem mantığı benimsemekte ve sürdürülebilir üretim süreçlerini desteklemeyi hedeflemektedir

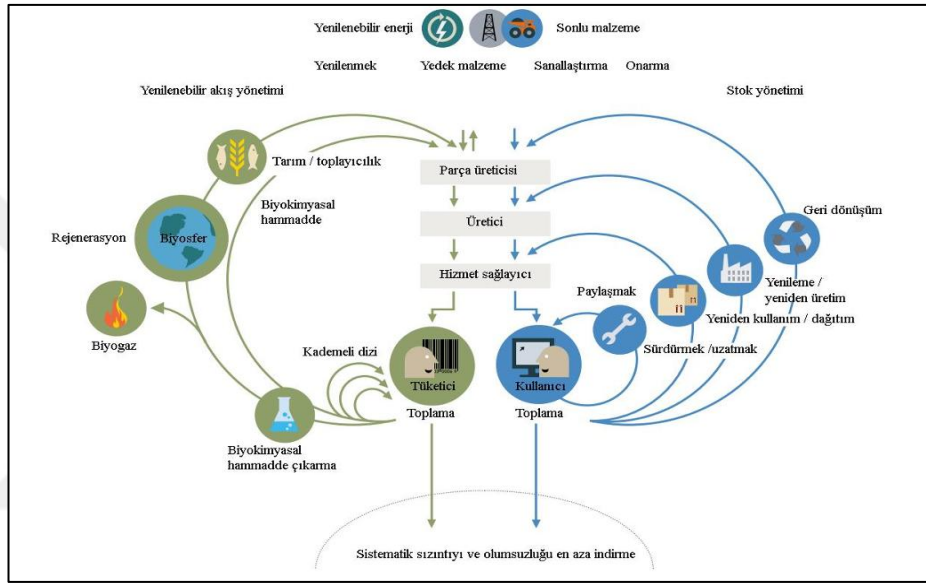
Toplanan atıkların yeniden üretim birimlerine gönderilmesiyle, kapalı devreli bir değer zinciri oluşturulmakta ve bu zincirin optimize edilmesi döngüsel ekonominin temel ilgi alanlarından birini oluşturmaktadır. Bu sistemdeki nihai amaç, döngü dışına çıkan kaynak miktarını minimuma indirerek, sistemin etkin, verimli ve sürdürülebilir biçimde işlemesini sağlamaktır. Ellen MacArthur Vakfı döngüsel ekonomi yaklaşımını atıkları ve kirliliği ortadan kaldırma, ürün ve malzemeleri en yüksek değerlerde dolaşıma sokma ve doğal sistemleri yenileme olarak üç ana ilkeye dayandırmaktadır (MacArthur, 2022).

Tasarım odaklı çözümlerle atık ve kirlilik sorunlarının üstesinden gelinmektedir. Pazarda yer alan birçok ürün küçük ambalajlardan kalıcı yapılar gibi geniş bir yelpazede “al-yap-at” sistemi ile işlemektedir (Khajuria, 2021). Doğada aslen bulunmayan ve yanlış tasarımlar sonucu ortaya çıkan atık kavramı bu sistemlerin revize edilmesi ile ele alınmaktadır (Khajuria, 2021).

Döngüsel ekonominin temel ilkelerinden biri, ürünlerin ve malzemelerin mümkün olan en yüksek değerde tutulmasını ve kullanım ömrünü tamamlayanların bileşen ya da hammadde olarak tekrar sisteme kazandırılmasını). Bu sürecin iki ana yolu bulunmaktadır: biyolojik döngü ve teknik döngü, Biyolojik döngü, doğaya zarar vermeden ayrışabilen organik malzemelerin, kompostlama ya da anaerobik çürütme gibi yöntemlerle toprağa geri kazandırılmasını içermektedir. Buna karşın teknik döngüde, kullanılan malzemeler biyosfere geri kazandırılmaz, bu nedenle israfı en aza indirecek şekilde tasarlanarak sistemde sürekli olarak döndürülmeleri gerekir (MacArthur Foundation, 2013). Teknik döngü kapsamında ürünlerin yeniden kullanımı, onarımı, üretimi ve geri dönüşümü yapılmaktadır (MacArthur, 2022). Doğayı yenileme ilkesi MacArthur Vakfı’nın döngüsel ekonomi anlayışının temelini oluşturmaktadır (MacArthur, 2022). Bu ilke kapsamında doğal süreçlerin desteklenmesi ve doğaya daha fazla yaşam alanı bırakılması amaçlanarak doğrusal ekonomiden döngüsel ekonomiye geçiş yapılmaktadır. Bu sayede çevreye zarar verme endişesinin ötesine geçilerek doğanın nasıl iyileştirilebileceği üzerine yoğunlaşmaktadır. Özellikle gıda endüstrisinin iyileştirilmesi bu süreçte oldukça

etkilidir (MacArthur, 2022). Rejeneratif tarım yöntemleriyle iklim değişikliği ve biyolojik çeşitlilik kaybının önlenmesi mümkün görülmektedir (Üçok, 2020).

Şekil 2.6’da belirtilen döngüsel ekonomi sistem diyagramı ekonomi modelindeki sürekli malzeme akışını göstermektedir. Bu diyagramda teknik ve biyolojik olmak üzere iki temel döngü mevcuttur. Teknik döngü, malzemelerin yeniden kullanımını, onarımını, yeniden üretimini ve geri dönüşümünü içermektedir. Biyolojik döngü ise biyolojik olarak ayrışabilen malzemelerden elde edilen besinleri doğayı yenilemek amacıyla geri göndermektedir (MacArthur, 2022).



Şekil 2.6: Döngüsel ekonomi diyagramı (MacArthur, 2022).

Döngüsel ekonomi, uzun vadeli kullanım, optimal geri kullanım, tamir, yeniden üretim, yenileme ve geri dönüşüm yoluyla sürdürülebilir bir sistem inşa etmeyi hedeflemektedir. Model, geleneksel sistemlere bir alternatif olarak, “R” prensipleri aracılığıyla tanımlanabilir. Başlangıçta 3R (Azalt, Yeniden Kullan, Geri Dönüştür) stratejileri üzerine kurulan bu yaklaşım 1990’larda yalın üretim tekniklerinden esinlenerek ve 1980’lerdeki azaltma prensibine dayanarak geliştirilmiştir (Gedik, 2020).

Azalt: Bu prensip ilk aşamada enerji ve ham madde kullanımını minimize ederek üretim süreçlerinin daha verimli hale getirilmesini amaçlamaktadır. Üretim ve tüketim faaliyetleri sırasında ortaya çıkan atık miktarlarının azaltılması bu prensibin odak noktasını oluşturmaktadır (Khajuria, 2021).

Yeniden Kullan: Ürünlerin maksimum seviyede değerlendirilmesi ve gereksiz üretimin önüne geçilmesi için bu strateji önem arz etmektedir. Ürünler, tamir edilerek veya yenilenerek tekrar kullanıma sunulabilir. Ayrıca başka ürünlerin üretim süreçlerinde de kısmen kullanılabilirler. Bu durum bir işletmenin atıklarının veya yan ürünlerinin başka işletmeler ve sektörler tarafından yeniden değerlendirilmesini sağlamaktadır (Üçok, 2020).

Geri Dönüştür: Ürünlerin artık kullanılamaz hale geldiği durumlarda hammadde tüketiminin azaltılması için geri dönüşüm süreci devreye girmektedir. Geri dönüştürülen malzemelerin yeni ürünlere dönüştürülmesi ile atık geri kazanım süreci etkinleştirilmektedir (Çepel, 2013).

Değerlerin sürdürülebilir şekilde elde edilmesi için yalın üretimden sürdürülebilir üretime geçişin zorunlu olduğu düşünülmektedir (Garza-Reyes, 2015). Bu nedenle zamanla 3R prensipleri 4R (Azalt, Yeniden Kullan, Geri Dönüştür, Kurtar), 9R (Reddet, Yeniden Düşün, Azalt, Yeniden Kullan, Tamir Et, Yenile, Yeniden Üret, Yeniden Amaçla, Geri Dönüştür, Kurtar) ve hatta 12R'ye (Reddet, Yeniden Düşün, Yeniden Kullan, Tamir Et, Yenile, Yeniden Üret, Yeniden Amaçla, Geri Dönüştür, Araştır, Yetenek Geliştir, Yeniden Tasarla, Yeniden Değerlendir ve Kurtar) dönüş yapmıştır (Khajuria, 2021).

Döngüsel ekonomi, sürdürülebilir kalkınmanın öngördüğü çevresel, sosyal ve ekonomik faydaları bütüncül bir yapı içerisinde ele alarak sistematik bir dönüşüm hedeflemektedir. Bu model kapsamında, yenilenebilir enerji kullanımının teşvik edilmesi, doğal kaynakların korunması ve iyileştirilmesi ile birlikte atıkların yeniden değerlendirilmesi sağlanarak kaynak verimliliği artırılmaktadır. Ayrıca, sera gazı salınımı, toksik madde emisyonları ve fosil yakıt tüketimi azaltılarak, iklim değişikliğiyle mücadelede katkı sunulmakta ve daha yaşanabilir bir çevrenin oluşturulması amaçlanmaktadır Döngüsel ekonomi modeli, çevresel avantajların yanı sıra toplumsal düzeyde sosyal faydalar da sağlamaktadır .

Bu model, toplum ve sanayi arasındaki ilişkilerin kuvvetlenmesine, ayrıca işletmeler ile müşteriler arasında daha uyumlu ve sürdürülebilir bir etkileşim kurulmasına olanak tanımaktadır (Üçok, 2020). Sunduğu istihdam olanaklarıyla toplumun ekonomik durumunu iyileştirmekte, halk sağlığına ve çevre bilincine katkıda bulunarak yasal düzenlemelere uyumu kolaylaştırmaktadır (Üçok, 2020).

Döngüsel ekonomi prensiplerini benimseyen işletmeler, ürün ve hizmetlerini yeniden tasarlayarak (*Eco-design*) sürdürülebilirlik eksenli bütüncül bir üretim ve tüketim modeli geliştirmektedir (Bocken vd., 2016). Bu stratejik yaklaşım, esnek tedarik zinciri yönetimi ve kapalı döngü (closed-loop) lojistik ağları sayesinde yeni pazarlara erişimi kolaylaştırmakta ve işletmelerin rekabetçi faaliyet kapasitelerini artırmaktadır (Geissdoerfer vd., 2018). Aynı zamanda döngüsel ekonomi uygulamaları; mülkiyet yerine performansı önceleyen 'Ürün-Hizmet Sistemleri' (PSS) aracılığıyla, müşteri odaklılık ilkeleriyle uyumlu, kişiselleştirilebilir ürün ve hizmet geliştirilmesini de olanaklı hale getirmektedir (Lewandowski, 2016; Tukker, 2015).

Sürdürülebilir kalkınmayı destekleyen döngüsel ekonomi modeli; geri dönüşüm, yeniden üretim (*remanufacturing*) ve endüstriyel simbiyoz süreçleri yoluyla işletmeler için atıl kaynaklardan yeni gelir akışları yaratmakta ve kaynak kullanım verimliliğini maksimize etmektedir (Lacy ve Rutqvist, 2015; Ellen MacArthur Foundation, 2013). Bununla birlikte, döngüsel ekonomi uygulamaları; inovasyonu tetikleyerek işletmelerin rekabetçi konumlarını güçlendirmekte hem kârlılıklarını artırmakta hem de hammadde bağımlılığını azaltarak operasyonel maliyetlerde düşüş sağlamaktadır (Ghisellini vd., 2016).

Bu ekonomik kazanımlar yalnızca özel sektörle sınırlı kalmayıp; yerel yönetimler, kamu kurumları ve toplum için de geçerlidir. Döngüsel modeller, makro ölçekte bölgesel kalkınma ve istihdam fırsatları sunmaktadır (Su vd., 2013). Örneğin, bazı belediyeler topladıkları atıkları hammadde olarak geri dönüşüm tesislerine satarak gelir yaratmakta; bu sayede atık yönetimi maliyetlerini düşürerek vatandaşın üzerindeki vergi yükünü ve hizmet bedellerini azaltabilmektedir (Ghisellini vd., 2016). Ekonomik yararların yanı sıra çevresel baskıları da azaltan teknoloji odaklı bu kavram uluslararası arenada artan bir değere sahip olmaktadır (Gedik, 2020). Dünya genelinde Çin ve Avrupa Birliği'nde çevresel hasarı minimize etmek ve ürün yaşam döngüsünü desteklemek amacıyla döngüsel ekonomiye yönelik çeşitli girişimler yürütülmektedir. Çin, kentsel gelişmeyi teşvik etmek ve kırsal alanlarda dengeli bir kalkınma sağlamak amacıyla bu kavramı benimsemiştir ve 2008 tarihinde Çin 11. Ulusal Halk Kongresi Daimi Komitesi tarafından "*Döngüsel Ekonomi Yasası*" kabul edilmiştir (Gedik, 2020). Avrupa Birliği ülkelerinde benimsenen döngüsel ekonomi yaklaşımı, kaynak kullanımının azaltılması, ürünlerin yeniden kullanımı ve atıkların geri dönüştürülmesine odaklanan bir sistem anlayışı üzerine kuruludur (European

Commission, 2020). Dünya Ekonomik Forumu'nun yayımladığı "*Döngüsel Ekonomi El Kitabı*" ve bu doğrultuda hazırlanan "*AB Döngüsel Ekonomi Eylem Planı*", Avrupa'nın bu modele geçişini hızlandırmak amacıyla çeşitli strateji ve tedbirleri içermektedir (World Economic Forum, 2020; European Commission, 2020).

Avrupa Birliği ayrıca 2050 yılına yönelik hedeflerini ve çevre politikalarını Avrupa Yeşil Mutabakatı (*European Green Deal*) kapsamında şekillendirmektedir (European Commission, 2019). Yeşil Mutabakat'ın temel amaçları arasında, 2050 yılına kadar net sera gazı emisyonlarının sıfırlanması ve ekonomik büyümenin kaynak kullanımından bağımsız hale getirilmesi yer almaktadır (Gündoğdu, 2022). Bu dönüşüm sürecinde, emisyonların azaltılması sağlanırken aynı zamanda yeni iş olanaklarının yaratılması ve yaşam kalitesinin artırılması hedeflenmektedir (TÜSİAD, 2021). AB'nin hedefi, 2050 yılı itibarıyla karbon nötr ilk kıta olmaktır (Balbay vd., 2021).

Türkiye'deki döngüsel ekonomi gündemi, temel olarak AB ile yürütülen tam üyelik müzakereleri kapsamındaki 27 No'lu Çevre Faslı'nın 2009 yılında açılmasıyla yasal bir zemine oturmuş ve AB çevre müktesebatına uyum çalışmaları hız kazanmıştır (AB Başkanlığı, 2009). Ancak süreç, asıl ivmesini AB'nin 2015 yılında kabul ettiği 'Döngüsel Ekonomi Paketi' ve sonrasındaki uyum stratejileriyle yakalamıştır (Avrupa Komisyonu, 2015). AB'nin izlediği bu politikalar, Türkiye'nin kalkınma amaçlarıyla örtüşmekte olup; Ticaret Bakanlığı tarafından yayımlanan 'Yeşil Mutabakat Eylem Planı' (2021) ile ulusal bir stratejiye dönüşmüştür. Bu çerçevede Türkiye'de yürütülen somut faaliyetler arasında; Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı öncülüğünde başlatılan Sıfır Atık Projesi ve ilgili yönetmelik (Resmi Gazete, 2019), 2017-2023 dönemini kapsayan Sürdürülebilir Tüketim ve Üretim Ulusal Eylem Planı (ÇŞB, 2017) ve EBRD tarafından finanse edilen *Near Zero Waste* (NØW) Turkey programı öne çıkmaktadır (EBRD, 2016).

Dünya genelinde döngüsel ekonomi modelinin sunduğu çevresel ve ekonomik avantajlardan yararlanabilmek için, birçok ülkede politika yapıcılar tarafından uyumlu stratejiler geliştirilmekte ve bu model kamu politikalarına entegre edilmektedir (OECD, 2019; Avrupa Komisyonu, 2015). Hükümetler ve özel sektör temsilcileri, sürdürülebilirliği artırmak ve ekonomik faaliyetlerini daha kârlı ve çevre dostu hale getirmek için döngüsel ekonomi ilkelerini işbirlikçi bir yaklaşımla benimsemektedir (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Bu model, değer zinciri boyunca hem üretici

hem de tüketici davranışlarında köklü bir değişim yaratmakta ve giderek küresel ölçekte daha fazla uygulama alanı bulmaktadır (Kirchherr vd., 2017).

Uluslararası alanda faaliyet gösteren Accenture, McKinsey, Deloitte ve Boston Consulting Group gibi danışmanlık firmaları, döngüsel ekonomiyi geleceğin iş modeli olarak tanımlamakta ve firmalara bu alanda stratejiler sunmaktadır (Accenture, 2014; McKinsey ve Company, 2016). Ayrıca Unilever, HveM, Cisco ve IKEA gibi çok uluslu şirketler, döngüsel ekonomi ilkeleri doğrultusunda yeniden kullanım, onarım ve geri dönüşüm temelli iş modelleri geliştirmekte ve bu doğrultuda ortak projeler yürütmektedir (Ellen MacArthur Foundation, 2019).

Örneğin, Renault, bazı otomobil parçalarını yenileyerek enerji, su ve hammadde kullanımında önemli tasarruflar sağlamaktadır (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

Benzer şekilde Philips, tıbbi ve endüstriyel ekipmanları geri dönüştürmekte ve ekipman ömrünü uzatarak maliyetleri düşürmekte ve atık miktarını azaltmaktadır (Philips Sustainability Report, 2021). Bunun yanında TerraCycle, Stora Enso, Novelis, Apple, Google, Michelin, Samsung gibi birçok şirket döngüsel ekonomiyi benimsemiştir (Ekmekci Yüce, 2020). Türkiye’de de Eczacıbaşı Holding, Vakıfbank, Türkiye İş Bankası, Arçelik gibi şirketler döngüsel ekonomiye yönelik uygulamalar geliştirmekte ve pek çok avantaj sağlamaktadır (Mısır ve Arıkan, 2022).

Döngüsel ekonomi çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan birçok avantaj sunmasına rağmen henüz tam olarak kavranmış bir ekonomik sistem değildir. Bu nedenle döngüsel ekonomiye geçiş sürecinde bazı zorluklarla karşılaşilmektedir (Kirchherr vd., 2017). Ekmekci Yüce bu zorlukları yüksek başlangıç maliyetleri, kaynak yoğun altyapılar ve gelişim modelleri, politik zorluklar ve çeşitli taraflar arasındaki iş birliği eksikliği olarak dört ana başlık altında toplamıştır (Ekmekci Yüce, 2020):

Yüksek başlangıç maliyetleri: Döngüsel ekonomiye uyum sağlamak için gerekli olan makinelerin yeniden tasarlanması, fabrikaların coğrafi yerlerinin değiştirilmesi, yeni dağıtım ve lojistik ağlarının kurulması ve çalışanların yeni sistemlere adapte edilmesi için eğitimlerin düzenlenmesi gibi faktörler yüksek maliyetler gerektirmektedir (Rizos vd., 2016). Bu durum döngüsel ekonominin uygulanmasını güçleştirmektedir. Tek kullanımlık ürünlerin üretimi, uzun ömürlü ürünlerin üretimine kıyasla daha düşük maliyetli görünse de döngüsel ekonomi çerçevesinde üretilen ürünlerin uzun vadede

daha az bakım ve onarım gerektirmesi bu ekonomiyi maliyet açısından daha avantajlı hale getirmektedir (Ekmekci Yüce, 2020).

Kaynak yoğun altyapı ve geliştirme modelleri: Döngüsel ekonomi, mevcut nesillerin ihtiyaçlarını gelecek nesillerin ihtiyaçlarına zarar vermeden karşılayacak şekilde düzenlenmiştir (Preston ve Lehne, 2017). Fakat bu sistemin nasıl uygulanacağına dair bir standart modelin olmaması ve her üretim sisteminin kendi iç modelini oluşturması gerektiği, döngüsel ekonominin gelişimine engel teşkil etmektedir (Ekmekci Yüce, 2020).

Politik zorluklar: Döngüsel ekonomi çabalarının başarılı olabilmesi için kaynakların aşırı kullanımına yol açan süreçlerin ve üretimlerin siyasi otoriteler tarafından sonlandırılması ve döngüsel işlemlerin desteklenmesi gerekmektedir (Ekmekci Yüce, 2020).

Taraflar arası iş birliğinin sağlanamaması: Çevresel yönetim yaklaşımları, örneğin daha temiz üretim, kirliliğin önlenmesi, enerji verimliliği gibi konularda yerel, ulusal ve uluslararası düzeyde iş birliklerinin kurulması gerekmektedir (Ekmekci Yüce, 2020).

Döngüsel ekonomi modeli ekonomik faaliyetlerin tahmin edilebilir bir şekilde artıp azalan belirli bir döngü içerisinde gerçekleştiğini tanımlamaktadır. Ekonomik analizlere göre döngüsel ekonomi, işletmelerin ürün ve hizmet piyasalarında yenilikçi satış stratejileri geliştirmelerine olanak tanımaktadır. Bu yenilikler piyasa koşullarında uygun değişikliklere yol açmakta ve fiyatların belirlendiği alanlarda dönüşümler yaratmaktadır (Laubinge vd., 2020). Tüketicilerin tercihleri ve beklentileri ise iş gücü piyasalarındaki değişikliklere neden olmaktadır. Bu bağlamda bireysel, kurumsal ve ekonomi politikaları arasındaki etkileşimler iş gücü piyasalarında önemli dönüşümler meydana getirmektedir (OECD, 2019).

Çevresel açıdan değerlendirildiğinde, döngüsel ekonomi uygulamalarının etkileri ekonomik büyüme dönemlerine göre farklılık göstermektedir. Üretim ve tüketim faaliyetlerinde doğal kaynakların ve enerjinin yoğun biçimde kullanılması, büyümenin ilk evrelerinde çevresel sorunlara yol açabilmektedir (Grossman ve Krueger, 1995). Üretimdeki artış, özellikle atık miktarının yükselmesine ve endüstriyel kirlilikte gözle görülür bir artışa neden olmakta; bu durum, ekosistem dengelerinin korunması için ek önlemler alınmasını zorunlu kılmaktadır (Steffen vd., 2015; World Bank, 2018).

Ancak bu ekonomik büyüme süreci, belirli bir refah seviyesinden sonra yenilenebilir enerjiye olan talebi artırarak fosil yakıt kullanımının azalmasını da mümkün kılabilmektedir (Stern, 2007). Literatürde "ayırışma" (*decoupling*) olarak tanımlanan bu dönüşüm, karbon salınımını azaltarak çevresel etkilerin hafifletilmesine katkı sağlamaktadır (UNEP, 2011). Bununla birlikte doğal kaynaklara olan yüksek talep; ormanlar, su kaynakları ve yer altı madenleri gibi ekosistem unsurlarını baskı altına alarak çevresel tahribat riskini artırmaya devam etmektedir (Rockström vd., 2009). Dolayısıyla döngüsel ekonominin başarısı, ekonomik dalgalanmaların ötesinde, kaynak kullanımını büyümeden ayıracak kararlı çevre politikalarına bağlıdır (OECD, 2019). Döngüsel ekonominin çevresel etkileri, ekonomik faaliyetlerin dalgalanmalarının doğrudan ve dolaylı sonuçlarıyla biçimlenmekte ve çeşitli çevresel politikalar ve uygulamalarla dengelemeye çalışılmaktadır (İnanç, 2022).

Döngüsel ekonomi, tasarım süreçleri ve sonuçları üzerinde önemli etkiler bırakmaktadır ve ürünlerin yaşam döngüsüne sürdürülebilirlik ilkelerinin entegrasyonunu teşvik etmektedir. Tasarım süreçlerinde geri dönüştürülebilir materyallerin ve bileşenlerin kullanımı öne çıkmaktadır (Gedik, 2020). Ayrıca ürünlerin tamir edilebilir, yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir nitelikler kazanmaları için yenilikçi tasarım stratejileri geliştirilmektedir. Döngüsel ekonomi, hizmet odaklı modellere geçişi kolaylaştırmakta ve ürün kullanım süreçlerini iyileştirmek, atık miktarını azaltmak için servis tabanlı iş modellerinin ortaya çıkmasına olanak sağlamaktadır. Ambalaj tasarımı da sürdürülebilirlik ve geri dönüşümü artırmak amacıyla önem kazanmaktadır (Gedik, 2020). Ambalajların daha az malzeme ile üretilmesi, geri dönüşümlü materyallerin tercih edilmesi ve tekrar kullanılabilir veya geri dönüştürülebilir olmaları döngüsel ekonomi ilkelerine uygun ambalaj tasarımı desteklemektedir. Döngüsel ekonomi, üretim süreçlerinde kaynak kullanımının verimliliğini ve atık azaltımını önemsemektedir. Yeniden kullanım veya geri dönüşüm yoluyla elde edilen materyallerin kullanımı, atık yönetimi stratejileri ve döngüsel tedarik zinciri uygulamaları, üretim süreçlerinde dönüşüm sağlamak ve daha sürdürülebilir bir üretim ortamı oluşturmaktadır (Ghisellini vd., 2016). Döngüsel ekonomi iş modellerinde yenilikler ve dönüşümler yaratmaktadır. Hizmet odaklı iş modelleri, paylaşım ekonomisi yaklaşımları ve ürünlerin geri dönüştürülmesi veya yeniden kullanılması için geliştirilen tersine lojistik modeller gibi yeni iş modelleri ürün yaşam döngüsü boyunca değer yaratmaktadır (Andrews, 2015). Döngüsel

ekonominin tasarım üzerindeki etkileri daha sürdürülebilir, verimli ve yenilikçi tasarım ve üretim süreçlerinin teşvik edilmesine ve atık üretiminin azaltılmasına katkıda bulunmaktadır.

Küresel bir perspektiften döngüsel ekonomiyi benimsemek çevre, ekonomi ve toplum açısından sürdürülebilir bir geleceği desteklemektedir. Bu yaklaşım uluslararası düzeyde işbirliği, politikaların koordinasyonu ve toplumun aktif katılımını gerektirmektedir (Bocken vd., 2016). Döngüsel ekonomi, dünya genelinde etkiler yaratmakta ve birçok alanda gelişmelere öncülük etmektedir. Su ve enerji kullanımının azaltılması, doğal kaynakların korunması ve verimli kullanılması, atıkların geri dönüşümü ile üretim süreçlerindeki hammadde ihtiyacının azaltılması ve kaynak verimliliğinin yükseltilmesi döngüsel ekonomi yaklaşımının temel amaçları arasında yer almaktadır. Ayrıca yenilikçi teknolojilerin teşviki ve yatırım ikliminin iyileştirilmesi ekonomik büyümeyi ve istihdamı artırmaktadır. Ülkelerin döngüsel ekonomiye uyum sağlaması ilgili kurumlar arasında koordinasyonun sağlanması ve sürekli gelişmelerin izlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda uygun politika düzenlemelerinin yapılması gerekmektedir (Balbay vd., 2021).

Döngüsel ekonomi, mevcut lineer ekonomi modeline alternatif olarak sunulan ve yenilikçi bir üretim ve tüketim yaklaşımı olarak değerlendirilmesine karşın göz ardı edilmemesi gereken bazı önemli kısıtlar içermektedir. İlk olarak bu model kavramsal bir bütünlüğe sahip olmamaktadır. Artan popüleritesine rağmen döngüsel ekonomi çoğunlukla politikacılar, iş dünyası ve ticari kuruluşlar tarafından şekillendirildiği için bilimsel bir derinlikten yoksun kalmaktadır. Bu yaklaşım çok sayıda yarı bilimsel fikirden oluşan, belirsiz ve karmaşık bir fikirler bütünü olarak gelişmektedir. Gerçekte döngüsel ekonomi, endüstriyel ekoloji, rejeneratif tasarım ve beşikten beşiğe gibi önceki kavramlardan elde edilen bir fikir kompilasyonuna dayanmaktadır (Korhonen vd., 2018). Döngüsel ekonomi, farklı düşünce çerçevelerinden hareket eden çeşitli aktörler tarafından kullanıldığı için anlamı bulanıklaşmakta ve farklı bireyler için değişken anlamlar içermektedir (Kirchherr vd., 2017). Fitch-Roy (2020) ise döngüsel ekonomiyi değişen şartlara göre mevcut araçlara yapılan basit bir “tamir” olarak değerlendirmiştir. Temesgen ve diğerleri (2019) ise döngüsel ekonominin çevresel, ekonomik ve sosyal sorunlara yönelik soruları yanıtsız bıraktığını vurgulamaktadır.

Döngüsel ekonominin teorik yapısının ötesinde fizik yasaları tarafından belirlenen bazı zorlayıcı sınırlar mevcuttur. Her bir döngüde fiziksel materyallerin zamanla kalite kaybetmesi sonucu entropi artmaktadır ve döngüsel sistemlere yeni malzeme ve enerjinin sürekli olarak eklenmesini gerektirmektedir (Cullen, 2017). Ayrıca enerji, geri dönüşüm süreçlerinin merkezinde önemli bir yer tutmaktadır ve bu süreçler kaçınılmaz olarak atık ve yan ürünler üretmektedir (Korhonen vd., 2018). Fiziksel gerçekler “*atık eşittir gıda*” iddiasının yanıltıcı olduğunu ve malzemeler yeterince basit olmadıkça atığın gıdaya dönüşümünün zor olduğunu, saflaştırma işlemleri için enerji gerektiğini göstermektedir (De Man, 2023). Dolayısıyla termodinamik yasalar gereği “*%100 mükemmel bir kapalı döngü sistemi*” kurmanın imkânsız olduğu belirtilmektedir (Vahle vd., 2023).

Döngüsel ekonominin vaat ettiği enerjinin zamanında ve gerekli miktarda sağlanamayacak olması, yenilenebilir enerji kaynaklarının da her zaman güvenilir olmadığını işaret etmektedir. Rüzgar türbinleri ve güneş panelleri gibi yenilenebilir enerji teknolojilerinin ekolojik etkileri göz ardı edilmemelidir (De Man, 2023). Fiziksel sınırlamaları aşmak adına gelişmiş ayırma ve geri dönüşüm teknikleri ile yeni yenilenebilir enerji teknolojilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak yenilenebilir olmayan kaynakların kullanıldığı bir dünyada maliyetsiz çözümler bulunmamaktadır. İleri teknoloji geliştirilmesi ancak karşılıklı dağılma süreçleri ile mümkün olabilmektedir ve alternatif kaynak kullanımı başka yenilenemeyen kaynaklara bağımlılık yaratmaktadır. Elektrikli araçlar yenilenebilir enerjiyle çalıştırılsa bile lityum ve kobalt gibi sınırlı kaynaklara olan bağımlılıkları sorun teşkil etmektedir (Kovacic vd., 2020). Bu materyallerin geri dönüşümü yüksek enerji tüketimi gerektirmektedir ve malzeme geri dönüşümü artsa bile ekolojik kaynaklar üzerindeki yükü hafifletmediği sürece sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak zorlaşmaktadır.

Döngüsel ekonomik modelin uygulanmasını sınırlayan etmenlerden biri de kapitalist sistemin temel karakteristiği ile ilgili olmaktadır. Hızlı büyüyen rekabetçi ekonomiler, enerji ve malzeme akışını yoğunlaştırmakta ve ekonomik faaliyetleri hızlandırmaktadır. Ancak döngüsel bir ekonomi büyüme ve refah artışı sağlayan gelişmiş ekonomilerle çoğu zaman uyumsuz bir durum sergilemektedir. Döngüselleşme genellikle büyümenin yavaşlamasını veya azalmasını gerektirmektedir. Döngüsel ekonominin ekonomik büyümeyi destekleyeceği iddiası mevcut deneyimlerle çelişmektedir. Ekonomik büyümenin tarih boyunca ekonomilerin doğrusallığı ile ilişkili olduğu görülmüştür.

Tarım temelli ekonomiler gibi görece döngüsel ekonomilerdeki büyüme fosil yakıtlar gibi hazır kaynakların kullanımına ve sanayileşmeye geçişle ivme kazanmıştır. Bunun yanı sıra döngüsel ekonomi ekolojik döngülerden esinlenmektedir ancak gerçekte malzeme geri dönüşüm süreçleri ekolojik döngülerden çok daha yavaş işlemektedir. Örneğin suyun atmosferdeki döngüsü 9 gün sürmektedir, okyanusların bir döngüyü tamamlaması 37 bin yıl almaktadır, fosforun veya nitrojenin toprakta döngüye girmesi ise 2000 yıl sürmektedir (Kovacik vd., 2020). Ekonomik faaliyetlerin bu tip süreçlerle içselleştirilmesi ekonomik faaliyetleri yavaşlatacaktır. Ayrıca döngüsel ekonomide üretim kaynaklarının bir kısmının geri dönüşüm sektörlerine kaydırılması gerekmektedir ve ekonominin üretken kapasitesini azaltmaktadır (Kovacik vd., 2020). Ancak belirtildiği üzere geri dönüşüm politikalarına yönelik onlarca yıllık girişimlere rağmen geri dönüştürülen malzeme miktarı çok küçük kalmaktadır (Kovacik vd., 2020).

Ek olarak döngüsel ekonomi modelinin karşılaştığı pratik engeller mevcuttur. De Jesus ve Mendonça tarafından belirtilen engeller, katı ve zayıf engeller olmak üzere iki ana kategoride incelenmektedir. Katı engeller arasında teknik çözümlerin yetersizliği ve teknolojik zorluklar bulunmaktadır. Enerji ve kaynak verimliliğini artırıcı, atık miktarını azaltıcı teknolojilerin geniş çapta uygulanmasını engelleyen ciddi teknik zorluklar mevcuttur. Aynı zamanda döngüsel ekonomi alanında eğitimli ve uzmanlaşmış personel eksikliği de bulunmaktadır. Ekonomik sınırlamalar yüksek başlangıç maliyetleri ve piyasa belirsizlikleri yeni yatırımları kısıtlamaktadır. Özellikle finansal zorluklarla karşılaşan ülkelerin ve küçük işletmelerin bu ilkeleri benimsemesini engellemektedir. Yumuşak engeller ise kurumsal ve sosyal faktörlerden oluşmaktadır. Uygunsuz yasal sistemler ve yanıltıcı teşvikler, döngüsel ekonomiye geçişi zorlaştırırken mevcut doğrusal modelin daha da kökleşmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca çevresel düzenlemelerin uygulanması, çevrenin korunmasını teşvik etmekten çok daha zor olmaktadır. Tüketici alışkanlıkları, döngüsel ekonomiye ve alternatiflere yönelik yetersiz farkındalık ve bilgi nedeniyle çok yavaş değişmektedir (De Jesus ve Mendonça, 2018). Literatürde döngüsel ekonomiye geçişin önündeki engeller üzerine yapılan en kapsamlı analizlerden biri olan Kirchherr ve diğerleri (2018) çalışmasında; söz konusu engeller 'kültürel', 'piyasa', 'düzenleyici' ve 'teknolojik' olmak üzere dört ana başlık altında toplanmıştır. Kültürel engeller kapsamında, tüketicilerin yerleşik alışkanlıklarını ve farkındalık düzeylerini değiştirmek en zorlu süreçlerden biri olarak tanımlanmaktadır. Tüketiciler genellikle

'sahiplik' duygusuna dayalı tüketim kalıplarında ısrarcı olmakta ve ürün-hizmet sistemlerine (kiralama, paylaşım vb.) karşı mesafeli durmaktadır (Wastling vd., 2018).

Kurumsal kültür açısından bakıldığında ise; döngüsel ekonomi stratejilerinin genellikle sadece “*Kurumsal Sosyal Sorumluluk*” (CSR) departmanlarına hapsedildiği, operasyon veya finans gibi karar verici birimlerde yeterince içselleştirilmediği görülmektedir (Kirchherr vd., 2018). Piyasa engelleri bağlamında, geçiş süreci yüksek maliyetli bir yatırım olarak algılanmaktadır. Çoğu ürün için geri dönüştürülmüş ikincil hammadde maliyetleri, bakir (*virgin*) hammadde fiyatlarından daha yüksek seyretmektedir (Rizos vd., 2016). Örneğin, fosil yakıt bazlı plastiklerin üretimi, biyo-bazlı veya geri dönüştürülmüş alternatiflere göre daha ucuzdur. Bu durum, “ilk hamle dezavantajı” (*first-mover disadvantage*) yaratarak, yatırımı yapan firmaları finansal risk altına sokmaktadır (Lacy ve Rutqvist, 2015). Düzenleyici engeller açısından ise; bakir hammaddelerin fiyatları, çıkarma ve işleme süreçlerindeki enerji maliyetlerinin devlet tarafından sübvansede edilmesiyle yapay olarak düşük tutulmaktadır. Bu tür teşvikler, döngüsel ürünlerin rekabet gücünü kıran en büyük dışsal faktörlerden biridir (Geng vd., 2019).

2.7 Döngüsel Ekonomiye Destekleyen Yaklaşımlar

Sürdürülebilirlik, çevre koruma ve atık yönetimi gibi kavramların entegrasyonu; doğaya ve canlılara zarar veren unsurları azaltmayı amaçlayan yenilikçi ekonomik modeller geliştirilmektedir (Geissdoerfer vd., 2017). Bu modellerin ortak noktası, klasik lineer sistemin aksine döngüsel ekonomi anlayışını pekiştirmesidir. Literatürde 'sürdürülebilirlik geçişi' (*sustainability transition*) olarak adlandırılan bu süreç; kaynak verimliliğini esas alan Yeşil Ekonomi (UNEP, 2011), deniz kaynaklarını koruyan Mavi Ekonomi (Pauli, 2010; World Bank, 2017), sosyal sınırları gözetken Simit (Donut) Ekonomisi (Raworth, 2017) ve biyolojik kaynaklara dayalı Biyoekonomi gibi farklı ancak birbirini tamamlayan yaklaşımları içermektedir (D'Amato vd., 2017).

Yeşil ekonomi kavramı 2008 yılındaki küresel finans krizi sonrasında Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından başlatılan Yeşil Ekonomi Girişimi ile ön plana çıkmış ve geniş çapta kullanılmaya başlanmıştır (Newton ve Elena, 2014). UNEP, yeşil ekonomiyi çevresel riskleri ve ekolojik kısıtlıkları önemli ölçüde azaltarak insan refahını ve sosyal adaleti artırmayı hedefleyen bir ekonomi olarak tanımlamaktadır (UNEP, 2010a). Yeşil ekonomi çevresel sorunları ve ekolojik

sistemlere olan baskıları azaltmayı, bunun yanı sıra insan refahını artırarak sosyal adaleti güçlendirmeyi amaçlamaktadır. Özetle yeşil ekonomi sera gazı emisyonlarını azaltmayı, kaynak verimliliğini artırmayı ve sosyal ilerlemeyi teşvik eden bir yaklaşımdır (UNEP, 2010b).

OECD'ye göre yeşil ekonomi doğal kaynakların korunarak ve çevresel hizmetlerin sürdürülerek ekonomik büyümeyi ve kalkınmayı destekleyen bir yaklaşımı ifade etmektedir. Bu yaklaşım çevresel değerleri ve kaynakları koruyarak refahı artırmayı hedeflemekte ve sürdürülebilir kalkınmayı destekleyen yeni ekonomik olanakların yaratılmasını teşvik etmektedir. Yeşil ekonomi düşüncesi doğal kaynakların yoğun tüketiminin getirdiği kalkınma risklerine dayanmaktadır. Eğer büyüme kontrolsüz devam ederse su kıtlığı, kirlilik, kaynak darlığı, iklim değişikliği ve biyoçeşitlilik kaybı gibi sorunların artacağı vurgulanmaktadır (OECD, 2011).

2.7.1 Mavi ekonomi

Mavi ekonomi deniz ve okyanus kirliliğiyle mücadele amacı taşımaktadır. Çünkü karbondioksit emisyonlarından kaynaklanan hasarların üçte biri denizler ve okyanuslar tarafından emilmektedir. Denizler, okyanuslar ekosistemlerin yenilenmesine katkı sağlamakta ve küresel iklim ile sıcaklık dengesinin korunmasında etkili olmaktadır. Ancak denizler ve okyanuslar gibi önemli doğal kaynaklarımızda meydana gelen kirlilik, kuraklık ve biyoçeşitliliğin azalması gibi sorunlar çözümler geliştirilmesini zorunlu kılmakta ve mavi ekonomi gibi yeni kavramların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Rogers vd., 2014).

Mavi ekonomi terimi Pauli tarafından 2010 yılında yazılan “*The Blue Economy: 10 Years, 100 Innovations, 100 Million Jobs*” makalede ilk kez ortaya atılmıştır. 2012 yılında Rio’da düzenlenen Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı’nda da bu kavram ele alınmış ve toplantıdan sonra kavram geniş çapta kabul görmeye başlamıştır (Scholaert vd., 2020; Voyer vd., 2018). Mavi ekonomi deniz ve okyanus kaynaklarının gelecekteki ve mevcut sorunlarını çözme amacını gütmektedir (Çoban ve Ölmez, 2017). Bu bağlamda ekonomik büyümenin sağlanabilmesi için deniz ve okyanus kaynaklarının ekonomik sınırlar içinde değerlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca yerel kaynaklar yerine enerji tüketimini minimize eden seçeneklerin tercih edilmesi önerilmektedir. Mavi ekonomi deniz

ekosistemlerinin ve biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir kullanılmasını amaçlayan bütüncül bir yaklaşımı temsil etmektedir (Jafrin, Saif ve Hossain, 2016).

Mavi ekonomi; denizler ve okyanuslar üzerinde insan faaliyetlerinin sürdürülebilir bir biçimde yürütülmesini, okyanus sağlığının korunmasını ve ekonomik büyümenin bu kaynaklara dayalı olarak geliştirilmesini amaçlamaktadır (World Bank, 2017). Bu kapsamda deniz kirliliği, habitat kaybı ve karbon emisyonları en kritik sorunlar olarak ele alınmaktadır. Sanayi atıklarının denizlere karışması, aşırı avlanma ve plastik atıkların deniz yaşamına verdiği geri dönülemez zararlar, okyanus ekosisteminin sürdürülebilirliğini tehdit eden başlıca etmenlerdir (UNCTAD, 2014; Silver vd., 2015).

Mavi ekonomi, teorik çerçevede “Yeşil Ekonomi” ile paralel bir şekilde, döngüsel ekonomi yaklaşımının sucul ekosistemlere uyarlanmış bir parçası olarak değerlendirilmektedir (UNCSD, 2012). Yeşil ekonomi karasal ekosistemlerde doğal çevrenin korunmasını ve düşük karbonlu büyümeyi hedeflerken; mavi ekonomi özellikle deniz ve okyanuslardaki çevresel sorunların çözümüne ve 'Mavi Büyüme' stratejilerine odaklanmaktadır (Silver vd., 2015). Denizlerde sürdürülebilirliğin sağlanması, atıkların minimize edilerek hammaddeye dönüştürülmesi ve biyomimikri (doğayı taklit etme) prensipleriyle kaynakların etkin kullanılması; döngüsel bir yaşam tarzına geçişe önemli katkılar sunmaktadır (Pauli, 2010).

2.7.2 Simit ekonomisi

Simit Ekonomisi terimi Raworth'un “*Simit Ekonomisi: 21. Yüzyıl İktisatçı Gibi Düşünmenin Yedi Yolu*” adlı çalışmasında ortaya konulmuş çağdaş bir ekonomik model olarak karşımıza çıkmaktadır. Raworth bu modelle ekolojik bozulmalar, artan çevre kirliliği, yoksulluk ve kaynakların hızla tükenmesi gibi çağımızın acil sorunlarına alternatif çözümler sunmaktadır (Türkmen, 2022). Simit ekonomi toplumun her kesiminin temel ihtiyaçlarını karşılayarak adil ve güvenli bir yaşam sürdürebilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Simitin iç kısmı, yeterli gıda, temiz su, sağlık hizmetleri, asgari gelir, eğitim, barınma, bilgiye erişim ve toplumsal destek ağları gibi temel ihtiyaçları içermektedir (Raworth, 2019). Dış kısmı ise aşırı su ve arazi kullanımı, enerji tüketimi ve bu durumların yol açtığı hava kirliliği, ozon tabakasının incelmeye, küresel ısınma, okyanusların asitlenmesi ve kimyasal kirlilik gibi çevresel ve ekolojik sınırları tanımlamaktadır.

Raworth simit modelle modelle insanların sadece güvenli alanlarda yaşayabilmesinin sürekli büyüme ve kalkınma ile doğrudan ilişkili olmadığını savunmaktadır. Yenilenebilir bir döngüsel ekonomi modeline geçişin sürekli üretim odaklı sistemden uzaklaşmayı, ücretli ve ücretsiz emeğin daha adil bir şekilde dağıtılmasını ve dünya ile kurulan temel ilişkilerin yeniden değerlendirilmesini gerektirdiğini belirtmektedir. Simit ekonomisinin temelinde fazlalığın değil adil dağılımın esas alınması gerektiği vurgulanmaktadır. Buna göre dairesel akışa yönelik değişiklikler ve yıkıcı endüstrilerden vazgeçilmesi gerekmektedir. Simit ekonomisi geleneksel doğrusal ekonomik modellerden ayrılmanın ve sürdürülebilir bir döngüsel ekonomiye geçişin farklı bir yolu olarak öne çıkmaktadır (Rodrik, 2019).

2.7.3 Biyoekonomi ve biyodöngüsel ekonomi

Biyoçeşitlilik, çevresel denge ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki hassastır. Yaygın olan doğrusal ekonomi anlayışı yalnızca büyüme üzerine kuruludur ve çevresel sonuçları göz ardı eden kontrolsüz bir gelişimi öngörmektedir. Dünya nüfusundaki artış, tarım arazilerinin tahribi, şehirleşme, su talebindeki artış ve gıda ihtiyacındaki yükseliş biyoçeşitliliği ciddi şekilde tehdit etmektedir (UNFCCC, 2021). Sanayi Devrimi sonrası artan insan etkinlikleri ormanları, sulak alanları ve çayırları büyük ölçüde yok etmiş, biyoçeşitliliği azaltmış ve insanların refahını tehlikeye atmıştır. Raporlar, 1970'lerden önce insanların ekolojik ayak izinin dünyanın yenilenme kapasitesinden daha az olduğunu ancak günümüzde insanların dünyanın biyolojik kapasitesini %56 oranında aştığını belirtmektedir (Çetin ve Yılmaz, 2021). Dünya Ekonomik Forumu'nun raporunda doğrusal ekonomi modelinin çevre üzerindeki etkileri ele alınmaktadır. Dünya GSYİH'sının yarısından fazlasının doğaya olan bağımlılığı vurgulanmaktadır. Bu da biyoçeşitliliğin büyüme ve çevre üzerindeki etkisi göstermektedir (Buchman ve Beazley, 2020). Döngüsel ekonomi modeli kaynakların verimli kullanılmasını ve atıkların azaltılmasını teşvik eden, kapalı bir döngü içinde çevreyi ve biyoçeşitliliği koruyan bir yapı sunmaktadır (Bunchmann ve Beazley, 2020).

2.7.4 Döngüsel ekonomiye geçişte fırsatlar ve zorluklar

Döngüsel ekonomiye (DE) geçiş, çevresel, ekonomik ve sosyal birçok yarar sağlamayı amaçlasa da geleneksel doğrusal ekonomiden bu yeni modele geçiş, karşılaşılan yapısal zorluklar nedeniyle kolay olmamaktadır. Literatürde bu engeller genellikle;

ekonomik, düzenleyici, teknolojik ve kültürel olmak üzere dört ana boyutta sınıflandırılmaktadır (Kirchherr vd., 2018). DE ilkelerini geniş ölçekte uygulayabilmek için bu zorlukların doğru bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir.

Özellikle ekonomik engeller bağlamında; firmaların kısa vadeli kâr hedefleri ile döngüsel ekonominin uzun vadeli değer yaratma prensipleri arasındaki çıkar çatışmaları büyük bir bariyer teşkil etmektedir (Ghisellini vd., 2016). Dönüşüm sürecinde yapılacak yatırımların geri dönüş süresinin (ROI) uzun olması ve yüksek ön yatırım maliyetleri, firmaların bu geçişe direnç göstermesine neden olmaktadır (Rizos vd., 2016). Şirketler, ürünlerini geri dönüştürülebilir kılmak veya kullanım ömürlerini tamamlamış ürünleri toplayıp işlemek için 'tersine lojistik' sistemleri kurarken yüksek operasyonel maliyetlerle karşılaşmaktadır (Govindan ve Bouzon, 2018).

mevcut piyasa dinamikleri; tedarik zincirlerinin lineer sisteme kilitlenmesi (*lock-in*), ölçek ekonomileri ve maliyet düşürme odaklı piyasa yapıları nedeniyle doğrusal ekonomiyi desteklemeye devam etmektedir (Korhonen vd., 2018). Dolayısıyla döngüsel ekonomiye geçiş; sadece teknik bir değişim değil, tedarik zincirlerinin yeniden düzenlenmesini ve ikincil hammaddeler için yeni pazarların oluşturulmasını zorunlu kılan karmaşık bir süreçtir (Ellen MacArthur Foundation, 2013). Mevcut politika ve düzenlemeler büyük oranda geleneksel ekonomi modeline göre şekillendirilmiştir ve DE pratiklerini hayata geçirme konusunda engeller oluşturabilmektedir. Düzenleyicilerin ve politika yapıcıların DE modeline uygun yenilikçi süreçleri benimsemeleri ve mevcut yasaları yeni modelle uyumlu hale getirmeleri gerekmektedir. İşletmelerin döngüsel metodolojileri kabul etmeleri için finansal teşviklerin eksikliği önemli bir bariyer teşkil etmektedir. Hükümetler ve finans sektörü döngüsel ekonomiye geçişini teşvik edecek yeterli finansman ve vergi avantajları sunmamaktadır. Finansal desteklerin yetersizliği küçük ve orta büyüklükteki işletmeleri (KOBİ'ler), sürdürülebilir projelere yatırım yapmaktan alıkoymaktadır. Ayrıca değişken düzenlemeler ve standartlar farklı bölgeler ve ülkelerde DE uygulamalarını zorlaştırabilmektedir. Çoklu yargı bölgelerinde faaliyet gösteren işletmeler için bu durum uyum maliyetlerini artırabilmektedir ve kafa karışıklığına sebep olabilmektedir. Döngüsel ekonomiye sorunsuz bir geçiş için düzenlemelerin ve standartların uyumlaştırılması gerekmektedir (OECD, 2019). Bazı bölgeler DE pratiklerini destekleyen etkili politikalar geliştirmişken pek çok ülke bütüncül politika çerçevelerinden mahrumdur. Net ve destekleyici politikaların

olmaması işletmeler arasında döngüsel yaklaşımlara yatırım yapılması konusunda tereddütlere yol açabilmektedir. Politika yapıcılarının DE'nin benimsenmesini kolaylaştıracak açık yönergeler içeren ve teşvikler sunan politikaları geliştirmesi ve hayata geçirmesi önemlidir. Genişletilmiş üretici sorumluluğu (GÜS) programları DE uygulamalarını desteklemek açısından etkili olabilmektedir fakat bu programların uygulamaları geniş çapta değişkenlik göstermektedir. Üreticilerin ürünlerinin tam yaşam döngüsü üzerinde kullanım ömrünün sonuna kadar sorumluluklarını üstlenmelerini sağlayacak etkili GÜS programlarının sektörler ve bölgeler arasında başarıyla uygulanması, döngüsel metodolojilerin teşvik edilmesi için gerekli olmaktadır (OECD, 2019).

DE ilkeleri, kaynakları yeniden kazanma atık miktarını azaltma ve geri dönüşüm süreçlerinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu süreçler özellikle gelişmekte olan ülkelerde teknik bilgiye erişim sınırlılıkları nedeniyle zorluklar yaratmaktadır (Kirchherr vd., 2017). Karmaşık malzemelerin işlenmesi gereken sektörlerde teknolojilerin büyütülmesi ve geliştirilmesi daha da güçleşmektedir. Döngüsel uygulamalarını destekleyecek şekilde verimli ve maliyet-etkin teknolojiler üretmeye yönelik araştırma ve geliştirme faaliyetleri oldukça önemlidir (Kirchherr vd., 2017). Geri dönüşüm tesisleri, atık toplama sistemleri ve ürünlerin yeniden üretilmesi için gereken altyapıların yeterli olması gerekmektedir. Gerekli altyapıların kurulması büyük yatırımlar ve farklı paydaşların koordinasyonunu gerektirmektedir. Çoğu bölgede mevcut altyapılar geniş çaplı DE uygulamalarını destekleyecek kapasiteden yoksundur ve uygulamaların önünde bir engel oluşturmaktadır (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Etkili bir Döngüsel Ekonomi (DE) uygulaması için malzeme akışlarının, ürün yaşam döngülerinin ve kaynak kullanımının doğru ve ayrıntılı olarak bilinmesi gerekmektedir. Ancak bu verilerin toplanması, izlenmesi ve yönetilmesi karmaşık ve kaynak yoğun bir süreçtir (Kristoffersen vd., 2020). Bu bağlamda, veri yönetim sistemlerinin standardizasyonu, dijital pasaport uygulamaları ve paydaşlar arası şeffaf veri paylaşımının teşvik edilmesi, döngüsel uygulamaların başarısı için kritik öneme sahiptir (Wilts ve Berg, 2017). Doğrusal ekonomiden DE'ye geçiş, yalnızca üretimde değil, küresel tüketim ve atık alışkanlıklarında da köklü değişiklikler yapılmasını gerektirmektedir. Tüketici eğilimlerinin 'sahiplikten' 'kullanıma' doğru değiştirilmesi zorlu bir süreçtir ve şirketlerin iş modellerini buna adapte etmesi zaman almaktadır

(Stahel, 2016). Birçok tüketici, tüketim alışkanlıklarının çevresel etkilerinin veya döngüsel ürünlerin uzun vadeli avantajlarının farkında değildir. Bu nedenle sürdürülebilir uygulamaların teşviki; tüketici davranışlarının değiştirilmesini, yoğun eğitim çabalarını ve bilinçlendirme kampanyalarını zorunlu kılmaktadır (Camacho-Otero vd., 2018).

Öte yandan, geleneksel iş kültürü genellikle kısa vadeli finansal kârlara odaklanırken; bu anlayışın DE ilkelerine uygun olarak değiştirilmesi, işletmelerin değer önerilerinde ve başarı ölçütlerinde radikal değişiklikler yapılmasını gerektirmektedir. İşletmelerde sürdürülebilirlik kültürünün yaygınlaştırılması ve lineer kar mantığı yerine uzun vadeli değer yaratımının (*long-term value creation*) teşvik edilmesi, döngüsel iş modellerinin başarısı için temel oluşturmaktadır (Bocken vd., 2016; Lieder ve Rashid, 2016).

2.8 Türkiye’de Döngüsel Ekonomi Politikaları

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞİDB), Avrupa ve dünya genelinde hızla yayılan Döngüsel Ekonomi (DE) anlayışını benimseyerek; özellikle kaynak verimliliği ve 'Sıfır Atık' politikalarıyla atıksızlık konularında dikkate değer adımlar atmaktadır (ÇŞİDB, 2022). Bakanlık, bu süreçte döngüsel ekonomiyi ulusal çevre politikalarının temel rehberi olarak kabul etmiştir. Özellikle AB Yeşil Mutabakatı çerçevesinde öncelik verilen sektörlerin saptanması ve ulusal uyum stratejilerinin belirlenmesi sürecinde, İklim Şurası (2022) kararlarıyla birlikte ÇŞİDB öncü bir rol üstlenmiştir (ÇŞİDB, 2022).

AB Yeşil Mutabakatı, Türkiye için DE alanında bir yol haritası olarak ön plana çıkmakta ve Ticaret Bakanlığı tarafından yayımlanan 'Yeşil Mutabakat Eylem Planı' (2021) ile koordine edilmektedir (Ticaret Bakanlığı, 2021). Bu plan, 'Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması' (SKDM) gibi kritik maddeler içermekte ve Türkiye’nin AB ile olan ticari bağlarında, ihraç edilen ürünlerin düşük karbonlu üretim standartlarına uygun olmasını mecbur kılmaktadır (Yeldan vd., 2020; Avrupa Komisyonu, 2019). Bu düzenlemelere uyum sağlamak amacıyla Türkiye; tarım, sanayi ve ulaşım gibi karbon yoğun sektörlerde yenilikçi politikalar izlemektedir. Özellikle enerji verimliliği ve arz güvenliği hedefiyle; sanayi sektörünün karbonsuzlaşması için rüzgar, güneş ve hidroelektrik gibi yenilenebilir enerji projelerine ciddi yatırımlar yapılmaktadır (ETKB, 2023; IEA, 2021). Tarım sektöründe sürdürülebilirlik ilkesini benimserken çevresel tahribatı minimuma indirmek amacıyla kimyasal gübre ve pestisit kullanımı

azaltılmıştır. Türkiye'nin karbon salımlarının büyük bir bölümünü oluşturan ulaşım sektöründe elektrikli araçların yaygınlaştırılması ve bu araçların altyapısının geliştirilmesi için çabalar sürdürülmektedir. Türkiye'nin yerli otomobil girişimi olan TOGG bu alanda gerçekleştirilen en önemli projelerden biridir ve yerli ihracat pazarlarında düşük karbon salımlı ulaşım çözümleri sunmayı amaçlamaktadır (Durmus Senyapar ve Tur, 2023).

Türkiye'de karbon emisyonlarının azaltılması amacıyla; 'Geleceğe Nefes' kampanyası ve 'Milli Ağaçlandırma Günü' (11 Kasım) gibi girişimler kapsamında geniş çaplı ormanlaştırma çalışmaları gerçekleştirilmektedir (Resmi Gazete, 2019). Bu tür seferberlikler, biyoçeşitliliği güçlendirme ve Türkiye'nin karbon ayak izini düşürme hedefiyle stratejik 'karbon yutak alanları' oluşturulmasına doğrudan katkıda bulunmaktadır (OGM, 2023).

Atık yönetimi tarafında ise; 'Sıfır Atık Projesi' ve 'Plastik Poşetlerin Ücretlendirilmesi' (2019) gibi öncelikli uygulamalar, atık üretiminin kaynağında azaltılması ve geri dönüşümün teşvik edilmesi hedefleri doğrultusunda atılan en somut yasal adımlardır (Resmi Gazete, 2018; ÇŞB, 2019).

Avrupa Birliği Döngüsel Ekonomi Modeli'ne uyum çerçevesinde başlatılan 'Türkiye'nin Döngüsel Ekonomiye Geçiş Potansiyelinin Değerlendirilmesi için Teknik Yardım Projesi' (DEEP), yaklaşık 3,2 milyon Avro bütçeyle desteklenen kritik bir girişimdir (IPA, 2022; DEEP Projesi, 2022). Bu proje; kaynak ve atık yönetiminin daha verimli hale getirilmesini, Türkiye'nin teknik ve kurumsal kapasitesinin güçlendirilmesini ve 'Ulusal Döngüsel Ekonomi Stratejisi ve Eylem Planı'nın ülke şartlarına özgü olarak hazırlanmasını amaçlamaktadır. Proje kapsamında hedeflenen çıktılara ulaşabilmek için, ilgili paydaşlarla koordineli bileşenler altında faaliyetler yürütülmektedir (ÇŞİDB, 2022).

Proje faaliyetleri, hedeflenen çıktılara ulaşmak amacıyla resmi 'İş Tanımı' (Terms of Reference) belgesinde belirtilen dört ana teknik bileşen altında yürütülmüştür (DEEP Projesi Konsorsiyumu, 2022):

Bileşen 1: Kurumsal Kapasitenin Güçlendirilmesi ve Mevcut Durum Analizi Bu bileşen altında; Ulusal Mevcut Durum ile AB Döngüsel Ekonomi Modeli arasında karşılaştırmalı boşluk analizlerinin (gap analysis) yapılması ve sektörel 'Dönüşüm Ağı Analizleri'nin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Ayrıca, AB modeli çerçevesinde ilgili

kurumların bilgi ve deneyimlerinin artırılması hedeflenmiştir (DEEP Projesi, 2022; ÇŞİDB, 2022).

Bileşen 2: Ulusal Strateji ve Mevzuat Uyumu Atık ve kaynak yönetimi için 'Ulusal Döngüsel Ekonomi Stratejisi ve Eylem Planı'nın hazırlanması bu bileşenin temel çıktısıdır. Buna ek olarak; AB Plastik Stratejisi ile ulusal mevzuat arasındaki uyum değerlendirilmiş ve süreci takip etmek için ulusal gösterge setine dayalı entegre bir izleme mekanizması oluşturulmuştur (ÇŞİDB, 2024; European Commission, 2019).

Bileşen 3: Entegre Atık Yönetimi ve Pilot Uygulamalar Geri dönüştürülebilir atıkların yönetimi için mevcut sistemin kapsamlı analizi yapılmış ve yerel yönetimlerin toplama kapasitelerinin artırılmasına odaklanılmış (ÇŞİDB, 2022).

Bileşen 4: Farkındalık Artırma ve İletişim Döngüsel ekonomi kavramının yaygınlaştırılması için kapsamlı bir 'İletişim Stratejisi ve Eylem Planı' hazırlanmıştır. Bu kapsamda; proje web sitesi tasarımı, sosyal medya yönetimi, tanıtım filmleri ve açılış-kapanış etkinlikleri gibi görünürlük faaliyetleri yürütülmüştür (DEEP Projesi, 2022).

Türkiye'nin Döngüsel Ekonomiye Geçiş Potansiyelinin Değerlendirilmesi (DEEP) Projesi kapsamında, Şubat 2024'te gerçekleştirilen kapanış konferansında lanse edilen 'Türkiye Döngüsel Ekonomi Açığı Raporu'na (Circularity Gap Report Turkey) göre; küresel ortalamanın (%7,2) altında kalan Türkiye'nin döngüselleşme oranı %4,54 olarak tespit edilmiştir (Circle Economy ve ÇŞİDB, 2024).

- Dayanıklı, yeniden kullanılabilir, tamir edilebilir ve güncellenebilir ürünlerin tasarımı, üretimi ve kullanımı teşvik edilecektir (ÇŞİDB, 2024).
- DE, öncelikli sektörlerde ürün yaşam döngüsüne entegre edilecektir. Bu sektörler arasında elektronik ve bilgi-iletişim, ambalaj, batarya ve araç, tekstil, plastik, bina, gıda ve biyokütle yer almaktadır (ÇŞİDB, 2024).
- Atık oluşumu engellenecek ve DE hiyerarşisi doğrultusunda atık miktarı azaltılacaktır (ÇŞİDB, 2024).
- Her seviyede DE geçişine uygun yapılandırmalar oluşturulacaktır (ÇŞİDB, 2024).
- DE ile iklim değişikliği ve finansmanın sağlanabilirliği arasındaki bağlantılar ortaya konulacaktır (ÇŞİDB, 2024).

- DE'ye geçiş süreci sistemli bir şekilde izlenecek ve değerlendirilecektir (ÇŞİDB, 2024).

Türkiye'nin döngüsel ekonomiye yönelik politikaları sürdürülebilirlik ilkelerine uygun olarak atıkların azaltılmasını, geri dönüşümün artırılmasını ve çevreci uygulamaların desteklenmesini hedeflemektedir. Bu politikalar atık yönetimi stratejilerini geri dönüşümün teşviki, atık önleme ve atık işleme tesislerinin geliştirilmesi ekseninde şekillendirmektedir (Ayturan vd., 2025). Ulusal düzeyde belirlenen stratejik planlar atık miktarının azaltılması, geri dönüşüm oranlarının yükseltilmesi ve atık yönetim altyapısının ülke genelinde genişletilmesi gibi somut hedefler koymaktadır (ÇŞİDB, 2019).

Atık miktarının azaltılması sıfır atık yaklaşımı benimsenmektedir. Sıfır atık, kaynakların döngüsel kullanımını esas alan bir atık yönetim yaklaşımıdır. Bu yaklaşım sürdürülebilir üretim ve tüketim modellerinin teşvik edilmesiyle kaynakların daha verimli kullanılmasını amaçlamaktadır. İsrafin önlenmesi, yeniden kullanımı, atığın azaltılması ve geri dönüşümü gibi unsurları içeren sıfır atık kavramı toplumsal dayanışmanın güçlendirilmesi ve sosyo-ekonomik alanda olumlu etkiler yaratılması hedeflerini de barındırmaktadır. Sıfır Atık Projesi Türkiye'de atık yönetiminde farkındalığın artırılması, atık üretiminin azaltılması ve geri dönüşüm faaliyetlerinin desteklenmesi amacını gütmektedir. Proje kapsamında atıkların kaynağında ayrıştırılması, geri dönüşüm tesislerinin kurulması ve atık yönetiminde sürdürülebilir pratiklerin benimsenmesi için eğitim programları düzenlenmektedir. 2035 yılına kadar Türkiye'de geri dönüştürülebilir atıkların %60'ının işlenmesi hedeflenmektedir (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2023). Sıfır Atık Projesi Türkiye'nin döngüsel ekonomiyi destekleme hedeflerine önemli katkılarda bulunan stratejik girişimlerinden biridir. Projenin temel amacı atık yönetim süreçlerini etkinleştirerek maliyetleri azaltmak ve çevresel etkiyi minimize etmektir (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2019);

Kaynağında Atık Ayrıştırma: Atıkların oluşum yerlerinde türlerine göre ayrılması, karışıklığı önlemekte ve geri dönüşüm işlemlerini daha etkili kılmaktadır. Ayrıca karışmayan atıklar, geri dönüştürülemez olanların bertaraf süreçlerini kolaylaştırmaktadır. Bu uygulama geri dönüşüm ve bertaraf işlemlerini daha basit ve maliyet etkin hale getirmektedir. Proje, plastik, kağıt, metal ve organik atıklar için ayrı toplama kutularının kullanımını teşvik etmektedir ve kamusal alanlar, fabrikalar,

üniversiteler, alışveriş merkezleri gibi çeşitli alanlarda uygulamaları yaygınlaştırmaktadır. İstanbul, Ankara ve İzmir gibi büyükşehir belediyeleri geniş çaplı bilinçlendirme kampanyaları düzenlemektedir (ÇŞİDB, 2019).

Geri Dönüşüm Altyapısı: Atık türlerini işleyebilmek için gereken geri dönüşüm tesislerinin geliştirilmesi ve genişletilmesi önem taşımaktadır. Bu çerçevede yeni geri dönüşüm tesislerinin kurulması ve mevcut tesislerin kapasite ile verimliliklerinin artırılması projenin öncelikleri arasında yer almaktadır (ÇŞİDB, 2019).

Kamu Bilinçlendirme Kampanyaları: Medya üzerinden yürütülen kampanyalar, atölye çalışmaları ve okul programları aracılığıyla atık azaltımı ve geri dönüşümün önemi hakkında toplumsal farkındalık yaratılmaktadır. Proje bireylerin atık konusundaki davranışlarını dönüştürmeyi ve daha sürdürülebilir tüketim modellerini benimsetmeyi hedeflemektedir (ÇŞİDB, 2019).

Mevzuat ve Teşvikler: İşletmeleri ve belediyeleri çevreci atık yönetimi uygulamalarını benimsemeye yönlendirmek amacıyla mevzuat düzenlemeleri ve teşvikler sunulmaktadır. Döngüsel ekonomi uygulamalarını aktif olarak gerçekleştiren kuruluşlar için vergi indirimleri sağlanmaktadır ve yönetmeliklere uymayanlar için cezai yaptırımlar uygulanmaktadır (ÇŞİDB, 2019).

Sıfır Atık Girişimi geri dönüşüm oranlarını artırarak ve düzenli depolama alanlarına sevk edilen atıkları azaltarak kayda değer başarılar elde etmektedir (Sıfır Atık, 2023). Türkiye’de başlatılan projeyle geri dönüştürülen atık miktarı %30,13’e yükselmiş, atık bertarafının çevresel etkilerini minimize etmiş ve kıymetli kaynakların korunmasına katkıda bulunmuştur. Ayrıca ülke genelinde 19 milyon kişiye sıfır atık bilinci kazandırılmaktadır. Toplamda 45,5 milyon ton atık ekonomiye yeniden kazandırılmıştır. Bunun 6,6 milyon tonu plastikten oluşmaktadır (Sıfır Atık, 2023). Bu işlemler sonucunda 96 milyar TL ekonomik getiri sağlanmış, 703 milyon kWh enerji, 711 milyon m³ su ve 82 milyon m³ depolama alanı tasarrufu elde edilmiştir. Ayrıca 4,9 milyon ton sera gazı emisyonu engellenmiş, 432 milyon ağaç korunmuş ve 108 milyon varil petrol tasarrufu sağlanmıştır (Sıfır Atık, 2023).

Üretici Yükümlülükleri kapsamında üreticilerin geri dönüşüm süreçlerini kolaylaştıracak ürünler tasarlamaları ve ürünlerinin yaşam döngüsünün sonunda toplanmalarını, geri dönüştürülmelerini ve bertaraf edilmelerini finanse etmeleri gerekmektedir. GÜS çerçevesi üreticileri sürdürülebilir ürün tasarımı ve üretim

uygulamalarını benimsemeye yönlendirmeyi amaçlamaktadır (Görmüş, 2023). Toplama ve Geri Dönüşüm Hedefleri ise ambalaj, elektronik atık ve pil gibi belirli atık türlerinin toplanmasını ve geri dönüştürülmesini hedeflemektedir. Farklı ürün kategorileri için zorunlu geri dönüşüm oranlarını belirlemekte ve uyumluluğun izlenmesi ile raporlanması için sistemler oluşturmaktadır. Uyumluluk İzleme, GÜS yönetmeliklerine uyumu denetlemek ve üreticilerin yükümlülüklerini yerine getirmelerini sağlamak için sistemlerin kurulmasını içermektedir. Uyumsuzluk durumları için cezaları, atık ürünlerin toplanmasını ve geri dönüştürülmesini izlemek için mekanizmaları barındırmaktadır (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2019).

Geri dönüşüm ve sürdürülebilirlik çerçevesi kullanılan ürünlerin çevresel etkilerini minimize etmeyi ve geri dönüşüm oranlarını yükseltmeyi hedeflemektedir. Atık yönetimi pratiklerinde iyileştirmeler sağlamış ve üreticilerin çevreye karşı sorumluluklarının farkında olmalarını artırmıştır. Aynı zamanda tüketicilere kullanılmış ürünlerini geri dönüşüm ya da güvenli bir şekilde bertaraf etmeleri için üreticilere iade etme olanağı sunan programların geliştirilmesini de teşvik etmektedir (Doğan, 2022, s. 125).

Türkiye, döngüsel ekonomiye geçişi desteklemek için çeşitli fırsatlara sahiptir. Bunlar arasında yenilikçilik ve yatırım ön plana çıkmaktadır. Yeni teknolojiler ve iş modelleri geliştirilerek bu alanda kamu ve özel sektör iş birlikleri yenilikçiliği teşvik etmekte ve başarılı projelerin genişletilmesine yardımcı olmaktadır. Bu süreçte yenilikçi girişimlerin ve girişimcilerin döngüsel ekonomi çözümleri üretmeye yönlendirilmesi ekonomik büyümeye ve sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2019). Uluslararası iş birliği de büyük bir fırsat sunmaktadır. Diğer ülkelerin en iyi pratiklerinden öğrenmek ve uluslararası kuruluşlarla iş birliği yapmak bilgi paylaşımını kolaylaştırmakta ve döngüsel ekonomi girişimlerinde iş birliğini teşvik etmektedir (European Commission, 2020). Politika entegrasyonu, döngüsel ekonomi ilkelerinin Ulusal İklim Değişikliği Eylem Planı ve Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı gibi daha kapsamlı ulusal stratejilere dahil edilmesiyle sinerji yaratmaktadır. Döngüsel ekonomi politikalarının sürdürülebilirlik kalkınma hedefleri ve iklim eylem planları ile uyumlu hale getirilmesi ilgili politikaların etkinliğini artırmakta ve geniş çapta sürdürülebilirlik çabalarına katkıda bulunmaktadır (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2019).

Avrupa Birliği ve Türkiye; kaynakların tükenmesi ve iklim kriziyle mücadele kapsamında döngüsel ekonomiye geçişin stratejik önemini kabul ederek, ilgili politikaların geliştirilmesi ve uygulanması konusunda kararlı adımlar atmaktadır (Avrupa Komisyonu, 2020; Ticaret Bakanlığı, 2021). AB, 'Yeni Döngüsel Ekonomi Eylem Planı' (CEAP) ile daha kapsamlı, normatif ve kıta genelini kapsayan bir mevzuat çerçevesine sahipken; Türkiye, özellikle 'Sıfır Atık Projesi' ve 'Yeşil Mutabakat Eylem Planı' gibi ulusal mekanizmalarla atık yönetimi ve kaynak verimliliği alanında önemli ilerlemeler kaydetmektedir (ÇŞB, 2017; Resmi Gazete, 2021). Her iki bölge de; tedarik zinciri kırılganlıkları ve hammaddeye erişim gibi karşılaştıkları ortak zorlukları ele alarak ve döngüsel iş modellerinin sunduğu ekonomik fırsatları değerlendirerek sürdürülebilirliklerini artırmayı hedeflemektedir (OECD, 2020). Bu stratejik uyum süreci, sadece çevresel bir gereklilik değil, aynı zamanda daha dayanıklı (resilient) ve rekabetçi bir ekonomik geleceğe katkıda bulunma çabasıdır (Acar ve Yeldan, 2021).

2.9 Döngüsel Ekonominin Ekonomik Büyüme Üzerine Etkileri

Ekonomik büyüme, en genel tanımıyla bir ülkenin üretim kapasitesindeki ve gayri safi yurtiçi hasılasındaki (GSYH) reel artışı ifade etmektedir (Kuznets, 1973). Ancak geleneksel doğrusal ekonomi çerçevesinde (al-yap-at); üretim miktarının artması, genellikle çevresel faktörlerin ve negatif dışsallıkların göz ardı edilmesiyle gerçekleşmektedir (Pearce ve Turner, 1990).

Döngüsel ekonominin temeli yeniden kullanım, azaltım ve geri dönüşüm ilkeleri üzerine kurulmuştur. Bu ilkeler çerçevesinde ekonomik büyümenin etkileri incelendiğinde ekonomik faydalar belirginleşmektedir. Bir malın kullanım ömrü sonrasında da değerini koruması ve yeniden kullanılması sürecine yeniden kullanım denilmektedir (ReDo, 2022). Diğer bir ifadeyle bir ürün tüketildikten sonra çöp olarak değil farklı tesislerde işlev görmek üzere yeniden değerlendirilmektedir (Zhijun ve Nailing, 2007). Yeniden kullanım, su ve enerji gibi sınırlı doğal kaynakların korunmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda atık miktarının azaltılmasına katkıda bulunmaktadır. Yeniden kullanım kaynak kullanımını verimliliğini artırmakla kalmayıp bakım, onarım ve depolama maliyetlerini de düşürmektedir (Sauvé vd., 2016). Sosyo-ekonomik açıdan ise yeniden kullanım ekonomik olarak yeni bir ürün satın alma gücü

olmayan düşük gelirli bireylere daha uygun maliyetli malzemeler sunmaktadır (ReDo, 2022).

Azaltım ilkesi, üretim sürecinin başından itibaren hammadde ve enerji tüketiminin en aza indirilmesini hedeflemektedir (Zhijun ve Nailing, 2007). Azaltım ilkesiyle birlikte eko-verimlilik anlayışı gelişmektedir. Kaynak kullanımının azalması ekonomik ve çevresel faydalar sağlamaktadır (Güngör ve Felekoğlu, 2018). Dünya Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi (WBCSD)'nin yayımladığı rapora göre bir zemin kaplaması üreticisi 1996 ile 2002 yılları arasında eko-verimlilik uygulamaları sayesinde 200 milyon dolar üzerinde tasarruf elde etmiştir. Aynı raporda bir temizlik ve cilt bakım ürünleri üreticisinin eko-verimlilik sayesinde üretimini %50 artırırken atık miktarını yarı yarıya azalttığı ve yıllık 125 milyon dolar tasarruf sağladığı belirtilmektedir (WBCSD, 2006). Azaltım ilkesinin tüm üretim süreçlerine entegre edilmesi, ürün başına daha düşük maliyetle kaynak tasarrufu sağlamaktadır. Bu uygulamalar sürdürülebilir ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilemektedir.

Geri kazanım süreci, ürünlerin, materyallerin veya malzemelerin çeşitli amaçlar doğrultusunda işlenip yeniden değerlendirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Busu, 2019). Geri kazanım süreci sayesinde atıklar ekonomik bir kaynak olarak değerlendirilerek sürekli bir döngü içerisinde yer almaktadır. Geri kazanım ilkesi, daha önce ekonomik değeri yok edilen malzemeleri yeniden ekonomiye kazandırmaktadır. Küresel ekonomide işlenen malzemelerin sadece %6'sı geri dönüştürülürken sürecin tamamen döngüsel olması durumunda bu oranın %37'ye çıkacağı bilinmektedir. AB-27 için bu oran küresel ortalamadan yüksek olmakla birlikte yeterli seviyelere ulaşmadığı belirtilmektedir (Haas vd., 2015). Geri dönüşüm ilkesinin döngüsel ekonomi çerçevesinde uygulanmaya başlanması, geri kazanım oranlarını yükseltecek ve doğrusal ekonomide kaybolan kaynakları yeniden kazandıracaktır. Böylece ekonomik kaynakların etkin ve verimli kullanılması ekonomik faydayı artıracaktır.

Diğer bir konu ise atıkların tasarlanması gerekliliğidir. Atıklar, süreçlerin başından itibaren döngüsellik ilkesine uygun olarak tasarlanırsa atık haline gelmeyecektir. Atık tasarımı, malzeme optimizasyonu, yeniden kullanım ve geri dönüşüm için önem arz etmektedir (Esposito vd., 2018). Atık tasarımı, atık oluşumunu büyük oranda azaltacak ve geri dönüşüm maliyetlerini düşürecektir (Esposito vd., 2018). Böylece önceden atık olarak değerlendirilen ürünler artık yeni bir ekonomik kaynak olarak değerlendirilecektir ve üretim süreçlerinde kaynak verimliliği artacaktır. Avrupa

Akademileri Bilim Danışma Konseyi AB ülkeleri için öngörülen ekonomik faydaları şu şekilde sıralamaktadır (EASAC, 2015);

- Hammadde ve enerji bağımlılığını azaltarak tasarruf sağlamak, böylece rekabet gücünü artırmak,
- Arz güvenliğini artırarak maliyetleri kontrol altına almak,
- Yeni istihdam olanakları yaratmak.

Özellikle Döngüsel ekonomi, kaynak verimliliğini artırarak özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki işsizlik sorunlarına çözüm olabilecek yeni istihdam alanları yaratma potansiyeline sahiptir (ILO, 2018). Fosil yakıtların yerini yenilenebilir kaynakların alması gibi yapısal değişiklikler, bazı sektörlerde istihdam kaybına yol açsa da; genel tabloda karbon yoğun sektörlerin yerini yeşil iş kollarının almasıyla 'net pozitif' bir istihdam etkisi beklenmektedir (Chateau vd., 2018). Literatürde bazı çalışmalar, geçiş sürecindeki uyum sorunları nedeniyle kısa dönemde iş kayıplarının (sürtünmeli işsizlik) yaşanabileceğini; ancak uzun dönemde yeşil yatırımların etkisiyle istihdamın artacağını savunmaktadır (OECD, 2020). Bu potansiyel, Birleşik Krallık merkezli düşünce kuruluşu Green Alliance tarafından yayımlanan 'Levelling Up Through Circular Economy' raporunda üç farklı senaryo ile somutlaştırılmıştır. Rapora göre; hükümetin 2035 yılına kadar mevcut atık yönetimi politikalarını sürdürerek yalnızca geri dönüşüm ve onarım faaliyetlerine odaklandığı birinci senaryoda 40.000 yeni işin yaratılması öngörülmektedir. Döngüsel ekonominin yeniden imalat (*remanufacturing*) süreçleriyle büyüyeceği ikinci senaryoda, İngiltere'nin ekonomik toparlanmasına katkı sağlanarak 120.000'in üzerinde yeni iş yaratılacağı ifade edilmektedir. Yeniden imalat, geri dönüşüm, onarım ve kiralama (*servitization*) gibi faaliyetleri kapsayan ve 'dönüşümsel' olarak adlandırılan üçüncü senaryoda ise 472.000 brüt yeni işe ulaşılacağı hesaplanmıştır (Morgan ve Mitchell, 2021). Bu veriler ışığında döngüsel ekonomi; mevcut şartların iyileştirilmesi, yeni iş modellerinin geliştirilmesi ve özellikle küresel COVID-19 pandemisi sonrası yaşanan iş kayıplarının telafi edilmesi açısından stratejik bir istihdam aracı olarak değerlendirilmektedir (Ellen MacArthur Foundation, 2020). Bu nedenler doğrultusunda döngüsel ekonomi, ülkeler için önemli bir istihdam potansiyel olarakta değerlendirilmektedir (Bonviu, 2014).

2.10 İnşaat Sektöründe Döngüsel Ekonomi

Döngüsel ekonomi, kapalı bir sistem olarak tasarlanmıştır. Ham madde kullanımını, kirliliği ve karbon salınımını azaltmayı hedeflemektedir. Bu yaklaşımla israfı minimize ederken malzemelerin yeniden kullanılması, tamiri ve geri dönüşümü maksimize etmeyi amaçlamaktadır (MacArthur, 2013). Doğrusal ekonomiden döngüsel ekonomiye geçiş kaynakların daha verimli kullanılması ve sürdürülebilirlik prensipleri çerçevesinde ekonomik rekabeti teşvik etme potansiyeline sahiptir. Döngüsel ekonomi, sürdürülebilir rekabet avantajları elde etme konusunda yeni olanaklar sunmaktadır (Geissdoerfer vd., 2017). Son dönemlerde bireyler, kurumlar ve devletler tarafından sürdürülebilir büyüme stratejileri içerisinde döngüsel ekonominin entegrasyonu giderek daha fazla benimsenmektedir (Hickcox ve Smith, 2022).

Öte yandan döngüsel ekonomi ilke ve prensiplerinin uygulanması bazı sektörlerde ve ürünlerde daha etkin sonuçlar vermektedir (Pomponi ve Moncaster, 2017). Döngüsel bina kavramı, binaların tüm yaşam süreçleri boyunca enerji tüketimini ve verimliliğini merkeze alarak binanın kullanım ömrünü uzatmayı hedeflemektedir. Bu bağlamda döngüsel prensipleri benimseyen yeni yapılar bu yaklaşımı destekleyecek şekilde planlanmalıdır (Adams vd., 2017). Mevcut ve yeni tasarlanacak yapıların döngüselliklerini değerlendiren sistemler henüz geliştirilse de bu alanda yapılan çalışmalar ivme kazanmaktadır (Bütün, 2021; Ankaralıgil, 2022).

Döngüsel yapı tasarımı sürecinde çevreye zarar vermeyecek malzemelerin seçilmesi gerekmektedir. Yapı malzemeleri seçilirken malzemelerin kullanım ömrü göz önünde bulundurulmalıdır. İnşaat malzemelerinin üretiminde geri dönüşümlü ürünlerin kullanılması sektörün çevresel etkilerini azaltmaktadır (Bütün, 2021). Ayrıca inşaat sektöründeki büyüme, artan enerji ihtiyacı ve ekonomik durgunluklar düşünüldüğünde yenilenebilir enerji kullanımı daha da önemli olmaktadır. Enerji kaynaklarının tükenmesi ve teminde yaşanan belirsizlikler göz önüne alındığında yapılar kullanımda iken yenilenebilir enerji kaynaklarına ve pasif sistemlere dayanarak ihtiyaçlarını karşılamalıdır. İnşaat sürecinde çevreye verilen zararlar asgariye indirilmeli, atıkların yeniden kullanımı ve geri dönüşümü teşvik edilmelidir (Ankaralıgil, 2022).

Esnek yapı tasarımları, değişen koşul ve işlevlere uyum sağlamak için döngüsellik temel bir unsuru olmaktadır. Bina katmanlarının her biri farklı ömürler taşıdığı için ayrı ayrı değerlendirilmeleri gerekmektedir (Brand, 1995). Yapılar, kullanım ömrünü

tamamladıklarında atıl kalmamalı, yeniden kullanımla, tamir ve iyileştirme yollarıyla ömürleri uzatılarak sürekli döngüde tutulmalıdır. Sürekli yaşayan yapılar sürdürülebilir olmamaktadır (Thomsen ve van der Flier, 2011). Sistemin içerisinde sorunlara yenilikçi çözümler getirebilen ve böylece değişimlere hızla adapte olabilen yapılar sürdürülebilir olmaktadır (Ankaralıgil, 2022). İklim, topografi, sosyal ve kültürel özelliklere uygun yapının çeşitli işlevlere zamanla adapte edilmesi kolaylaşmaktadır. Adaptasyon, bu açıdan bakıldığında tarihi yapıların ömürlerini sürdürmelerini sağlamakta ve günümüze kadar bütünlüklerini korumalarına yardımcı olmaktadır (Plevoets ve Van Cleempoel, 2011). Bu uyum yeteneği mimari koruma ve döngüsel tasarım ilkelerinde değerin korunması ve işlevlerin yeniden tanımlanması hedeflerinde ortak bir odak noktası oluşturmaktadır (Bütün, 2021). Yapıların eşsiz tarihi ve kültürel özellikleri, kültürel mirasın bir parçası olmaktadır. Kültürel miras projelerinin uyarlanabilir şekilde tekrar kullanılması, binaların restore edilmesi, rehabilite edilmesi ve geliştirilmesi ile toplulukların değişen ihtiyaçlarını yansıtabilmektedir (Orbaşlı, 2008). Bu süreçte kültürel mirasın orijinal işlevini sürdürmesi şart değildir. Tarihi, kültürel ve mimari özelliklerinin korunması hedeflenmektedir (Jokilehto, 2017). Bu kapsamda tarihi yapılar ve bileşenlerinde döngüsel ekonomi stratejileri yer almakta ve yeniden kullanım fikri yerel mirasın korunması ve kullanımının sürdürülebilir kalkınmaya önemli katkılar sunabileceği düşünülmektedir (Ankaralıgil, 2022).

Tarihsel süreç içinde inşaatlarda doğal malzemelerin kullanımı ve malzemelerin tekrar edilen kullanımları gözlemlenmiştir (Allen ve Iano, 2019). Ancak son dönemlerde malzeme çeşitliliği, kullanım şekilleri ve zamanla ilgili yaklaşımlar dolayısıyla malzemelerin büyük bir kısmı atık hâline gelmektedir (Volk vd., 2014). Yapıların ömürleri sonlandığında tüm yapı malzemelerinin ve parçalarının yeniden kullanılabilmesi adına kolayca sökülebilir tasarımların ve bağlantı elemanlarının seçilmesi gereklilik arz etmektedir (Bertino vd., 2021).

Yapıların işletme ömürleri boyunca düzenli bakım ve güçlendirme işlemlerinin gerçekleştirilmesi, yeni binaların inşasından kaçınmak ve herhangi bir malzeme ya da enerji tüketimini engellemek amacıyla önem taşımaktadır (Allen ve Iano, 2019). İnşaat alanında döngüsel ekonomi (DE) yaklaşımı; kaynak ve malzeme kullanımını en uygun seviyede tutarak atık oluşumunu minimize etmeyi ve mevcut yapıların yenilenmesini ya da onarılmasını teşvik etmeyi hedeflemektedir (Bertino vd., 2021).

Bu yöntem, mevcut tasarım ve inşaat metodolojilerinin dönüşümünü sağlayarak inşaat malzemeleri ve ürünlerinin potansiyel değerlerinin maksimize edilmesini ve ömürlerinin uzatılmasını sağlayacak kullanım modellerinin geliştirilmesini içermektedir (Volk vd., 2014). İnşaatlarda kaynakların kontrollü kullanımı ile malzeme akışının dengelenmesi ve toprağın yenilenmesi için gerekli koşullar oluşturulması mümkün olabilmektedir (Bertino vd., 2021). Malzeme bileşenlerinin biyolojik ve teknik döngülerde mümkün olduğunca uzun süre muhafaza edilmesi, kaynak çıkarımının optimizasyonuna katkı sunmaktadır (Volk vd., 2014).

Planlama ve tasarım aşamalarında en uygun malzemelerin seçilmesi; atığın azaltılmasını, toksik maddeler içeren ürünlerin döngüden uzak tutulmasını ve geri dönüşüm ile ayrıştırmanın sağlıklı bir biçimde gerçekleşmesini mümkün kılmaktadır (Allen ve Iano, 2019). DE ilkelerinin yapı çevresinde uygulanması ise küresel iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik kaybı, kaynak kıtlığı ve atık üretimi gibi çevresel sorunlara karşı onarıcı ve yenileyici adımlar atılmasına katkı sağlayabilmektedir (Bertino vd., 2021).

Binaların tasarım, uygulama ve yaşam döngüsü süreçlerinde doğrusal ekonominin eksik ve tüketim odaklı yönlerinden arındırılarak döngüsel bir sisteme geçişi önemli bir eşik olmaktadır (Pomponi ve Moncaster, 2017). Binaların küresel enerji ve hammadde tüketimindeki büyük payları göz önüne alındığında ürün ve malzemelerin ömrünü uzatmak, yeniden kullanmak ve atık ile kirliliği azaltmak geçiş sürecinin birincil adımlarından biri olarak kabul edilmektedir. Bir bileşenin işlenmesine veya sıfırdan kullanımına kıyasla yeniden kullanılmasının çevresel etkileri çok daha azdır (Geyer vd., 2015). Örneğin çelik profillerin yeniden kullanılması, yeni çelik profillerin kullanılmasına kıyasla çevresel etkileri %96 oranında azaltmaktadır (Richter, 2019; Blengini ve Di Carlo, 2010).

2.10.1 Atık yönetimi

İnşaat alanında atık yönetimi hem yapı üretim aşamalarında hem de binaların kullanım ömrü süresince oluşan atıkların toplanması, nakledilmesi, işlenmesi, geri kazanılması ya da uygun şekilde yok edilmesi süreçlerini kapsamaktadır (Yeheyis vd., 2013). Bu süreçler döngüsel ekonomi ilkelerine uygun şekilde yürütüldüğünde atıkların çevreye olan etkileri asgariye indirilmekte ve ekonomik bir değer elde edilmektedir. Döngüsel ekonomi yaklaşımında atıklar sistemin bir parçası olarak değerlendirilmektedir

(Chertow, 2000). Endüstriyel süreç bir işletmenin atıklarının veya yan ürünlerinin başka bir işletmede ham madde veya enerji kaynağı olarak değerlendirilmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Bu süreç döngüsel ekonomi modelinin önemli bir ögesidir ve atıkların yeniden kullanımını ve geri dönüşümünü teşvik etmektedir (Lieder ve Rashid, 2016). Temel amaç atık miktarını minimize etmek, kaynakların verimli kullanımını sağlamak ve çevresel sürdürülebilirliği artırmaktadır (Ghisellini vd., 2016).

2.10.2 Sökülebilirlik ve döngüsel yapım süreçleri

Bu kavram yapıların ömrünü tamamlaması sonrasında kullanılan malzemelerin ve bileşenlerin rahatlıkla sökülerek yeniden kullanılabilir ya da geri dönüştürülebilir şekilde dizayn edilmesini tanımlamaktadır (Eren, 2024). Ana amaç kaynak tüketiminin ve çevresel kirliliğin minimize edilmesi ve yapı bileşenlerinin geri kazanımıdır. Sökülebilir yaklaşım binaların yıkılması sonucu ortaya çıkan moloz yığınları yerine seçici yıkım tekniklerini öngörmektedir (Eren ve Başarır, 2013). Döngüsel mimariye ulaşmak adına yapı-söküm yöntemleri tasarım sürecinin başından itibaren göz önünde bulundurulmalıdır. Bina bileşenlerinin montaj yöntemleri sınıflandırılarak ve değerlendirilerek malzemelerin hasar görmeden sökülmesi ve tekrar kullanılabilir hale getirilmesine imkan tanınmaktadır. Her bir malzeme ve bileşenin açıkça belirlenmesi ve tanımlanması gerekmektedir (Carcassi vd., 2020). Ayrıca bileşenlerin mümkün olduğunca homojen olmaları ve diğer malzemelerden kolayca ayrıştırılmaları gerekmektedir. Bu yaklaşım sayesinde kullanılan malzemelerin ve binaların ömrü sona erdikten sonra atık olarak değerlendirilmesi önlenmektedir. Malzemeler malzeme bankalarında depolanarak yeniden kullanılmak üzere saklanmaktadır. Döngüsel Ekonomi'nin temel prensiplerinden biri olan biyolojik ve teknik malzemelerin ayrımı, bileşenlerin doğaya dönüşümü ya da endüstriyel süreçlerde yeniden kullanılmalarını sağlamaktadır (Lombardi ve Laybourn, 2012). Örneğin bir ahşap kiriş başka bir yapıda kullanılmadan önce fiber levhaya dönüştürülerek ve biyogaz üretimi için kompostlanarak biyosfere geri döndürülebilmektedir (Carcassi vd., 2020).

Bina bileşenlerinin zarar görmeden çıkarılması tasarım sürecinin önemli evrelerinden birini oluşturmaktadır (Seliger, 2007). Bileşenlerin çıkarılması yeniden kullanım veya tamir edilme ihtimali olan parçaların hasarsız olarak elde edilmesi amacıyla sökülebilirlik prensipleri gözetilerek yapılmaktadır (Webster ve Costello, 2005). Zararlı malzemelerin ayrıştırılması, organik materyallerin kompost veya biyogaz

olarak değerlendirilebilmesi adına önem arz etmektedir. Kullanım ömrünü tamamlamış ve tekrar kullanılmayacak teknik materyaller diğerlerinden ayrıştırılabilecek şekilde tasarlanmalıdır. Malzemelerin kullanım süreçleri, kategorilere ayrılarak kullanım ömrü sonunda zarar görmeden, bozulmadan sökülebilir şekilde düzenlenmelidir (Akanbi vd., 2018). Malzemenin dayanıklılığı ve tekrar kullanılabilirliği için ömrünün hesaplanmış olması gerekmektedir. Malzeme seçimi ile kullanım ömrünü uzatmak, katmanlı yapılar oluşturmak, söküm sürecini planlamak ve bu süreçte görev alacak uzmanlara gereken bilgilerin aktarılması gerekmektedir (Seliger, 2007). Bina elemanlarının ve bileşenlerinin kategorize edildiği tasarım rehberleri hazırlanmalıdır. Bileşenlerin kimyasal olmayan yapıştırıcılar kullanılmadan, kaplama ve kaynak işlemi yapılmadan birleştirilmiş olması şarttır (Ashby ve Johnson, 2013).

2.10.3 Reddet, yeniden düşün, yeniden kullan

Yapıların yenilenmesi ve onarılması çevresel, ekonomik ve sosyal açılardan önemli faydalar sunmaktadır (Bullen ve Love, 2011). Bina işletme ve inşası sırasında tüketilen enerji ve kullanılan kaynaklar göz önünde bulundurulduğunda mevcut yapıların korunması ve iyileştirilmesi sera gazı emisyonlarını ve küresel enerji kullanımını azaltma potansiyeline sahiptir (Langston vd., 2008). Yapıların enerji verimliliğini artırarak onarım ve yenileme çalışmaları yapıldığında binaların enerji tüketimi önemli ölçüde azaltılmaktadır. Toplam enerji tüketiminin büyük bir kısmını mevcut binalar oluşturduğu için enerji verimliliği iyileştirmeleri oldukça önemlidir (Thomsen ve van der Flier, 2011). Binaların performansını ve risklerini değerlendirme, enerji tasarrufu sağlama gibi adımlar yapı çevresinin sürdürülebilirliğini sağlama yolunda atılan önemli adımlardır. Bu süreçler projenin başarısını garanti altına almak için gereklidir (Bullen ve Love, 2011). Yapıların güçlendirilmesi sırasında iklim değişikliği, binanın kullanım amacının değişmesi, hükümet politikalarında meydana gelen değişiklikler ve mali kısıtlamalar gibi çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Enerji verimliliğini artırarak yapılan bina yenilemeleri sürdürülebilirliği, ekonomik ve sosyal faydaları beraberinde getirmektedir (Ma, 2012).

2.10.4 Bina yaşam döngüsü ve kullanımı

Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi, bir ürünün ya da hizmetin doğadan ilk materyal olarak alınmasından başlayarak işlenmesi, kullanımı ve nihai olarak imhasına kadar olan süreçteki çevresel etkilerini detaylı bir biçimde incelemektedir (Guinée, 2002). Yaşam döngüsü ürünlerin çevreye olan etkilerini saptayarak daha yeşil tasarım ve üretim süreçlerine katkıda bulunmak amacıyla gerçekleştirilmektedir. Yaşam döngüsü değerlendirme sürdürülebilirliği artırmak amacıyla teknolojilerin, ürünlerin, hizmetlerin, politikaların ve organizasyonların operasyonel stratejilerini geliştirmekte kullanılan önemli bir araç olarak kabul edilmektedir (Finnveden vd., 2009). Şirketler ve kurumlar daha yeşil bir gelecek için bu değerlendirme metodunu benimsemektedirler (ISO, 2006). Zararlı kimyasalların kullanımından kaçınarak malzemelerin yeniden kullanılmasını teşvik eden bir yaklaşım sunan yaşam döngüsü değerlendirme malzemelerin biyolojik ve teknik döngülerini değerlendirilmesini kolaylaştırmaktadır (Buyle, 2013).

2.10.5 Esneklik ve uyum

Binaların tasarımında döngüsel ekonomi ilkelerine uygunluğun sağlanması, değişimin sürekli olduğu gerçeğini göz önünde bulundurmayı gerektirmektedir (Brand, 1995). Günümüzde sürdürülebilirlik beklentileri ile toplumsal ihtiyaçlar ve tercihler doğrultusunda esneklik gösteren ve dönüşüme açık yapılar oluşturma vizyonunun benimsenmesi gerekmektedir. Bu, yapıların tasarımını ve uygulamalarını değişime uygun yapılar oluşturma konusunda yeniden düşünmeye yönlendirmektedir (Schmidt ve Austin, 2016). İhtiyaç ve koşullar değiştiğinde uyum sağlayamayan ve yeniden kullanıma olanak tanımayan yapılar gerçekten sürdürülebilir olarak nitelendirilemez. Yapıların, ihtiyaç duyulduğunda işlevlerinin değiştirilebilmesine imkan verecek şekilde planlanmış olmaları sürdürülebilir ve döngüsel bir yaklaşım sunmaktadır (Brand, 1995). Günümüzde değişim giderek kaçınılmaz hale gelmişken yapıların mekansal, yapısal ve işlevsel kapasitelerinin bu değişime uyum sağlayacak şekilde düzenlenmeleri gerekmektedir (Kaewunruen vd., 2024). Yapıların tasarımı, zamanla değişen kullanım amaçlarına, ihtiyaçlara ve çevresel koşullara uyum sağlayabilecek şekilde esnek ve adaptasyona uygun olacak biçimde gerçekleştirilmelidir (Douglas, 2006).

Bina tasarımının başlangıcında gelecekte olası değişikliklere cevap verebilecek yapıların tasarlanması yapıların sürdürülebilirliğini artırmaktadır. İç mekan bileşenlerinin yer değiştirilebilir ve taşınabilir olması mekansal adaptasyon kapasitesini yükseltmektedir (Brand, 1995). Binanın yaşam döngüsü boyunca çeşitli ihtiyaçlara uyum sağlayabilmesi sadece operasyonel esneklikle sınırlı değildir. Binaların tasarım aşamasında son kullanım senaryolarının dikkate alınmasıyla ortaya çıkan değişikliklere adaptasyon kapasitesi sağlanmaktadır (Wang vd., 2018). Böylece binaların ve malzemelerin kullanım ömrü boyunca hangi aşamalarda değişikliğe ihtiyaç duyulduğu öngörülmekte ve böylece yapıların daha uzun bir hizmet ömrü sunmasını mümkün olmaktadır. Yapı bileşenlerinin bakımı ve değiştirilmesi ile yapıların eskiyerek erken yıkılması sorunlarına çözümler sunulmaktadır (Buganza ve Verganti, 2006).

Yapı stoğu, üretilme zamanlarında, kullanım ömürlerinin sonuna kadar kalıcı objeler olarak değerlendirilmektedir (Thomsen ve van der Flier, 2011). Bu durum döngüsel mimarlık perspektifinde önemli bir problem olmaktadır. Toplumun değişen talepleri ve ihtiyaçlarına cevap veremeyen binalar, yıkılarak yerlerine yenilerinin inşa edilmesini veya geniş çaplı tadilatları gerektirmektedir (Webster, 2010). Bu tür büyük rehabilitasyon ve yenileme projeleri yüksek enerji tüketimi ve önemli miktarda atık üretme potansiyeli taşımaktadır (Thomsen ve van der Flier, 2011). Bu nedenle tasarım aşamasında binanın yaşam sonu planlanmakta ve değişime uyum sağlayabilecek uzun ömürlü mekansal çözümler sunulmaktadır. Bu yaklaşım sağlıklı bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Askar, 2022).

2.10.6 Geri dönüşüm, sürdürülebilir kaynak kullanımı

İnşaat endüstrisinde döngüsel ekonominin uygulanışı farklı sektörlerle olan ilişkileri üzerinden anlaşılabilir (Ghisellini vd., 2018). Yapı malzemelerinin yeniden kullanılması, atıkların minimize edilmesi ve hurda veya yan ürünlerin diğer sektörlerle yeniden kazandırılması, atık miktarının azaltılması için önemli bir süreçtir (Blengini ve Garbarino, 2010). Aynı zamanda diğer endüstrilerden elde edilen hurda ve yan ürünlerin inşaat malzemelerinde nasıl değerlendirileceği, maliyetlerin düşürülmesi ve yapıların çevresel değerinin artırılması konuları da bu ekonominin önemli bir parçasıdır (Ghisellini vd., 2018). 1990'ların sonlarında İngiltere'de iki milyon tonluk inşaat atığının geri dönüştürülerek yeniden kullanıldığı kaydedilmiştir. Malzemelerin

tasarım aşamasında sökülmesine yönelik planlar ve bileşenlerin standardizasyonu gereklidir. Bu sayede inşaat sektörü diğer sektörlerle geri dönüştürülebilir yapı malzemeleri ve bileşenler sunabilmektedir (Addis, 2012).

Binaların tasarım sürecinde sürdürülebilirlik performansını maksimize etmek için en uygun geri dönüşüm yöntemlerinin seçilmesi gerekmektedir (Blengini ve Garbarino, 2010). Bu strateji malzemelerin geri kazanılması kadar çevresel etkilerin en aza indirilmesiyle de fayda sağlamaktadır. Geri dönüşüm süreçleri çevreye olan etkileri azaltmakla birlikte malzemelerin işlenmesi için önemli miktarda enerji ve kaynak tüketimine ihtiyaç duyulduğundan, döngüsel ekonomideki en az etkili yöntemlerden biri olarak değerlendirilmektedir (Addis, 2012). Geri dönüştürülen malzemelerin kalitesinin zamanla düşebilmesi sıkça rastlanan bir durumdur. Bu sebeple tasarım aşamasında doğru malzeme seçimlerinin yapılması, geri dönüşüm süreçlerinin etkinliği açısından zorunluluk arz etmektedir (Giorgi, 2018).

Tasarım aşamasında geri dönüştürülebilir materyallerin etkin kullanımını sağlamak üzere çeşitli yöntemler geliştirilmektedir (Ghisellini vd., 2018). Bu yaklaşımların başlıca hedefi yapısal atıkları mümkün olduğunca azaltmak ve yapı atıklarının geri dönüşümü sırasında çevreye verilen zararı minimize etmektir ve geri dönüşüm sürecinin iyileştirilmesi hedeflenmektedir (Blengini ve Garbarino, 2010). Malzemelerin yeniden işlenmesi önemli ölçüde enerji tüketimi gerektirmekle birlikte süreç orijinalinden daha yüksek değer ve kaliteye sahip yeni ürünlerin üretilmesine olanak tanımaktadır. Örnek olarak üretim atıklarının yalıtım malzemesine veya cephe kaplamalarına dönüştürülmesi, artı değer yaratma potansiyeli taşıyan malzemeler arasında yer almaktadır (Addis, 2012). Geri dönüşüm süreçleri parçalama, ayrıştırma ve işleme olmak üzere üç temel aşamada gerçekleşmektedir. Atık türleri ve özelliklerine göre düzenlenen bir veri tabanı oluşturulması materyallerin teknik, çevresel ve ekonomik açıdan değerlendirilmesini kapsamaktadır (Ghisellini vd., 2018). Ekonomik değerlendirme kapsamında materyalin başlangıç yatırım maliyeti, işletme maliyeti ve geri dönüştürüldüğünde elde edilecek satış maliyeti üç ana maliyet faktörü olarak ele alınmaktadır (Giorgi, 2018).

2.10.7 Döngüsel ekonomi uygulamaları

Türkiye’de döngüsel ekonomi anlayışı, özellikle inşaat sektörü ile doğrudan ilişkili olarak öne çıkmaktadır (Balbay, 2021). İnşaat sektörü, yoğun hammadde ve enerji tüketimi nedeniyle döngüsel ekonomi uygulamalarının en kritik alanlarından biri olarak değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, sınırlı kaynakların etkin kullanımı, atık yönetimi, malzeme geri dönüşümü ve enerji verimliliği gibi konular sektörün dönüşümünde belirleyici bir rol oynamaktadır (Coelho ve de Brito, 2012). Özellikle inşaat ve yıkıntı atıkları, döngüsel ekonomi kapsamında yeniden kullanım potansiyeli en yüksek malzeme grupları arasında yer almaktadır. Beton, asfalt ve metal gibi atıkların geri dönüştürülerek altyapı ve üstyapı projelerinde tekrar kullanılması hem doğal kaynak tüketiminin azaltılmasına hem de maliyetlerin düşürülmesine katkı sağlamaktadır (Knoeri vd., 2013). Bununla birlikte, çimento sektöründe lastik atıklarının enerji kaynağı olarak değerlendirilmesi, enerji verimliliği ile atık yönetimi arasında güçlü bir bağ kurmakta ve döngüsel ekonomi uygulamalarının sektördeki önemini artırmaktadır (Vegas vd., 2015).

Bu bağlamda yapılan ampirik çalışmalar, Türkiye’de döngüsel ekonominin inşaat sektörüyle entegrasyonuna dair önemli bulgular sunmaktadır. Yalçın ve Negiz (2021), Antalya’da yürüttükleri araştırmada, kentsel dönüşüm projelerinin 2013–2019 yılları arasında 3,56 milyon ton inşaat ve yıkıntı atığı ortaya çıkardığını belirlemişlerdir. Araştırmanın sonucu, kentsel dönüşümün ekonomik fayda üretme potansiyeli yanında, çevresel döngüsellliği dikkate almayan bir yaklaşımla yürütüldüğünü ortaya koymaktadır. Bu bulgu, Türkiye’de atık yönetimi ve geri dönüşüm stratejilerinin kentsel dönüşüm politikalarıyla daha bütünleşik biçimde ele alınması gerektiğine işaret etmektedir.

Türkiye’de döngüsel ekonomi politikaları Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yönlendirilmekte ve ulusal strateji belgeleri ile desteklenmektedir. 2017 yılında başlatılan Sıfır Atık Projesi bu kapsamda önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir. Proje, kamu kurumları ve özel sektör yatırımlarında sıfır atık yaklaşımının benimsenmesini sağlayarak, inşaat projelerinde çevresel performansın artmasına katkıda bulunmaktadır (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2018). Benzer şekilde, 2024–2030 yıllarını kapsayan Ulusal Geri Dönüşüm Stratejisi ve Eylem Planı, kaynak verimliliği ve atık yönetimi hedefleriyle inşaat sektöründe döngüsel ekonomi ilkelerinin daha sistematik biçimde uygulanmasını öngörmektedir (Sıfır Atık Yolculuğu,

t.y.). Bu noktada, Çilli ve Dağ (2021) Türkiye’de 428 LEED sertifikalı yeşil bina bulunduğunu ve bu uygulamaların 34 farklı şehre yayıldığını ortaya koymuştur. Bu durum, sürdürülebilirlik bilincinin yalnızca büyük metropollerle sınırlı kalmadığını, ülke genelinde giderek yaygınlaştığını göstermektedir. Ancak araştırma, yüksek sertifikasyon maliyetleri ve kurumsal farkındalık eksikliklerinin uygulamanın yaygınlaşmasını sınırladığını da vurgulamaktadır. Dolayısıyla Türkiye’de sürdürülebilirlik uygulamaları umut verici bir ivme kazanmış olsa da bu ivmenin uzun vadede sistematik ve yaygın bir dönüşüme evrilmesi için kurumsal desteklerin güçlendirilmesi gerekmektedir (Mısır ve Arıkan, 2022).

Sanayi ve üretim süreçlerinde geliştirilen endüstriyel simbiyoz projeleri de inşaat sektörü açısından doğrudan etkiye sahiptir (Özkan vd., 2018). Özellikle Organize Sanayi Bölgelerinde uygulanan bu projeler sayesinde, üretim tesislerinden çıkan atıkların inşaat malzemesi üretiminde hammadde olarak kullanılması mümkün hale gelmektedir. Bu durum hem kaynak döngüselliğini güçlendirmekte hem de sektörün çevresel etkilerini azaltmaktadır. Diğer yandan, inşaat sektörünün yüksek enerji tüketen yapısı dikkate alındığında, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı da döngüsel ekonomiyle bağlantılı bir başka alanı oluşturmaktadır (Lombardi ve Laybourn, 2012). Güneş ve rüzgâr enerjisi yatırımları ile tarım ve hayvancılık atıklarından enerji üreten biyogaz tesisleri, özellikle inşaat malzemeleri üretiminde karbon emisyonlarının azaltılmasına katkı sağlamaktadır (iklim.gov.tr, t.y.).

D’Silva vd. (2023) tarafından Dubai’de gerçekleştirilen vaka çalışması, yaşam döngüsü değerlendirmesi (LCA) uygulamasının döngüsel ekonomiye entegrasyonda güçlü bir araç olabileceğini göstermektedir. Araştırmada doğru malzeme seçimleri sayesinde gömülü karbon emisyonlarının %26 oranında azaltıldığı saptanmıştır. Bu bulgu, Türkiye’deki uygulamaların da malzeme bazlı yaşam döngüsü analizleri ile desteklenmesi halinde çevresel etkilerin ciddi oranda azaltılabileceğini göstermektedir. LCA’nın sunduğu ölçümleme ve değerlendirme kabiliyeti, Türkiye’deki yeşil bina ve kentsel dönüşüm uygulamalarına entegre edildiğinde daha etkin bir döngüsel ekonomi modeli ortaya çıkabilecektir (Altın, 2024).

Avrupa’da döngüsel ekonomiye geçişte lider ülkelerden biri olan Hollanda, yapı sektöründe “malzeme pasaportu” yaklaşımını benimseyerek dikkat çekici bir yenilik gerçekleştirmiştir. Bu uygulama sayesinde binalarda kullanılan her bir malzeme, dijital olarak etiketlenmekte ve ömrü boyunca izlenebilir hâle gelmektedir. Bölgede faaliyet

gösteren Madaster adlı girişim, bu sistemin yaygınlaştırılmasında öncü rol oynamaktadır (Widyasningrum, 2021). Pomponi ve arkadaşları, 2019 yılında yayımladıkları çalışmada, bu dijital pasaport sisteminin “reuse”, “repurpose” ve “recycle” ilkeleri açısından sektöre büyük katkı sunduğunu ve yapım aşamasında %30’a kadar kaynak tasarrufu sağladığını raporlamışlardır (Pomponi vd., 2019). Bu tür uygulamalar, CE’nin veri temelli karar süreçleriyle nasıl entegre edilebileceğini gösteren güçlü bir örnektir.

Finlandiya, yapı sektöründe sürdürülebilir malzeme kullanımı konusunda ahşap temelli sistemleri öne çıkararak CE uygulamalarında fark yaratmaktadır. Ruuska ve Häkkinen tarafından 2018 yılında yapılan analiz, yapısal ahşabın “recycle” ve “repurpose” stratejileri açısından sunduğu potansiyeli detaylandırmıştır (Ruuska ve Häkkinen, 2018). Özellikle düşük karbon salımı, enerji verimliliği ve yeniden kullanım kolaylığı, bu malzemenin CE stratejileriyle yüksek uyum içinde olduğunu göstermektedir.

Birleşik Arap Emirlikleri, döngüsel ekonomi stratejilerini mimari tasarıma entegre eden ülkeler arasında yer almakta ve bu entegrasyonu biyomimikri temelli yaklaşımlarla desteklemektedir. Lok ve ekibi tarafından 2025 yılında yapılan çalışma, özellikle yapı kabuklarının doğadan esinlenerek geliştirildiğini ve bu sayede enerji tüketiminin önemli oranda azaltıldığını göstermektedir (Lok vd., 2025). Araştırmada, CE’nin “rethink”, “reduce” ve “repurpose” ilkeleriyle uyumlu tasarım yaklaşımlarının, projelerin karbon ayak izini doğrudan düşürdüğü belirtilmiştir. Lok’un ortaya koyduğu bir diğer önemli bulgu ise, bu projelerde kullanılan malzemelerin çoğunun yerel kaynaklardan sağlanmasıdır. Bu durum yalnızca lojistik maliyetleri azaltmakla kalmamış, aynı zamanda yapıların kültürel çevreyle uyumlu olmasını da mümkün kılmıştır. Bu yaklaşımlar, döngüsel ekonominin sadece malzeme döngüsünü değil, aynı zamanda sosyal bağlamı ve coğrafi sürdürülebilirliği de dikkate alması gerektiğini göstermektedir. Çalışma aynı zamanda, CE uygulamalarının başarılı olabilmesi için tasarım sürecinin erken aşamalarından itibaren sistematik olarak entegre edilmesi gerektiğini savunmaktadır.

Daha geniş bir perspektiften bakıldığında, Guerra vd. (2021) tarafından yapılan küresel tarama, 81 inşaat şirketinin döngüsel ekonomi uygulamalarını analiz etmiş ve geri dönüşüm ile yeniden kullanım stratejilerinin öne çıktığını, ancak tam anlamıyla döngüsel iş modellerinin henüz sınırlı kaldığını göstermiştir. Çalışma, bilgi eksikliği,

finansman sorunları ve yasal çerçevedeki boşlukları en önemli engeller olarak tanımlamıştır. Türkiye’deki durum bu küresel eğilimle paralellik göstermekte hem Yalçın ve Negiz’in hem de Çilli ve Dağ’ın bulguları, uygulamaların çoğunlukla geri dönüşüm ve sertifikasyon gibi belirli alanlarda yoğunlaştığını, ancak bütüncül bir döngüsel iş modeli yaklaşımına henüz ulaşamadığını ortaya koymaktadır.

Eğitim ve farkındalık çalışmaları da sektörde döngüsel ekonomi uygulamalarını destekleyen önemli unsurlardan biridir. Millî Eğitim Bakanlığı’nın yürüttüğü sıfır atık eğitim programları ve yerel yönetimlerin düzenlediği geri dönüşüm kampanyaları, mühendis, mimar ve sektör çalışanlarının bu konudaki bilgi düzeyini artırmakta ve mesleki uygulamalara doğrudan yansımaktadır. Böylece, sektörde görev alan profesyonellerin projelerinde döngüsel ekonomi ilkelerini daha etkin şekilde uygulamaları teşvik edilmektedir. Türkiye’de döngüsel ekonomi uygulamaları inşaat sektöründe atık yönetimi, malzeme geri dönüşümü, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kullanımı gibi temel alanlarda önemli gelişmeler kaydetmektedir. İnşaat sektörünün döngüsel ekonomiyle entegrasyonu yalnızca çevresel sürdürülebilirlik sağlamamakta, aynı zamanda ekonomik kazanımları da beraberinde getirmektedir (Balbay vd., 2021). Bu sürecin hızlandırılabilmesi için ulusal stratejilerin güçlendirilmesi, sektör içi iş birliklerinin artırılması ve yenilikçi malzeme teknolojilerinin teşvik edilmesi gerekmektedir. Böylelikle Türkiye’de döngüsel ekonominin inşaat sektörüne entegrasyonu daha etkin bir şekilde gerçekleşebilecektir

2.10.8 9R stratejisi ve inşaat sektörü

9R çerçevesi üç temel strateji kapsamında sınıflandırılmaktadır: daha akıllı ürün kullanımı ve yönetimi (Reddetme, Yeniden Düşünme, Azaltma); ürünün ve parçalarının ömrünü uzatma (Yeniden Kullanma, Onarım, Yenileme, Yeniden Üretme, Yeniden Amaçlandırma) ve malzemelerin faydalı kullanımları (Geri Dönüşüm, Geri Kazanım) (Kirchherr vd., 2017). İnşaat sektörü bağlamında bu stratejiler, özellikle yapı malzemelerinin yaşam döngüsünün yönetimi açısından kritik öneme sahiptir. Örneğin, Reddetme (Refuse) stratejisi tek kullanımlık ve yüksek karbon ayak izine sahip malzemelerin tercih edilmemesiyle uygulanabilir. Yeniden Düşünme (Rethink), binaların modüler ve sökülebilir tasarlanmasıyla, gelecekte parçalarının yeniden kullanılmasına olanak tanır. Azaltma (Reduce) ise beton ve çelik

tüketimini en aza indiren hafif yapı teknikleri ve yenilikçi malzeme teknolojileri ile gerçekleştirilebilir.

Ürün ve parçaların ömrünü uzatma stratejileri inşaat sektöründe Yeniden Kullanım (*Reuse*) yoluyla yıkım sonrası çelik kirişlerin veya kapı-pencere gibi yapı bileşenlerinin başka projelerde değerlendirilmesi şeklinde görülmektedir. Onarım (*Repair*), mevcut binaların bakım ve güçlendirme uygulamalarıyla ömrünün uzatılmasıdır. Yenileme (*Refurbish*) ve Yeniden Üretme (*Remanufacture*), eski yapı bileşenlerinin (örneğin prefabrik panellerin) elden geçirilerek yeniden kullanılmasıyla hayata geçirilebilir. Yeniden Amaçlandırma (*Repurpose*) ise inşaat atıklarının farklı işlevlerde değerlendirilmesini ifade eder (Sayın, 2020). Örneğin, yıkım atıklarından elde edilen tuğla kırıklarının dolgu malzemesi olarak kullanılması

Malzemelerin faydalı kullanımına dayalı stratejiler ise sektörde yaygın olarak Geri Dönüşüm (*Recycle*) ve Geri Kazanım (*Recover*) üzerinden uygulanmaktadır. Beton atıklarının kırılarak agrega olarak yeniden kullanılması geri dönüşümün tipik bir örneği iken, enerji geri kazanımı süreci ahşap ve plastik inşaat atıklarının yakıt olarak değerlendirilmesiyle mümkündür (Braungart ve McDonough, 2002; Toxopeus vd., 2015; Neugebauer vd., 2015).

İnşaat sektöründe 9R çerçevesinin uygulanması, yalnızca atık yönetimini değil, aynı zamanda tasarım, malzeme seçimi, üretim süreçleri ve bina kullanım sürecini kapsayan bütüncül bir döngüsel ekonomi yaklaşımı geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Böylece sektörde hem çevresel etkiler azaltılmakta hem de malzeme maliyetlerinde uzun vadeli tasarruf sağlanmaktadır (Sayın ve Çelik, 2020). Ancak bu bütüncül yaklaşımın sahada etkili biçimde hayata geçirilebilmesi, yalnızca teknik stratejilerle değil, aynı zamanda politika, mevzuat ve sektörün yapısal koşullarıyla da doğrudan ilişkilidir.

İnşaat sektöründe döngüsel ekonomi (DE) yaklaşımı, sürdürülebilirlik hedeflerinin gerçekleştirilmesinde giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Rao vd. (2025), inşaat ve yıkım faaliyetlerinin yüksek miktarda doğal kaynak tüketimi ve atık üretimi yarattığını, mevcut doğrusal ekonomi modelinin bu sorunu derinleştirdiğini ortaya koymuştur. Çalışmalarında, DE'nin kaynak girdilerini azaltan, yeniden kullanım ve geri dönüşümü artıran bir çözüm sunduğunu; ancak uygulamada yasal çerçeve, bilgi eksikliği, teknolojik altyapı yetersizliği gibi çok boyutlu engeller nedeniyle

yaygınlaşmadığını belirtmişlerdir. Bu bağlamda, karar vericilere yol gösterecek sekiz odak alanı üzerinden kavramsal bir çerçeve önermişlerdir.

Benzer şekilde, Marzani vd. (2025), DE'nin özellikle akıllı şehirlerin inşasında kritik bir rol oynadığını vurgulamaktadır. Avrupa Birliği, Amerika Birleşik Devletleri ve Japonya örneklerini karşılaştırmalı olarak inceleyen bu araştırma, politika düzeyinde farklı yaklaşımları ve iyi uygulama örneklerini ortaya koymuştur. Avrupa'da Yeşil Mutabakat ve Yeni Döngüsel Ekonomi Eylem Planı ile güçlü bir entegrasyon sağlanırken, ABD'de yerel düzeyde atık yönetimi ve yapı sökümüne yönelik girişimler öne çıkmaktadır. Japonya ise kaynak verimliliğini merkezine alan teknolojik yeniliklerle dikkat çekmektedir. Çalışma ayrıca, Dijital Ürün Pasaportları ve Bina Bilgi Modellemesi gibi dijital araçların malzeme izlenebilirliğini güçlendirerek kentsel döngüsellığe katkı sağladığını ortaya koymaktadır.

El Hafiane vd. (2025) ise döngüsel ekonomi ile yalın inşaat yaklaşımının birlikte ele alınmasının, operasyonel verimliliği artırırken çevresel etkileri azaltabileceğini ileri sürmektedir. Sistematik bir derleme ile 2010–2025 yılları arasındaki çalışmalar incelenmiş, yalın inşaatın maliyet, zaman ve iş akışı güvenilirliğini artırdığı; DE'nin ise yeniden kullanım, modülerlik ve yaşam döngüsü uzatımı sağladığı belirlenmiştir. Çalışma, BIM, dijital ikizler ve DfMA gibi dijital araçların bu iki yaklaşımın entegrasyonunu kolaylaştırdığını; ancak tedarik zinciri parçalanması, standart eksiklikleri ve düzenleyici boşluklar gibi engellerin varlığını sürdürdüğünü ortaya koymuştur. Ayrıca, çapraz disiplinler yetkinlikler, iş birliğine dayalı yönetim, standartlaştırılmış göstergeler ve teşvik temelli düzenlemeler gibi altı stratejik kolaylaştırıcı tanımlanmıştır.

Kavramsal düzeyde, Khaw-ngern vd. (2021), döngüsel ekonomiyi 3R yaklaşımından 9R yaklaşımına doğru genişleterek “döngüsel ekonomi 3.0” çerçevesini geliştirmiştir. Çalışma, yalnızca atık yönetimini değil, ürün tasarımı, üretim süreçleri ve tüketim alışkanlıklarını da kapsayan bir dönüşümün gerekliliğini vurgulamaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde yasal düzenlemelerin yetersizliği, ekonomik teşviklerin eksikliği ve teknolojik altyapıdaki sınırlılıklar nedeniyle bu modelin uygulanmasının zorlaştığı belirtilmektedir. Bununla birlikte, 9R stratejilerinin benimsenmesiyle hem kaynak tüketiminde hem de karbon emisyonlarında kayda değer düşüş sağlanabileceği ve yeni iş modellerinin gelişebileceği ifade edilmektedir.

İngiltere’de döngüsel ekonomi prensiplerinin inşaat sektöründe uygulanabilirliğini değerlendiren çalışmalardan biri, ülkenin en büyük müteahhitlik firmalarından birinde yürütülmüştür. Döngüsel uygulamaların proje planlama, tasarım, malzeme yönetimi ve söküm süreçlerine entegre edilme biçimini analiz eden bu çalışma, sektördeki kurumsal dönüşüm açısından dikkat çekici bulgular ortaya koymaktadır. Özellikle “*design for disassembly*” ve “*closed-loop material flow*” ilkeleri doğrultusunda yapı bileşenlerinin tekrar kullanılabilir şekilde tasarlandığı gözlemlenmiştir. Ferriz-Papi, Wadee ve Kiani’nin (2025) yürüttüğü bu vaka analizinde, CE stratejilerinin uygulanmasının sadece teknik kararlarla sınırlı kalmadığı, aynı zamanda organizasyonel kapasite ve öğrenme süreçleriyle de doğrudan ilişkili olduğu belirtilmiştir. Çalışmada vurgulanan bir diğer önemli unsur ise, kamu ihale sistemlerinin döngüsellik esaslarını zorunlu tutarak özel sektörü bu yönde teşvik etmesidir. Müteahhit firmanın iç operasyonlarında CE prensiplerine göre yeniden yapılandırılan tedarik zinciri ve malzeme yönetim modeli, kaynak tüketiminde %20’ye kadar tasarruf sağlamıştır (Ferriz-Papi vd., 2025). Ayrıca, şirketin karbon salımını azaltma hedefleriyle uyumlu olarak, proje yaşam döngüsü boyunca çevresel etkilerin ölçülmesi ve raporlanması da standart bir prosedür haline getirilmiştir. Bu örnek, döngüsel ekonominin sadece uygulamalı bir tasarım prensibi değil, aynı zamanda yönetim ve politika düzeyinde çok katmanlı bir yaklaşım olduğunu göstermektedir.

Avrupa ülkeleri arasında döngüsel ekonomi stratejilerini inşaat sektörüne başarıyla entegre eden ülkelerden biri Belçika’dır. Özellikle yapı ürünlerinin birer “hizmet” olarak tanımlanması ve geleneksel sahiplik modelinin terk edilmesi bu sürecin temelini oluşturmaktadır (Tunç, 2020). Antonissen ve arkadaşlarının yürüttüğü bir dizi vaka analizinde, bu yaklaşımın özellikle kentsel dönüşüm projelerinde benimsendiği ve “*reuse*”, “*repurpose*” ve “*remanufacture*” ilkeleri doğrultusunda uygulandığı görülmektedir (Antonissen vd., 2025). Çalışmada sunulan örneklerde, bina cephelerinin demonte edilerek başka projelerde yeniden değerlendirilmesi veya ahşap yapı elemanlarının üreticiye iade edilip yeniden pazara sunulması gibi yenilikçi uygulamalar aktarılmıştır. Bu süreçte dijital altyapıların da büyük rol oynadığı görülmektedir; zira yapı bileşenlerinin barkod sistemiyle etiketlenmesi, malzeme geçmişinin izlenmesini ve geri dönüşüme uygunluk düzeylerinin değerlendirilmesini kolaylaştırmaktadır. Bununla birlikte, Belçika örneği, sadece teknik değil, aynı zamanda yasal ve kurumsal dönüşümlerin de döngüsel ekonomi açısından ne denli

kritik olduğunu göstermektedir. Yazarlar, kamu alımlarında döngüsellik kriterlerinin zorunlu hale getirilmesinin sektörel dönüşümde büyük rol oynadığını belirtmektedir (Geerken vd., 2019).

Bu uluslararası araştırmalara paralel olarak, Türkiye’de yapılan çalışmalar da DE’nin stratejik önemine işaret etmektedir (Balbay, 2021). Altuntaş (2024), sürdürülebilir kalkınma bağlamında döngüsel ekonomi modelinin enerji politikalarına etkilerini inceleyerek, özellikle fosil yakıt temelli enerji üretiminin sürdürülemez olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışmada, Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Paris İklim Anlaşması’nın Türkiye’nin enerji politikaları üzerinde yönlendirici bir etkiye sahip olduğu; yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması, enerji verimliliği yatırımlarının artırılması ve atık bazlı enerji üretim teknolojilerinin teşvik edilmesinin döngüsel bir enerji dönüşümünü mümkün kılacağı sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda Altuntaş, enerji politikalarında döngüsel modelin yalnızca çevresel fayda sağlamadığını, aynı zamanda ekonomik rekabet gücü ve dışa bağımlılığın azaltılması açısından da stratejik bir araç olduğunu ileri sürmektedir.

Aydemir (2025) ise döngüsel ekonomiyi mekânsal plan stratejileriyle ilişkilendirmiştir. Araştırmada, ulusal, bölgesel ve yerel ölçeklerde 6 stratejik hedef, 23 amaç ve 56 eylem önerisi geliştirilmiştir. Döngüsel ekonominin yalnızca atık yönetimi boyutuyla değil; aynı zamanda enerji, ulaşım, tarım ve inşaat gibi sektörlerle bütünleşik bir yaklaşımla ele alınması gerektiğini göstermektedir. Özellikle inşaat sektöründe yaşam döngüsü değerlendirmesi (LCA) yöntemlerinin planlama süreçlerine entegre edilmesinin, kaynak verimliliğini artırarak sürdürülebilir kentsel gelişime katkı sağlayacağı vurgulanmıştır. Aydemir’in çalışması, Türkiye’de döngüsel ekonominin yalnızca teknik bir dönüşüm değil, aynı zamanda mekânsal ve yönetsel yeniden yapılanmayı gerektiren çok ölçekli bir planlama süreci olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu çalışmalar, inşaat sektöründe DE’nin benimsenmesi ve farklı yaklaşımlarla entegrasyonu konusunda hem teorik hem de pratik düzeyde değerli katkılar sunmaktadır. Ortak noktaları, döngüsel ekonominin tek başına değil, politika çerçeveleri, dijital teknolojiler ve yönetsel yaklaşımlarla desteklenmesi gerektiğini ortaya koymalarıdır.

2.11 Döngüsel Ekonomiye Yönelik Farkındalık Üzerine Literatür İncelemesi

Döngüsel ekonomi (DE) yaklaşımının inşaat sektörüne entegrasyonuna dair farkındalık, çeşitli araştırmalara konu olmuştur. Örneğin Birleşik Krallık inşaat sektöründe gerçekleştirilen kapsamlı bir araştırma, endüstri genelinde DE kavramına yönelik mevcut farkındalığı ve uygulamaya geçişteki engelleri değerlendirmiştir. Çevrimiçi anket ve çalıştay yoluyla farklı paydaş gruplarının (işverenler, tasarımcılar, taşeronlar vb.) katılımıyla yapılan çalışma, sektör genelinde DE kavramının bilinir olduğunu ortaya koyarken özellikle işveren, tasarımcı ve alt yüklenici gruplarının en az bilgi sahibi kesimler olduğunu göstermiştir. Bu farkındalık eksikliği DE uygulamalarının yaygınlaşmasında önemli bir engel teşkil etmektedir. Ayrıca binaların sökülmesi ve yeniden kullanıma uygun tasarlanması konusunda teşviklerin yetersiz olması, DE'ye geçişi yavaşlatan temel sorunlardan biri olarak belirtilmiştir (Adams vd., 2017).

Gana'da yapısal çevre profesyonelleri ile yapılan bir araştırma, inşaat, müşavirlik ve gayrimenkul geliştirme firmalarında çalışan uzmanların DE ilkelerine dair farkındalık ve uygulama düzeylerini incelemiştir. 162 uzmanın katıldığı anket sonuçlarına göre, tamir, geri dönüşüm, yeniden kullanım, yenilenebilir enerji kullanımı, azaltma ve yeniden tasarım gibi altı temel DE ilkesine yönelik farkındalık düzeyi genel olarak orta seviyede bulunmuştur. Bununla birlikte, bu ilkelerden yalnızca ikisinin (tamir ve yeniden kullanım) profesyoneller tarafından orta düzeyde uygulandığı, diğer ilkelerin pratikte yeterince benimsenmediği tespit edilmiştir. Bu bulgular, DE farkındalığını ve uygulamasını artırmaya yönelik yasa ve politikaların geliştirilmesi ve sektör paydaşlarına eğitimler verilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Amudjie vd., 2023).

Suudi Arabistan'da yerel yapı sektörü paydaşlarıyla yapılan bir çalışma, bölgede DE farkındalığını, bu konudaki tutumları ve dönüşümü engelleyen veya kolaylaştıran unsurları değerlendirmiştir (AlJaber vd., 2024). 139 katılımcıyla yürütülen anket sonuçları, Suudi yapı sektöründeki paydaşlar arasında DE ilkelerine ilişkin farkındalık düzeyinin son derece düşük olduğunu ve döngüsel uygulamaların hayata geçirilme oranının da çok düşük kaldığını ortaya koymuştur. Bu durağanlığın aşılması ve DE uygulamalarının benimsenmesini hızlandırmak için DE'yi destekleyici politika ve mevzuat düzenlemeleri yapılması ve finansal teşviklerin sağlanması gerektiği vurgulanmıştır (AlJaber vd., 2024).

Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya'dan farklı inşaat paydaşlarını kapsayan uluslararası bir araştırma, sektör aktörlerinin döngüsel uygulamalara yönelik mevcut algılarını ve bu alandaki ödeme istekliliklerini incelemiştir. Malzeme tedarikçileri, tasarım-yapım ekipleri ve gayrimenkul geliştiricilerinden oluşan gruplarla yapılan anket, özellikle yeniden kullanım pratiğine yönelik farkındalığın giderek arttığını ancak döngüsel uygulamaların henüz geniş ölçekte hayata geçirilmediğini göstermiştir. Çalışma, paydaşların döngüsel ekonomiye geçişte algıladıkları engellerin sektördeki rollerine ve bulundukları bölgeye göre değiştiğini de ortaya koymaktadır. Örneğin, geliştirici firmaların belirli bir karbon salımı azaltımı şartıyla inşaat maliyetlerinde ortalama %10 oranında daha fazla ödemeyi kabul edebildikleri saptanmıştır (Berglund-Brown vd., 2024). Genel olarak bu bulgular, inşaat sektöründe DE'ye dair farkındalığın yavaş da olsa yükselmekte olduğuna, ancak dönüşümün hızlanabilmesi için paydaş motivasyonlarına uygun teşvik mekanizmalarına ve standartlara ihtiyaç duyulduğuna işaret etmektedir (Berglund-Brown vd., 2024).

Türkiye'deki mimarların DE farkındalığını inceleyen bir makale, mimarların döngüsel ekonomi ilkeleri konusundaki bilgi düzeyleri ile tutumlarını değerlendirmiştir. Sonuçlar, Türkiye'de mimarların DE hakkında bilgi düzeyinin genel olarak düşük, ancak DE'ye yönelik tutumlarının oldukça olumlu olduğunu ortaya koymuştur (Deniz ve Oğuz, 2025). Özellikle yalnızca lisans eğitimi almış mimarlarda kavramsal bilgi eksikliğinin belirgin olduğu, buna karşın DE konusunda bilgi düzeyi arttıkça mimarların tutumlarının daha da olumlu hale geldiği görülmüştür. Ayrıca mimarların mesleki deneyim süresi ve uzmanlık alanlarının DE farkındalıklarını anlamlı biçimde etkilediği saptanmış; bu doğrultuda üniversiteler, yerel yönetimler ve meslek örgütleri iş birliğiyle mimarlara yönelik DE eğitimlerinin gerekliliğine dikkat çekilmiştir (Deniz ve Oğuz, 2025).

Türkiye inşaat sektöründe mimarlık ve inşaat profesyonellerine yönelik yapılan bir diğer araştırma, DE stratejilerinin (ör. reddetme, yeniden kullanım, geri dönüşüm, yeniden tasarım vb. 11R yaklaşımının) farkındalığı, önem algısı ve fiili uygulanma düzeyini incelemiştir (Salgın vd., 2025). Ülke genelinde yürütülen anket çalışmasının sonuçları, sektörde DE ilkelerine dair farkındalığın ve bu ilkelerin önemli bulunduğu genelde yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, özellikle geri dönüşüm konusunda teorik bilgi ile fiili uygulama arasında belirgin bir

uçurum olduğu vurgulanmıştır. DE prensiplerinin uygulamada hayata geçirilememesi; yetersiz altyapı, teknik kapasite eksikliği ve zayıf yasal düzenlemeler gibi yapısal engellere bağlanmaktadır. Bu nedenle teoride var olan farkındalığın pratiğe yansıyabilmesi için politika müdahaleleri, hedeflenmiş eğitim programları ve sektör altyapısının geliştirilmesi gerektiği önerilmektedir (Salgın vd., 2025).

Nijerya inşaat sektöründe yürütülen bir çalışma, sektör paydaşlarının DE ilkelerine ilişkin farkındalık ve kullanım seviyelerini analiz etmiştir (Oke vd., 2025). Lagos bölgesindeki inşaat profesyonellerine uygulanan anket bulguları, Nijeryalı profesyonellerin genel olarak DE prensipleri hakkında yalnızca temel düzeyde bilgiye sahip olduklarını, ancak bu prensiplerin uygulamalarına kısmen aşına olduklarını ortaya koymuştur. Bu durum, sektörde DE konusunda bir bilgi açığına işaret etmekte ve farkındalığın artırılması için hedeflenmiş eğitim programlarının gerekliliğini göstermektedir. Çalışma, politika yapıcılar ve sektör paydaşları için DE farkındalığını ve kullanımını iyileştirmeye yönelik kanıta dayalı karar alma süreçlerine zemin hazırlamayı amaçlamış; özellikle eğitim ve kapasite geliştirme girişimleriyle profesyonellerin DE konusundaki bilgi düzeyinin yükseltilmesi gerektiğini vurgulamıştır (Oke vd., 2025).

3. TÜRK İNŞAAT SEKTÖRÜNDE DÖNGÜSEL EKONOMİ FARKINDALIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu araştırmada elde edilen veriler, katılımcıların demografik özellikleri ile döngüsel ekonomi, sürdürülebilirlik ve yeşil bina uygulamalarına ilişkin görüşlerini ortaya koymak amacıyla analiz edilmiştir. Anket formunda yer alan sorular likert ölçekli bir yapıda olmayıp, her biri bağımsız bilgi edinmeye yönelik tekil sorulardan oluşmaktadır. Verilerin çözümlenmesinde tanımlayıcı istatistiksel yöntemlerden yararlanılmıştır. Bu doğrultuda her bir soru için frekans (n) ve yüzde (%) değerleri hesaplanmış ve tablolar halinde sunulmuştur.

Araştırmanın verileri, inşaat sektöründe görev yapan mimar, mühendis ve ilgili diğer profesyonellerden anket yöntemiyle elde edilmiştir. Veri toplama aracı, araştırmanın amaç ve alt problemleri doğrultusunda hazırlanmış olup, katılımcıların demografik özelliklerini belirlemeye yönelik soruların yanı sıra döngüsel ekonomi, sürdürülebilirlik ve yeşil bina uygulamalarına ilişkin tutum ve bilgi düzeylerini ölçmeye yönelik kapalı uçlu sorulardan oluşmaktadır. Araştırma süreci boyunca araştırma ve yayın etiği ilkelerine tam olarak uyulmuştur. Anket formunun giriş bölümünde katılımcılara araştırmanın amacı, toplanan verilerin yalnızca bilimsel amaçla kullanılacağı, kişisel bilgilerin gizli tutulacağı ve hiçbir şekilde üçüncü kişilerle paylaşılmayacağı açıklanmıştır. Katılımın tamamen gönüllülük esasına dayandığı belirtilmiş; isteyen katılımcıların diledikleri aşamada ankete son verebileceği ifade edilmiştir.

Katılımcıların demografik özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiş olup, cinsiyet, yaş grupları, eğitim düzeyi, çalışılan kurum türü, firmanın büyüklüğü, mesleki rol, mesleki tecrübe süresi ve faaliyet alanları ayrı ayrı gösterilmiştir. Araştırma kapsamında yöneltilen diğer sorular da aynı yöntemle analiz edilmiştir. Örneğin, yapı malzemelerinin çevresel etkisini belgeleyen sertifikasyon sistemlerinin tercihleri etkileme durumu (Çizelge 3.2), yapı malzemelerinin geri dönüşüme uygun olmasının seçimlerdeki rolü (Çizelge 3.3) ve döngüsel ekonomi kavramına yönelik bilgi düzeyi (Çizelge 3.4) katılımcıların yanıtları doğrultusunda frekans ve yüzde dağılımlarıyla

değerlendirilmiştir. Benzer şekilde, döngüsel ekonomi prensiplerinin inşaat sektöründe uygulanma durumu (Çizelge 3.5–3.7), gelecekte uygulanma potansiyeli (Çizelge 3.8–3.9) ve eğitim veya rehberlik ihtiyacı (Çizelge 3.10) da aynı biçimde çözümlenmiştir.

Ayrıca, kullanılan yeşil bina değerlendirme sistemleri (Çizelge 3.11–3.12), 9R stratejilerinin tercih edilme ve uygulanma düzeyleri (Çizelge 3.13–3.14) ve döngüsel ekonomi prensiplerinin hangi aşamalarda hayata geçirildiği (Çizelge 3.15–3.16) katılımcıların yanıtları üzerinden ortaya konmuştur. Son olarak, döngüsel ekonomi prensiplerinin benimsenmesini hızlandıracak çözümler (Çizelge 3.17) ve bu prensiplerin uygulanmasını engelleyen zorluklar (Çizelge 3.18–3.19) da frekans ve yüzde dağılımlarına dayalı olarak analiz edilmiştir. Dolayısıyla, çalışmada veriler yalnızca tanımlayıcı istatistiksel analizler ile çözümlenmiş; bulgular tablolastırılarak katılımcıların görüşlerinin dağılımları ortaya konmuştur. Bu yöntem, anketteki soruların bağımsız yapısından dolayı en uygun analiz yaklaşımı olarak tercih edilmiştir.

Çizelge 3.1: Katılımcıların demografik bilgilerine ilişkin bulgular.

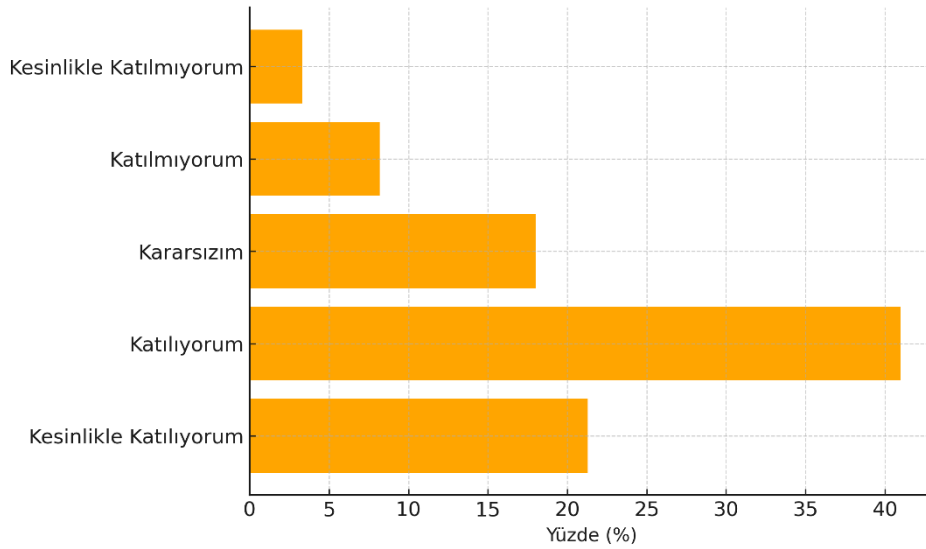
		n	%
Cinsiyet	Kadın	20	32,8
	Erkek	41	67,2
Yaş	18-26	13	21,3
	27-35	27	44,3
	36-44	8	13,1
	45-53	3	4,9
	54-62	3	4,9
	63+	7	11,5
Eğitim Düzeyi	Lisans	38	62,3
	Yüksek Lisans	18	29,5
	Doktora	5	8,2
Çalışılan Kurumun Türü	Özel Şirket	35	57,4
	Serbest çalışan / Kendi işini yapan	21	34,4
	Kamu Kurumu	2	3,3
	Diğer	3	4,9
Çalışılan Firmanın Büyüklüğü	Küçük ölçekli (1-10 çalışan)	29	47,5
	Orta ölçekli (10-50 çalışan)	15	24,6
	Büyük ölçekli (50+)	17	27,9
Mesleki Rol	Mimar	32	52,5
	Teknik Danışman	2	3,3
	Proje ve İnşaat Yöneticisi	3	4,9
	İnşaat Mühendisi	19	31,1
	Diğer	5	8,2
Alandaki Mesleki Tecrübe (yıl)	0-4 Yıl	26	42,6
	5-9 Yıl	16	26,2
	10-14 Yıl	4	6,6
	15-19 Yıl	3	4,9
	20+ Yıl	12	19,7
Çalışılan Firmanın Ağırlıklı Olarak Faaliyet Gösterdiği Alan	Tasarım Firması (Mimari, Mühendislik, Planlama)	19	31,1
	Hem Yüklenici Hem De Tasarım Hizmeti Sunan Firma	21	34,4
	Yüklenici Firma (Müteahhitlik ve İnşaat Uygulamaları)	15	24,6
	Diğer	6	9,8

Çizelge 3.1’de katılımcıların demografik bilgilerine ilişkin bulgular verilmiştir. Elde edilen bulgular incelendiğinde, katılımcıların %32,8’inin kadın ve %67,2’sinin erkek olduğu görülmüştür. Katılımcıların %21,3’ü 18-26 yaş, %44,3’ü 27-35 yaş, %13,1’i 36-44 yaş, %4,9’u 45-53 yaş ve %4,9’u 54-62 yaş aralığında olup, %11,5’i 63 yaş ve üstüdür. Katılımcıların %62,3’ü lisans, %29,5’i yüksek lisans ve %8,2’i doktora eğitim düzeyindedir. %57,4’ü özel şirket, %34,4’ü serbest çalışan/kendi işini yapan, %3,3’ü kamu kurumu ve %4,9’u diğer kurumlarda çalışmaktadır. Çalışılan firmanın büyüklüğüne göre %47,5’i küçük ölçekli (1-10 çalışan), %24,6’sı orta ölçekli (10-50 çalışan) ve %27,9’u büyük ölçekli (50+) şirkette çalışmaktadır. Katılımcıların mesleki roller değerlendirildiğinde, %52,5’i mimar, %3,3’ü teknik danışman, %4,9’u proje ve inşaat yöneticisi, %31,1’i inşaat mühendisi ve %8,2’si diğer mesleki rollere sahiptir. Alanındaki tecrübeye göre %42,6’sı 0-4 yıl, %26,2’si, 5-9 yıl, %6,6’sı 10-14 yıl, %4,9’u 15-19 yıl ve %19,7’si 20+ yıl tecrübeye sahiptir. Katılımcıların %31,1’i tasarım firması (mimari, mühendislik, planlama), %34,4’ü hem yüklenici hem de tasarım hizmeti sunan firma, %24,6’sı yüklenici firma (müteahhitlik ve inşaat uygulamaları) ve %9,8’i diğer faaliyetlerdeki firmalarda çalışmaktadır.

Çizelge 3.2: Yapı malzemelerinin çevresel etkisini belgeleyen sertifikasyon veya etiketleme sistemlerinin tercihleri etkileme durumuna yönelik bulgular.

	n	%
Kesinlikle Katılmıyorum	0	0
Katılmıyorum	7	11,5
Kararsızım	19	31,1
Katılıyorum	24	39,3
Kesinlikle Katılıyorum	11	18,0

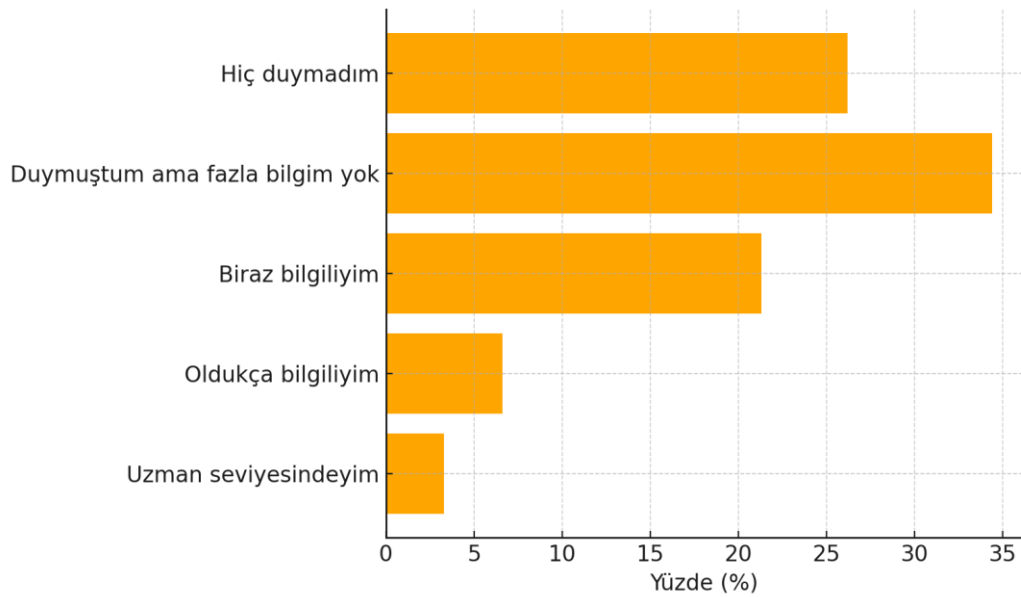
Çizelge 3.2’de yapı malzemelerinin çevresel etkisini belgeleyen sertifikasyon veya etiketleme sistemlerinin tercihleri etkileme durumuna yönelik bulgular verilmiştir. Buna göre katılımcıların %11,5’i yapı malzemelerinin çevresel etkisini belgeleyen sertifikasyon veya etiketleme sistemlerinin tercihleri etkilemediğini düşünürken, %39,3’ü tercihleri etkilediğini ve %18’i kesinlikle tercihleri etkilediğini bildirmiştir. Katılımcıların %31,1’i ise yapı malzemelerinin çevresel etkisini belgeleyen sertifikasyon veya etiketleme sistemlerinin tercihleri etkileme konusunda kararsız kaldıkları belirlenmiştir.



Şekil 3.1: Yapı malzemesinin geri dönüşüme uygun olmasının seçimleri etkileme durumuna yönelik bulgular.

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur (2025)

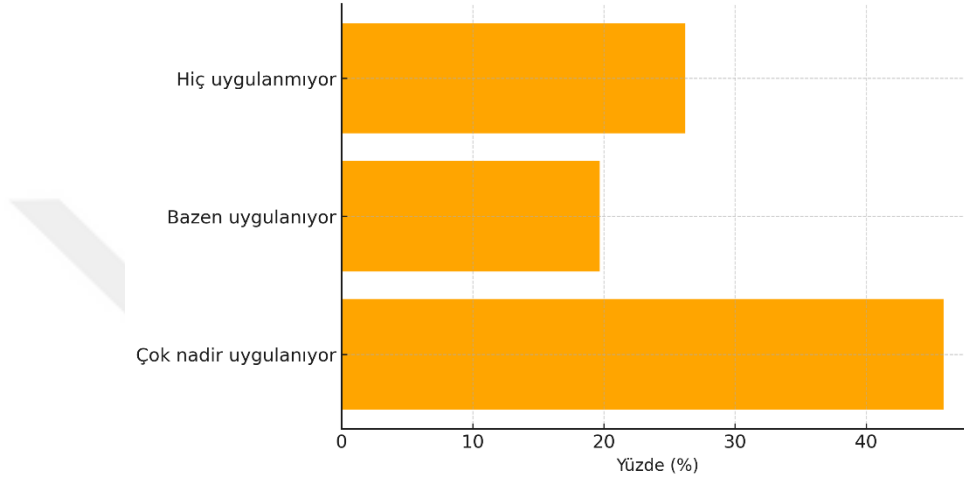
Şekil 3.1’de yapı malzemesinin geri dönüşüme uygun olmasının seçimleri etkileme durumuna yönelik bulgular verilmiştir. Buna göre katılımcıların %3,3’ü yapı malzemesinin geri dönüşüme uygun olmasının seçimleri kesinlikle etkilemediğini ve %8,2’si etkilemediğini düşünürken, %41’i seçimleri etkilediğini ve %21,3’ü kesinlikle seçimleri etkilediğini bildirmiştir. Katılımcıların %18’i ise yapı malzemesinin geri dönüşüme uygun olmasının seçimleri etkileme konusunda kararsız kaldıkları belirlenmiştir.



Şekil 3.2: İnşaat sektöründe döngüsel ekonomi kavramı hakkında katılımcıların sahip oldukları bilgi düzeyine ilişkin bulgular.

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur (2025)

Çizelge 3.2’de inşaat sektöründe döngüsel ekonomi kavramı hakkında katılımcıların sahip oldukları bilgi düzeyine ilişkin bulgular verilmiştir. Buna göre katılımcıların %26,2’sinin döngüsel ekonomi kavramını anketten önce hiç duymadıkları ve %34,4’ünün bu kavramı duyduğu ama fazla bilgi sahibi olmadığı belirlenmiştir. İnşaat sektöründe döngüsel ekonomi kavramı hakkında biraz bilgili olan katılımcıların %21,3’ünü oluştururken, katılımcıların %6,6’sı oldukça bilgili ve %3,3’ü uzman seviyesinde bilgilidir.



Şekil 3.3: Türkiye’de inşaat firmalarının döngüsel ekonomi prensiplerini ne kadar uyguladığına yönelik bulgular.

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur (2025)

Şekil 3.3’te Türkiye’de inşaat firmalarının döngüsel ekonomi prensiplerini ne kadar uyguladığına yönelik bulgular verilmiştir. Buna göre katılımcıların %26,2’si Türkiye’de inşaat firmalarının döngüsel ekonomi prensiplerini hiç uygulamadığını bildirirken, %19,7’si biraz uygulandığını ve %45,9’u çok nadir uygulandığını ifade etmiştir.

Çizelge 3.3: Döngüsellik göz önünde bulundurularak tasarlanmış herhangi bir ürün veya hizmetten haberdar olma durumuna ilişkin bulgular.

	n	%
Evet	18	29,5
Hayır	18	29,5
Emin Değilim	20	32,8

Çizelge 3.3’de döngüsellik göz önünde bulundurularak tasarlanmış herhangi bir ürün veya hizmetten haberdar olma durumuna ilişkin bulgular verilmiştir. Buna göre katılımcıların %29,5’i döngüsellik göz önünde bulundurularak tasarlanmış herhangi bir ürün veya hizmetten haberdar iken, %29,5’i ise haberdar değildir. Katılımcıların

%32,8'i ise döngüsellik göz önünde bulundurularak tasarlanmış herhangi bir ürün veya hizmetten haberdar olup olmadığından emin değildir.

Çizelge 3.4: Döngüsel ekonomiye katılmak için katılımcıların aktif olarak harekete geçme durumuna ilişkin bulgular.

	n	%
Kesinlikle Katılmıyorum	2	3,3
Katılmıyorum	12	19,7
Kararsızım	19	31,1
Katılıyorum	17	27,9
Kesinlikle Katılıyorum	5	8,2

Çizelge 3.4’de döngüsel ekonomiye katılmak için katılımcıların aktif olarak harekete geçme durumuna ilişkin bulgular verilmiştir. Buna göre katılımcıların %3,3’ünün döngüsel ekonomiye katılmak için katılımcıların aktif olarak harekete kesinlikle geçmediği ve %19’7’sinin harekete geçmediği görülmüştür. %27,9’unun döngüsel ekonomiye katılmak için katılımcıların aktif olarak harekete geçtiği ve %8,2’sinin kesinlikle harekete geçtiği belirlenmiştir. Katılımcıların %31,1’i ise döngüsel ekonomiye katılmak için katılımcıların aktif olarak harekete geçme durumunda kararsız kaldıkları belirlenmiştir.

Çizelge 3.5: Yeterli finansal destek ve eğitim sağlanması durumunda, gelecekte projelerde döngüsel ekonomi prensiplerini uygulamayı düşünme durumuna ilişkin bulgular.

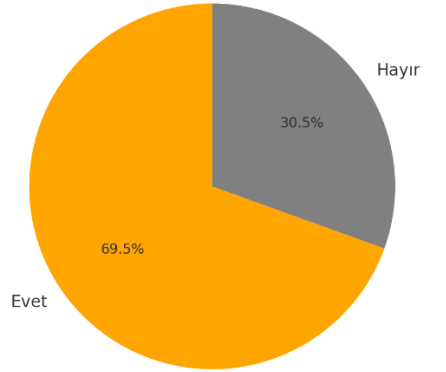
	n	%
Evet	53	86,9
Hayır	1	1,6
Emin Değilim	6	9,8

Çizelge 3.5’de yeterli finansal destek ve eğitim sağlanması durumunda, gelecekte projelerde döngüsel ekonomi prensiplerini uygulamayı düşünme durumuna ilişkin bulgular verilmiştir. Buna göre katılımcıların %86,9’u yeterli finansal destek ve eğitim sağlanması durumunda, gelecekte projelerde döngüsel ekonomi prensiplerini uygulamayı düşünürken, %1,6’sı ise uygulamayı düşünmemektedir. Katılımcıların %9,8’i ise yeterli finansal destek ve eğitim sağlanması durumunda, gelecekte projelerde döngüsel ekonomi prensiplerini uygulama konusunda emin değildir.

Çizelge 3.6: Önümüzdeki 10 yıl içinde Türk inşaat sektöründe döngüsel ekonomi prensiplerinin yaygın bir uygulama haline geleceğini düşünme durumuna ilişkin bulgular.

	n	%
Evet	8	13,1
Hayır	22	36,1
Emin Değilim	29	47,5

Çizelge 3.6’da önümüzdeki 10 yıl içinde Türk inşaat sektöründe döngüsel ekonomi prensiplerinin yaygın bir uygulama haline geleceğini düşünme durumuna ilişkin bulgular verilmiştir. Buna göre katılımcıların %13,1’i önümüzdeki 10 yıl içinde inşaat sektöründe döngüsel ekonomi prensiplerinin yaygın bir uygulama haline geleceğini düşünürken, %36,1’i ise yaygın bir uygulama haline geleceğini düşünmemektedir. Katılımcıların %47,5’i ise önümüzdeki 10 yıl içinde inşaat sektöründe döngüsel ekonomi prensiplerinin yaygın bir uygulama haline geleceğini düşünme konusunda emin değildir.



Şekil 3.4: Döngüsel ekonomi prensipleri hakkında eğitim veya rehberlik almak isteme durumuna ilişkin bulgular.

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur (2025)

Şekil 3.4’de döngüsel ekonomi prensipleri hakkında eğitim veya rehberlik almak isteme durumuna ilişkin bulgular verilmiştir. Buna göre katılımcıların %67,2’si döngüsel ekonomi prensipleri hakkında eğitim veya rehberlik almak isterken, %29,5’i ise eğitim veya rehberlik almak istememektedir.

Çizelge 3.7: Kullanılan yeşil bina değerlendirme sistemlerine tanıma ile ilgili bulgular.

	n	%
BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)- İngiltere	13	17,6
B.E.S.T. Konut Sertifikası- Türkiye	19	25,7
YES-TR (Binalar ve Yerleşmeler için Yeşil Sertifika) - Türkiye	10	13,5
LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) - ABD	13	17,6

Çizelge 3.7’de kullanılan yeşil bina değerlendirme sistemlerine ilişkin bulgular verilmiştir. Buna göre katılımcıların %17,6’sı BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) – İngiltere, %25,7’si B.E.S.T. Konut Sertifikası – Türkiye, %13,5’i YES-TR (Binalar ve Yerleşmeler için Yeşil Sertifika) – Türkiye ve %17,6’sı LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) – ABD sistemlerini kullanmaktadır.

Çizelge 3.8: Yeşil bina değerlendirme sistemlerine göre geliştirilen projelerde yer alma durumuna ilişkin bulgular.

	n	%
BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)- İngiltere	3	4,9
B.E.S.T. Konut Sertifikası- Türkiye	6	9,8
YES-TR (Binalar ve Yerleşmeler için Yeşil Sertifika) - Türkiye	3	4,9
LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) - ABD	10	16,4
Hiçbirini bilmiyorum	39	63,9

Çizelge 3.8’de yeşil bina değerlendirme sistemlerine göre geliştirilen projelerde yer alma durumuna ilişkin bulgular verilmiştir. Buna göre katılımcıların %63,9’u hiçbir değerlendirme sistemini bilmediğini belirtti, %4,9’u BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) – İngiltere, %9,8’i B.E.S.T. Konut Sertifikası – Türkiye, %4,9’u YES-TR (Binalar ve Yerleşmeler için Yeşil Sertifika) – Türkiye ve 16,4’ü LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) – ABD yeşil bina değerlendirme sistemlerine göre geliştirilen projelerde yer almışlardır.

Çizelge 3.9: Kullanılan 9R stratejilerine ilişkin bulgular.

	n	%
Rethink (Yeniden Düşün)	20	7,5
Reduce (Azalt)	23	8,6
Reuse (Yeniden Kullan)	27	10,2
Refuse (Reddet)	16	6,0
Remanufacture (Yeniden Üret)	20	7,5
Repurpose (Farklı Amaçla Kullan)	26	9,8
Recycle (Geri Dönüştür)	37	13,9
Refurbish (Yenile)	25	9,4
Repair (Onar)	41	15,4
Recover (Geri Kazan)	31	11,7

Çizelge 3.9’da kullanılan 9R stratejilerine ilişkin bulgular verilmiştir. Buna göre katılımcıların %7,5’i Rethink (Yeniden Düşün), %8,6’sı Reduce (Azalt), %10,2’si Reuse (Yeniden Kullan), %6’sı Refuse (Reddet), %7,5’i Remanufacture (Yeniden Üret), %9,8’i Repurpose (Farklı Amaçla Kullan), %13,9’u Recycle (Geri Dönüştür), %9,4’ü Refurbish (Yenile), %15,4’ü Repair (Onar) ve %11,7’si Recover (Geri Kazan) 9R stratejilerini kullanmaktadır.

Çizelge 3.10: Çalışılan firma projelerinde aktif olarak uygulanan 9R stratejilerine ilişkin bulgular.

	n	%
Rethink (Yeniden Düşün)	17	9,3
Reduce (Azalt)	13	7,1
Reuse (Yeniden Kullan)	23	12,6
Refuse (Reddet)	7	3,8
Remanufacture (Yeniden Üret)	13	7,1
Repurpose (Farklı Amaçla Kullan)	17	9,3
Recycle (Geri Dönüştür)	20	11,0
Refurbish (Yenile)	17	9,3
Repair (Onar)	26	14,3
Recover (Geri Kazan)	15	8,2
Hiçbiri uygulanmıyor	14	7,7

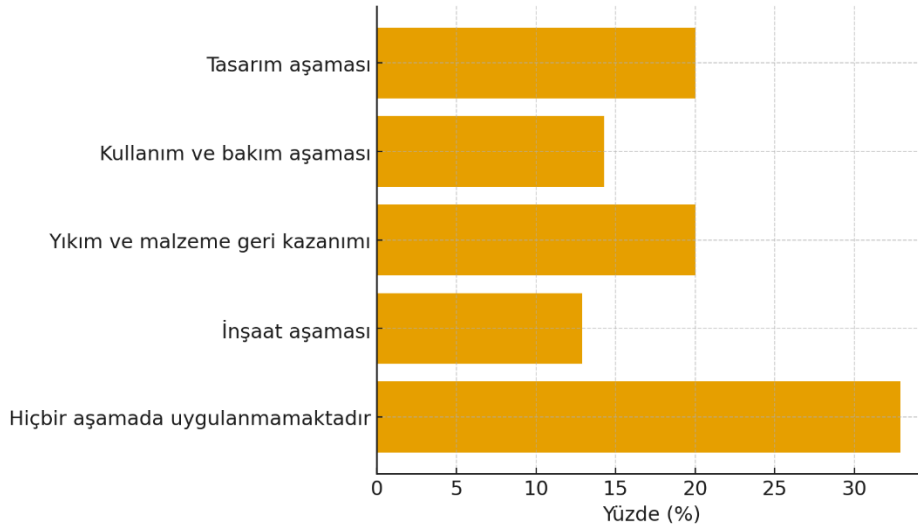
Çizelge 3.10’da çalışılan firma projelerinde aktif olarak uygulanan 9R stratejilerine ilişkin bulgular verilmiştir. Buna göre katılımcıların çalıştıkları firmaların %9,3’ü Rethink (Yeniden Düşün), %7,1’i Reduce (Azalt), %12,6’sı Reuse (Yeniden Kullan), %3,8’i Refuse (Reddet), %7,1’i Remanufacture (Yeniden Üret), %9,3’ü Repurpose (Farklı Amaçla Kullan), %11’i Recycle (Geri Dönüştür), %9,3’ü Refurbish (Yenile), %14,3’ü Repair (Onar), %8,2’si Recover (Geri Kazan) 9R stratejilerini uygularken, %7,7’sinin ise hiçbirinin bu stratejileri uygulamadığı belirlenmiştir.

Çizelge 3.11: Türkiye’de döngüsel ekonomi prensiplerinde en çok uygulanan aşamalara ilişkin bulgular.

	n	%
Tasarım aşaması	15	19,7
Kullanım ve bakım aşaması	13	17,1
Yıkım ve malzeme geri kazanımı	26	34,2
İnşaat aşaması	13	17,1
Hiçbir aşamada uygulanmamaktadır	9	11,8

Çizelge 3.11’de Türkiye’de döngüsel ekonomi prensiplerinde en çok uygulanan aşamalara ilişkin bulgular verilmiştir. Buna göre katılımcıların %19,7’sinin tasarım aşamasında, %17,1’inin kullanım ve bakım aşamasında, %34,2’sinin yıkım ve

malzeme geri kazanım aşamasında ve %17,1'inin inşaat aşamasında döngüsel ekonomi prensiplerini en fazla kullandığı belirlenmiştir. %11,8'i ise hiçbir aşamada döngüsel ekonomi prensiplerini uygulamamaktadır.



Şekil 3.5: Projelerde döngüsel ekonomi prensiplerinin bina yaşam döngüsünde kullanıldığı aşamalara ilişkin bulgular.

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur (2025)

Şekil 3.5’de projelerde döngüsel ekonomi prensiplerinin bina yaşam döngüsünde kullanıldığı aşamalara ilişkin bulgular verilmiştir. Buna göre katılımcıların %20’sinin projelerde döngüsel ekonomi prensiplerinin bina yaşam döngüsünde tasarım aşamasında, %14,3’ünün kullanım ve bakım aşamasında, %20’sinin yıkım ve malzeme geri kazanım aşamasında ve %12,9’unun inşaat aşamasında döngüsel ekonomi prensiplerini en fazla kullandığı belirlenmiştir. Katılımcıların %32,9’u ise projelerde döngüsel ekonomi prensiplerinin bina yaşam döngüsünde hiçbir aşamada döngüsel ekonomi prensiplerini uygulamamaktadır.

Çizelge 3.12: Döngüsel ekonomi prensiplerinin benimsenmesini hızlandırmak için en etkili çözümlere ilişkin bulgular.

	n	%
Devlet teşvikleri ve sübvansiyonlar	42	28,4
Malzeme ve ürünlerin geri dönüşümünü destekleyen altyapılar	36	24,3
Daha sıkı çevresel düzenlemeler	24	16,2
Profesyoneller için eğitim ve bilinçlendirme programları	30	20,3
Endüstri standartları ve sertifikalar	16	10,8

Çizelge 3.12’de döngüsel ekonomi prensiplerinin benimsenmesini hızlandırmak için en etkili çözümlere ilişkin bulgular verilmiştir. Buna göre katılımcıların %28,4’ü devlet teşvikleri ve sübvansiyonlarının, %24,3’ünün malzeme ve ürünlerin geri

dönüşümünü destekleyen altyapıların, %16,2'sinin daha sıkı çevresel düzenlemelerin, %20,3'ünün profesyoneller için eğitim ve bilinçlendirme programlarının ve %10,8'inin endüstri standartları ve sertifikaların döngüsel ekonomi prensiplerinin benimsenmesini hızlandırmak için en etkili çözümler olduğunu ifade ettiği tespit edilmiştir.

Çizelge 3.13: Türkiye’de döngüsel ekonomi prensiplerinin inşaat sektöründe benimsenmesini engelleyen en büyük zorluklara ilişkin bulgular.

	n	%
Döngüsel malzeme tedarikinde yaşanan sorunlar	11	7,9
Yüksek ilk yatırım maliyetleri	29	20,9
Teknolojik altyapı eksiklikleri	10	7,2
Sektörde değişime karşı direnç	21	15,1
Profesyonellerin konu hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması	18	12,9
Kullanıcı / müşteri taleplerinin düşük olması	19	13,7
Vergi teşviklerinin yetersizliği	9	6,5
Yasal düzenlemelerin eksikliği	21	15,1
Diğer	1	0,7

Çizelge 3.13’de Türkiye’de döngüsel ekonomi prensiplerinin inşaat sektöründe benimsenmesini engelleyen en büyük zorluklara ilişkin bulgular verilmiştir. Buna göre katılımcıların %7,9’unun döngüsel malzeme tedarikinde yaşanan sorunların, %20,9’unun yüksek ilk yatırım maliyetlerinin, %7,2’sinin teknolojik altyapı eksikliklerinin, %15,1’inin sektörde değişime karşı direncin, %12,9’unun profesyonellerin konu hakkında yeterli bilgiye sahip olmamasının, %13,7’sinin kullanıcı/müşteri taleplerinin düşük olmasının, %6,5’inin vergi teşviklerinin yetersizliğinin, %15,1’inin yasal düzenlemelerin eksikliğinin Türkiye’de döngüsel ekonomi prensiplerinin inşaat sektöründe benimsenmesini engelleyen en büyük zorluklar arasında olduğunu belirttiği saptanmıştır.

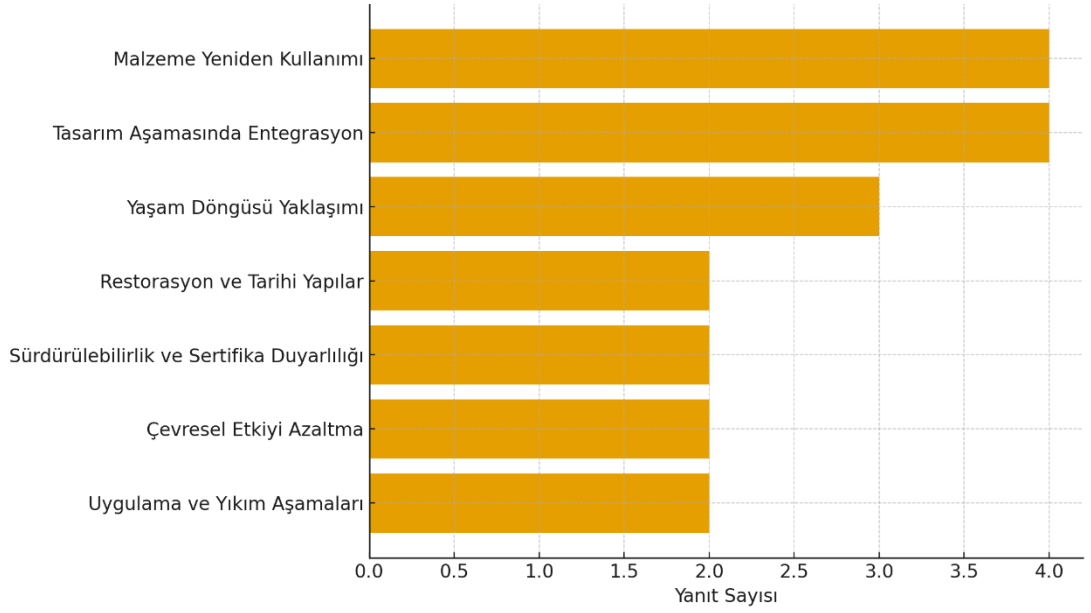
Çizelge 3.14: Projelerde döngüsel ekonomi prensiplerini uygulama önündeki en büyük engele ilişkin bulgular.

	n	%
Döngüsel malzeme tedarikinde yaşanan sorunlar	13	10,0
Yüksek ilk yatırım maliyetleri	26	20,0
Teknolojik altyapı eksiklikleri	12	9,2
Sektörde değişime karşı direnç	19	14,6
Profesyonellerin konu hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması	17	13,1
Kullanıcı/müşteri taleplerinin düşük olması	20	15,4
Vergi teşviklerinin yetersizliği	7	5,4
Yasal düzenlemelerin eksikliği	14	10,8
Diğer	2	1,5

Çizelge 3.14’da projelerde döngüsel ekonomi prensiplerini uygulama önündeki en büyük engelle ilişkin bulgular verilmiştir. Buna göre katılımcıların %10’unun döngüsel malzeme tedarikinde yaşanan sorunların, %20’sinin yüksek ilk yatırım maliyetlerin, %9,2’sinin teknolojik altyapı eksikliklerin, %14,6’sının sektörde değişime karşı direncin, %13,1’inin profesyonellerin konu hakkında yeterli bilgiye sahip olmamasının, %15,4’ünün kullanıcı/müşteri taleplerinin düşük olmasının, %5,4’ünün vergi teşviklerinin yetersizliğinin ve %10,8’inin yasal düzenlemelerin eksikliğinin projelerde döngüsel ekonomi prensiplerini uygulama önündeki en büyük engel olduğunu bildirdiği belirlenmiştir.

Anketin 13. sorusunda katılımcılardan, 12. soruya verdikleri “Döngüsel ekonomi prensiplerini uyguluyorum” yanıtı doğrultusunda, uyguladıkları prensibi detaylı şekilde açıklamaları istenmiştir. Toplamda 12 katılımcı bu açık uçlu soruya yanıt vermiştir. Yapılan tematik analiz sonucunda yanıtlar 5 ana tema altında toplanmıştır: *yeniden kullanım (reuse), geri dönüşüm ve geri kazanım, tasarım aşamasında entegrasyon, yenileme/renovasyon ve sürdürülebilirlik/karbon azaltımı*.

Katılımcıların 5’i doğrudan tasarım aşamasında döngüsel prensiplerin entegrasyonuna değinmiş; özellikle malzeme seçiminde geri dönüştürülebilirlik, modülerlik ve kullanım ömrünü uzatmaya yönelik stratejilerden bahsetmiştir. Yeniden kullanım teması 4 katılımcının yanıtında öne çıkmıştır; bu yanıtlar, mevcut malzemelerin yeniden değerlendirilmesi ve bakım süreçlerinde tekrar kullanımı üzerine yoğunlaşmıştır. Yine 4 katılımcı geri dönüşüm ve malzeme kazanımı uygulamalarını vurgulamış, malzeme sökümü sonrası yeniden değerlendirme ve ikinci el malzeme üretimi gibi uygulamalara değinmiştir. Yenileme ve renovasyon teması 3 katılımcı tarafından dile getirilmiş ve mevcut ürünlerin yeniden işlevlendirilmesiyle çevresel etkinin azaltılmasına katkı sağlandığı belirtilmiştir. Son olarak, 3 yanıt doğrudan sürdürülebilirlik ilkeleri ve karbon salımının azaltılması gibi çevresel etkilerle ilişkili temalara işaret etmiştir.



Şekil 3.6: Soru 13 tematik dağılımı.
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur (2025)

Şekil 3.6’da tematik analiz, katılımcıların döngüsel ekonomi uygulamalarını büyük ölçüde proje başlangıç ve tasarım aşamalarına odakladıklarını göstermektedir. Özellikle genç profesyonellerin ve daha yüksek eğitim seviyesine sahip bireylerin bu yaklaşımlara daha yatkın olduğu önceki demografik analizlerle de örtüşmektedir. Yanıtlar, sektörde döngüsel ekonomiye dair bireysel farkındalık ve uygulama isteğinin olduğunu, ancak bu uygulamaların sistematik bir şekilde tüm yaşam döngüsüne entegre edilmesinde henüz yetersiz kaldığını ortaya koymaktadır.



4. TARTIŞMA

4.1 Bilgi Düzeyinin Uygulamalar Üzerindeki Etkisi

Araştırma kapsamında örneklem grubunun yapı malzemelerinin çevresel etkisini belgeleyen sertifikasyon veya etiketleme sistemlerine ilişkin görüşleri incelendiğinde, katılımcıların %11,5'inin bu tür sertifika ve etiketlerin tercihlerini etkilemediğini, %39,3'ünün etkilediğini ve %18'inin kesinlikle etkilediğini belirttiği görülmüştür. Ayrıca %31,1'lik bir kesim bu konuda kararsız kalmıştır. Bu dağılım, örneklem grubundaki önemli bir kesimin sertifikasyon sistemlerini güven unsuru olarak algıladığını, ancak ciddi bir kararsız kitlenin varlığının bilgi eksikliğine işaret ettiğini göstermektedir. Tercihler üzerinde hiçbir etkisi olmadığını düşünen %11,5'lik kesimin yaklaşımı ise maliyet odaklı bir düşünce yapısının çevresel kaygıların önüne geçebildiğini göstermektedir. Sertifikasyon süreçlerinin karmaşık, maliyetli ve ek yük oluşturması da bu algıyı pekiştirebilir. Literatürde yeşil bina sertifikalarının çevresel liderliği tanımak, rekabeti teşvik etmek ve bilinçli tüketimi güçlendirmeyi hedeflediği belirtilmektedir (Şimşek, 2012).

Benzer şekilde geri dönüşüme uygun yapı malzemelerinin tercih edilmesine ilişkin bulgular da bilgi düzeyinin etkisini göstermektedir. Katılımcıların %3,3'ü geri dönüşüm uygunluğunun tercihlerini kesinlikle etkilemediğini, %8,2'si etkilemediğini, %41'i etkilediğini ve %21,3'ü kesinlikle etkilediğini bildirmiştir. %18'lik kararsız kesim, geri dönüşüm uygulamalarının sektör genelinde henüz alışkanlık haline gelmediğini göstermektedir. Bu kararsızlık, bilgi düzeyi ve uygulama kültürünün yeterince yerleşmediğine işaret etmektedir.

Döngüsel ekonomi kavramına ilişkin bilgi düzeyleri incelendiğinde katılımcıların %26,2'sinin kavramı daha önce hiç duymadığı, %34,4'ünün duyduğu ancak bilgi sahibi olmadığı, %21,3'ünün biraz bilgili, %6,6'sının oldukça bilgili ve %3,3'ünün uzman seviyesinde bilgili olduğu görülmüştür. Bu dağılım, örneklemde döngüsel ekonomi bilgi düzeyinin genel olarak düşük düzeyde olduğunu göstermektedir. Literatürde de bilgi eksikliği, döngüsel ekonomi uygulamalarının önündeki temel

engellerden biri olarak ifade edilmektedir (Kirchherr vd., 2017). Örnekleme düzeyindeki bilgi eksikliği, uygulama alışkanlıklarının sınırlı kalmasına yol açmaktadır.

Döngüsellik göz önünde bulundurularak tasarlanmış ürün veya hizmetlere ilişkin farkındalık düzeyleri de bilgi eksikliği bulgusunu desteklemektedir. Katılımcıların %29,5'i bu tür ürünlerden haberdar olduğunu, %29,5'i haberdar olmadığını, %32,8'i ise emin olmadığını belirtmiştir. Bu yüksek belirsizlik oranı, döngüsellik odaklı ürün ve hizmetlerin sektörde yeterince tanıtılmadığını, etiketleme ve bilgilendirme eksikliklerinin farkındalığı sınırladığını göstermektedir.

Yeşil bina değerlendirme sistemleri açısından da bilgi düzeyi-uygulama farkı dikkat çekmektedir. Katılımcıların %17,6'sı BREEAM, %25,7'si B.E.S.T. Konut Sertifikası ve %16,4'ü LEED sistemlerini kullandığını ifade etmesine rağmen, %63,9 gibi önemli bir kesimin herhangi bir yeşil bina değerlendirme sistemine göre geliştirilen projede yer almadığı ya da bu sistemleri bilmediği görülmüştür.

4.2 Ekonomik, Kurumsal ve Yapısal Engellerin Uygulamalar Üzerindeki Etkisi

Örnekleme grubunun döngüsel ekonomi prensiplerini uygulama düzeyi incelendiğinde, %26,2'sinin hiç uygulamadığı, %45,9'unun ise çok nadir uyguladığı görülmüştür. Bu bulgular, döngüsel ekonomi uygulamalarının sistematik ve yaygın bir biçimde hayata geçirilmediğini ortaya koymaktadır. Literatürde altyapı ve mevzuat yetersizliklerinin döngüsel ekonomi uygulamalarını sınırladığına dikkat çekilmektedir (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Katılımcıların döngüsel ekonomi prensiplerini farklı proje aşamalarında kullanma düzeyleri incelendiğinde, en yüksek uygulamanın yıkım ve malzeme geri kazanım aşamasında (%34,2) gerçekleştiği görülmektedir. Tasarım (%19,7), kullanım–bakım (%17,1) ve inşaat (%17,1) aşamalarındaki daha düşük oranlar, uygulamaların yaklaşım odaklı değil daha çok zorunluluk ve teknik gereklilik çerçevesinde ortaya çıktığını göstermektedir. Katılımcıların %11,8'inin hiçbir aşamada uygulama yapmadığını ifade etmesi, yapısal ve kültürel engelleri desteklemektedir.

Projelerde döngüsel ekonomi prensiplerinin yaşam döngüsü aşamalarında kullanımına ilişkin sorularda da benzer bir dağılım görülmektedir: tasarım (%20), yıkım ve geri kazanım (%20), kullanım–bakım (%14,3) ve inşaat (%12,9). Katılımcıların

%32,9'unun hiçbir aşamada uygulama yapmadığını ifade etmesi döngüsel ekonomi prensiplerinin kurumsal ölçekte yerleşmediğini göstermektedir.

9R stratejilerinin kullanımı değerlendirildiğinde, katılımcıların en çok Repair (Onar) (%15,4) ve Recycle (Geri Dönüştür) (%13,9) stratejilerini kullandıkları görülmektedir. Rethink ve Remanufacture gibi daha yenilikçi stratejiler teknik altyapı ve maliyet engelleri nedeniyle daha düşük düzeyde uygulanmaktadır. Katılımcıların çalıştıkları firmalarda kullanılan 9R stratejileri de benzer bir dağılım göstererek pratik ve düşük maliyetli uygulamaların ön planda olduğunu ortaya koymaktadır.

Katılımcıların en yüksek oranda dile getirdiği engel yüksek ilk yatırım maliyetleridir (%20,9). Bunu yasal düzenleme eksikliği (%15,1), sektörde değişime karşı direnç (%15,1), müşteri taleplerinin düşük olması (%13,7) ve bilgi eksikliği (%12,9) izlemektedir. Döngüsel malzeme tedarikindeki sorunlar (%7,9), teknolojik altyapı eksiklikleri (%7,2) ve vergi teşviklerinin yetersizliği (%6,5) de uygulamaların önündeki önemli yapısal ve ekonomik engeller olarak görülmektedir. Literatür, bu bulguları desteklemekte ve döngüsel ekonomiye geçişte altyapı ve politika desteklerinin kritik rol oynadığını vurgulamaktadır (Kirchherr vd., 2017; Ellen MacArthur Foundation, 2013).

4.3 Finansal Destek ve Eğitim Sağlanması Durumunda Uygulamaya Yönelik İsteklilik

Katılımcıların %86,9'u yeterli finansal destek ve eğitim sağlandığında döngüsel ekonomi prensiplerini gelecekte projelerinde uygulamayı düşündüklerini ifade etmiştir. Yalnızca %1,6'lık küçük bir grup uygulamayı düşünmemekte; %9,8'lik kesim ise kararsız kalmaktadır. Bu sonuçlar, uygulamaların sınırlı kalmasındaki en önemli faktörlerin farkındalık eksikliği değil, ekonomik ve yapısal koşullar olduğunu göstermektedir.

4.4 Döngüsel Ekonominin Benimsenmesini Hızlandıracak Araçlara İlişkin Görüşler

Örneklem grubuna göre döngüsel ekonominin benimsenmesini hızlandıracak en etkili çözüm devlet teşvikleri ve sübvansiyonlarıdır (%28,4). Bunu geri dönüşüm altyapılarının geliştirilmesi (%24,3), profesyoneller için eğitim ve bilinçlendirme

programları (%20,3) ve daha sıkı çevresel düzenlemeler (%16,2) izlemektedir. Endüstri standartları ve sertifikaların (%10,8) daha düşük oranda tercih edilmesi, bu araçların henüz sektör genelinde öncelikli görülmediğini göstermektedir. Bu bulgular literatürde belirtildiği gibi (Ellen MacArthur Foundation, 2022; Kirchherr vd., 2017) teşvikler ve altyapı yatırımlarının döngüsel ekonomi dönüşümünde kritik rol oynadığını ortaya koymaktadır.

4.5 Genel Değerlendirme

Genel olarak, araştırma bulguları örneklem grubunda döngüsel ekonomi farkındalığının sınırlı olduğunu, uygulama düzeylerinin düşük ve belirli aşamalarda yoğunlaştığını göstermektedir. Bilgi eksikliği, yüksek maliyetler, kurumsal direnç ve altyapı yetersizlikleri uygulamaların önündeki temel engeller olarak öne çıkmaktadır. Ancak örneklemin büyük çoğunluğu, yeterli finansal ve eğitimsel destek sağlandığında döngüsel ekonomi prensiplerini uygulamaya istekli görünmektedir. Bu sonuçlar, çalışmanın amaç ve hedefleriyle uyumludur. Bulgular, sektör genelini temsil eden bir genelleme yapılmadan, örneklemde döngüsel ekonomiye geçiş sürecinin bilgi, mevzuat, finansal teşvik ve altyapı eksenlerinde güçlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

5. SONUÇ

Bu araştırma, Türk inşaat sektörünü temsil eden örneklem üzerinde döngüsel ekonomi farkındalığını, uygulama düzeylerini ve geçiş sürecini etkileyen faktörleri incelemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmanın hedefleri doğrultusunda katılımcıların bilgi düzeyi, sertifikasyon sistemlerine ilişkin görüşleri, döngüsel ekonomi uygulamalarının hangi aşamalarda yoğunlaştığı, karşılaşılan engeller ve çözüm önerileri sistematik biçimde değerlendirilmiştir.

5.1 Araştırmanın Amaç ve Hedefleriyle Uyumlu Sonuçlar

Hedef 1: Katılımcıların bilgi ve farkındalık düzeylerini belirlemek

Bulgular, katılımcıların büyük bir kısmının döngüsel ekonomi kavramını ya hiç duymadığını ya da yüzeysel düzeyde tanıdığını göstermektedir. Aynı durum yeşil bina sertifikasyonlarına ilişkin farkındalık için de geçerlidir. Sertifikasyon ve geri dönüşüm kriterlerinin tercihleri etkilediğini belirten önemli bir kesime rağmen, yüksek oranda kararsızlık ve bilgi eksikliği söz konusudur.

Hedef 2: Sertifikasyon ve geri dönüşüm kriterlerinin tercihlere etkisini analiz etmek

Katılımcıların %39,3'ünün sertifikasyon sistemlerinin tercihlerini etkilediğini, %18'inin kesinlikle etkilediğini belirtmesi, çevresel etiketlerin bir güven unsuru olarak görüldüğünü göstermektedir. Bununla birlikte %31,1 oranındaki kararsız kesim, sertifikaların yeterince tanınmadığını göstermektedir. Geri dönüşüm uygunluğunun da tercihlerde etkili olduğu ancak yine bilgi eksikliği nedeniyle kararsızlık yaşandığı tespit edilmiştir.

Hedef 3: Döngüsel ekonominin uygulanma düzeylerini ve aşamalarını ortaya koymak

Döngüsel ekonomi prensiplerinin örneklemde genellikle nadiren uygulandığı; uygulamaların en çok yıkım ve malzeme geri kazanım aşamasında yoğunlaştığı görülmüştür. Tasarım, kullanım-bakım ve inşaat aşamalarında uygulama düzeyleri

daha sınırlıdır. Bu bulgular, sektörün döngüsellik yaklaşımını süreçlerin yalnızca belirli aşamalarında hayata geçirebildiğini göstermektedir.

Hedef 4: Yeşil bina sertifikaları ve 9R stratejilerinin uygulanma düzeylerini incelemek

9R stratejileri içinde en çok Repair (Onar) ve Recycle (Geri Dönüştür) uygulanmıştır. Rethink, Remanufacture gibi daha ileri stratejiler maliyet ve altyapı engelleri nedeniyle düşük düzeydedir. Sertifikasyon sistemlerinde teorik bilgi düzeyine kıyasla uygulama oranlarının oldukça düşük kalması, bilgi-pratik açığını doğrulamaktadır.

Hedef 5: Döngüsel ekonomiyi sınırlayan engeller ve hızlandıracak çözümleri belirlemek

Katılımcılar tarafından en önemli engel olarak yüksek ilk yatırım maliyetleri belirtilmiştir. Bunu düzenleyici eksiklikler, değişime karşı direnç, bilgi yetersizliği ve müşteri taleplerinin düşüklüğü takip etmektedir. Buna karşın katılımcıların %86,9'u yeterli finansal destek ve eğitim sağlanması halinde döngüsel ekonomiyi uygulamaya istekli olduklarını ifade etmiştir.

Döngüsel ekonomiyi hızlandıracak araçlar değerlendirildiğinde, devlet teşviklerinin en etkili çözüm olarak görüldüğü, ardından altyapı iyileştirmeleri ve eğitim programlarının geldiği görülmektedir.

5.2 Genel Sonuç

Örneklem düzeyinde elde edilen bulgular, döngüsel ekonomi farkındalığının sınırlı, uygulamaların ise düşük düzeyde olduğunu göstermektedir. Engeller ağırlıklı olarak bilgi eksikliği, maliyet engelleri, altyapı yetersizlikleri ve düzenleyici boşluklardan kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte katılımcıların büyük çoğunluğunun destek sağlanması halinde döngüsel ekonomi prensiplerini uygulayabileceğini ifade etmesi, dönüşüm için önemli bir potansiyel bulunduğunu göstermektedir.

5.3 Öneriler

- Katılımcıların büyük bölümünün döngüsel ekonomi kavramını hiç bilmemesi veya sınırlı düzeyde tanınması, farkındalık eksikliğinin hangi nedenlerden kaynaklandığının belirlenmesini gerekli kılmaktadır. Bu kapsamda sektör profesyonelleriyle derinlemesine mülakatlar yapılması, algı ve kavramsal

boşlukların anlaşılmasını sağlayacaktır. Ayrıca, benzer profillere sahip katılımcı gruplarıyla odak grup görüşmeleri yürütülerek bilgi eksikliğinin ortak dinamikleri ortaya çıkarılabilir. Mesleki deneyim, eğitim düzeyi ve sektör içi iletişim gibi değişkenlerin farkındalık üzerindeki etkisini değerlendirmek de önemlidir. Bu tür nitel araştırmalar, döngüsel ekonominin neden yaygınlaşmadığını anlamak için temel bir zemin oluşturacaktır.

- Bulgular, LEED, BREEAM, YES-TR ve B.E.S.T. gibi sistemlerin teorik olarak bilindiğini ancak uygulamaya yeterince yansımadığını göstermektedir. Bu durumun nedenlerini ortaya koymak için sertifikalı ve sertifikasız projelerin karşılaştırıldığı ampirik çalışmalar yapılmalıdır. Sertifikasyon süreçlerinin maliyet, erişilebilirlik ve proje yönetimi açısından firmalar tarafından nasıl algılandığı incelenmelidir. Kullanıcı memnuniyeti ve yatırımcı algısı gibi faktörlerin sertifika tercihlerine etkisi somut verilerle değerlendirilmelidir. Bu karşılaştırmalı analizler sertifikasyon bilinirliği ile pratik uygulama arasındaki farkı görünür kılacaktır.
- Araştırmada en çok kullanılan stratejilerin “onarım” ve “geri dönüşüm” ile sınırlı kalması, firmaların döngüsellik yaklaşımında neden belirli uygulamalara yöneldiğini anlamayı gerekli kılmaktadır. Bu kapsamda firma süreçlerine odaklanan vaka analizleri yapılarak 9R stratejilerinin hangi koşullarda uygulanabildiği araştırılabilir. Tedarik zinciri, malzeme yönetimi ve iş gücü planlaması gibi faktörlerin strateji tercihlerine etkisi yerinde gözlemlenmelidir. Daha ileri düzey stratejilerin düşük kullanım oranları, teknik ve ekonomik kapasitenin detaylı biçimde incelenmesini gerektirir. Saha temelli bu araştırmalar, 9R yaklaşımının sektördeki gerçek potansiyelini ortaya koyacaktır.
- Katılımcıların düşük tüketici talebini temel bir engel olarak ifade etmesi, döngüsel ürün ve hizmetlere yönelik davranış kalıplarının incelenmesini zorunlu kılmaktadır. Bu doğrultuda tüketicilerin algı, güven, fiyat hassasiyeti ve kalite beklentilerini analiz eden çalışmalar yapılmalıdır. Döngüsel ürünlere yönelik tercihleri etkileyen motivasyon ve bariyerlerin belirlenmesi, talep yönlü dönüşüme katkı sağlayacaktır. Ayrıca tüketicilerin döngüsel ürünleri nasıl konumlandığını anlamak için algı haritalama teknikleri kullanılabilir. Bu değerlendirmeler, firmaların ve politika yapımcıların talep odaklı stratejiler geliştirmesine yardımcı olacaktır.

- Araştırmada altyapı eksikliklerinin önemli bir engel olarak tanımlanması, geri dönüşüm kapasitesinin bölgesel ölçekte incelenmesini gerekli kılmaktadır. Bu kapsamda tesislerin coğrafi dağılımını, erişilebilirliğini ve kapasite kullanım oranlarını ortaya koyan mekânsal analizler yapılmalıdır. Atık toplama ve geri kazanım süreçlerindeki bölgesel dengesizlikler, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) aracılığıyla detaylı biçimde değerlendirilebilir. Malzeme akışlarının lojistik açıdan nerelerde darboğaz oluşturduğu modellenmelidir. Bu tür analizler, geri dönüşüm altyapısının güçlendirilmesine yönelik somut planlama kararlarına katkı sağlayacaktır.



KAYNAKLAR

- Acar, S., & Yeldan, E.** (2021). *Macroeconomics of Climate Change in a Dualistic Economy: A Regional General Equilibrium Analysis*. Academic Press.
- Adams, K. T., Osmani, M., Thorpe, T., & Thornback, J.** (2017). Circular economy in construction: Current awareness, challenges and enablers. *Waste and Resource Management*, 170(1), 15–24. <https://doi.org/10.1680/jwarm.16.00011>.
- Addis, B.** (2012). *Building with reclaimed components and materials: a design handbook for reuse and recycling*. Routledge.
- Aimonino, G., Pesce, D., Appio, F., & Franzè, C.** (2025). The New Era of Traceability: A Case Study on Digital Product Passport. *Digital Transformation Journal*. <https://iris.polito.it/handle/11583/3004510>.
- Akanbi, L. A., Oyedele, L. O., Akinade, O. O., Ajayi, A. O., Delgado, J. M. D., Bilal, M., & Bello, S. A.** (2018). Salvaging building materials in a circular economy: A BIM-based whole-life performance estimator. *Resources, Conservation and Recycling*, 129, 175–186. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.026>.
- Akbarnezhad, A., & Xiao, J.** (2017). Recycling of construction and demolition waste: Current status and future perspectives. *Resources, Conservation and Recycling*, 129, 10–16. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.002>.
- Aktürk, A.** (2016). *Regenerative Design and Development for a Sustainable Future: Definitions and Tool Evaluation*. University of Minnesota.
- Albuquerque, C. F. H., & Santiago, Z. M. P.** (2025). Neurourbanism Integrated with Lost Nature in the Contemporary City. *ResearchGate*.
- Alcamo, J., Moreno, J.M., Nováky, B., Bindi, M., Corobov, R., Devoy, R.J.N., Giannakopoulos, C., Martin, E., Olesen, J.E., & Shvidenko, A.** (2007). Europe. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. *Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 541-580.
- Allen, E., & Iano, J.** (2019). *Fundamentals of building construction: materials and methods*. John Wiley & Sons.
- Allenby, B.** (1992). Industrial Ecology: The Materials Scientist in an Environmentally Constrained World. *MRS Bulletin*, 17(3), s. 46-51.
- Alsanad, S.** (2015). Awareness, drivers, actions, and barriers of sustainable construction in Kuwait. *Procedia Engineering*, 118, 969-983.

- Alsibaai, L.** (2022). *Sürdürülebilir mimarlık bağlamında yapılı çevrede değişim ve uyarlanabilirlik kapasitelerinin işlevsellik açısından incelenmesi* (Yüksek lisans tezi), Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi. YÖK Tez Merkezi. Erişim No: 749066.
- Altuntaş, C.** (2024). *Sürdürülebilir kalkınma bağlamında döngüsel ekonomi modelinin enerji politikalarına etkilerinin incelenmesi* (Doktora tezi), Marmara Üniversitesi. YÖK Tez Merkezi.
- Amudjie, J., Agyekum, K., Adinyira, E., Amos-Abanyie, S., & Kumah, V. M. A.** (2023). Awareness and practice of the principles of circular economy among built environment professionals. *Built Environment Project and Asset Management*.
- Anbarcı, M., Giran, Ö., & Demir, İ. H.** (2012). Uluslararası yeşil bina sertifika sistemleri ile Türkiye’deki bina enerji verimliliği uygulaması. *Engineering Sciences*, 7(1), 368-383.
- Andersen, M. S.** (2007). An Introductory Note on the Environmental Economics. *Integrated Research System for Sustainability Science and Springer*, 2(1), s. 133 140.
- Andrews, D.** (2015). *The Circular Economy, Design Thinking and Education for Sustainability*. 30(3). Local Economy.
- Ankaralıgil, B.** (2022). *Kütahya II. Yakub Çelebi (Ulu Cami) Külliyesi’nin İşlevsel Sistemleri, Döngüsel Ekonomideki Rolü ve Çağdaş Teknolojiye Uyarlanma Potansiyeli*. (Yüksek lisans tezi), Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Anonim.** (2013). 2872 sayılı kanunu. <http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2872.pdf>.
- Antonissen, L., Verleye, K., & De Pourcq, K.** (2025). Shaping Service Ecosystems in which Products Circulate: A Multiple Case Study. *Business & Society*.
- Arslan, H., Aksoy, T., & Özdemir, H.** (2020). Türkiye’de Yapı Malzemelerinin Çevresel Etkileri: Beton ve Çimento Üretimi Örneği. *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 16(1), 57–66.
- Ashby, MF ve Johnson, K.** (2013). *Malzemeler ve tasarım: Ürün tasarımında malzeme seçiminin sanatı ve bilimi*. Butterworth-Heinemann.
- Askar, R., Bragança, L., & Gervásio, H.** (2022). Design for adaptability (DfA)—frameworks and assessment models for enhanced circularity in buildings. *Applied System Innovation*.
- Aşkın Uzel, R.** (2020). *Döngüsel ekonominin yeni iş modelleri*. F. Sayın (Ed.), *Döngüsel ekonomi: Makro ve mikro incelemeler içinde* (ss. 307–331). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Atalay, İ.** (1997). *Türkiye Coğrafyası: Doğal Ortam ve İnsan*. İzmir: Ege Üniversitesi Yayınları.
- Atombo, C., Dzantor, J. C. K., & Agbo, A. A.** (2015). Integration of sustainable construction in project management: A case study in Ghana. *Journal of Construction Engineering and Management*, 4(1), 13-25.

- Avcı, O.** (2023). Green Building Tax Incentives: Selected Country Cases and Implications for Türkiye. *Sustainability, Economics*, 71.
- Ay Türkmen, M. ve Kılıç, F.** (2020). Sürdürülebilir kalkınma anlayışına yönelik döngüsel ekonomi modeli, *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 55(4), 2538-2556.
- Aydemir, D. S.** (2025). Türkiye’de döngüsel ekonomi için çok ölçekli plan stratejileri. *Çevre İklim ve Sürdürülebilirlik*, 26(1), 25–36.
- Ayturan, Z. C., Dinçbaş, T., & Hasar, H.** (2025). Türkiye’nin iklim politikaları ve döngüsel ekonomi. *Çevre Şehir ve İklim Dergisi*, (7).
- Baba, G.** (2016). Belediyelerin imar konusunda yetki ve görevleri. *İstanbul Aydın Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 2(1), 173-194.
- Bahtiyar, A. & Can, B.** (2016). “An investigation of problem-solving skills of preservice science teachers”. *Educational Research and Reviews*. 11(23): 2108-2115
- Bakar, B.** (2015). *Yeşil satın alma davranışını etkileyen faktörler: Mersin ili pvc kapı pencere ve granit malzemeleri üzerine bir uygulama*. (Yüksek lisans tezi), Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Yönetimi Anabilim Dalı, Mersin.
- Bakar, N. A.** (2015). *Sürdürülebilirlik ve inşaat sektörü: Türkiye için değerlendirme*. İstanbul.
- Balbay, Ş., Sarıhan, A., & Avşar, E.** (2021). Dünya’da ve Türkiye’de “Döngüsel Ekonomi / Endüstriyel Sürdürülebilirlik” Yaklaşımı, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (27), 557-569.
- BAMB (Buildings As Material Banks).** (2020). *Circular Building Assessment Protocol*.
- Barış, E. M.** (2005). Kent planlaması, kent ekosistemi ve ağaçlar. *Planlama*, (33), 156–163.
- Barton, H.** (2000). *Sustainable Communities: The Potential for Eco-Neighbourhoods*. London: Earthscan.
- Benachio, G. L. F., Freitas, M. C. D., & Tavares, S. F.** (2020). Circular economy in the construction industry: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 260, 121046.
- Bernardi, E., Carlucci, S., Cornaro, C., & Bohne, R. A.** (2017). An analysis of the most adopted rating systems for assessing the environmental impact of buildings. *Sustainability*, 9(7), 1226.
- Berthe, A. K.** (2022). *Investigating the barriers to circular economy implementation: A case study of Mali and Kenya*
- Bertino, G., Kisser, J., Zeilinger, J., Langergraber, G., Fischer, T., & Österreicher, D.** (2021). Fundamentals of building deconstruction as a circular economy strategy for the reuse of construction materials. *Applied sciences*, 11(3), 939.

- Blengini, G. A., & Di Carlo, T.** (2010). The changing role of life cycle phases, subsystems and materials in the LCA of low energy buildings. *Energy and Buildings*, 42(6), 869-880.
- Bocken, N. M. P., de Pauw, I., Bakker, C., & van der Grinten, B.** (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5), 308-320.
- Bonviu, F.** (2014). The European economy: From a Linear to a Circular Economy. *Romanian Journal of European Affairs*, 14(4): 78-92.
- Bor, A.-M., Hansen, K., Goedkoop, M., Rivière, A., Alvarado, C., & van den Wittenboer, W.** (2011). *Usability of Life Cycle Assessment for Cradle to Cradle Purposes*. Utrecht: NL Agency.
- Boulding, K. E.** (1966). The Economics of the Coming Spaceship Earth. H. Jarrett (Dü.) içinde, *Environmental Quality in a Growing Economy* (s. 3-14). Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Brand, S.** (1994). *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*. New York: Viking.
- Braungart, M., & McDonough, W.** (2002). *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*. North Point Press.
- Buchman Duck, J. & Beazley, K. F.** (2020). An urgent call for circular economy advocates to acknowledge its limitations in conserving biodiversity. *Science of The Total Environment*, 727, 138602.
- Buganza, T., & Verganti, R.** (2006). Life-cycle flexibility: how to measure and improve the innovative capability in turbulent environments. *Journal of Product Innovation Management*, 23(5), 393-407.
- Busu, M.** (2019). Adopting Circular Economy at the European Union Level and Its Impact on Economic Growth. *Social Sciences*, 8(5): 159-171.
- Bütün, B.** (2021). *Ofis Yapılarında Kullanım Dönüşümü, Döngüsel Ekonomi Örneği*. (Yüksek lisans tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Byule, M., Braet, J., & Audenaert, A.** (2013). Life cycle assessment in the construction sector: A review. *Renewable and sustainable energy reviews*, 26, 379-388.
- Büyüköztürk, S., Kılıç Çakmak, E., Akgün, O. E., Karadeniz, S., ve Demirel, F.** (2013). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- C40 Cities Climate Leadership Group.** (2024, October 15). *Transportation*. <https://www.c40.org/what-we-do/scaling-up-climate-action/transportation/>
- Camacho-Otero, J., Boks, C., & Pettersen, I. N.** (2018). Consumption in the circular economy: A literature review. *Sustainability*, 10(8), 2758.
- Carcassi, O. B., De Angelis, E., Iannaccone, G., Malighetti, L. E., Masera, G., & Pittau, F.** (2020). Bio-based materials for the Italian construction industry: Buildings as carbon sponges. *Regeneration of the Built Environment from a Circular Economy Perspective*, 237-247.

- Çepel, N. (2013). *Ekoloji: Doğa, çevre ve insan*. Ankara: TÜBİTAK Yayınları.
- Çetin, M. ve Yılmaz, G. (2021). Pandemilerin sürekliliği tehlikesine karşı döngüsel ekonomi ihtiyacı. *İktisat Politikası Araştırmaları Dergisi*, 8 (2), 2148-3876.
- Çetintaş, H., ve Türköz, K. (2017). İklim değişikliği ile mücadelede karbon piyasalarının rolü. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20(37), 147-168.
- Chateau, J., Bibas, R., & Lanzi, E. (2018). Impacts of Green Growth Policies on Labour Markets and Wage Income Distribution: A General Equilibrium Application. *OECD Environment Working Papers*, No. 137.
- Chertow, M. R. (2000). Industrial symbiosis: Literature and taxonomy. *Annual Review of Energy and the Environment*, 25(1), 313-337.
- Chini, A. R. (2005). *Deconstruction and Materials Reuse: An International Overview*. Rotterdam: CIB Publication (No. 300).
- Chrysikou, E., Loizides, F., Obrist, M., & Barlow, J. (2025). The Built Environment as a Therapeutic Health Technology. *Frontiers in Medical Technology*.
- Çırak, A. N., Sülükçüler, S., ve Kesbiç, Ö. Ö. (2021). Firmaların döngüsel ekonomi farkındalığı üzerine bir inceleme: Manisa örneği. İçinde COVID-19: Sosyal, Beşeri ve Ekonomik Yeni Dengeler / *Contemporary COVID-19 Paradigms of Social, Human and Economic Sciences* (s. 79).
- Circle Economy. (2020). *The circularity gap report*. The Platform for Accelerating the Circular Economy (PACE). Ruparo.
- Çoban, M. N. ve Ölmez, Ü. (2017). Mavi ekonomi ve mavi büyüme. *Turkish Studies*, 12(3), 155-166.
- Çolak, N. İ., ve Öngören, G. (2011). İmar planları, imar uygulamaları ve iptal davaları. *İmar Hukuku*. İstanbul: Öngören Hukuk Yayınları.
- Commission. (2015). Circular economy package: questions & answers (Web Sayfası: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_15_6204).
- Crowther, P. (2005). Design for disassembly to recover embodied energy. *24th International Conference on Passive and Low Energy Architecture*.
- Cullen, J. M. (2017). Circular Economy Theoretical Benchmark or Perpetual Motion Machine? *Journal of Industrial Ecology*, 21(5), s. 483-486.
- Cullmann, J., Dilley, M., Egerton, P., Fowler, J., Grasso, V., Honoré, C., ve Power, M. (2020). State of climate services, risk information and early warning systems. *EGU General Assembly Conference Abstracts*.
- D'Amato, D., et al. (2017). Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability concepts. *Journal of Cleaner Production*, 168, 716-734.
- Dcube. (2020). *İşletmeler için döngüsel ekonomi rehberi*.
- De Jesus, A., & Mendonça, S. (2018). Lost in Transition? Drivers and Barriers in the Eco innovation Road to the Circular Economy. *Ecological Economics*, 145, s. 75-89.

- De Kay, M., & Brown, G. Z.** (2014). *Sun, wind, and light: Architectural design strategies* (3rd ed.). Wiley.
- De Man, R.** (2023). Circular Economy Dreams: Denying Physical Realities. H. Lehmann, C. Hinske, V. de Margerie, & S. Nikolova (Eds.) içinde, *The Impossibilities of the Circular Economy: Separating Aspirations from Reality* (s. 3-11). Oxon: Routledge.
- DEEP Projesi Konsorsiyumu.** (2022). *Türkiye'nin Döngüsel Ekonomiye Geçiş Potansiyelinin Değerlendirilmesi Teknik Yardım Projesi Nihai Raporu*. Ankara: ÇŞİDB AB Yatırımları Dairesi Başkanlığı.
- Deniz, Ö. Ş., & Oğuz, Z. M.** (2025). Analyzing the knowledge and attitudes of architects in Türkiye on circular economy in the built environment. *Journal of Sustainable Construction Materials and Technologies*, 10(1), 79–92.
- Diniz, E.M. & Bermann, C.** (2012). Green economy and sustainability. *Estudos Avançados*, 26(74), 323-329.
- Doğan, S.** (2022). *Yeşil Ekonomi ve Döngüsel Ekonomi*. Paradigma Akademi.
- Douglas, J.** (2006). *Building adaptation*. Routledge.
- DPT (Devlet Planlama Teşkilatı).** (2000). *Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001–2005)*. Ankara.
- Dsilva, J., Zarmukhambetova, S., & Locke, J.** (2023). Assessment of building materials in the construction sector: A case study using life cycle assessment approach to achieve the circular economy. *Heliyon*, 9(10), e20404. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20404>.
- Duca, G.** (2024). A fresh glance at environmental ergonomics: A systematic review of human-environment interaction concepts and approaches. *Sustainable Construction in the Era of Climate Change*.
- Duca, V., Ponsiglione, C., Primario, S., & Strazzullo, S.** (2024). Towards economic, environmental, and societal sustainable world: Reviewing the interplay of methodologies, variables, and impacts in energy transition models. *Journal of Cleaner Production*, 479, 144074.
- Durmisevic, E.** (2006). *Transformable Building Structures: Design for Disassembly as a Way to Introduce Sustainable Engineering to Building Design & Construction*, (Doktora tezi). Delft: TU Delft.
- Durmus Senyapar, N., & Tur, M. R.** (2023). Turkey's Domestic Car TOGG in the Framework of New Trends in Electric Vehicles and Consumer Ethnocentrism. *Balkan Journal of Electrical & Computer Engineering*.
- EASAC.** (2015). Circular Economy: A Commentary from the Perspectives of the Natural and Social Sciences.
- Ebert, T., Eßig, N., & Hauser, G.** (2011). *Green Building Certification Systems*. Munich: Detail Green Books.
- Ecobuild.** (2025). Envision yeşil altyapı sertifikası. *Ecobuild*. <https://www.ecobuild.com.tr/envision-yesil-altyapi-sertifikasi>.

- Ekmekci Yüce, M.** (2020). *Döngüsel Ekonomi ve Yeşil Yönetim Uygulamalarının İnovasyon Üzerinden Firmanın Büyüme Performansı Üzerine Etkisi*. (Doktora tezi), Beykent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- El Hafiane, A., En-nadi, A., & Ramadany, M.** (2025). Towards sustainable construction: Systematic review of lean and circular economy integration. *Sustainability*, 17(15), 6735. <https://doi.org/10.3390/su17156735>.
- El-Haggar, S.** (2007). *Sustainable Industrial Design and Waste Management Cradle-to-Cradle for Sustainable Development*. Cambridge: Elsevier Academic Press.
- Elkin, T., McLaren, D., & Hillman, M.** (1991). *Reviving the City: Towards Sustainable Urban Development*. London: Friends of the Earth.
- Ellen MacArthur Foundation.** (2013). *Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition*. Ellen MacArthur Foundation.
- Ellen MacArthur Foundation.** (2020). *The Circular Economy: A Transformative Covid-19 Recovery Strategy*.
- Ellen MacArthur.** (2022). *What is a circular economy?*
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.** (2022). *Türkiye Enerji Raporu 2022*. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.
- EPA.** (2022). *What is a circular economy?* <https://www.epa.ie/environment-and-you/circular-economy/#:~:text=A%20circular%20economy%20is%20a,for%20as%20long%20as%20possible>.
- Erdede, S. B., ve Bektaş, S.** (2014). Ekolojik açıdan sürdürülebilir taşınmaz geliştirme ve yeşil bina sertifika sistemleri. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(1), 1-12.
- Ergönül, S., Olgun, İ., Tekin, Ç., Seçkin, N. P., Özgünler, M., Baççioğlu, C., ... & Hanyalı, Ö. B.** (2023). Development of A Neighborhood Sustainability Assessment System for Turkey: SEEB-TR Neighbourhood. *Planlama*, 33(1).
- Erol, İ., ve Çakır Kısıf, G.** (2021). LEED sertifikalı ofis binalarının enerji ve atmosfer kriteri açısından değerlendirilmesi: Maslak bölgesi örneği. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1), 322-335.
- Ersoy, M.** (2016). *Kentsel Planlama Kuramları*. İstanbul: Ninova Yayıncılık. *İmar Mevzuatı*. TMMOB Şehir Plancıları Odası Yayınları).
- Ersoy, M.** (2017). *İmar Mevzuatı*. Ankara: TMMOB Şehir Plancıları Odası Yayınları.
- Erten, D.** (2020). Yeşil Binalar ve Sertifikasyon Sistemleri: Türkiye'de B.E.S.T. Deneyimi. *Sürdürülebilir Yapılı Çevre Dergisi*, 4(2), 105–117.
- Eskin, F.** (2020). *Avrupa Birliği'nin döngüsel ekonomi modeli ve Türkiye'de yerel yönetimlerin atık politikası: Konya Büyükşehir Belediyesi örneği*. (Yüksek lisans tezi), Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi. YÖK Ulusal Tez Merkezi Veri Tabanı.

- Esposito, M., Tse, T. & Soufani, K.** (2018). Introducing a circular economy: New thinking with new managerial and policy implications. *California Management Review*, 60(3): 5-19.
- European Bank for Reconstruction and Development (EBRD).** (2016). *Near Zero Waste Programme in Turkey: Impact Assessment*.
- European Commission.** (2020). *A new Circular Economy Action Plan for a Cleaner and More Competitive Europe*. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions.
- Ferriz-Papi, J., Wadee, A., & Kiani, K.** (2025). *Adoption of circular economy within the UK construction industry: Particular analysis of one of the UK top-5 contractor companies*. University of Salford Repository.
- Fitch-Roy, O.** (2020). Going Around in Circles? Conceptual Recycling, Patching and Policy Layering in the EU Circular Economy Package. *Environmental Politic*, 29(6), s. 983-1003.
- Frosch, R. A.** (1992). Industrial Ecology: A Philosophical Introduction. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 89(3), s. 800-803.
- Frosch, R. A., & Gallopoulos, N. E.** (1989). Strategies for Manufacturing. *Scientific American*, 261(3), s. 144-153.
- Garner, A., & Keoleian, G.** (1995). *Industrial Ecology: An Introduction*. Ann Arbor: National Pollution Prevention Centre for Higher Education.
- Garza-Reyes, J. A.** (2015). Lean and green: A systematic review... *Journal of Cleaner Production*, 102, 18–29.
- GBCI.** (2022). *EDGE Certification Reference Guide*. Green Business Certification Inc
- Gedik, Y.** (2020). Döngüsel Ekonomiyi Anlamak: Teorik Bir Çerçeve. 1(2). *Turkish Business Journal* 2717-848X 2020, 1(2): 13-40.
- Geerken, T., Schmidt, J., Boonen, K., Christis, M., & Merciai, S.** (2019). Assessment of the potential of a circular economy in open economies—Case of Belgium. *Journal of Cleaner Production*, 227, 683-699.
- Geisendorf, S., & Pietrulla, F.** (2018). The circular economy and circular economic concepts—a literature analysis and redefinition. *Thunderbird International Business Review*, 60(5), 771-782.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J.** (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>.
- Geng, Y., et al.** (2019). Globalize the circular economy. *Nature*, 565, 153-155.
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L.** (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7).
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S.** (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11–32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>.

- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S.** (2016). Review on Circular Economy: The Expected Transition to A Balanced Interplay of Environmental and Economic Systems. *Journal of Cleaner Production*.
- Giorgi, S., Lavagna, M., & Campioli, A.** (2018). *Guidelines for effective and sustainable recycling of construction and demolition waste*. Designing sustainable technologies, products and policies: From science to innovation, 211-221.
- Givoni, B.** (1998). *Climate considerations in building and urban design*. Van Nostrand Reinhold.
- Gökşen, F., Güner, C., ve Koçhan, A.** (2017). Sürdürülebilir kalkınma için ekolojik yapı tasarım kriterleri. *Akademia Disiplinlerarası Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 3(1), 92-107.
- Gökşen, Y., Ünal, C. ve Tuna, H.** (2020). *Döngüsel ekonomi ve endüstri 4.0 odağında dijitalleşmenin rolü*. F. Sayın (Ed.), *Döngüsel ekonomi: Makro ve mikro incelemeler içinde* (ss. 387-412).
- Gölemen, S.** (2014). *Mevcut ilköğretim binalarında sürdürülebilirlik olanaklarının araştırılması*, (Yüksek lisans tezi), Bursa Uludağ Üniversitesi. YÖK Tez Merkezi. Erişim No: 373753.
- Görmüş, A.** (2023). Yeşil ve döngüsel ekonomide düzgün olmayan işler... *Journal of Recycling Economy & Sustainability Policy*, 2(2).
- Govindan, K., & Bouzon, M.** (2018). From a literature review to a multi-perspective framework for reverse logistics barriers. *Journal of Cleaner Production*, 187, 318-337.
- Graves, G.** (1990). Teaching about the built environment. *Eric Digest*. <https://eric.ed.gov/?id=ED322022>
- Green Alliance.** (2021). *Jobs for a green recovery: Levelling up through nature*.
- Guerra, B. C., Shahi, S., Mollaei, A., Skaf, N., Weber, O., Leite, F., & Haas, C.** (2021). Circular economy applications in the construction industry: A global scan of trends and opportunities. *Journal of Cleaner Production*, 324, 129125. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129125>
- Gülhan, H., Dereli, R. K., Özgün, H., & Erşahin, M. E.** (2018). İleri biyolojik atıksu arıtma tesislerinde işletme parametrelerinin doğrudan sera gazı emisyon miktarı üzerindeki etkilerinin belirlenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(6), 1117–1124.
- Güngör, B. ve Felekoğlu, B.** (2018). Eko-verimlilik kavramı, gelişimi ve uygulanma süreci. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(3): 90-104.
- Güreşçi, G.** (2020). *Sürdürülebilir kalkınma açısından döngüsel ekonomi ve pandeminin etkileri*. F. Sayın (Ed.), *Döngüsel ekonomi: Makro ve mikro incelemeler içinde* (ss. 47-65). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Guy, S., & Farmer, G.** (2001). Reinterpreting Sustainable Architecture: The Place of Technology. *Journal of Architectural Education*, 54, 140-148. <https://doi.org/10.1162/10464880152632451>

- Haas, W., Krausmann, F., Wiedenhofer, D. & Heinz, M.** (2015). How circular is the global economy? An assessment of material flows, waste production, and recycling in the European Union and the world in 2005. *Journal of industrial ecology*, 19(5): 765- 777.
- Haddadi, P., Mirriahi, S., & Habib, S.** (2024). Assessment of Biophilic Architecture in Human Settlements: Case Study of Masuleh. *Rahpooye Memari-o Shahrsazi*.
- Harris, G.** (2021). *The Four Laws of Ecology*. 24 Eylül, 2023 tarihinde *Ecological Landscape Alliance*. <https://www.ecolandscaping.org/01/developing-healthy-landscapes/climate-change/the-four-laws-of-ecology/adresinden-alindi>
- Hickcox, K.S., & Smith, A.** (2022). Strategies for achieving circular economy goals in the lighting industry through design for disassembly-based methodologies, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1099(2022): 1-10.
- Hossain, M. U., Poon, C. S., & Lo, I. M. C.** (2020). Sustainable management of construction and demolition materials for minimizing environmental impacts—A case study of Hong Kong. *Journal of Cleaner Production*, 256, 120407. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120407>
- Hussen, A. M.** (2004). *Principles of Environmental Economics*. London: Routledge.
- IFC.** (2023). *EDGE User Guide (Version 3.0)*. Washington, DC: International Finance Corporation.
- İmar Kanunu.** (1985, May 3). *İmar Kanunu*. Ankara: Resmî Gazete (Sayı: 18749). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.3194.pdf>
- İnanç, Z.** (2020). *Sıfır Atık Konuşalım Mı? Adım Adım Sıfır Atık*.
- İnanç, Z.** (2022). *Döngüsel Ekonomi*.
- International Energy Agency.** (2013). *Transition to sustainable buildings: Strategies and opportunities to 2050*. IEA.
- International Labour Organization (ILO).** (2018). *World Employment and Social Outlook 2018: Greening with Jobs*. Geneva.
- İzgi, U.** (1999). *Mimarlıkta süreç, kavramlar-iliskiler*. YEM Yayınevi.
- Jafrin, N., Saif, A. N. M. & Hossain, M. I.** (2016). Blue economy in Bangladesh: proposed model and policy recommendations. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 7(21), 131-135.
- Jørgensen, S., & Pedersen, L. J. T.** (2018). *RESTART Sustainable Business Model Innovation, Palgrave Studies in Sustainable Business In Association with Future Earth*.
- Kaewunruen, S., Teuffel, P., Donmez Cavdar, A., Valta, O., Tambovceva, T., & Bajare, D.** (2024). Comparisons of stakeholders' influences, inter-relationships, and obstacles for circular economy implementation on existing building sectors. *Scientific Reports*, 14(1), 11046.

- Kalwry, H. S., & Alibaba, H. Z.** (2018). An investigation of sustainability issue for building construction in North Cyprus. *Journal of Environmental Sustainability*, 6(1), Article 5.
- Karademir, A. Ç., ve Dağ, A.** (2021). Sürdürülebilirlik uygulaması olarak yeşil bina ve LEED sertifikasyonu üzerine Türkiye’de inşaat sektöründe bir çalışma. *Akademia Doğa ve İnsan Bilimleri Dergisi*, 7(1), 63–83.
- Kaya, İ.** (2019). *Afetler politikasında dönüşüm: Türkiye’de iklim değişimine uyum yaklaşımlarının değerlendirilmesi* (Yüksek lisans tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye.
- Kayıhan, K. S.** (2006). *Sürdürülebilir mimarlığın yarı nemli Marmara ikliminde tasarlanacak temel eğitim binalarında irdelenmesi ve bir yöntem önerisi*. (Yüksek lisans tezi), Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı.
- Kazancı, G.** (2019). *İklim değişikliğine uyum kapsamında akıllı kentlerin rolü: Muğla metropoliten alanı üzerine bir değerlendirme*. (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Keleş, R.** (1990). *Kentleşme Politikası*. İstanbul: İmge Kitabevi.
- Keleş, R. ve Hamamcı, C.** (2005). *Çevre Politikası*. 5. Basım, Ankara: İmge
- Khajuria, A.** (2021). Nexus of circular economy and industry 4.0 to achieve the un sustainable development goals. *The International Journal of Engineering and Science (IJES)*, 10(12): 30-34.
- Khaw-ngern, K., Peuchthonglang, P., Klomkul, L., & Khaw-ngern, C.** (2021). The 9Rs strategies for the circular economy 3.0. *Psychology and Education Journal*, 58, 1440–1446.
- Kibert, C. J.** (2016). *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Kılınçarslan, Ş., Şimşek, Y., Uygun, E., Akoğlu, M., Cesur, B., Tufan, M. Z., ve Turan, U.** (2019). Sürdürülebilir yapı malzemeleri açısından bina sertifikasyon sistemlerinin incelenmesi. *Uluslararası Sürdürülebilir Mühendislik ve Teknoloji Dergisi*, 3(1), 1-14.
- Kirchherr, J., Piscicelli, L., Bour, R., Kostense-Smit, E., Muller, J., Huibrechtse-Truijens, A., & Hekkert, M.** (2018). Barriers to the Circular Economy: Evidence From the European Union. *Ecological Economics*, 150, s. 264-272.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M.** (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M.** (2017). Conceptualizing the Circular Economy: An Analysis of 114 Definition. *Resources, Conservation & Recycling*, 127, s. 221 232.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M.** (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>.

- Koçak, A. İ., ve Topay, M.** (2022). Eko-kentleşme İlkeleri Kapsamında “LEED, BREEAM ve YeS-TR” Değerlendirme Araçlarının Karşılaştırılması. *Ecological Perspective*, 2(1), 51-66.
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J.** (2018). Circular Economy: The concept and its limitations. *Ecological Economics*, 143, 37–46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J.** (2018). Circular Economy: The Concept and Its Limitations. *Ecological Economics*, 143, s. 37-46.
- Kovacic, Z., Strand, R., & Völker, T.** (2020). *The Circular Economy in Europe: Critical Perspectives on Policies and Imaginaries*. Oxon: Routledge.
- Kronenburg, R.** (2007). *Flexible: Architecture that Responds to Change*. London: Laurence King Publishing.
- Kuban, D.** (1992). *Mimarlık Kavramları*. İstanbul: YEM Yayınları.
- Kuznets, S.** (1973). Modern economic growth: Findings and reflections. *The American Economic Review*, 63(3), 247-258.
- Lacy, P., & Rutqvist, J.** (2015). *Waste to Wealth: The Circular Economy Advantage*. London: Palgrave Macmillan.
- Lai, H., Lau, S. S. Y., Su, Y., & Sun, C. Y.** (2025). Aging-in-Place Attachment Among Older Adults in Macau's High-Density Community Spaces. *World*, 6(3), 101.
- Laubinge, F., a Lanz, E., & Chateau, J.** (2020). Labour Market Consequences of a Transition to a Circular Economy: A Review Paper. *OECD Environment Working Papers*.
- Lawson, B.** (2001). *The Language of Space*. Architectural Press, London.
- Lewandowski, M.** (2016). Designing the business model for circular economy—Towards the conceptual framework. *Sustainability*, 8(1), 43.
- Lieder, M., & Rashid, A.** (2016). Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of cleaner production*, 115, 36-51.
- Lok, K. L., Chen, C., Smith, A. J., & Baharum, M. R.** (2025). Exploring the Role of Construction in Achieving UN Sustainable Development Goals. *Frontiers in Sustainable Cities*. <https://doi.org/10.3389/frsc.2025.1706878>.
- Ma, Z., Cooper, P., Daly, D., & Ledo, L.** (2012). Existing building retrofits: Methodology and state-of-the-art. *Energy and buildings*, 55.
- MacArthur, E.** (2013). Towards the circular economy. *Journal of Industrial Ecology*, 2(1), 23-44.
- Marzani, G., Tondelli, S., Kuma, Y., Cruz Rios, F., Hu, R., Bock, T., & Linner, T.** (2025). Embedding circular economy in the construction sector policy framework: Experiences from EU, US, and Japan for better future cities. *Smart Cities*, 8(2), 48. <https://doi.org/10.3390/smartcities8020048>.

- Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H. O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P. R., ... & Waterfield, T.** (2019). Global warming of 1.5 C. An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to. *IPCC*, 2018 Summary policymakers 1–24.
- McDonough, W., Braungart, M., Anastas, P. T., & Zimmerman, J. B.** (2003). Peer Reviewed: Applying the Principles of Green Engineering to Cradle-to-Cradle Design. *Environmental Science & Technology*, 37(23), s. 434A-441A.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. W.** (1972). *The Limits to Growth*. New York: Universe Books.
- Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği.** (2014). *Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği*. Ankara: Resmî Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/06/20140614-2.htm>.
- Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği.** (2014). *T.C. Resmî Gazete*, 14 Haziran 2014, Sayı: 29030.
- Melis, A., Vavetsi, R., & Finotti, F.** (2024). The Architecture of Exhibitions. *Graphic Narratives for Social Transformation*.
- Mhatre, P., Panchal, R., Singh, A., Bibyan, S., & Rathore, P.** (2021). Key factors for circular economy in construction and demolition waste management in emerging economies. *Journal of Cleaner Production*, 281, 125247. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125247>
- Milli Ağaçlandırma Günü Hakkında Genelge (2019/24).** (2019, 7 Kasım). T.C. Resmi Gazete (Sayı: 30941)
- Moffatt, S., & Kohler, N.** (2008). Conceptualizing the built environment as a social-ecological system. *Building Research & Information*, 36(3), 248-268.
- Montaigne, I.** (2016). *The circular economy: Reconciling Economic Growth with the Environment*. Institut Montaigne, Fransa.
- Morgan, J., & Mitchell, P.** (2021). *Levelling up through circular economy: The job creation potential*. London: Green Alliance.
- Murray, A., Skene, K., & 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. <https://doi.org/10.1007/s10551-015-2693-2>
- Neugebauer, S., Martinez-Blanco, J., Scheumann, R., & Finkbeiner, M.** (2015). Enhancing the practical implementation of life cycle sustainability assessment: Proposal of a tiered approach. *Journal of Cleaner Production*, 102, 165–176. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.053>.
- Newton, C.A. & Elena, C.** (2014). An introduction to the green economy. *Science, systems and sustainability*, 1-357.
- Nijkamp, P., & Pepping, G.** (1998). “A Meta- Analytical Evaluation of Sustainable City Initiatives”, *Urban Studies*.
- Odum, E. P.** (1971). *Fundamentals of Ecology* (3rd ed.). Philadelphia: Saunders.

- OECD.** (2011). *Towards Green Growth-A Summary for Policy Makers*.
- OECD.** (2019). *Business Models for the Circular Economy: Opportunities and Challenges for Policy*. Paris: OECD Publishing.
- OECD.** (2020). *Circular Economy in Cities and Regions: Synthesis Report*.
- OECD.** (2020). *OECD Environmental Performance Reviews: Turkey 2019*. Paris: OECD Publishing.
- Ogunmakinde, O. E.** (2019). A review of circular economy development models in China, Germany and Japan. *Recycling*, 4(3), 27.
- Olgyay, V.** (2015). *Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism* (New and updated ed.). Princeton University Press.
- Önder, H.** (2018). Sürdürülebilir Kalkınma Anlayışında Yeni Bir Kavram: Döngüsel Ekonomi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 57, 196-204.
- Ortiz, O., Castells, F., & Sonnemann, G.** (2009). Sustainability in the construction industry: A review of recent developments based on LCA. *Construction and Building Materials*, 23(1), 28–39. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2007.11.012>.
- Özaydın, E., & Baz, İ.** (2021). Yeşil bina konseptinin kentsel dönüşüm uygulamalarında ele alınması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Teknoloji ve Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 3(2), 204–216.
- Özorhon, G.** (2013). Sürdürülebilir mimarlık, yarının binaları ve bir örnek. *XI. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 1473-1478. <http://mmoteskon.org/wp-content/uploads/2014/09/2013-95.pdf>.
- Öztürk, D., ve Kılıç, F.** (2013). İmar planlama iş sürecinin TUCBS kapsamında yapılandırılması. *Harita Dergisi*, 79(150), 35-47.
- Pauli, G. A.** (2010). *The Blue Economy: 10 Years, 100 Innovations, 100 Million Jobs*. Paradigm Publications.
- Pearce, D. W., & Turner, R. K.** (1990). *Economics of Natural Resources and the Environment*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Pomponi, F., & Moncaster, A.** (2017). Circular economy for the built environment: A research framework. *Journal of Cleaner Production*, 143, 710–718. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.055>
- Pomponi, F., Moncaster, A., & De Wolf, C.** (2019). Digitalization and the circular economy in the built environment: Opportunities and challenges. *Building Research & Information*, 47(6), 610–624. <https://doi.org/10.1080/09613218.2019.1643454>
- Preston, F., & Lehne, J.** (2017). A wider circle? The circular economy in developing countries. *Energy, Environment and Resources Department*, (9): 1-27.
- Ragheb, A., El-Shimy, H., & Ragheb, G.** (2016). Green architecture: A concept of sustainability. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 216, 778–787.

- Rao, P. A., Rahman, M. M., & Duraman, S. B.** (2025). Adopting circular economy in construction: A review. *Frontiers in Built Environment*, 11, 1519219. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2025.1519219>
- Rapoport, A.** (1969). *House Form and Culture*. Prentice-Hall
- Rapoport, A.** (2004). *Kültür ve Ev Biçimi* (H. Tümertekin, Çev.). İstanbul: YEM Yayınları.
- Raworth, K.** (2019). *Simit ekonomisi: 21. yüzyıl iktisatçısı gibi düşünmenin yedi yolu* (Çev. Akın Emre Pilgir). İstanbul: Tellekt Yayınevi.
- ReDO Reuse Development Organization.** (2022). “The loading dock”, <http://loadingdock.org/reDO/index.htm>
- Reed, R., Bilos, A., Wilkinson, S., & Schulte, K.** (2009). International comparison of sustainable rating tools. *Journal of Sustainable Real Estate*.
- Richter, J. L.** (2019). *Towards a Circular Economy with Environmental Product Policy: Considering dynamics in closing and slowing material loops for lighting products*.
- Rizos, V., Behrens, A., Kafyeke, T., Hirschnitz-Garbers, M., & Ioannou, A.** (2016). Implementation of circular economy business models by small and medium-sized enterprises (SMEs): Barriers and enablers. *Sustainability*, 8(11), 1212. <https://doi.org/10.3390/su8111212>.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., ... & Foley, J. A.** (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461.
- Rodrik, D** (2019). Industrial development: Some stylized facts and policy directions. industrial development for the 21st century. *Sustainable Development Perspectives*, 7-28.
- Rogers, A.D., Sumaila, U.R., Hussain, S.S. & Baulcomb, C.** (2014). The high seas and US: Understanding the value of high-seas ecosystems. *Global Ocean Commission*, 2-21.
- Rogers, R., & Gumuchdjan, P.** (2008). *Cities for a Small Planet*. Faber & Faber
- Roös, P. B.** (2021). *Regenerative-Adaptive Design for Sustainable Development*. Cham: Springer .
- Rossi, A.** (1982). *The Architecture of the City*. Cambridge: MIT Press (Türkçesi: *Şehrin Mimarisi*).
- Roth, L. M.** (2000). *Mimarlığın Öyküsü: Ögeler, Tarih ve Anlam* (E. Akça, Çev.). İstanbul: Kabalcı Yayınevi (Orijinal eser: Understanding Architecture).
- Ruuska, A., & Mäkinen, M.** (2019). Equation for zero emissions-achieving carbon-neutrality in building sector. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 297(1), 012028. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:202910573>.
- Şahin, U.** (2023). *Exploring the enablers and barriers of circular economy and blockchain adoption in the construction industry*. Orta Doğu Teknik Üniversitesi.

- Salgın, B., Ulucak, R., Akgün, A., Akdemir, B., Agyekum, K., & Amudjie, J.** (2025). Awareness, perceived importance, and implementation of circular economy principles: Insights from Turkish construction sector. *Journal of Environmental Management*.
- Sapmaz Veral, E.** (2021). Döngüsel Ekonomi: Engeller, Stratejiler ve İş Modelleri. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 8(1), 7-18.
- Sauvé, S., Bernard, S. & Sloan, P.** (2016). Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. *Environmental Development*, 17: 48-56.
- Savaş, H., ve Kömürlü, R.** (2022). Yeşil bina sertifika sistemlerinden LEED sertifikasının endüstri yapılarında incelenmesi. *Mimarlık ve Yaşam*, 7(3), 981–994.
- Sayın, F.** (2020). Giriş yerine: Döngüsel ekonomiye doğru. In F. Sayın (Ed.), *Döngüsel ekonomi – Makro ve mikro incelemeler* (pp. 1–15). Nobel Akademik Yayıncılık.
- Sayın, F.** (2022). Döngüsel ekonomi yaklaşımında insani gelişmenin atık yönetimi üzerindeki etkilerinin incelenmesi: Avrupa Birliği ülkeleri için dinamik panel veri analiz bulguları, *İzmir İktisat Dergisi*, 37(3), 673-685.
- Sayın, F., ve Çelik, O.** (2020). Döngüsel ekonomi perspektifinde eko-inovasyon: Türkiye ve Avrupa Birliği ülkeleri karşılaştırmalı analizi. In G. Muratoğlu (Ed.), *Ekonomik ve teknolojik değişim sürecinde inovasyon* (pp. 523–556). Gazi Kitabevi.
- Scholaert, F., Margaras, V., Pape, M., Wilson, A. & Kloecker, C. A.** (2020). *The blue economy: overview and EU policy framework*. European Parliament.
- Schweber, L.** (2013). The effect of BREEAM on clients and construction professionals. *Building Research & Information*, 41(2), 129–145. <https://doi.org/10.1080/09613218.2013.768495>
- Scrivener, K. L., John, V. M., & Gartner, E. M.** (2018). Eco-efficient cements: Potential economically viable solutions for a low-CO₂ cement-based materials industry. *Cement and Concrete Research*, 114, 2–26.
- Seliger, G.** (2007). *Sustainability in manufacturing: recovery of resources in product and material cycles*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Serbest Yenidünya, S., ve Limoncu, S.** (2020). Bina Yenileme Uygulamaları için Sürdürülebilirlik Ölçütlerinin Belirlenmesi: Sistemik Literatür Taraması ve Meta Analizi. *Megaron*, 15(2), 270-284.
- Sertyeşilşık, B., Deniz, U., ve Kılınç, O.** (2010). Türkiye’deki inşaat firmalarının sürdürülebilirliğe yaklaşımları ve farkındalıkları. *1. Proje ve Yapım Yönetimi Kongresi*, 201-213. 29 Eylül - 1 Ekim, ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara.
- Sev, A.** (2009). *Sürdürülebilir mimarlık*. YEM Yayın.
- Shrivastava & Zsolnai.** (2018). *Restart Sustainable Business Model Innovation*, Palgrave Studies in Sustainable Business In Association with Future Earth.

- Sıfır Atık Yönetmeliği.** (2019, 12 Temmuz). T.C. Resmi Gazete (Sayı: 30829).
- Sıfır Atık.** (2023). Sıfır Atık ile geri kazanım oranı %30,13'e ulaştı (Erişim tarihi: 12.08.2024), <https://sifiratik.gov.tr/kutuphane/haberler/sifir-atik-ile-gerikazanim-orani-30-13-e-ulasti>.
- Sillanpää, M., & Ncibi, C.** (2019). *The Circular Economy: Case Studies About the Transition from the Linear Economy*. London: Academic Press.
- Silver, J. J., Gray, N. J., Campbell, L. M., Fairbanks, L. W., & Gruby, R. L.** (2015). Blue economy and competing discourses in international oceans governance. *Journal of Environment and Development*.
- Şimşek, E. P.** (2012). *Sürdürülebilirlik bağlamında yeşil bina olma kriterleri: Kağıthane Ofisproje Projesi örneği* (Tez No. 323653) (Yüksek lisans tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. YÖK Tez Merkezi.
- Sivri, H.** (1993). *Fiziksel ve mekânsal çevrenin çocuk davranışına ve gelişimine etkileri, çocuk için oluşturulacak çevrelerde tasarım verilerinin saptanması* (Doktora tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sodiq, A., Baloch, A. A. B., Khan, S. A., Sezer, N., Mahmoud, S., Jama, M., & Abdelaal, A.** (2019). Towards modern sustainable cities: Review of sustainability principles and trends. *Journal of Cleaner Production*, 227, 972-1001.
- Stahel, W. R.** (1986). Product Life as a Variable: The Notion of Utilization. *Science and Public Policy*, 13(4), s. 185–193.
- Stahel, W. R.** (2016). The circular economy. *Nature*, 531(7595), 435-438.
- Stocker, T.** (2014). *Climate change 2013: the physical science basis: Working Group I contribution to the Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Su, B., Heshmati, A., Geng, Y., & Yu, X.** (2013). A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, 42, 215-227.
- Sur, Y.** (2020). BİM ve akıllı konut teknolojilerinin konut yenileme projelerinde kullanımına sürdürülebilirlik bağlamında yaklaşım. *Yapı Bilgi Modelleme*, 2(2), 66–78.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.** (2012). *İklim değişikliği ulusal eylem planı 2011–2023*.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.** (2017). *Sürdürülebilir Tüketim ve Üretim Ulusal Eylem Planı (2017-2023)*. Ankara.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.** (2022). *Türkiye'nin Döngüsel Ekonomiye Geçiş Potansiyelinin Değerlendirilmesi için Teknik Destek Projesi*. DAI Global Austria GmbH & Co KG.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.** (2022). *Ulusal Yeşil Sertifika Sistemi (YeS-TR) Uygulama Kılavuzu*. Ankara: Mesleki Hizmetler Genel Müdürlüğü Yayınları.

- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.** (2023). *Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı 2023*. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.** (2024). *Türkiye'nin Döngüsel Ekonomiye Geçiş Potansiyelinin Değerlendirilmesi için Teknik Destek Projesi (DEEP)*. Ankara: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.** (2019). *Sıfır Atık Yönetmeliği*. T.C. Çevre,Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.
- T.C. Dışişleri Bakanlığı Avrupa Birliği Başkanlığı.** (2009). *Türkiye-AB Katılım Müzakereleri: Çevre Faslı*. Ankara.
- Taşçı, B. G.** (2014). *Çocuk-mimarlık çalışmalarının değerlendirilmesi ve ilköğretim için yapıli çevre eğitim programı önerisi (Sosyal Bilgiler Dersi için)* (Yüksek lisans tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi. Erişim No: 374165.
- Tekeli, İ.** (2009). *Akılcı Planlamadan Bir Demokrasi Projesi Olarak Planlamaya*. İstanbul: Tarih Vakfı Yurt Yayınları.
- Tekeli, İ.** (2011). *Kent, Kentli Hakları, Kentleşme ve Kentsel Dönüşüm*. İstanbul: Tarih Vakfı Yurt Yayınları.
- Temesgen, A., Storsletten, V., & Jakobsen, S.** (2019). Circular Economy – Reducing Symptoms or Radical Change? *Philosophy of Management*, 20, s. 37–56.
- Topraklı, A. Y.** (2024). Enabling circularity in Turkish construction: A case of BIM-based material management utilizing material passports. *Smart and Sustainable Built Environment*. <https://doi.org/10.1108/SASBE-05-2024-0199>
- Tosun, K. E.** (2017). Sürdürülebilirlik Bağlamında Ekolojik Kent Söylemi, *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17,4, 169-189.
- Toxopeus, M. E., De Koeijer, B. L. A., & Meij, A. G. G. H.** (2015). Cradle to Cradle: Effective vision vs. efficient practice? *Procedia CIRP*, 29, 384–389. <https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/15053582/cradle.pdf>
- Tuan, Y. F.** (1977). *Space and Place: The Perspective of Experience*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Tuğaç, Ç.** (2025). Türkiye’de Konut Hakkının Gerçekleştirilmesinde Yenilikçi Bir Çözüm: Yeşil Konutlar. *İnsan ve İnsan*, 12(39), 91-110.
- Tukker, A.** (2015). Product services for a resource-efficient and circular economy – a review. *Journal of Cleaner Production*, 97, 76-91.
- Tuladhar, A., Iatridis, K., & Dimov, D.** (2021). History and Evolution of the Circular Economy and Circular Economy Business Models. A. Stefanakis, & I. Nikolaou (Dü) içinde, *Circular Economy and Sustainability: Management and Policy* (s. 87-106). Amsterdam: Elsevier.
- Türkeş, M., ve Ecmel, E.** (2018). *Aşırı hava ve iklim olaylarında dünya ve Türkiye’de gözlenen değişiklik ve eğilimlerin bilimsel bir değerlendirmesi*. İklim Değişikliği ve Yeşil Boyut: Yeşil Ekonomi ve Yeşil Büyüme (Ed. Meltem Ucal), pp5-38. ISBN, 978-605.

- Türkmen, C.** (2022). Kitap kritiği: Kate Raworth, simit ekonomisi: 21.yüzyıl iktisatçısı gibi düşünmenin yedi yolu. *Review Journal of Business and Trade (JOINBAT)*, 3(2), 163-168.
- Üçok, B.** (2020). *Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi Perspektifinden Döngüsel Ekonomi*. (Yüksek lisans tezi), Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Uğur, L. O., & Leblebici, N.** (2019). LEED sertifikalı yeşil binalarda enerji ve su tasarrufundan sağlanan faydaların taşınmaz değerine etkilerinin incelenmesi. *Teknik Dergi*, 30(1), 8753-8776.
- Ulutaş, F.** (2011). *Endüstriyel Ekoloji. Ankara: Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları - VI.*
- UN DESA, (United Nations Department of Economic and Social Affairs).** (2013). World Economic and Social Survey, *Sustainable Development Challenges*.
- UNCSD.** (2012). *Blue Economy Concept Paper*. Rio+20 United Nations Conference on Sustainable Development.
- UNEP.** (2009). *Global Green New Deal: Policy Brief*.
- UNEP.** (2010a). *Green economy*. <https://www.unep.org/regions/asia-and-pacific/regional-initiatives/supporting-resource-efficiency/green-economy>
- UNEP.** (2010b). *Green economy developing countries success stories*. Green Economy. Developing Countries Success Stories.
- UNEP.** (2020). *Emissions Gap Report 2020*.
- UNFCCC.** (2021). *Biyoçeşitlilik*. <https://www4.unfccc.int/sites/NWPStaging/Pages/Biodiversity.aspx>.
- UN-HABITAT III, (United Nations Conference on Housing and Sustainable Urban Development).** (2017). *New Urban Agenda*, New York
- UN-Habitat.** (2020). *World Cities Report 2020: The Value of Sustainable Urbanization*. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs (UN DESA).** (2018). *2018 Revision of World Urbanization Prospects*.
- Upadhayay, S. & Alqassimi, O.** (2019). Transition from linear to circular economy. *Westcliff International Journal of Applied Research*, 2(2), 62-74.
- Uruk, Z. F., ve İslamoğlu, A. K. K.** (2019). Breeam, Leed ve DGNB yeşil bina sertifikasyon sistemlerinin standart bir konutta karşılaştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (15), 143–154.
- USGBC.** (2019). *LEED v4.1 Building Design and Construction Guide*. Washington, DC: U.S. Green Building Council.
- Vahle, T., Potocnik, J., & Stuchtey, M.** (2023). Circular Economy through a System Changelens. H. Lehmann, C. Hinske, V. de Margerie, & S. NikolovaAneta (Dü) içinde, *The Impossibilities of the Circular Economy: Separating Aspirations from Reality* (s. 245-259). Oxon: Routledge.

- Van Kamp, I., Leidelmeijer, K., Marsman, G., & De Hollander, A.** (2003). Urban environ mental quality and human well-being: towards a conceptual framework and demar cation of concepts; a literature study. *Landscape and Urban Planning*, 65, 1, 5-18.
- Varol, T.** (2019). *Sürdürülebilir Kentsel Gelişme Bağlamında Katılımcılık: Gaziantep Büyükşehir Belediyesi Örneği*, (Yüksek lisans tezi), Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sosyal Çevre Bilimleri ABD, s. 249.
- Vatieri, C., Cirillo, T., & Esposito, F.** (2025). Waste to Worth: Bioplastic Synthesis from Lignocellulosic Food Waste in the Age of the Circular Bioeconomy. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1698348>
- Volk, R., Stengel, J., & Schultmann, F.** (2014). Building Information Modeling (BIM) for existing buildings—Literature review and future needs. *Automation in construction*, 38, 109-127.
- Voyer, M., Quirk, G., McIlgorm, A. & Azmi, K.** (2018). Shades of blue: What do competing interpretations of the blue economy mean for oceans governance? *Journal of Environmental Policy & Planning*, 20(5), 595-616.
- Vyas, N., & Slaughter, N.** (2009). Systems Thinking: Seven Reasons Why It Is Good for You and Everything Else. *Research Journal*, 1(2), s. 37-52.
- Wang, N., Phelan, P. E., Harris, C., Langevin, J., Nelson, B., & Sawyer, K.** (2018). Past visions, current trends, and future context: A review of building energy, carbon, and sustainability. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 976-993.
- Wastling, T., Charnley, F., & Moreno, M.** (2018). Design for circular behaviour: Considering users in a circular economy. *Sustainability*, 10(6), 1743.
- Watson, D., & Labs, K.** (2023). *Climatic design: Energy-efficient building principles and practices* (Updated ed.). McGraw-Hill Education.
- Weetman, C.** (2019). *Circular economy vs. Linear Economy*.
- Wheeler, S.** (2004). *Planning for Sustainability: Toward Livable, Equitable and Ecological Communities*, Londra - New York: Routledge Publishing, p.66-84.
- Wilts, H., & Berg, H.** (2017). *The Digital Circular Economy: Can the Digital Transformation Pave the Way for Resource-Efficient Material Cycles?*. Wuppertal Institute.
- World Business Council for Sustainable Development (WBCSD).** (2006). *Eco-efficiency Learning Module*.
- World Commission on Environment and Development (WCED).** (1987). *Our Common Future* (Brundtland Report). Oxford: Oxford University Press.

- Yalçın, Ö., ve Negiz, N.** (2021). Türkiye’de kentsel dönüşüm uygulamalarının döngüsel ekonomik yaklaşım çerçevesinde değerlendirilmesi: Antalya örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (40), 210–234.
- Yeheyis, M., Hewage, K., Alam, M. S., Eskicioglu, C., & Sadiq, R.** (2013). An overview of construction and demolition waste management in Canada: a lifecycle analysis approach to sustainability. *Clean technologies and environmental policy*, 15, 81-91.
- Yeldan, E., Sevil, A., & Atasoy, B.** (2020). *Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Türkiye Ekonomisine Etkileri*. TÜSİAD Raporu.
- Yıldız, B.** (2019). *Döngüsel Ekonomi ve Sürdürülebilirlik*. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi).
- Yıldız, Ş.** (2019). *Sürdürülebilir kalkınma anlayışı kapsamında döngüsel ekonomi yaklaşımı: Atık yönetimi ve sıfır atık*. E. E. Başar vd (Ed.), *Sürdürülebilirlik: Ekonomik ve sosyal eğilimler içinde* (ss. 83-98). Ankara: İmaj Yayınevi.
- Yılmaz, B., & Balyemez, S.** (2020). Türkiye’de Yeşil Bina Değerlendirme Sistemleri: B.E.S.T. Konut Sertifikası Örneği. *İnşaat Teknolojileri Dergisi*, 6(1), 32–47.
- Yılmaz, E., ve Balyemez, S.** (2020). Türkiye’de yeşil bina sertifikasyon sistemleri. *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 15(57), 1–18.
- Yılmaz, G.** (2022). *Döngüsel ekonomiye geçişte kaynak verimliliği ve AB örneği*. (Doktora tezi), İstanbul Üniversitesi. YÖK Ulusal Tez Merkezi Veri Tabanı.
- Yılmaz, M., & Bakış, R.** (2015). Sustainability in Construction Sector in Turkey. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, 2033–2040. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.263>
- Yuan, H., Shen, L., Hao, J. J., & Lu, W.** (2011). A model for cost–benefit analysis of construction and demolition waste management throughout the waste chain. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(6), 604–612. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.06.004>
- Zhijun, F., & Nailing, Y.** (2007). Putting a circular economy into practice in China. *Sustainability Science*, 2(1): 95-101.
- Zorpas, A. A.** (2020). Strategy development in the framework of waste management. *Science of The Total Environment*, 716, 137088. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137088>.



EKLER

EK A: Anket

EK B: Anket Sorularının Kaynakları





EK A: Anket

◆ **Bölüm 1: Genel Bilgiler**

1. Cinsiyet:

Kadın erkek diğer

2. Mesleğiniz nedir?

- ☐ Mimar
- ☐ İnşaat Mühendisi
- ☐ Şehir Plancısı
- ☐ Çevre Mühendisi
- ☐ Müteahhit
- ☐ Proje ve İnşaat Yöneticisi
- ☐ Diğer (Lütfen belirtiniz): _____

3. İnşaat sektöründe kaç yıllık deneyiminiz var?

- ☐ 5 yıldan az
- ☐ 5–10 yıl
- ☐ 11–20 yıl
- ☐ 20 yıldan fazla

4. Çalıştığınız firmanın büyüklüğü nedir?

- ☐ Küçük ölçekli (1-50 çalışan)
- ☐ Orta ölçekli (51-250 çalışan)
- ☐ Büyük ölçekli (250+ çalışan)

5. Hangi tür bir kurumda çalışıyorsunuz?

- ☐ Özel Şirket
- ☐ Kamu Kurumu
- ☐ STK / Araştırma Enstitüsü
- ☐ Serbest çalışan / Kendi işini yapan
- ☐ Diğer (Lütfen belirtiniz): _____

6. Çalıştığınız firma ağırlıklı olarak hangi alanda faaliyet göstermektedir?

- ☐ Yüklenici firma (Müteahhitlik ve inşaat uygulamaları)
- ☐ Tasarım firması (Mimari, mühendislik, planlama)
- ☐ Hem yüklenici hem de tasarım hizmeti sunan firma
- ☐ Diğer (Lütfen belirtiniz): _____

◆ **Bölüm 2: Döngüsel Ekonomi Farkındalığı ve Uygulama Durumu**

7. Aşağıdaki yeşil bina değerlendirme sistemlerinden hangilerini biliyorsunuz? (Birden fazla seçebilirsiniz.)

- ☐ BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) - İngiltere
- ☐ LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) - ABD
- ☐ B.E.S.T. Konut Sertifikası - Türkiye
- ☐ YES-TR (Binalar ve Yerleşmeler için Yeşil Sertifika) - Türkiye
- ☐ Hiçbirini bilmiyorum

8. Aşağıdaki hangi yeşil bina değerlendirme sistemlerine göre geliştirilen projelerde yer aldınız?

- ☐ BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) - İngiltere
- ☐ LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) - ABD
- ☐ B.E.S.T. Konut Sertifikası - Türkiye
- ☐ YES-TR (Yeşil ve Sürdürülebilir Bina Değerlendirme Sistemi) - Türkiye
- ☐ Hiçbirini bilmiyorum

9. Bu anketten önce, inşaat sektöründe Döngüsel Ekonomi kavramı hakkında ne kadar bilgi sahibiydiniz?

- ☐ Hiç duymadım
- ☐ Duymuştum ama fazla bilgim yok
- ☐ Biraz bilgiliyim
- ☐ Oldukça bilgiliyim
- ☐ Uzman seviyesindeyim

10. Türkiye’de inşaat firmalarının döngüsel ekonomi prensiplerini ne kadar uyguladığını düşünüyorsunuz?

- ☐ Hiç uygulanmıyor
- ☐ Çok nadir uygulanıyor
- ☐ Bazen uygulanıyor
- ☐ Sıkça uygulanıyor
- ☐ Standart hale gelmiş durumda

11. Döngüsellik göz önünde bulundurularak tasarlanmış herhangi bir ürün veya hizmetten haberdarım.

- ☐ Evet
- ☐ Hayır
- ☐ Emin değilim

◆ **Bölüm 3: 9R Stratejileri Bilgi ve Uygulama Düzeyi**

12. Aşağıdaki 9R stratejilerinden hangilerini biliyorsunuz? (Kişisel bilgi düzeyinizi işaretleyiniz.) (Birden fazla seçebilirsiniz.)

- ☐ Refuse (Reddet)
- ☐ Rethink (Yeniden Düşün)
- ☐ Reduce (Azalt)
- ☐ Reuse (Yeniden Kullan)
- ☐ Repair (Onar)
- ☐ Refurbish (Yenile)
- ☐ Remanufacture (Yeniden Üret)
- ☐ Repurpose (Farklı Amaçla Kullan)
- ☐ Recycle (Geri Dönüştür)
- ☐ Recover (Geri Kazan)

13. Çalıştığınız firma projelerinde aşağıdaki 9R stratejilerinden hangileri aktif olarak uygulanmaktadır? (Birden fazla seçebilirsiniz.)

- ☐ Refuse (Reddet)
- ☐ Rethink (Yeniden Düşün)
- ☐ Reduce (Azalt)
- ☐ Reuse (Yeniden Kullan)
- ☐ Repair (Onar)
- ☐ Refurbish (Yenile)
- ☐ Remanufacture (Yeniden Üret)
- ☐ Repurpose (Farklı Amaçla Kullan)
- ☐ Recycle (Geri Dönüştür)
- ☐ Recover (Geri Kazan)
- ☐ Hiçbiri uygulanmıyor

◆ **Bölüm 4: Döngüsel Ekonomi Prensiplerinin Uygulama Aşamaları**

14. Sizce Türkiye’de döngüsel ekonomi prensipleri hangi aşamalarda en çok uygulanmaktadır? (Birden fazla seçebilirsiniz.)

- ☐ Tasarım aşaması
- ☐ İnşaat aşaması
- ☐ Kullanım ve bakım aşaması
- ☐ Yıkım ve malzeme geri kazanımı
- ☐ Hiçbir aşamada uygulanmamaktadır

15. Döngüsel ekonomi prensiplerini bina yaşam döngüsünün hangi aşamasında uyguluyorsunuz? (Birden fazla seçebilirsiniz.)

- ☐ Tasarım aşaması
- ☐ İnşaat aşaması
- ☐ Kullanım ve bakım aşaması
- ☐ Yıkım ve malzeme geri kazanımı
- ☐ Hiç uygulamadım

16. Bir önceki 10. Soruya yanıtınızda uyguladığınızı belirttiyseniz uyguladığınız döngüsel ekonomi prensibi ile ilgili detaylı açıklama yapabilir misiniz?

◆ **Bölüm 5: Döngüsel Ekonominin Fırsatları ve Teşvik Edici Unsurlar**

17. Sizce döngüsel ekonomi prensiplerinin benimsenmesini hızlandırmak için en etkili çözümler nelerdir? (En fazla 3 seçenek seçiniz.)

- ☐ Devlet teşvikleri ve sübvansiyonlar
- ☐ Daha sıkı çevresel düzenlemeler
- ☐ Endüstri standartları ve sertifikalar
- ☐ Profesyoneller için eğitim ve bilinçlendirme programları
- ☐ Malzeme ve ürünlerin geri dönüşümünü destekleyen altyapılar
- Diğer (lütfen belirtin) _____

18. Eğer yeterli finansal destek ve eğitim sağlanırsa, gelecekte projelerinizde döngüsel ekonomi prensiplerini uygulamayı düşünür müsünüz?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır
- ☐ Emin değilim

◆ **Bölüm 6: Döngüsel Ekonomiye Geçişte Engeller**

19. Sizce Türkiye’de döngüsel ekonomi prensiplerinin inşaat sektöründe benimsenmesini engelleyen en büyük zorluklar nelerdir? (En fazla 3 seçenek seçiniz.)

- ☐ Yüksek ilk yatırım maliyetleri
- ☐ Vergi teşviklerinin yetersizliği
- ☐ Yasal düzenlemelerin eksikliği
- ☐ Döngüsel malzeme tedarikinde yaşanan sorunlar
- ☐ Teknolojik altyapı eksiklikleri
- ☐ Sektörde değişime karşı direnç
- ☐ Profesyonellerin konu hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması
- ☐ Kullanıcı / müşteri taleplerinin düşük olması
- ☐ Diğer (Lütfen belirtiniz): _____

20. Projelerinizde döngüsel ekonomi prensiplerini uygulamanızın önündeki en büyük engel nedir?

◆ **Bölüm 7: Gelecek Perspektifleri ve Eğitim İhtiyaçları**

21. Önümüzdeki 10 yıl içinde Türkiye'nin inşaat sektöründe döngüsel ekonomi prensiplerinin yaygın bir uygulama haline geleceğini düşünüyor musunuz?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır
- ☐ Emin değilim

22. Döngüsel ekonomi prensipleri hakkında eğitim veya rehberlik almak ister misiniz?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

23. Döngüsel ekonominin inşaat sektörüne entegrasyonu hakkında ek yorumlarınız veya önerileriniz var mı?

EK B: Anket Sorularının Kaynakları**Çizelge B.1: Demografik sorular için literatür kaynakçası**

Anket Sorusu	Değişken	Tezdeki Kaynak	Yeni Akademik Kaynak (2024-2025)	Bibliyografik Format
Soru 3 Eğitim düzeyiniz	Eğitim Düzeyi	-	Deniz, Ö. Ş., & Oğuz, Z. M. (2025)	Deniz, Ö. Ş., & Oğuz, Z. M. (2025). Analyzing the knowledge and attitudes of architects in Türkiye on circular economy in the built environment. <i>Journal of Sustainable Construction Materials and Technologies</i> , 10(1), 79–92.
Soru 5 Çalıştığınız firmanın büyüklüğü nedir?	Firma Büyüklüğü	Rizos et al. (2016)	El Hafiane, F. Z., et al. (2025)	El Hafiane, F. Z., Hamedani, S. S., Hamedani, S. S., & Aslam, S. (2025). Advancing the circular economy in construction through circular business models. <i>Frontiers in Built Environment</i> , 11, 1629769.
Mesleki Rolünüz	Mesleki Rol	-	Oke, A. E., et al. (2025); Amudjie, J., et al. (2023)	Oke, A. E., Aliu, J., & Atayero, A. (2025). Circular economy principles in the Nigerian construction industry: awareness and usage. <i>Smart and Sustainable Built Environment</i> .

Çizelge B.2: Sertifikasyon ve malzeme soruları için literatür kaynakçası

Anket Sorusu	Odak Noktası	Kaynak
Soru 10, 11	Yeşil Bina Sertifikaları (LEED, YES-TR vb.)	Erdede, S. B., & Bektaş, S. (2014); Anbarcı, M., et al. (2012) Cenk, Z. K., et al. (2024)
Soru 9, 12	Malzeme Seçimi ve Etiketleme	EPA (2024); Marzani, T., et al. (2025)

Çizelge B.3: 9R stratejileri soruları için literatür kaynakçası

Anket Sorusu	9R Stratejisi	Kaynak
Soru 17	9R Bilgi Düzeyi	Kirchherr, J., et al. (2017) Rao, A., et al. (2025).
Soru 18	9R Uygulama Düzeyi	Salgın, B., et al. (2025); Amudjie, J., et al. (2023), Amudjie, J., et al. (2023).

Çizelge B.4: Yaşam döngüsü soruları için literatür kaynakçası

Anket Sorusu	Odak Noktası	Tezdeki Kaynak
Soru 19, 20	Yaşam Döngüsü Aşamaları	Pomponi & Moncaster (2017); Ghisellini et al. (2016) Topraklı, Y. (2024). Enabling circularity in Turkish construction: a framework for integrating Material Passports and BIM. <i>Construction Innovation</i> . D'Silva, G., et al. (2023). Life Cycle Assessment of a Building in Dubai: A Case Study for Decision Making. <i>Sustainability</i> , 15, 1234.
Soru 21	Uygulama Detayları (Açık Uçlu)	McDonough & Braungart (2002)

Çizelge B.5: Engeller ve çözümler soruları için literatür kaynakçası

Anket Sorusu	Konu Başlığı	Kaynak
Soru 16, 24	Engeller (Maliyet, Mevzuat)	Kirchherr et al. (2018); Rizos et al. (2016)
Soru 14, 22	Çözümler ve Teşvikler	Ellen MacArthur Foundation (2013)

ÖZGEÇMİŞ

- **Ad-Soyad: Shahın Davut**

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans: 2019, University of Mazandaran, Mimarlık**
- **Yüksek Lisans: 2026, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık, Proje ve Yapım Yönetimi**

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- **2023-2024 Smart group Plastik Sanayi’de Proje yöneticisi olarak Çalıştı**
- **2025-2026 Pergas danışmanlık ve İnşaat şirketinde Mimar olarak görev yapmaktadır.**

