T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİNA SEKTÖRÜNDE DÖNGÜSEL EKONOMİNİN BENİMSENMESİNDE ETKİLİ OLAN ENGELLER VE İTİCİ GÜÇLERİN İRDELENMESİ

Selimhan SEVİNDİK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimarlık Anabilim Dalı

Yapı Fiziği Programı

Danışman

Doç. Dr. Suzi Dilara MANGAN

Haziran, 2025

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİNA SEKTÖRÜNDE DÖNGÜSEL EKONOMİNİN BENİMSENMESİNDE ETKİLİ OLAN ENGELLER VE İTİCİ GÜÇLERİN İRDELENMESİ

Selimhan SEVİNDİK tarafından hazırlanan tez çalışması 20.06.2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Fiziği Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Suzi Dilara MANGAN
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Suzi Dilara MANGAN, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Doç. Dr. Şensin YAĞMUR, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Doç. Dr. Saniye KARAMAN ÖZTAŞ, Üye
Gebze Teknik Üniversitesi _____

Danışmanım Doç. Dr. Suzi Dilara MANGAN sorumluluğunda tarafımca hazırlanan "Bina Sektöründe Döngüsel Ekonominin Benimsenmesinde Etkili Olan Engeller ve İtici Güçlerin İrdelenmesi" başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Selimhan SEVİNDİK



Aileme,

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli katkılarıyla beni yönlendiren, başta danışman hocam Doç. Dr. Suzi Dilara Mangan olmak üzere tüm hocalarıma teşekkürlerimi sunarım. Anket çalışmasına katılarak katkı sağlayan tüm katılımcılara, eğitimim süresince beni her zaman destekleyen ve yanımda olan aileme çok teşekkür ederim.

Selimhan SEVİNDİK

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ vii

KISALTMA LİSTESİ viii

ŞEKİL LİSTESİ ix

TABLO LİSTESİ xi

ÖZET xii

ABSTRACT xiv

1 GİRİŞ 1

1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı 3

1.2 Yöntem 4

2 BİNA SEKTÖRÜ VE DÖNGÜSEL EKONOMİ 6

2.1 Lineer Ekonomi ve Döngüsel Ekonomi Yaklaşımları 7

2.2 Bina Sektöründe Döngüsel Ekonomi Yaklaşımı 10

2.3 Bina Sektöründe Döngüsel Ekonominin Benimsenmesinde Uygulama Ölçeklerinin Etkisi 15

2.4 Bina Sektöründe Döngüsel Ekonominin Benimsenmesinde Karar Vericilerin Etkisi 22

2.5 Bina Sektöründe Döngüsel Ekonominin Benimsenmesinde Araç ve Standartların Etkisi 23

3 BİNA SEKTÖRÜNDE DÖNGÜSEL EKONOMİNİN BENİMSENMESİNDE ETKİLİ OLAN ENGELLER VE İTİCİ GÜÇLERİN İRDELENMESİ 26

3.1 Sistematik Literatür Taramasının (SLT) Yapılması 26

3.1.1 SLT Kapsamında Engeller ve İtici Güçlerin Değerlendirilmesi 31

3.1.2 SLT Kapsamında Uygulama Ölçekleri ve Karar Vericilerin Değerlendirilmesi 39

3.2 Anket Çalışmasının Gerçekleştirilmesi 40

3.2.1 Anket Çalışmasına İlişkin Bulgular 45

4 SONUÇ **64**

KAYNAKÇA **70**

A ANKET İÇERİĞİ **80**

B ETİK KURUL ONAYI **86**

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR **87**

SİMGE LİSTESİ

$GtCO_2$	Gigaton Karbondioksit
CO_2	Karbondioksit
°C	Santigrat Derece

KISALTMA LİSTESİ

BIM	Building Information Modelling - Yapı Bilgi Modellemesi
COP	Conference of the Parties - Taraflar Konferansı
C2C	Cradle to Cradle Certified - Beşikten Beşiğe Sertifikası
DDC	Digital Deconstruction
DEMATEL	Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory - Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı
EMF	Ellen MacArthur Foundation
EPD	Environmental Product Declaration - Çevresel Ürün Beyanı
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change - Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
ISO	International Organization for Standardization - Uluslararası Standartlar Örgütü
LCA	Life Cycle Assessment
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses - Sistematik Derleme ve Meta-Analizler için Tercih Edilen Raporlama Öğeleri
3R	Reduce, Reuse, Recycle – Azalt, Yeniden Kullan, Geri Dönüştür
SLT	Sistematik Literatür Taraması
UNEP	United Nations Environment Programme - Birleşmiş Milletler Çevre Programı
WOS	Web of Science
YDD	Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Binaların 2021 yılı küresel enerji tüketimine bağlı CO_2 salımları, binaların kullanım enerjisine dayalı CO_2 salımları **6**

Şekil 2.2 Lineer ve döngüsel ekonomi yaklaşımları **8**

Şekil 2.3 Ellen MacArthur Foundation (2021b) tarafından geliştirilen sistem diyagramının basitleştirilmiş versiyonu **10**

Şekil 2.4 Bina yaşam döngüsü evreleri **11**

Şekil 2.5 Binalarda tasarım evrelerinin etki düzeyleri **12**

Şekil 2.6 YDD strüktürü **13**

Şekil 2.7 Binalarda YDD yöntemleri **14**

Şekil 2.8 Yapılı çevreye ilişkin farklı uygulama ölçekleri **15**

Şekil 2.9 Mevcut yapıların sökülebilirliği, malzemelerin depolanması ve yeni yapılarda kullanılması **17**

Şekil 2.10 Döngüsel konut iyileştirme ilkeleri: Modüler, uyarlanabilirlik ve dönüştürülebilirlik **18**

Şekil 2.11 The New Makers döngüsel sosyal konut projesi **19**

Şekil 2.12 BioBuild prefabrik cephe paneli sistemi **20**

Şekil 2.13 People's Pavilion projesi, projede kullanılan yapı malzemeleri **21**

Şekil 2.14 Bina yaşam döngüsü evrelerinde etkili olan karar vericiler **22**

Şekil 2.15 Yapı bilgi modellemesi döngüselliği **24**

Şekil 3.1 SLT kapsamında izlenilen iş akışı **28**

Şekil 3.2 Çalışmaların yıllara göre dağılımı **29**

Şekil 3.3 Çalışmaların ülkelere göre dağılımı **29**

Şekil 3.4 Çalışmaların konu alanlarına göre dağılımı **29**

Şekil 3.5 Katılımcıların yaş ve cinsiyet dağılımları **45**

Şekil 3.6 Katılımcıların eğitim seviyeleri, meslekleri ve mesleki deneyim sürelerine ilişkin dağılımlar **46**

Şekil 3.7 Katılımcıların döngüsel ekonomi dikkate alınarak tasarlanmış bir projede yer alma durumu, döngüsel ekonomi hakkında bilgi sahibi olma durumu **47**

Şekil 3.8 Katılımcıların döngüsel ekonomiye ilişkin mevcut farkındalık düzeylerini derecelendirmesi **47**

Şekil 3.9 Ekonomik engellerin önem düzeylerinin derecelendirilmesine ilişkin bulgular **48**

Şekil 3.10 Farklı meslek gruplarının ekonomik engelleri önem düzeylerine göre derecelendirmesi **49**

Şekil 3.11 Sosyal ve kültürel engellerin önem düzeylerinin derecelendirilmesine ilişkin bulgular **50**

Şekil 3.12 Farklı meslek gruplarının sosyal ve kültürel engelleri önem düzeylerine göre derecelendirmesi **51**

Şekil 3.13 Teknik engellerin önem düzeylerinin derecelendirilmesine ilişkin bulgular **52**

Şekil 3.14 Farklı meslek gruplarının teknik engelleri önem düzeylerine göre derecelendirmesi **53**

Şekil 3.15 Engel kategorilerinin önem düzeylerinin derecelendirilmesine ilişkin bulgular **54**

Şekil 3.16 Farklı meslek gruplarının engel kategorilerini önem düzeylerine göre derecelendirmesi **54**

Şekil 3.17 Engel kategorilerinin önem düzeylerine göre sıralaması **55**

Şekil 3.18 Engel kategorilerinin farklı uygulama ölçekleri için önem düzeylerine göre sıralaması **56**

Şekil 3.19 Bina yaşam döngüsü evrelerinin önem düzeylerine göre sıralaması ... **57**

Şekil 3.20 Karar vericilerin önem düzeylerine göre sıralaması **59**

Şekil 3.21 İtici güçlerin önem düzeylerinin derecelendirilmesine ilişkin bulgular **60**

Şekil 3.22 Farklı meslek gruplarının itici güçleri önem düzeylerine göre derecelendirmesi **62**

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1 SLT kapsamında dikkate alınan anahtar kelimeler **27**

Tablo 3.2 SLT kapsamında belirlenen birincil çalışmalar **31**

Tablo 3.3 Birincil çalışmalar kapsamında dikkate alınan engel ve itici güç sınıflandırmaları **32**

Tablo 3.4 Engel kategorileri ve sayıları **33**

Tablo 3.5 İtici güç kategorileri ve sayıları **37**

Tablo 3.6 Karar verici kategorileri **40**

Tablo 3.7 Uygulama ölçekleri ve yöntemler **41**

ÖZET

Bina Sektöründe Döngüsel Ekonominin Benimsenmesinde Etkili Olan Engeller ve İtici Güçlerin İrdelenmesi

Selimhan SEVİNDİK

Mimarlık Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Suzi Dilara MANGAN

Küresel nüfus artışı ve yüksek yaşam standartlarına dayalı olarak hızla gelişen bina sektörü, küresel çapta karşılaşılan önemli çevre sorunlarının odak noktasında yer almaktadır. Öte yandan, mevcut bina üretim sürecine entegrasyonu sağlanacak pek çok farklı yaklaşım ile bina sektörünün bu sorunların çözümünde de ciddi bir rol oynayacağı açıktır. Bu bağlamda, bina sektöründe benimsenmesi gerekli yaklaşımlardan öne çıkan yaklaşım, azalt, yeniden kullan ve geri dönüştür ilkelerinin esas alındığı döngüsel ekonomi yaklaşımıdır. Kaynakların verimsiz kullanımına sebep olan lineer ekonomi yaklaşımından döngüsel ekonomi yaklaşımına doğru dönüşümün bina sektöründe gerçekleştirilebilmesi için döngüsel ekonominin bina sektörüne entegre edilmesi gereken ölçeğin ve buna bağlı etkin tasarım yöntemlerinin belirlenmesi gibi pek çok hususa ilişkin sektördeki mevcut bilgi ve farkındalık düzeyinin incelenmesi ve beraberinde bu dönüşüm sürecini etkileyen engeller ve itici güçlerin irdelenmesi zorunludur. Dolayısıyla, bu tez çalışması ile döngüsel ekonominin bina sektöründe benimsenmesinde etkili olan engeller ve itici güçlere ilişkin mevcut sınıflandırma sistemleri ve detay

düzeylerinin sistematik literatür taraması yöntemi aracılığıyla değerlendirilmesi ve geliştirilen sınıflandırma önerisine dayalı yürütülen anket çalışması ile Türkiye bağlamında bina sektöründeki farklı karar vericilerin gerek döngüsel ekonomi yaklaşımına gerekse döngüsel ekonominin bina sektöründe benimsenmesinde karşılaşılan engel ve itici güçlere ilişkin mevcut bilgi ve farkındalık düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda hazırlanan tez çalışmasının birinci bölümünde küresel iklim değişikliği ile mücadele kapsamında bina sektörünün potansiyeli değerlendirilmiş olup çalışmanın amaç, kapsam ve yöntemine yer verilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde lineer ekonomi ve döngüsel ekonomi yaklaşımları ele alınmış ve bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde farklı uygulama ölçekleri, karar vericiler ve geliştirilen araç ve standartların etkisi kapsamlı bir şekilde irdelenmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde tez kapsamında dikkate alınan sistematik literatür taraması ve anket çalışmasına dayalı yaklaşım ve izlenilen bu yaklaşım sonucunda da elde edilen bulgular ayrıntılı şekilde sunulmuştur. Çalışmanın son bölümünde ise, elde edilen bulgular özetlenerek ulaşılan genel sonuçlara yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Döngüsel ekonomi, bina sektörü, engeller ve itici güçler, uygulama ölçekleri, karar vericiler

ABSTRACT

An Examination of the Barriers and Drivers Affecting the Adoption of Circular Economy in the Building Sector

Adı SOYADI Selimhan SEVİNDİK

Department of Architecture
Master of Science Thesis

Assoc. Prof. Dr. Suzi Dilara MANGAN

The rapidly developing building sector, driven by global population growth and rising living standards, stands at the center of major environmental challenges worldwide. However, it is clear that the sector can also play a significant role in addressing these issues through the integration of various approaches into current building production processes. In this context, the circular economy - based on the principles of reduce, reuse, and recycle - emerges as a key approach that should be adopted in the building sector. Achieving the transition from the linear economy, which leads to inefficient resource use, to a circular economy in the building sector requires examining the current level of knowledge and awareness in the sector regarding the scale at which circular economy principles should be integrated, as well as the effective design methods to be employed. It is also essential to investigate the barriers and drivers influencing this transformation process. Accordingly, this thesis aims to evaluate existing classification systems and levels of detail related to the barriers and drivers affecting the adoption of the circular economy in the building sector through a systematic literature review, and to determine, via a survey based on the developed classification, the current knowledge and awareness levels of different decision-makers in the Turkish

building sector regarding both the circular economy approach and the barriers and drivers encountered in its adoption.

In line with this aim, the first chapter of the thesis assesses the potential of the building sector in the context of global climate change mitigation and outlines the study's objectives, scope, and methodology. The second chapter discusses linear and circular economy approaches, and comprehensively examines the effects of different implementation scales, decision-makers, and developed tools and standards on the adoption of the circular economy in the building sector. The third chapter presents in detail the methodology based on the systematic literature review and survey conducted within the scope of the thesis, as well as the findings obtained through this approach. The final chapter summarizes the findings and presents the main conclusions reached.

Keywords: Circular economy, building sector, barriers and drivers, scale of implementation, decision makers

1
GİRİŞ

21. yy.'da dünya ülkelerinin en önemli gündem maddelerinden birini, etki düzeyini gittikçe artıran iklim krizi ile mücadele oluşturmaktadır. Bu mücadele kapsamında, sanayileşme öncesi dönemden bugüne küresel sıcaklık artışının 2°C'nin altında tutulmasını ve iklim değişikliğinin geri dönüşü olmayan etkilerini azaltmayı amaçlayan Paris iklim anlaşması, uluslararası mutabakat olarak 2015 yılında kabul edilmiş ve 190'dan fazla ülke tarafından da imzalanmıştır (United Nations, 2016). Bu bağlamda, ısınma artışının 2°C'de tutulması için 2075 yılı, 1,5°C'de tutulması için ise 2050 yılında CO_2 salımlarının net sıfır seviyesinde olması zorunluluğuna (World Resources Institute, 2018) dayalı olarak Paris iklim anlaşmasına taraf ülkeler CO_2 salımlarını azaltmaya yönelik niyet ettikleri ulusal katkı beyanlarını açıklamışlardır. Climate Watch (2024)'un Ocak 2024 tarihinde paylaşmış olduğu taraf ülkelerin net sıfıra ulaşma taahhüt yılları incelendiğinde; 10 taraf ülkenin 2050 yılı öncesini, 69 taraf ülkenin 2050 yılını, 16 taraf ülkenin ise 2050 yılı sonrasını hedef yıl olarak belirlediği görülmektedir. Öte yandan, anlaşmaya taraf altı ülkenin *(Panama, Guyana, Gabon, Komorlar, Vanuatu, Bhutan)* net sıfır hedefini 2022 yılında başarmış olduğu ve bu başarıyı sürdürmeye yönelik taahhütlerini yineledikleri açıktır. Türkiye ise, 2050 yılı sonrası için net sıfıra ulaşma taahhüttü vermiş ülkelerden biridir. Türkiye için 2030 yılı itibariyle gerçekleşmesi öngörülen %21'e varan artıştan azaltım olarak açıklanan ulusal katkı beyanı, COP27 kapsamında güncellenerek %41'e yükseltilmiştir (T.C. Dışişleri Bakanlığı, 2022). Paris iklim anlaşmasını imzalayan AB ve tüm üye ülkeler ise, 2050 yılı itibariyle iklim-nötr bir Avrupa için net sera gazı salımlarının sıfırlanmasına ve ekonomik büyümenin doğal kaynaklardan bağımsız olarak gerçekleşmesine yönelik hazırlanan yeni büyüme stratejilerini, Avrupa Yeşil Mutabakatı ile ortaya koymuşlardır. 2019 yılında açıklanan Avrupa Yeşil Mutabakatı ile sekiz başlıktan oluşan eylem alanları belirlenmiştir. Bu eylem alanlarından çevre başlığı altında yer

alan Avrupa Döngüsel Ekonomi Eylem Planı'nda inşaat ve elektronik gibi kaynak yoğun sektörlerin ön plana çıktığı görülmektedir. AB'ye aday ülke Türkiye de, gerek Avrupa Yeşil Mutabakatı ile öngörülen kapsamlı değişikliklere uyumun sağlanması gerekse sürdürülebilir ve kaynak etkin bir ekonomiye geçişte yol gösterici olması amacıyla Yeşil Mutabakat Eylem Planını yayınlamıştır. Eylem planında yer verilen dokuz ana başlıktan bir tanesini de *'yeşil ve döngüsel bir ekonomi'* oluşturmaktadır. Bu başlık altında hayata geçirilecek eylemlerin, AB'nin Döngüsel Ekonomi Eylem Planı kapsamında uygulamaya konulan politikalar ile uyumlu olması, böylece AB'nin hayata geçireceği değişikliklerin Türkiye üzerindeki muhtemel etkilerine yönelik hazırlıklı olunması hedeflenmektedir. Bu bağlamda, öncelikli sektörlerin belirlenerek ihtiyaçların tespit edilmesi ve ulusal döngüsel ekonomi eylem planının hazırlanması büyük önem taşımaktadır (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2021).

Öte yandan, iklim değişikliği ile mücadele kapsamında öncelikli sektörler irdelendiğinde küresel CO_2 salımlarının yaklaşık %40'ından sorumlu olan bina sektöründe (UNEP, 2022) lineer ekonomi yaklaşımından döngüsel ekonomi yaklaşımına geçişin sağlayacağı katkılar oldukça yüksektir (IPCC, 2022). Özellikle, kentsel nüfus artış hızına bağlı olarak 2050 yılı için dünya nüfusunun yaklaşık %70'inin kentlerde yaşayacağı öngörüsü (World Bank Group, 2023) ve bu öngörüye dayalı olarak bina sektörünün sorumlu olacağı CO_2 salım miktarının da artış göstereceği açıktır. Dolayısıyla, bina sektöründe kaynakların verimsiz kullanımına sebep olan lineer ekonomi yaklaşımından döngüsel ekonomi yaklaşımına dönüşüm zorunludur.

Bu açıdan, bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesine ilişkin son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalar, döngüsel ekonomi yaklaşımının bina sektörüne entegre edilmesi gereken uygulama ölçeğinin ve buna bağlı etkin tasarım ilkelerinin belirlenmesinden sektördeki mevcut bilgi ve farkındalık düzeyinin incelenmesi ve beraberinde bu entegrasyon surecini etkileyen engeller ve itici güçlerin irdelenmesine kadar geniş bir araştırma alanını kapsamaktadır (Kanters, 2020). Dolayısıyla, bu tez çalışması ile bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller ve itici güçlerin kapsamlı olarak irdelenmesi ve elde edilen bulgular çerçevesinde Türkiye'nin 2053 yılı net sıfır hedefine pozitif katkı sunulması amaçlanmıştır.

1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı

Bu tez çalışması ile bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde karşılaşılan engeller ve itici güçlerin irdelenmesine yönelik olarak sistematik literatür taraması ile anket çalışmasının gerçekleştirilmesi ve elde edilen bulguların kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu bağlamda, hızlı kentleşme ve kentsel dönüşüm süreçlerinin yoğun biçimde yaşandığı Türkiye için kaynak ve karbon yoğun bir ekonomik yaklaşımın hakim olduğu bina sektöründe kaynakların daha etkin bir şekilde kullanımının sağlandığı ve dolayısıyla yüksek CO_2 salımlarının indirgenebildiği döngüsel ekonomi yaklaşımına geçişe pozitif katkı sağlayacak çalışmalar, kritik önem taşımaktadır. Dolayısıyla, potansiyel riskleri azaltacak ve mevcut fırsatları değerlendirebilmeye imkan sağlayacak eylemlerin hızla hayata geçirilmesi, enerji kaynakları açısından büyük oranda dışa bağımlı bir ülke olan Türkiye'nin öncelikli gündem maddelerinden biridir.

Bu tez çalışması kapsamında izlenilen yaklaşıma dayalı olarak gerçekleştirilen sistematik literatür taraması ile bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde karşılaşılan engeller ve itici güçlere ilişkin mevcut sınıflandırmalar ve bu sınıflandırmalar kapsamında dikkate alınan engeller ve itici güçler detaylı bir şekilde irdelenmiştir. Sonraki adımda ise, Türkiye'nin ulusal ve uluslararası iklim hedeflerine ulaşmasında yüksek potansiyele sahip olan bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde karşılaşılan engel ve itici güçlerin önem düzeylerinin üç ana kategori *(ekonomik, sosyal ve kültürel, teknik)* altında karar vericiler tarafından belirlenmesi ve bu karar vericilerin bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesine ilişkin mevcut bilgi ve farkındalık düzeylerinin tespit edilmesini hedefleyen çevrim içi anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Böylelikle, her iki adım çerçevesinde yapılan analizler aracılığıyla *"Bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller ve itici güçler nelerdir?* araştırma sorusuna bu tez çalışması kapsamında yanıt aranmıştır. Elde edilen analiz sonuçları ile de bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde önem düzeyi yüksek engeller ve itici güçler belirlenirken öte yandan geliştirilmesi gereken konulara da dikkat çekilmiştir. Dolayısıyla, bu tez çalışması ile bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde karşılaşılan engeller ve itici güçlerin gerek küresel bağlamda gerçekleştirilen sistematik literatür taraması aracılığıyla gerekse Türkiye

bağlamında yapılan anket çalışması aracılığıyla belirlenmesi ile bina sektöründe hakim lineer ekonomi yaklaşımından döngüsel ekonomi yaklaşımına geçişte önceliklendirilmesi/iyileştirilmesi gereken hususların tespitine yol gösterici katkının sağlanması da hedeflenmiştir.

Bu amaç doğrultusunda, çalışmanın ikinci bölümünde lineer ekonomi ve döngüsel ekonomi yaklaşımları ele alınmış olup bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde farklı uygulama ölçekleri, karar vericiler ve geliştirilen araç ve standartların etkisi kapsamlı şekilde irdelenmiştir. Üçüncü bölümde, tez çalışması kapsamında dikkate alınan sistematik literatür taraması ve anket çalışmasına dayalı yaklaşım ve izlenilen bu yaklaşım sonucunda da elde edilen bulgular ayrıntılı şekilde sunulmuştur. Dördüncü bölümde ise, tez çalışması kapsamında elde edilen bulgular özetlenerek ulaşılan genel sonuçlara yer verilmiştir.

1.2 Yöntem

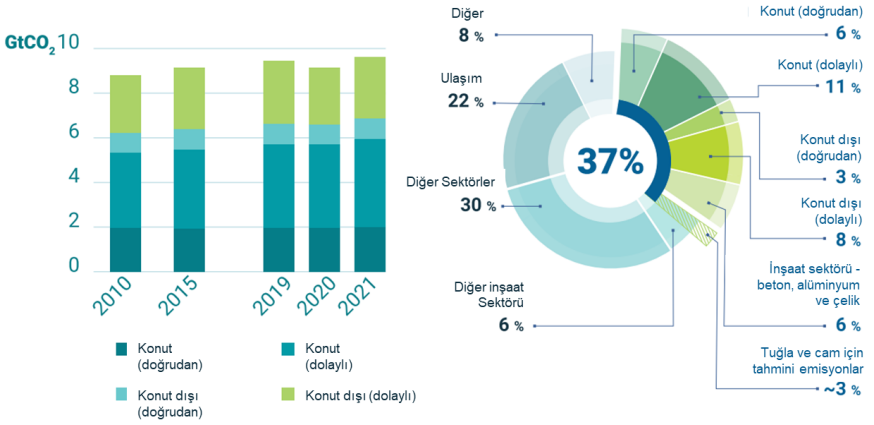
Tez çalışması kapsamında izlenen yaklaşım iki ana adıma dayanmakta olup ilgili adımlar, i) sistematik literatür taramasının yapılması ve ii) anket çalışmasının gerçekleştirilmesidir. Bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller ve itici güçlere ilişkin kapsamlı bir inceleme gerçekleştirilmesi amacıyla iki önemli veri tabanı olan Web of Science (WOS) ve Scopus üzerinden PRISMA kılavuzuna uygun olarak sistematik literatür taraması (SLT) yapılmıştır. SLT sonucunda birincil çalışma olarak dikkate alınması uygun görülmüş 14 çalışma için tam metin incelemesi gerçekleştirilmiştir. Birincil çalışmalara yönelik gerek uygulama ölçekleri gerekse karar vericiler açısından gerçekleştirilen kapsamlı analizler sonucunda bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller ve itici güçlere ilişkin kapsayıcı kategorilerin oluşturulması önceliklendirilmiştir. Bu açıdan ekonomik, sosyal ve kültürel ve teknik olmak üzere üç ana kategori altında 22 engel ve bu engellerle ilişkili 12 itici güç belirlenmiştir. Belirlenen bu engel ve itici güçlere dayalı geliştirilen sınıflandırma, çalışmanın bir sonraki aşamasında bina sektöründeki farklı karar vericilere uygulanacak anket çalışmasının da temelini oluşturmuştur.

Türkiye bağlamında çevrim içi olarak gerçekleştirilen anket çalışması ile de bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller ve itici güçlerin önem düzeylerinin farklı uygulama ölçekleri ve farklı karar vericiler

açısından belirlenmesine ve bina sektöründeki mevcut bilgi ve farkındalık düzeyinin bu bağlamda değerlendirilmesine ilişkin mevcut açığın kapatılması amaçlanmıştır. Bu amaç çerçevesinde, gerçekleştirilen anket çalışması üç bolüme dayanmakta olup bu bolümler, i) demografik veriler, ii) bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller, iii) bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan itici güçler olarak sıralanmış ve elde edilen bulgular bu başlıklar altında değerlendirilerek sunulmuştur.

2
BİNA SEKTÖRÜ VE DÖNGÜSEL EKONOMİ

Küresel CO_2 salımlarının %37'sinden sorumlu olan bina sektöründe kullanım enerjisine dayalı CO_2 salımlarının oranı %27 iken yapı malzemesi üretim süreçlerinden kaynaklı CO_2 salım oranı ise, %10 olarak belirlenmiştir (UNEP, 2022). Binaların kullanım enerjisine dayalı CO_2 salımlarının 2010 - 2021 yılları arasındaki değişimi irdelendiğinde, 2021 yılında binalarda kullanım enerjisine dayalı CO_2 salımlarının bir önceki yıla kıyasla yaklaşık % 5 artarak 10 $GtCO_2$ seviyelerine ulaşmış olduğu ve her yıl artış gösteren bu salımların 2020 yılındaki azalışının ise, Covid 19 pandemisine dayalı olduğu vurgulanmaktadır (Şekil 2.1). Öte yandan, yapı malzemesi üretim süreçlerinden kaynaklı CO_2 salım oranları irdelendiğinde, beton, çelik ve alüminyumun üretim sürecinden kaynaklı CO_2 salımının toplam CO_2 salımı içerisindeki oranı %6 iken tuğla ve cam için bu oran, yaklaşık %3 olarak belirlenmiştir (UNEP, 2022). Tüm bu veriler iklim değişikliği ile mücadele kapsamında küresel CO_2 salımlarının önemli bir kısmının bina sektörü ile ilişkili olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.



Şekil 2.1 Binaların 2021 yılı küresel enerji tüketimine bağlı CO_2 salımları (sağda), binaların kullanım enerjisine dayalı CO_2 salımları (solda) (UNEP, 2022)

Öte yandan, dünya nüfusunun 2030 yılında 8.5 milyar olacağı, 2050 yılında 1.2 milyar daha artacağı ve 2080 yılında ise 10.4 milyar seviyelerine ulaşacağı öngörüsü (United Nations, 2022) dikkate alındığında bina sektöründe kaynakların verimsiz kullanımına sebep olan lineer ekonomi yaklaşımından döngüsel ekonomi yaklaşımına doğru bir dönüşümün gerçekleştirilmesi zorunludur.

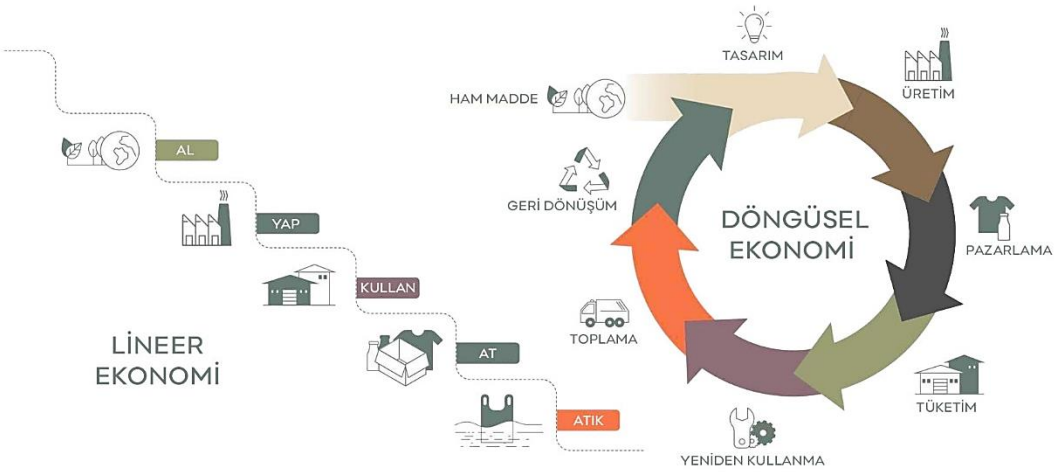
2.1 Lineer Ekonomi ve Döngüsel Ekonomi Yaklaşımları

Lineer ekonomi, malzemelerin al, kullan ve at yaklaşımı ile atık haline getirildiği kaynak ve karbon yoğun bir ekonomik model olarak ifade edilmekte olup iklim değişikliğine sebep olan sera gazı salımlarının da artmasında etkili olan bir yaklaşımdır (Ellen MacArthur Foundation, 2021a). Sanayi devrimi ile birlikte artan üretim faaliyetleri, beraberinde yüksek atık miktarı ve ciddi çevre sorunlarını gündeme taşımıştır.

Circle Economy (2023) raporunda, küresel ölçekte çıkarılmış olan toplam hammadde miktarının 1970 yılından bugüne kadar üç kattan fazla artış gösterdiği, 2000 yılından bugüne kadar ise, iki kat arttığı belirtilmiştir. Bu yüksek değer üzerinde hızlı nüfus artışı ile birlikte lineer ekonomi yaklaşımının hakim olduğu tüketim alışkanlıklarının önemine de dikkat çekilmektedir. Küresel ölçekte çıkarılan hammadde miktarı artarken bunların geri dönüştürülerek tekrar ekonomiye kazandırılma oranının ise, son beş yılda %9.1'den %7.2'ye düştüğü vurgulanmaktadır. Kaynak ve karbon yoğun lineer ekonomi yaklaşımının al, kullan ve at ilkelerine dayalı yaşanan bu olumsuzlukların önüne geçilebilmesi için kaynakların daha verimli kullanılmasına olanak sağlayan farklı bir ekonomik yaklaşıma ihtiyaç duyulduğu açıktır (Circle Economy, 2023; Ellen MacArthur Foundation, 2013; Önder, 2018). Bu açıdan, literatürde yeşil ekonomi ve mavi ekonomi gibi çeşitli yaklaşımlar ele alınırken döngüsel ekonomi yaklaşımı da lineer ekonomiden farklı bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır.

Yeşil ekonomi yaklaşımı, UNEP tarafından gerek çevresel riskleri minimize eden gerekse insanlık açısından eşitlik ve refahı önceleyen bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır. Yeşil ekonomi ile ilişkili olarak gelişen mavi ekonomi yaklaşımı ise, okyanuslar ve denizlerin gerek korunması gerekse ekonomik potansiyellerinin değerlendirilmesini esas alan bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım özellikle deniz ve okyanuslara kıyısı olan ülkeler için önemlidir (UNEP, 2011; Yves Remy ve

Wilkinson, 2022). Döngüsel ekonomi ise, lineer ekonomi yaklaşımının esas aldığı al, kullan ve at ilkelerinin aksine her şeyin mümkün olduğu kadar uzun sürede ve yüksek verimde kullanıldığı azalt, yeniden kullan ve geri dönüştür ilkelerinin benimsendiği bir yaklaşımdır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 Lineer ve döngüsel ekonomi yaklaşımları *(Macdonald, 2022)*

1960'lı yıllara dayanan döngüsel ekonomi yaklaşımı, oldukça geniş bir uygulama alanına sahiptir (Circle Economy, 2020; Ekins vd., 2019). Kirchherr vd. (2017)'nin döngüsel ekonomiye ilişkin literatürdeki 114 farklı tanımı inceleyerek gerçekleştirdikleri çalışmalarında, öncelikle yapılan tanımlarda kullanılan R ilkeleri irdelenmiştir. Bu bağlamda, temel 3R *(azalt-yeniden kullan-geri dönüştür)* ilkesine ek olarak 4R, 6R (Yan ve Feng, 2014), 9R (Potting vd., 2017) gibi çok çeşitli ilkelerin kullanıldığı da belirlenmiştir. Ancak, bu farklı ilkelerin mevcudiyetinin genel bir döngüsel ekonomi tanımının yapılmasını da zorlaştırdığı vurgulanmıştır. Öte yandan, döngüsel ekonomi tanımlarında sürdürülebilir kalkınma anlayışı ile paralel olarak üç temel ilke ile birlikte geri kazanım *(recovery)* ilkesinin önemi de yinelenmiştir. Böylelikle, döngüsel ekonomi yaklaşımı ile sadece çevresel ve ekonomik hususların değil sosyal eşitlik hususunun da dikkate alınmasının mümkün olduğu görülmektedir (Kirchherr vd., 2017). Ayrıca, 3R ilkelerine dayalı olarak gerçekleştirilmiş çeşitli döngüsel ekonomi çalışmalarında, yaklaşımın sadece atık yönetimi sürecine ağırlık verilmesi ile oldukça geniş bir kapsama sahip olan döngüsel ekonomi yaklaşımının verimsiz ve eksik bir şekilde irdelenmesine neden olmaktadır (Geisendorf ve Pietrulla, 2018; Ghisellini vd., 2016).

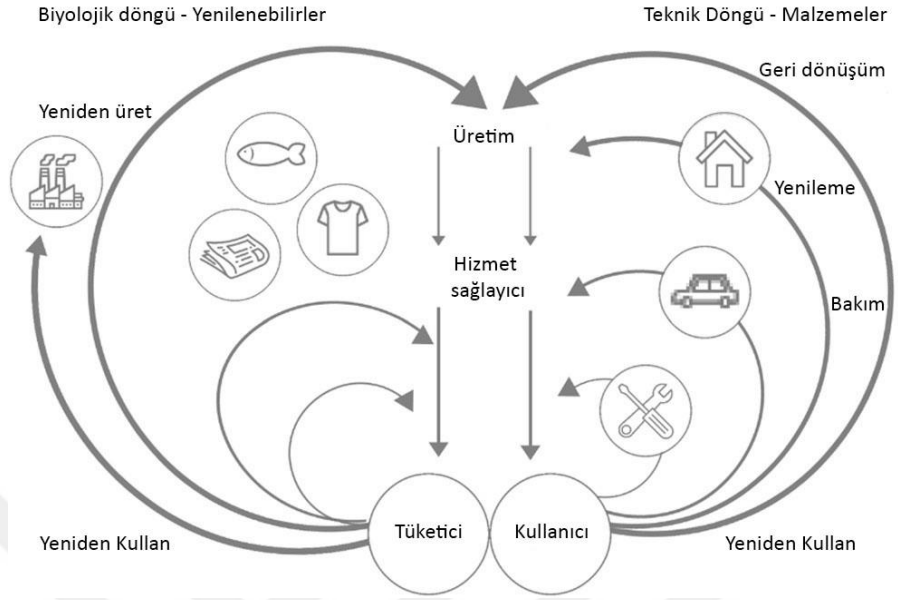
Bu bağlamda, döngüsel ekonomi yaklaşımının 3R temel ilkeleri irdelendiğinde, azaltma ilkesi ile ürün verimliliğinin artırılmasına yönelik daha az ürün

kullanımının sağlanması ve böylelikle ortaya çıkacak fazla CO_2 salımlarının önüne geçilmesi hedeflenmektedir. Azaltma ilkesi reddetme, yeniden düşünme/tasarlama, minimize etme gibi yeni ilkeler ile de ilişkilidir. Yeniden kullanım ilkesi, ürünün belirli bir amaç için kullanımının ardından aynı ya da farklı amaçlar için yeniden kullanımının sağlanmasına yönelik ürünün yeniden değerlendirilmesi ile malzeme kullanım ömrünün uzamasını ve yeni malzeme ihtiyacının azaltılarak ortaya çıkacak fazla CO_2 salımlarının önüne geçilmesini sağlayan bir ilkedir. Bu ilke, azaltma ilkesinde olduğu gibi verimliliğin artırılmasını esas almakta ve kaynakların onarılması/yenilenmesi gibi farklı ilkeler ile de ilişkilendirilmektedir. Geri dönüşüm ilkesi ise, ömrünü tamamlayan ürünün işlenme sürecinin ardından aynı ya da farklı amaçlar için yeniden kullanıma sunulmasını ifade etmektedir. Ancak, her ürünün tamamen geri dönüştürülebilir özelliğe sahip olmaması ya da sınırlı sayıda geri dönüştürülebilmesi ise, bu ilkenin eksik yönlerinden biridir. Bu nedenle geri dönüşüm ilkesi önemli bir ilke olarak kabul edilse de, diğer ilkelere kıyasla bu ilkenin daha sonra değerlendirilmesi önerilmektedir (Ghisellini vd., 2016; Kirchherr vd., 2017).

Öte yandan, Ellen MacArthur Foundation (EMF) tarafından döngüsel ekonomi, daima bir döngü içerisinde olan ve atık haline gelmeyen bir sistem olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla, döngüsel ekonomi ilkelerinin bu sistem içerisindeki önemi vurgulanırken geri dönüşüm ilkesinin malzemenin sadece atık haline gelmesinden sonra dikkate alınmasının döngüsel ekonomi yaklaşımının etkin uygulanmasında ciddi bir soruna neden olacağı vurgulanmaktadır (Ellen MacArthur Foundation, 2020). Bu bağlamda, EMF tarafından döngüsel ekonomi yaklaşımındaki malzeme döngüsü kelebek diyagramı aracılığıyla gösterilmiştir (Şekil 2.3). Bu diyagram ile teknik ve biyolojik olarak iki ayrı döngü için esas alınan ilke ve süreçler ifade edilmektedir. Biyolojik döngü ile yenilenebilir kaynaklara ilişkin süreç tanımlanırken teknik döngü ile ise, yapı malzemelerinin de dahil olduğu insan üretimi ürünlerin yeniden kullanımı, geri dönüşümü ve onarımını içeren süreçlere odaklanılmaktadır (Ellen MacArthur Foundation, 2021b).

Döngüsel ekonomi yaklaşımı, çok çeşitli alanlarda uygulanabilen bir yaklaşım olmakla birlikte bina sektörü açısından bir binanın tasarım evresinden yıkım evresine kadar ki tüm evrelerinin döngüsel ekonomi ilkelerine uygun bir şekilde gerçekleştirilmesini ifade etmektedir (Pomponi ve Moncaster, 2017). Diğer bir

ifade ile, binalarda kullanılan malzemelerin üretimi, ulaşımı, kullanımı ve atık yönetimi hususlarına ilişkin olarak bina sektöründe döngüsel ekonominin



Şekil 2.3 Ellen MacArthur Foundation (2021b) tarafından geliştirilen sistem diyagramının basitleştirilmiş versiyonu *(Ditlev-Simonsen, 2022, s. 133)*

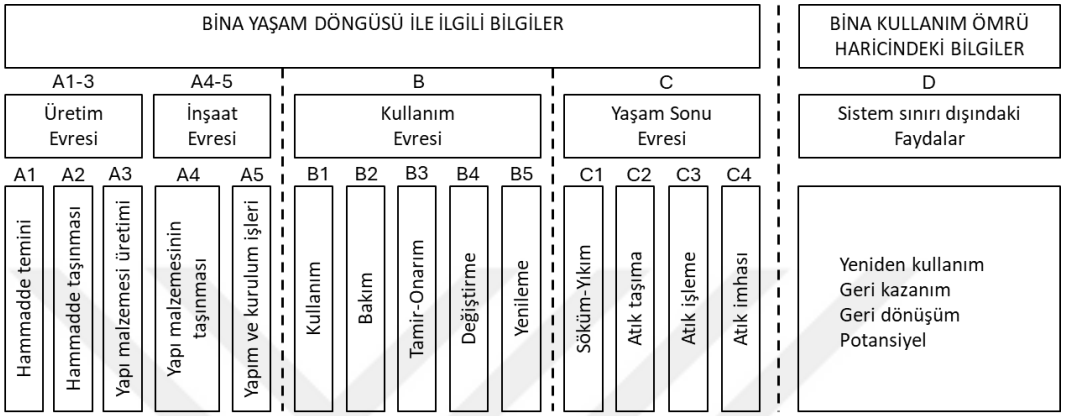
benimsenmesi ciddi bir öneme sahiptir. Böylelikle, bina sektörünün sorumlu olduğu yüksek kaynak ve enerji tüketimi ile birlikte yüksek CO_2 salımlarının da önemli ölçüde azaltılabilmesi mümkündür.

2.2 Bina Sektöründe Döngüsel Ekonomi Yaklaşımı

Binaların yaşam döngüsü süresince ortaya çıkan CO_2 salımları, bina sektörünün karbonsuzlaştırılmasına yönelik geliştirilen tüm politika ve çalışmaların odak noktasını oluşturmaktadır. Bu açıdan, bina yaşam döngüsü evrelerinin her birinin CO_2 salımları üzerindeki yüksek etki düzeylerinin indirgenmesinde döngüsel ekonomi yaklaşımının bina yaşam döngüsü süresince benimsenmesi ihtiyacı ortaya çıkmaktadır (K. T. Adams vd., 2017; Basic vd., 2019; Demirer, 2017; Duru vd., 2022; Hozatlı ve Günerhan, 2015).

Bina yaşam döngüsü evreleri, TS EN 15978 standardında üretim, inşaat *(yapım)*, kullanım ve yaşam sonu evreleri olmak üzere dört ana evre altında sınıflandırılmaktadır. Üretim evresi, ürünler için kaynakların elde edildiği hammadde temini ile kaynakların malzeme/eşya gibi ürünlere dönüştürüldüğü evre olarak ifade edilmektedir. İnşaat evresi ise, yapı malzemelerinin taşınması ile yapım

ve kurulum işlerini içermektedir. Ürünlerin kullanım, bakım ve onarımlarının gerçekleştirildiği kullanım evresi tamamlandıktan sonra da yıkım ve aktık yönetiminin gerçekleştirildiği yaşam sonu evresi gelmektedir. Ayrıca bina kullanım ömrü haricinde yeniden kullanım, geri dönüşüm ve enerji geri kazanımı süreçleri ile elde edilen çevresel faydalar, sistem sınırı dışındaki faydalar evresi kapsamında değerlendirilmektedir (TS EN 15978, 2012) (Şekil 2.4).

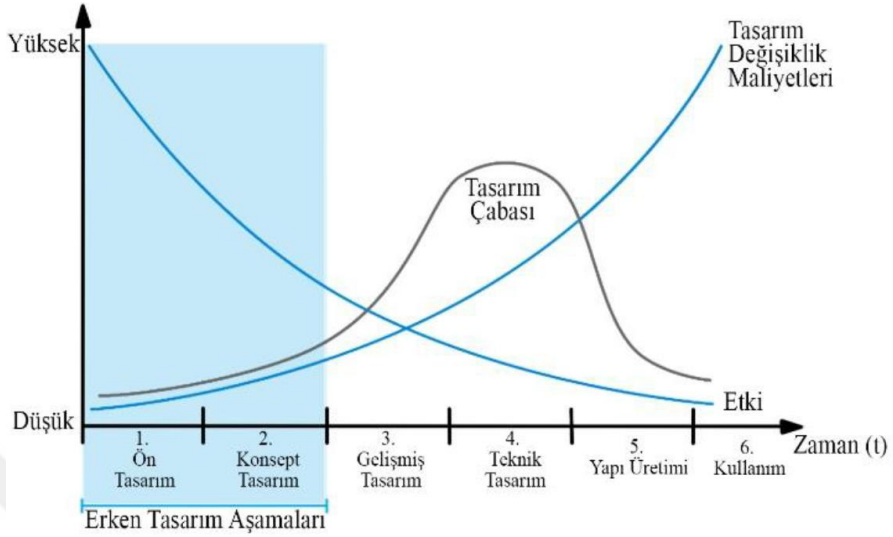


Şekil 2.4 Bina yaşam döngüsü evreleri (TS EN 15978, 2012)

Döngüsel ekonomi yaklaşımının binanın tüm yaşam döngüsü evrelerinde benimsenmesinin önemine dikkat çeken K. T. Adams vd. (2017), dört ana yaşam döngüsü evresine ek olarak tasarım evresini de ayrı bir evre olarak değerlendirmekte ve her bir evreye uygun döngüsel ekonomi ilkelerinin kullanılabileceğini belirtmektedir. Tasarım evresinde bina tasarımına ilişkin bina formu, malzeme seçimi gibi pek çok temel tasarım kararının alınması ve bu evrede alınan kararların diğer evreler üzerinde yüksek etki düzeyine sahip olması nedeniyle tasarım evresi, döngüsel ekonominin benimsenmesinde en yüksek potansiyele sahip evre olarak kabul edilmektedir. Tasarım evresi kapsamında erken tasarım evrelerinde *(ön tasarım ve konsept tasarım)* doğru kararların alınması ile tasarımın ilerleyen evrelerinde yapılabilecek değişiklik sayısının indirgenmesi ve dolayısıyla yanlış tasarım kararlarının neden olabileceği yüksek maliyetlerin önüne geçilebilmesi de mümkündür *(*Şekil 2.5) (J. B. Andrade, 2017; Duru vd., 2022).

Erken tasarım evresinde döngüsel ekonomi yaklaşımının entegrasyonu için sökülebilir tasarım *(design for disassembly)* ve adapte edilebilir veya uyarlanabilir tasarım *(design for adaptability)* ilkeleri ile birlikte tasarımda standardizasyon, modüler tasarım ve uzun ömürlü tasarım gibi farklı ilkeler de dikkate alınabilir (Eberhardt vd., 2019; Kręt-Grześkowiak ve Baborska-Narożny, 2023). Üretim

evresinde erken tasarım evresindeki gibi yapı malzemelerinin üretiminde de sökülebilir tasarım ve tasarımda standardizasyon gibi döngüsel ekonomi ilkeleri dikkate alınabildiği gibi malzeme kullanımının azaltılması/optimizasyonu, ekolojik



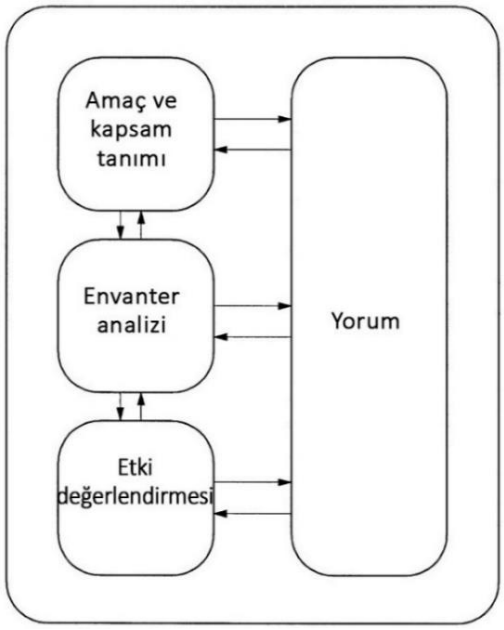
Şekil 2.5 Binalarda tasarım evrelerinin etki düzeyleri (Duru vd., 2022)

malzeme kullanımı ve ikincil malzeme kullanımı gibi ilkeler de üretim evresinde benimsenebilecek ilkeler olarak sıralanmaktadır. İnşaat *(yapım)* evresi, önceki evrelerde alınan kararların uygulandığı bir evre olması nedeniyle kullanım evresi ile birlikte döngüsel ekonomi ilkelerinin benimsenmesinde potansiyeli en düşük evre olarak kabul edilmektedir. Yapım evresinde inşaat atıklarının azaltılması, yeniden kullanılması ve geri dönüştürülmesi ile birlikte saha dışı yapım, döngüsel ekonomi ilkeleri olarak öne çıkmaktadır. Kullanım evresinde ise, yapım sürecinin tamamlanmış olması nedeniyle döngüsel ekonomi ilkelerinin uygulama alanı bulduğu hususlar oldukça sınırlıdır. Bu sınırlı düzey kapsamında öne çıkan ilkeler, kolay bakım ve yenileme, atıkların azaltılması, adapte edilebilir ve esnek tasarım olarak sıralanabilir. Yaşam sonu evresi ise, bina kullanım ömrünün sonunda gerçekleştirilen yıkım ve atık yönetimi süreci açısından oldukça önemlidir. Binanın farklı işlevlerle yeniden kullanım potansiyeli ile birlikte yapı malzemelerinin yeniden kullanımı ve geri dönüşümü gibi ilkeler de, bu evre kapsamında dikkate alınabilmektedir (K. Adams, 2021).

Öte yandan, yukarıda yer verilen yaşam döngüsü evrelerinde iklim değişikliğine ilişkin iki ana çevresel gösterge olarak kabul edilen enerji kullanımı ve CO_2 salımının belirlenmesinde yaşam döngüsü değerlendirme *(YDD) (Life cycle*

assessment, LCA) yöntemi en yaygın kullanılan yöntemdir. YDD, malzeme ve enerji akışı ve bu akışın çevre üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde sistematik bir yaklaşımı dikkate alan ve çok kapsamlı kullanım potansiyeline sahip olan bir yöntemdir. YDD süreci, çevre yönetimini ele alan uluslararası standartlar dizisi ISO 14000 kapsamında tanımlanmaktadır. ISO 14040 standardına göre YDD, *"bir ürün sistemine ilişkin yaşam döngüsü süresince girdi, çıktı ve olası çevresel etkilerinin derlenmesi ve değerlendirilmesi"* olarak ifade edilmektedir (ISO 14040, 2007; Mangan, 2015)

ISO 14040'ta öngörülen YDD strüktürü, amaç ve kapsamın tanımlanması, envanter analizi, etki değerlendirmesi ve yorumlama olmak üzere dört ana adım kapsamında ele alınmaktadır (Şekil 2.6).

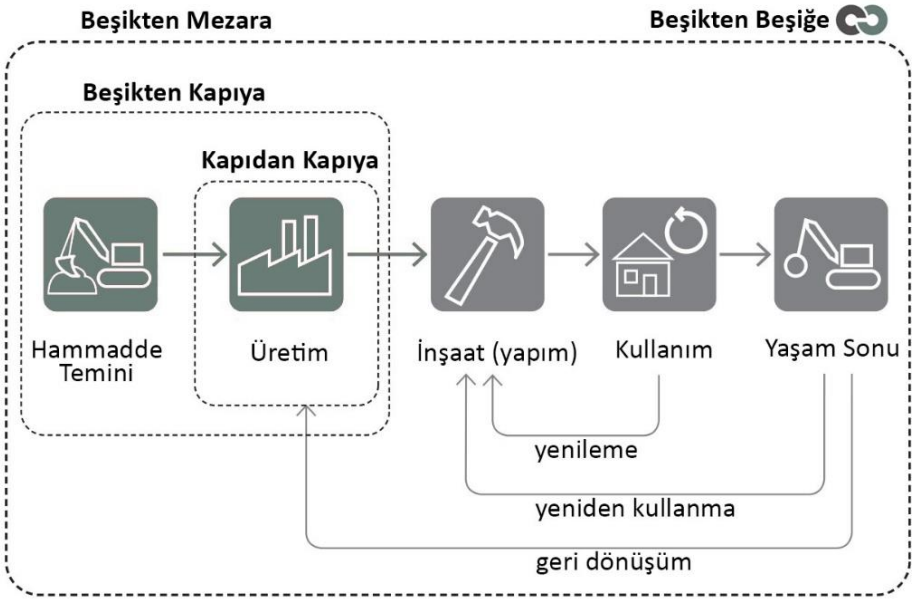


Şekil 2.6 YDD strüktürü (ISO 14040, 2007)

Amaç ve kapsam adımında çalışmanın amacı, kapsamı ve sistem sınırları açık bir şekilde ifade edilirken envanter analizi adımında ise, çalışmanın amacı ve kapsamını karşılayacak nitelikte verilerin toplanması ve sürece ilişkin girdi ve çıktıların nitelendirilmesi için gerekli hesaplama yöntemleri tanımlanır. Etki değerlendirmesi adımında, envanter analizinde dikkate alınan veriler esas alınarak çevresel etkilerin sınıflandırılması, nitelendirilmesi ve elde edilen bulgulara dayandırılarak çalışmanın değerlendirilmesi gerçekleştirilir. Yorum adımında ise, envanter analizi ve etki değerlendirmesi adımlarında elde edilen sonuçlara göre

çevresel etkilerin azaltılmasına yönelik yapılacak iyileştirme çalışmaları ve bu yönde alınması gerekli kararlar belirlenir (ISO 14040, 2007).

YDD çalışmaları yaşam döngüsünün hangi evresinde yapıldığına bağlı olarak *"beşikten mezara", "beşikten kapıya", "beşikten beşiğe"* ve "*kapıdan kapıya"* olmak üzere sınıflandırılabilir (Şekil 2.7). *Beşikten mezara* olarak tanımlanan



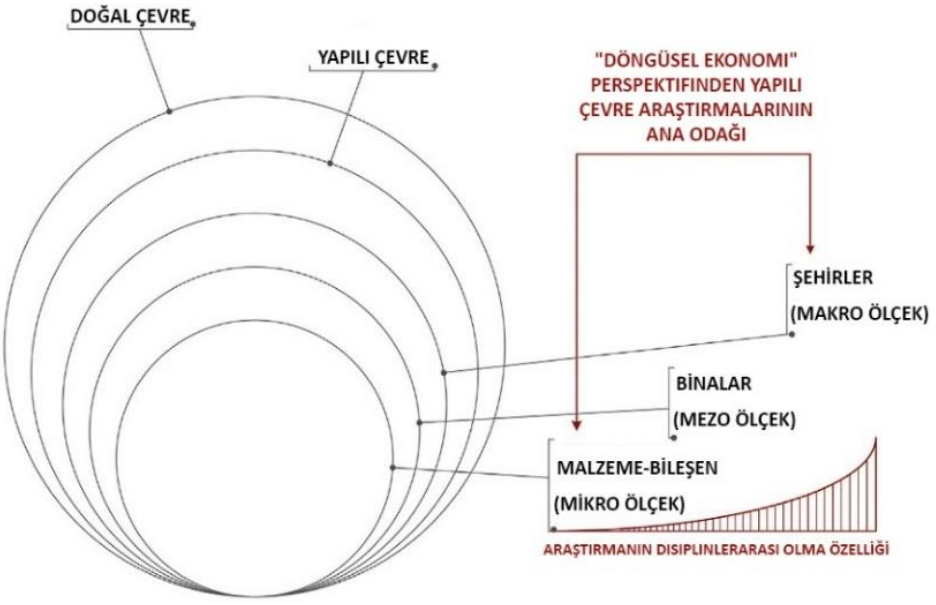
Şekil 2.7 Binalarda YDD yöntemleri (Simonen, 2014, s. 2 uyarlanmıştır)

sistem sınırları ile hammadde temininden *(beşik)* ortaya çıkan atıkların tasfiyesine *(mezar)* kadar ki tüm yaşam döngüsü evreleri dikkate alınır. *Beşikten kapıya* sistem sınırı ile hammadde temininden *(beşik)* itibaren fabrikaya iletildiği evreye *(kapı)* kadar olan evreler kapsanmaktadır. *Kapıdan kapıya,* sadece tek bir evreye ilişkin yaşam döngüsünün ele alındığı bir sistem sınırıdır. *Beşikten mezara* ile hammadde temininden atık yönetimi evresine kadar ki tüm evreler değerlendirilmekte olup *beşikten beşiğe* de ise, yaşam döngüsü sonu evresinde geri dönüşüm ve yeniden kullanım gibi döngüsel ekonomi ilkeleri de dikkate alınmaktadır. Öte yandan, binalarda döngüsel ekonominin benimsenmesinde beşikten beşiğe sistem sınırının önemi göz önünde bulundurularak C2C *(beşikten beşiğe)* sertifikası geliştirilmiştir. Bu sertifika ile malzeme sağlığı ve döngüselliğinin yanı sıra iklimi koruma, su ve toprak yönetimi ve sosyal adalet gibi hususlara yönelik değerlendirmeler gerçekleştirilmektedir (c2c platform, 2025; Demirel vd., 2017; Demirer, 2017).

2.3 Bina Sektöründe Döngüsel Ekonominin Benimsenmesinde Uygulama Ölçeklerinin Etkisi

Bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesi farklı uygulama ölçeklerine dayalı olarak gerçekleştirilmektedir. Ancak, bu sürecin başarılı olarak gerçekleştirilebilmesinde etkili olan engeller ve itici güçlerin yapılı çevre açısından hangi ölçekte ortaya çıkacağı ve ne düzeyde bir öneme sahip olacağı ciddi öneme sahiptir.

Yapılı çevre, literatürde çeşitli çalışmalarda farklı ölçeklerde değerlendirilebilmektedir. Bu açıdan, yapılı çevrenin alt ölçeği olarak kabul edilen mikro ölçek bazı çalışmalarda bina ve firma ölçeğini kapsarken mezo ölçek ise, bina sektörünü kapsamaktadır (Ababio ve Lu, 2023). Diğer çalışmalarda ise, yapı malzemeleri ve bileşenleri mikro ölçek olarak değerlendirilirken binalar, mezo ölçek olarak kabul edilebilmektedir (Şekil 2.8) (Pomponi ve Moncaster, 2017). Kentler ve ülkeler ise, genel olarak makro ölçek kapsamında değerlendirilmektedir. Bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller ve itici güçler, her ne kadar tüm uygulama ölçeklerinde mevcut olsa da, farklı ölçeklerde değişkenlik gösteren engel ve itici güç kategorilerinin önem düzeyleri de değişebilmektedir (Ababio ve Lu, 2023; Pomponi ve Moncaster, 2017).



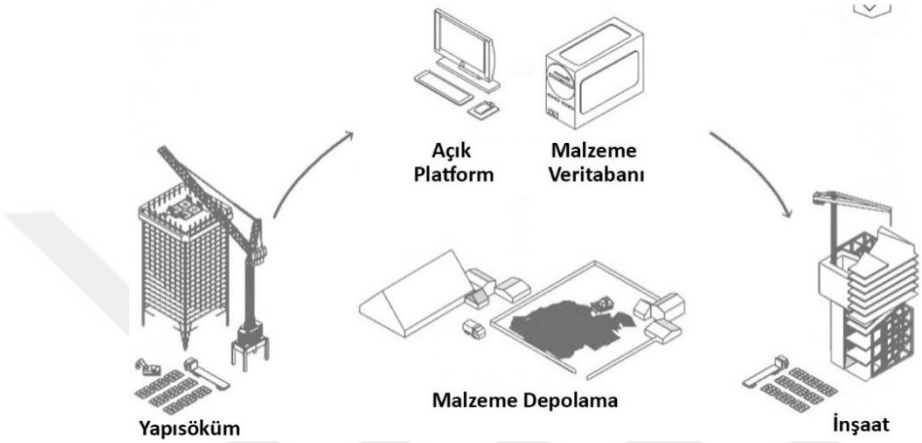
Şekil 2.8 Yapılı çevreye ilişkin farklı uygulama ölçekleri (Pomponi ve Moncaster, 2017)

Kent ve Yerleşme Ölçeğinde Döngüsel Ekonominin Benimsenmesi

2050 yılına kadar kentsel alanlarda yaşayan nüfusun dünya nüfusunun %68'ini oluşturacağı öngörüsü (United Nations, 2019), doğal kaynakların dörtte üçünden fazlasının tüketiminden ve katı atıkların ise yarıdan fazlasından sorumlu olan kentlerin iklim değişikliği etkilerini daha da yoğunlaştıracağına ilişkin mevcut kaygıyı artırmaktadır (Ellen MacArthur Foundation, 2023). Bu bağlamda, çözüm olarak kentsel planlamada su ve enerji verimliliğinin sağlanması, yeşil alanların artırılması, kentsel ulaşım ve aydınlatmanın iyileştirilmesi ve kaynak kullanımının kontrol altına alınması gibi hususlara yönelik olarak kentsel ölçekte döngüsel ekonomiye geçişin sağlanması öne çıkmaktadır (Ellen MacArthur Foundation, 2023; Kalmykova ve Rosado, 2015; Roseland, 1997).

Kent ve yerleşme ölçeğinde döngüsel ekonominin benimsenmesinde endüstriyel sistemler *(örn. firmaların boyutunu küçükten büyüğe değiştirmek veya yüksek teknoloji endüstrileri, turizm veya kültürle ilgili hafif ekonomik faaliyetler lehine ağır kirletici firmaların aşamalı olarak kaldırılması),* ulaşım vb. altyapı sistemleri ve kültürel ve sosyal sistemlerin bütüncül olarak ele alınması ve yeniden tasarlanmasına dayalı döngüsel şehirlerin geliştirilmesi mümkündür (Ellen MacArthur Foundation, 2023; Ghisellini vd., 2016). Bu bağlamda birkaç örnek irdelendiğinde, Londra'nın Old Oak ve Park Royal bölgelerinde artan nüfus ve istihdam sorunlarına dayalı olarak ortaya çıkan yenileme ve büyüme gereksinimleri, çeşitli döngüsel ekonomi ilkeleri esas alınarak karşılanmıştır. Döngüsel ekonomi ilkeleri *(3R'ye ek olarak esneklik, optimizasyon, sosyallik, yenilenebilirlik, değerlilik, erişilebilirlik, paylaşım ve sistem)* doğrultusunda malzeme, su, enerji ve ulaşımın da olduğu on farklı husus için değerlendirmeler yapılmıştır (ARUP, 2015). Döngüsel ekonomi ilkelerinden biri olarak esnek tasarımın kentsel ölçekte planlama aşamasından itibaren dikkate alınması ile farklı kullanım olanaklarına imkan sunan adapte edilebilir binaların tasarımı da öne çıkmaktadır. Diğer bir örnek, Amsterdam kenti için döngüsel ekonominin kente hangi alanlarda ve nasıl adapte edilebileceğine ilişkin hazırlanmış bir çalışmadır. Bu çalışma kapsamında öncelikli olarak inşaat değer zincirine yönelik döngüsel ekonomi ilkelerinin entegrasyonu amaçlanmış ve bu amaç çerçevesinde ölçeklenebilirlik haritası *(scalability map)* oluşturulmuştur. Bu harita ile mevcut binalar için döngüsel ekonomi ilkelerinin uygulanabileceği alanlar belirlenmiş olup

gelecek yıllarda yapılaşmaya açılabilecek alanlar için de döngüsel ekonomi ilkelerinin etkin uygulanabilmesine yönelik öneriler belirlenmiştir. Bu öneriler kapsamında, sökülebilir tasarım ve malzeme depolaması yer almaktadır (Şekil 2.9). Bu açıdan, 2040 yılı için yeni yapılacak konut binalarına ilişkin inşaat değer zincirinde gerek döngüsel ekonomi ilkelerinden yeniden kullanımın benimsenmesi, gerekse enerji etkin iyileştirmelerin uygulanması ile yaklaşık %3 seviyesinde bir verim artışının elde edilebileceği öngörülmektedir (Circle Economy, 2016).



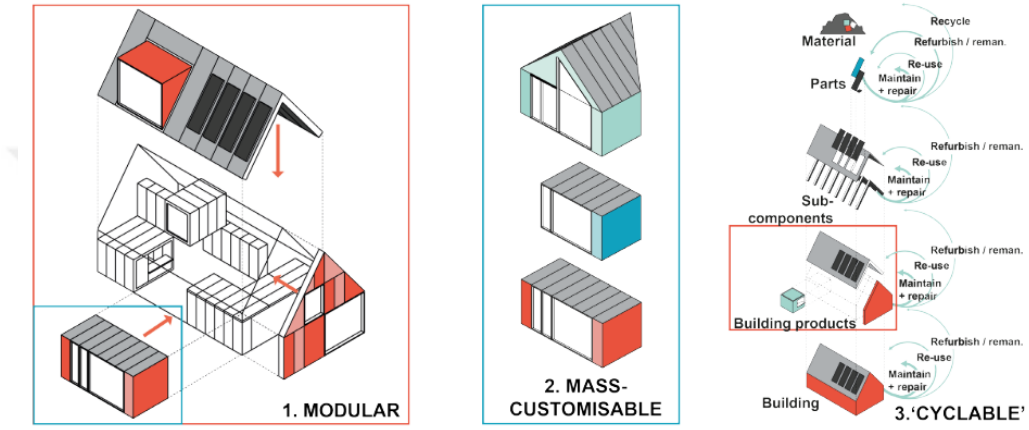
Şekil 2.9 Mevcut yapıların sökülebilirliği, malzemelerin depolanması ve yeni yapılarda kullanılması (Circle Economy, 2016, s. 29)

Bina Ölçeğinde Döngüsel Ekonominin Benimsenmesi

Bina ölçeğinde döngüsel ekonominin benimsenmesinde azaltım ve yeniden kullanım ilkelerinin dikkate alınması ile kaynak kullanımının azaltılması ve malzeme ömrünün artırılması amaçlanmaktadır. Öte yandan, kullanım ömrünü tamamlamış binalar için ise, geri dönüşüm ve yeniden kullanım ilkelerinin benimsenmesi önceliklidir (Gomes vd., 2022; Van Stijn ve Gruis, 2019).

Bu açıdan yapılmış çalışmalar irdelendiğinde, Nordby vd. (2023) tarafından binalarda döngüsel ekonominin benimsenmesinde gerek yeni bina tasarımında gerekse mevcut bina iyileştirmesinde dikkate alınabilecek bir döngüsellik endeksinin *(koruma, yeniden kullanım, ihtiyaç fazlası (artık malzeme), geri dönüşüm, yeni, yeniden kullanılabilirlik, geri dönüştürülebilirlik ve atık (conservation, reuse, surplus, recycling, new, reusability, recyclability, waste))* geliştirildiği görülmektedir. Diğer bir çalışma kapsamında ise, 1970 ve 1990 yılları arasında Hollanda'da inşa edilmiş konut binaları için döngüsel konut iyileştirme amacına yönelik olarak modülerlik, uyarlanabilirlik ve geri dönüştürülebilirlik

ilkeleri esas alınmıştır. Bu ilkelere dayalı olarak bir mutfak hacmi geliştirilmiştir. Bu sürecin konut iyileştirme süreci kapsamında bütüncül olarak tüm konut birimlerine de uygulanabileceği vurgulanmıştır (Şekil 2.10) (Van Stijn ve Gruis, 2019). Cambier vd. (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise, geleneksel konutlar ile esnek ve adapte edilebilir döngüsel ekonomi ilkelerinin entegrasyonu ile tasarlanan konutların yaşam döngüsü maliyetleri incelenmiştir. Bu çalışma kapsamında yöntem olarak kullanıcıların temel ihtiyaçlarını karşılayacak bir çekirdek konut ve bu çekirdek konuta eklenebilecek modüler hacimler dikkate



Şekil 2.10 Döngüsel konut iyileştirme ilkeleri: Modüler, uyarlanabilirlik ve dönüştürülebilirlik (Van Stijn ve Gruis, 2019, s. 5)

alınmıştır. Ekleme ve çıkarma yaklaşımlarına dayalı genişletilebilir bir konut uygulamasına yönelik olarak çalışma kapsamında dört farklı senaryo irdelenmiştir. Bina ömrünün 60 yıl kabul edildiği ve her 15, 30 yıllık dönemler için bir değişimin gerçekleşebileceği öngörülen bu senaryolarda, işlev ve kullanıcı grubunun konutların genişletilmesine ilişkin yöntem üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir. Bu senaryolar irdelendiğinde, genişletilebilir konutların ilk yatırım maliyetlerinin ve hatta yaşam döngüsü maliyetlerinin genel olarak geleneksel konutlardan daha düşük olduğu ifade edilmiştir. Bu düşük maliyetlerin elde edilmesinde konutların genişletilmesine ilişkin etkin ekleme ve çıkarmaların yapılmasının ciddi rol oynadığı belirtilmiştir. Dolayısıyla, yeni malzeme önerilerine dayalı olarak konutların sökülebilirliğe *(demontaj)* uygun tasarlanmasının bina ölçeğinde döngüsel ekonominin benimsenmesini kolaylaştıracağı vurgulanmıştır (Cambier vd., 2021).

Ayrıca, bina bileşenlerinin fabrikada üretildikten sonra kurulumun şantiyede gerçekleştirilmesini dikkate alan *"The New Makers"* ekibinin tasarlamış olduğu sosyal konut projesi (Şekil 2.11), sökülebilir ve adapte edilebilir tasarım ilkeleri açısından dikkate alınabilecek diğer bir çalışmadır. Bu tasarım kapsamında, ihtiyaç duyulması halinde bina bloklarının birbirine bağlanması, farklı konumlara taşınması ve sökülerek ayrıştırılması mümkündür. Öte yandan, çalışmada bina blokları için esas alınan ahşap malzeme yerine blokların uygulanacağı bölgeye özgü yerel malzeme alternatiflerinin dikkate alınması önemlidir. Ayrıca, çatı alanlarında fotovoltaik *(PV)* sistemlerin kullanımı ile gerek çevresel sürdürülebilirliğe gerekse bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesine yönelik pozitif katkının



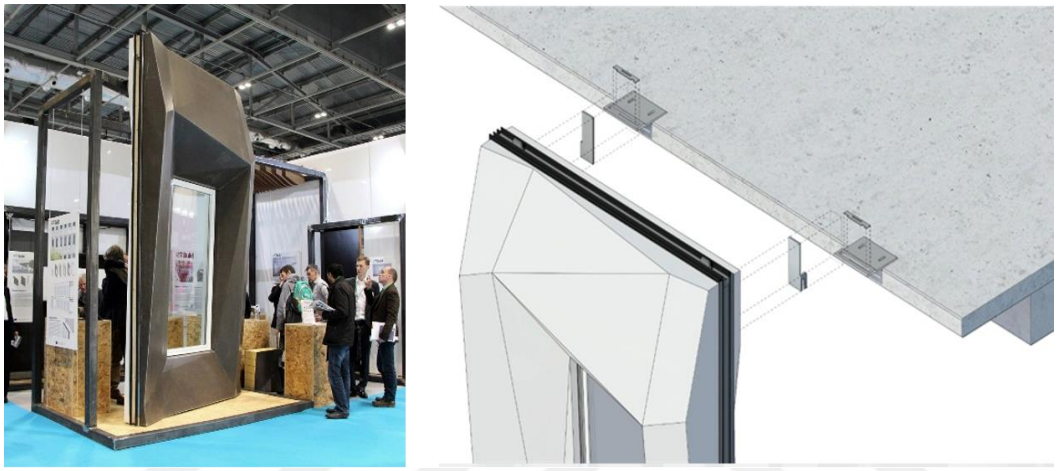
Şekil 2.11 The New Makers döngüsel sosyal konut projesi (The New Makers, 2021)

sağlanabileceği vurgulanmıştır (The New Makers, 2021). Son olarak, Türkiye'deki konut binalarında döngüsel ekonominin benimsenmesine yönelik gerçekleştirilmiş bir tez çalışması ile vaka çalışması üzerinden yapım sistemi betonarme olarak üretilen bir konut binasının *(apartman)* döngüsel ekonomi ilkeleri kapsamında yeniden tasarlanmasına odaklanılmıştır. Çalışma kapsamında sökülebilir bir yapım sistemine dayalı olarak tasarlanan binada yapım sistemi olarak betonarme yerine hibrit *(çelik-ahşap)* yapım sistemi tercih edilmesinin karbon salımının azaltılmasına katkı sunabileceği vurgulanmıştır (Engür, 2022).

Malzeme Ölçeğinde Döngüsel Ekonominin Benimsenmesi

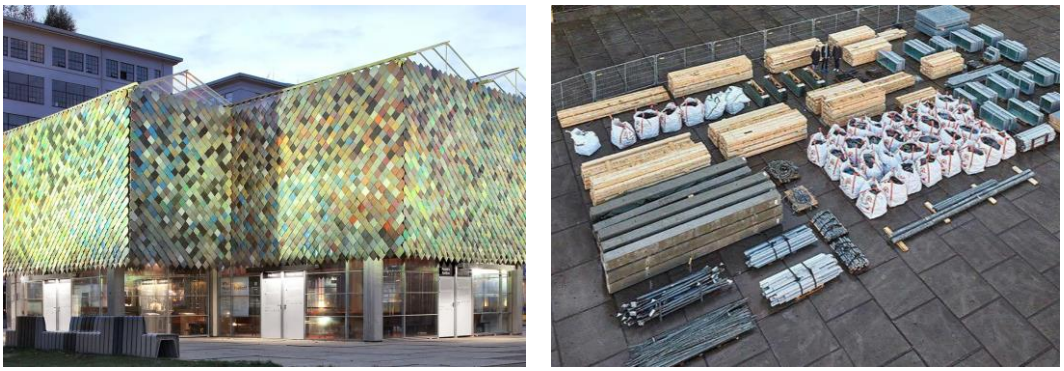
Malzeme ölçeğinde döngüsel ekonominin benimsenmesinde azaltım, yeninden kullanım, geri dönüşüm, sökülebilirlik, temiz üretim ve atıkların minimize edilmesi gibi döngüsel ekonomi ilkelerinin dikkate alınması önemlidir. Böylelikle, gelişen malzeme teknolojileri ve yeni bina yapım yöntemleri *(üç boyutlu baskı ve fabrikada üretilen bina bileşenlerinin sahada birleştirilmesi gibi)* ile bina yapım süresi ve

maliyetleri düşürülebilmekte ve dolayısıyla, malzeme ölçeğinin bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesindeki ciddi rolü öne çıkmaktadır (EMF ve Systemiq, 2017; Pomponi ve Moncaster, 2017; Shi, 2021). Bu açıdan, Arup ve GXN ortaklığı ile üretilen BioBuild prefabrik cephe paneli sistemi, örnek olarak irdelenmiştir (Şekil 2.12). Biyobazlı malzemelere dayalı geliştirilmiş bu sistem ile geleneksel malzemelere kıyasla gömülü enerji değeri, yarı yarıya azaltılmış olmakla birlikte tüm sistem parçaları sökülebilir, yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir olarak tasarlanmıştır (ARUP ve GXN Innovation, 2015).



Şekil 2.12 BioBuild prefabrik cephe paneli sistemi (Malerba, 2015)

Malzeme ölçeğinde döngüsel ekonominin benimsenmesine yönelik diğer bir örnek çalışma ise, Eindhoven kentinde tamamen ödünç alınan malzemelere dayalı tasarlanmış *"People's Pavilion"*'dur. Bu proje kapsamında kullanılan malzemelerin bir kısmı kullanım ömrünü tamamlamış binalardan elde edilmişken bir kısmı da malzeme tedarikçilerinden ödünç alınmıştır, diğer bir deyişle, proje tamamlandıktan sonra alınan bu malzemeler, iade edilmiştir. Ayrıca, cephelerde de kent sakinlerinden toplanmış plastik atıklara dayalı farklı renklerde geliştirilmiş karolar kullanılmıştır (Şekil 2.13). Yapımı tamamlanan bu geçici bina daha sonra ayrıştırılmış ve ödünç alınan tüm malzemeler iade edilmiştir. Böylelikle, binanın taşıyıcı sistem malzemelerinden cephe malzemelerine kadar ki tüm bina bileşenlerinde geri dönüşüm ve yeniden kullanım ilkelerinin kullanımı açık bir şekilde gösterilmiş ve malzeme ölçeğinde döngüsel ekonominin benimsenmesinin sağlayacağı pozitif katkılar sunulmuştur (Arup, 2017).



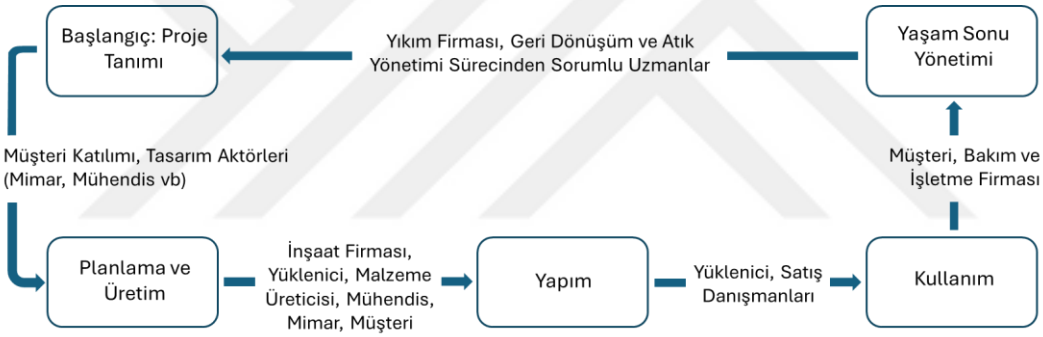
Şekil 2.13 People's Pavilion projesi (solda), projede kullanılan yapı malzemeleri (sağda) (Arup, 2017)

Malzeme ölçeğinde döngüsel ekonominin benimsenmesine ilişkin bir başka örnek ise, C2C sertifikasına sahip, geri dönüştürülebilir ve uzun ömürlü olduğu belirtilen Accoya ahşabıdır. Bakım gereksinimlerinin düşük olduğu vurgulanan bu malzemenin üretim sürecinde harcanan enerjinin, diğer bir deyişle gömülü enerjisinin, yarısından fazlasının yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmiş olması ve malzemenin yeniden kullanıma uygun özelliklere sahip olması öne çıkan özellikleridir (Accoya, 2024).

Öte yandan, yapı malzemelerinin döngüsel ekonomi ilkeleri açısından değerlendirilmesinde ihtiyaç duyulan verilere etkin ulaşımın sağlanması ve dijital teknolojiler aracılığıyla ilgili takip süreçlerinin gerçekleştirilmesi oldukça önemlidir. Bu bağlamda, dijital malzeme pasaportları ve YDD temelli bir araç olan Çevresel Ürün Beyanı (EPD) önemli araçlardır. Özellikle, pek çok bina sertifika sistemlerinde yapı malzemelerinin EPD belgesine sahip olması önceliklendirilmiş koşullardan birisidir. Bu açıdan, yapı malzemesinin kendi EPD'si olabileceği gibi bir firmanın tüm ürünlerinin de bir EPD altında değerlendirilebilmesi mümkündür. EPD belgesine sahip malzemelerin bina sektöründeki mevcut düşük bilgi ve farkındalık seviyesine pozitif katkı sağlayacağı da açıktır. Bu açıdan Türkiye özelinde bir irdeleme yapıldığında, yapı malzemeleri için *"EPD Türkiye"* adında bir EPD kayıt platformunun mevcut olduğu görülmektedir. Bu platform üzerinde kayıtlı 768 EPD'nin 647'sinin yapı malzemelerine ait olduğu belirlenmiştir (Benli Yıldız ve Özata Ayşenur, 2021; EPD Türkiye, 2025; Munaro ve Tavares, 2021).

2.4 Bina Sektöründe Döngüsel Ekonominin Benimsenmesinde Karar Vericilerin Etkisi

Bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde mevcut parçalı yapıya sahip bina sektörü içerisinde arz ve talep kısmında yer alan karar vericilerin bilgi ve farkındalık düzeylerinin artırılması ile pozitif katkı sunulabileceği açıktır. Bu açıdan yükleniciler, alt yükleniciler, malzeme üreticileri, yıkım, atık yönetimi ve geri dönüşüm uzmanları, tasarımcılar ve müşteriler gibi çeşitli karar vericilerin (Şekil 2.14) mevcut bilinç düzeylerinin belirlenmesine ilişkin yapılmış çalışmalarda, bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesine ilişkin ilk adımı atması gereken karar vericinin kim olması gerektiğine dair bir fikir birliğinin mevcut olmadığı vurgulanmıştır. Öte yandan, bina sektöründe döngüsel ekonomiye ilişkin farkındalık düzeyinin irdelendiği çalışmalarda, karar vericilerin kendi farkındalık düzeylerinin bağlı oldukları kurum ve bina sektörüne kıyasla yüksek



Şekil 2.14 Bina yaşam döngüsü evrelerinde etkili olan karar vericiler

olduğu, ikinci sırada çalıştıkları kurumun ve en son sırada ise bina sektörünün yer aldığı belirtilmiştir (K. T. Adams vd., 2017; ARUP ve EMF, 2018).

Öte yandan, bina sektöründe hakim olan lineer ekonomi yaklaşımına dayalı geleneksel yöntemlerden döngüsel ekonomi yaklaşımının benimsendiği yöntemlere geçişte karar vericilerinin isteksizliği negatif bir etki yaratmaktadır. Ancak, bilindiği üzere, bina üretim sürecinde farklı uzmanlık alanlarına sahip karar vericilerin birbirleriyle uyumlu bir şekilde çalışması ve bina üretim sürecinin döngüsel ekonomi ilkelerine dayalı olarak bütüncül ele alınması sürecin başarısında çok önemlidir. Özellikle, bina yaşam döngüsü içerisinde etki düzeyi en yüksek olan erken tasarım evresinde döngüsel ekonomi yaklaşımına ilişkin gereksinim duyulan bilgi ve farkındalığa sahip karar vericilerin eksikliği, bina sektöründe döngüsel

ekonominin benimsenmesini oldukça zorlaştıran bir husustur. Dolayısıyla, erken tasarım evresinde önemli bir role sahip karar vericilerden biri olan mimarların bina tasarım sürecine döngüsel ekonomi yaklaşımını entegre etmesine yardımcı olacak karar destek araçlarının geliştirilmesi zorunludur (J. B. Andrade, 2017; Bertozzi, 2022; Kanters, 2020). Müşteri ve bina kullanıcıları, gerek bina satın alma süreçlerinde etkili olmaları gerekse binanın kullanım evresine ilişkin bakım, onarım ve yeniden kullanım süreçlerinden sorumlu olmaları nedeniyle diğer önemli karar vericilerdir. Öte yandan, döngüsel ekonomi uygulamalarına ilişkin yatırımların yetersizliği, diğer bir karar verici olan yatırımcıların önemini de ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, döngüsel ekonomiye ilişkin mevcut düşük bilgi ve farkındalık düzeyini artıracak eylemlerin *(eğitim, atölye, ekonomik teşvik gibi)* hızlı ve kapsamlı bir şekilde gerçekleştirilmesi ciddi bir öneme sahiptir (ARUP ve EMF, 2018; ISO, 2024b). Ancak, bina sektörünün mevcut parçalı yapısı nedeniyle bina sektöründe döngüsel ekonominin tam anlamıyla benimsenmesi, zorlu ve karmaşık bir süreci gerektirse de, bina sektörünün diğer sektörler ile olan etkileşim düzeyi dikkate alındığında, bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesi ile sağlanacak çarpan etkisi de oldukça yüksektir (K. T. Adams vd., 2017; Kanters, 2020).

2.5 Bina Sektöründe Döngüsel Ekonominin Benimsenmesinde Araç ve Standartların Etkisi

Bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde karar vericilere destek sağlayacak araçların, özellikle erken tasarım evresi karar verme sürecine yönelik karar destek araçlarının geliştirilmesi (J. Andrade vd., 2019), çok önemli bir etki alanına sahiptir. Dolayısıyla, binaların çevresel etkilerinin değerlendirilebilmesi amacına yönelik olarak geliştirilmiş pek çok dijital araca da ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda, BIM *(yapı bilgi modellemesi)* mimaride sıklıkla kullanılan bir araç olup bina yaşam döngüsü evrelerinden programlama, tasarım, analiz ve yapım gibi çeşitli evrelerde de (Şekil 2.15) aktif olarak kullanılmaktadır (Bilal vd., 2023). Binaların çevresel etki düzeylerinin değerlendirilmesinde bina bileşenlerine ilişkin özelliklerinin belirlenmesi ve bu özelliklere dayalı ortaya çıkabilecek olası olumsuzlukların öngörülmesi erken tasarım evresinin başarılı bir şekilde yürütülmesi için oldukça önemlidir. Dolayısıyla, erken tasarım evresine ilişkin

detaylı ve kapsamlı analizlerin yürütülmesine olanak sağlayan BIM aynı zamanda bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde de ciddi bir potansiyele sahiptir. Öte yandan, kullanım ömrünü tamamlamış bir bina için döngüsel ekonomi ilkelerine dayalı bir uygulamanın gerçekleştirilebilmesi süreci, gerek bileşenlere ait özelliklerin detaylı bir şekilde belirlenmesi gerekse döngüsel ekonomi ilkelerinden uygun olan ilkelere karar verilmesi açısından kolay bir süreç değildir. Bu zorlu surece pozitif katkı sağlayabilecek araçlardan biri olarak gösterilen BIM tabanlı araçların etkinliği, çeşitli çalışmalarda da vurgulanmaktadır (Bilal vd., 2023).

Diğer bir araç ise, ARUP ve EMF tarafından geliştirilmiş *"Circular Buildings Toolkit"* aracıdır. Geliştirilen bu araç, çeşitli kılavuzlar ve standartlar ile birlikte farklı destek araçlarını da içermektedir. Bu destek araçlarından *"Circularity Builder"* isimli araç, malzemelerin çevresel etkilerinin değerlendirilmesine ek olarak erken tasarım evresi de dahil olmak üzere tüm tasarım sürecine rehberlik



Şekil 2.15 Yapı bilgi modellemesi döngüselliği (Bimcrone, 2020)

edebilme ve böylelikle tasarım sürecine entegrasyonu sağlanan döngüsel ekonomi ilkeleri ile de edinilen döngüselliği belirleme yeteneklerine sahiptir (ARUP ve Ellen MacArthur Foundation, 2022). One Click LCA ise, çevresel ürün beyanları ve YDD ile çevresel etki değerlendirmesinin yanı sıra yaşam döngüsü maliyeti ve döngüselliğin analizine yönelik kullanılabilecek bir karar destek aracıdır. BIM araçları ile birlikte çalışabilme özelliğine sahip olması ile birlikte sökülebilir ve uyarlanabilir tasarım gibi döngüsel ekonomi ilkelerinin de bu araç kapsamında

dikkate alınabilmesi aracın önemli özellikleri olarak sıralanmaktadır (One Click LCA, 2024). Binalarda sökülebilirlik ve yeniden kullanımı desteklemeye yönelik olarak DDC *(Digital Deconstruction)* projesi kapsamında geliştirilmiş pek çok dijital karar destek araçlarından *"Quick 3D Scan and Viewer"* isimli araç, binaların dijital ikizlerinin oluşturulması, *"Reversible BIM"* isimli araç ise, bina ve malzemelerin yeniden kullanım potansiyelleri ve çevresel etkilerinin değerlendirilmesi ile döngüselliği destekleyen iki araçtır. Bir diğer araç *"CIRDAX"* ise, binalarda kullanılan malzemelerin belirlenmesinde kaynakların verimli kullanımı, sökülebilirlik ve yeniden kullanımı gibi konularda destekleyici bilgi sağlayan bir araçtır (Elma Durmisevic, 2023).

Geliştirilen pek çok araçla birlikte bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkin rol oynayan bir diğer unsur ise, standartlardır. Döngüsel ekonomiye ilişkin geliştirilen ISO standartları 2024 yılında ISO 59000 standart ailesi olarak yayınlanmıştır. ISO 59004 rehber niteliğinde bir standart olmakla birlikte döngüsel ekonomiye ilişkin uluslararası bir tanımın da yapıldığı ilk standarttır. Çeşitli ilkeler ve eylemlerin yer aldığı bu standart, iş modelleri ve değer ağlarına ilişkin bir rehber niteliğindeki ISO 59010'u takip etmekte olup döngüsel iş modellerine geçişi de desteklemektedir. ISO 59020 standardı ise, döngüselliğe ilişkin performansın ölçülmesi ve değerlendirilmesine ilişkin esas alınan çerçeve ve ilkeleri tanımlamaktadır. Ayrıca, ürün döngüsellik verilerine ilişkin olarak ISO 59040 standardı, ikincil malzemelerin geri kazanımının sürdürülebilirliğine ilişkin olarak ise ISO 59014 ek belgeleri yayınlanmıştır (ISO, 2024c, 2024a, 2024b).

3
BİNA SEKTÖRÜNDE DÖNGÜSEL EKONOMİNİN BENİMSENMESİNDE ETKİLİ OLAN ENGELLER VE İTİCİ GÜÇLERİN İRDELENMESİ

Bu tez çalışması ile iklim değişikliği ile mücadele, sürdürülebilir yapma çevrelerin üretimi gibi önemli sorunların odak noktasında yer alan bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller ve itici güçlerin irdelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç çerçevesinde izlenilen yaklaşım, i) sistematik literatür taramasının yapılması ve ii) anket çalışmasının gerçekleştirilmesi olmak üzere iki ana adıma dayanmaktadır. Tez çalışması kapsamında yapılan kabuller ve izlenilen yaklaşım, aşağıda ayrıntılı biçimde sunulmaktadır.

3.1 Sistematik Literatür Taramasının (SLT) Yapılması

Bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller ve itici güçlere ilişkin kapsamlı bir inceleme gerçekleştirilmesi amacıyla iki önemli veri tabanı olan Web of Science (WOS) ve Scopus üzerinden sistematik literatür taraması (SLT) yapılmıştır. SLT kapsamında i) araştırma sorusunun belirlenmesi, ii) araştırma programının belirlenmesi ve iii) birincil çalışmaların belirlenmesi adımları dikkate alınmıştır.

Araştırma sorusunun belirlenmesi adımı, SLT sürecini yönlendirmesi ve bu süreç sonucunda elde edilecek bilgileri doğrudan etkilemesi nedeniyle inceleme sürecinin başarısında önemli bir rol oynamaktadır. Dolayısıyla, bu çalışma kapsamında açık, konuya özgü ve cevaplanabilir bir araştırma sorusu olarak *"Bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller ve itici güçler nelerdir?"* esas alınmıştır.

Araştırma programının belirlenmesi adımı, anahtar kelimelerin, tarama yapılacak katalog, veri tabanı gibi kaynakların ve araştırma sürecinin tanımlanmasını kapsamaktadır. Anahtar kelimelerin tanımlanmasında gerek araştırma sorusundan gerekse ön literatür taramasında irdelenmiş benzer çalışmalardan (Ababio ve Lu, 2023; AlJaber vd., 2023a; Eberhardt vd., 2022; Mhatre vd., 2021; Munaro ve Tavares, 2023; Osei-Tutu vd., 2023; Velzen, 2023) türetilen çeşitli arama terimleri, bu terimlerin eş anlamlıları, kısaltmaları ve olası kombinasyonları dikkate alınmıştır (Tablo 3.1).

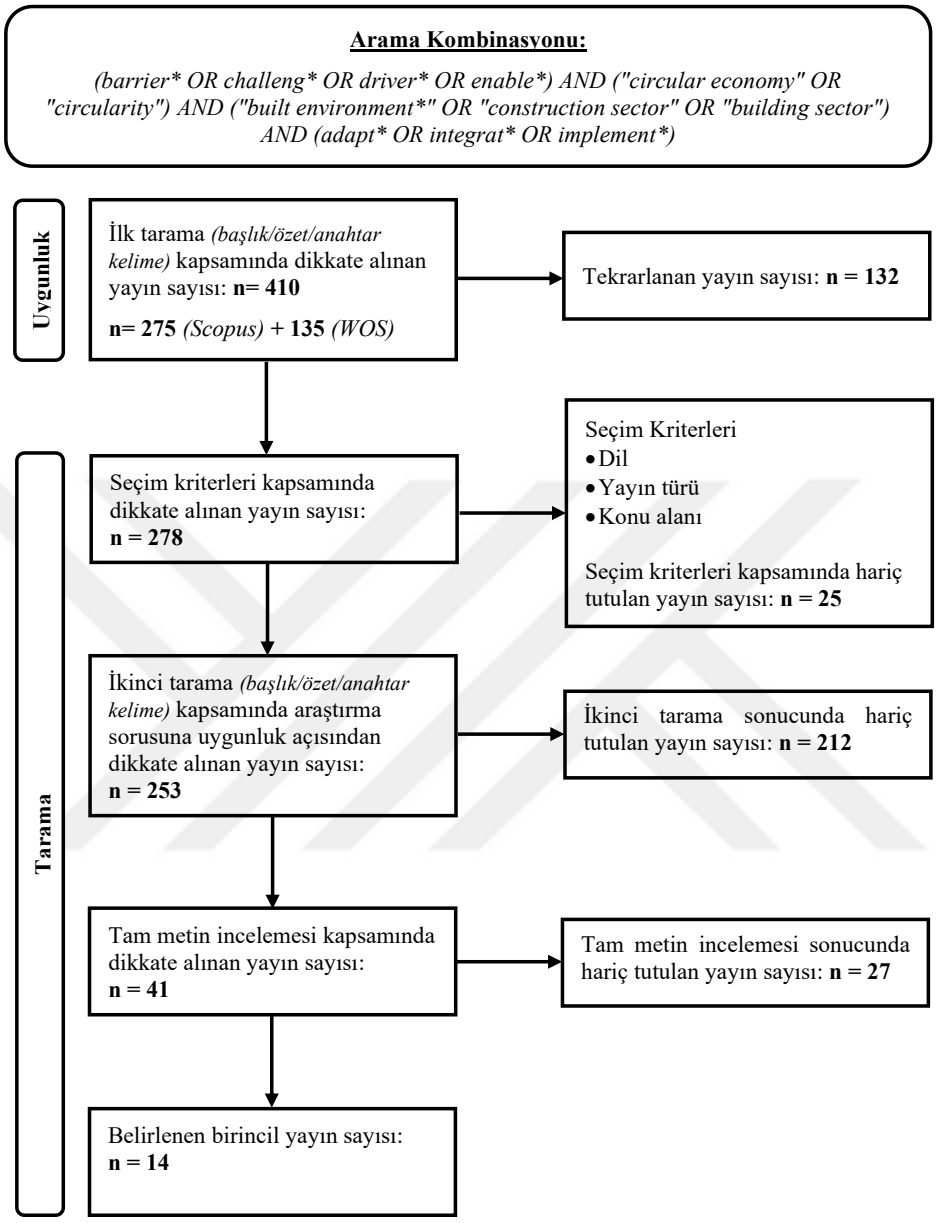
Tablo 3.1 SLT kapsamında dikkate alınan anahtar kelimeler

Circular Economy	**Barriers/Enablers**	**Building Sector**	**Integration**
Circular Economy	Barrier	Construct*	Adaptation
Circularity	Challenge	Build*	Integration
	Driver	Built environment	Implementation
	Enabler	Construction sector	
		Building sector	

Tablo 3.1'de verilen anahtar kelimeler için kombinasyonlar, *"AND"* ve *"OR"* boolean işleçleri kullanılarak oluşturulmuştur. Kapsamlı bir araştırmanın yapılabilmesi amacıyla arama kombinasyonu *(barrier* OR challeng* OR driver* OR enable*) AND ("circular economy" OR "circularity") AND ("built environment*" OR "construction sector" OR "building sector") AND (adapt* OR integrat* OR implement*)* oluşturulmuştur. Belirlenen anahtar kelimeler, en yaygın kullanılan, iki önemli veri tabanı WOS ve Scopus'ta taranmıştır. Öte yandan, bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesi hususu, oldukça güncel bir konudur. Bu bağlamda, gerçekleştirilen SLT için erişim sağlanan çalışmaların yayınlanma yılları irdelendiğinde, son 5 yılda çalışma sayısının ciddi bir artış gösterdiği, 10 yıl öncesine kadar ise son derece sınırlı sayıda çalışmanın mevcut olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla, iki veri tabanı üzerinden gerçekleştirilen SLT için herhangi bir süre sınırlaması yapılmamıştır.

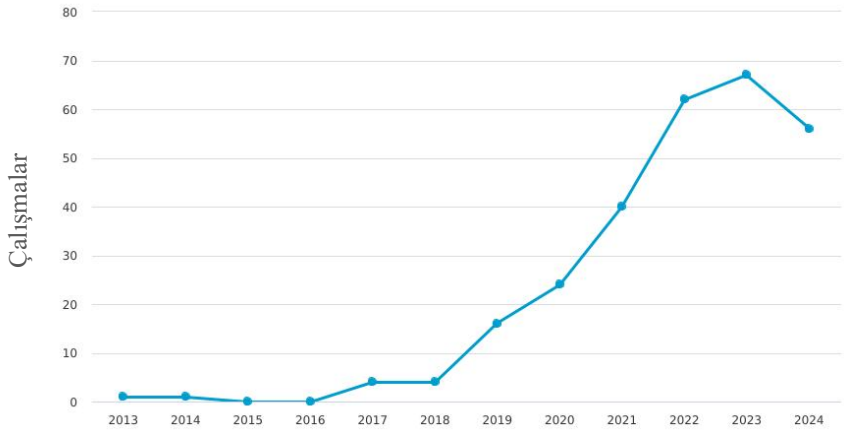
Birincil çalışmaların belirlenmesi adımında ise, anahtar kelimelere dayalı olarak veri tabanları üzerinden ulaşılan çalışmalara seçim kriterlerinin uygulanması ile irdelenecek çalışmaların belirlenmesi süreci gerçekleştirilir. Bu çalışmada, birincil çalışmaların belirlenmesi amacına yönelik olarak sistematik taramalar ve meta

analizler için geliştirilmiş bir kılavuz olan PRISMA kullanılmıştır (PRISMA, 2025). PRISMA kılavuzuna uygun olarak izlenilen iş akışı, Şekil 3.1'de verilmiştir.

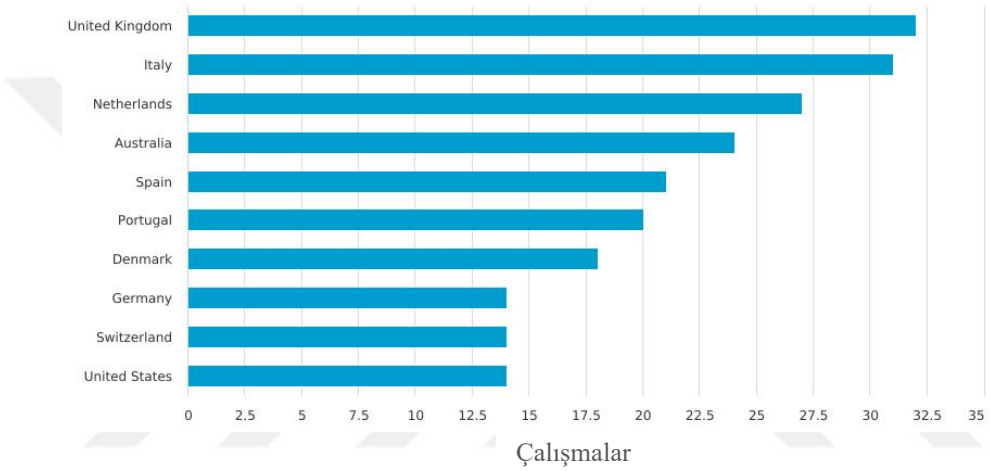


Şekil 3.1 SLT kapsamında izlenilen iş akışı

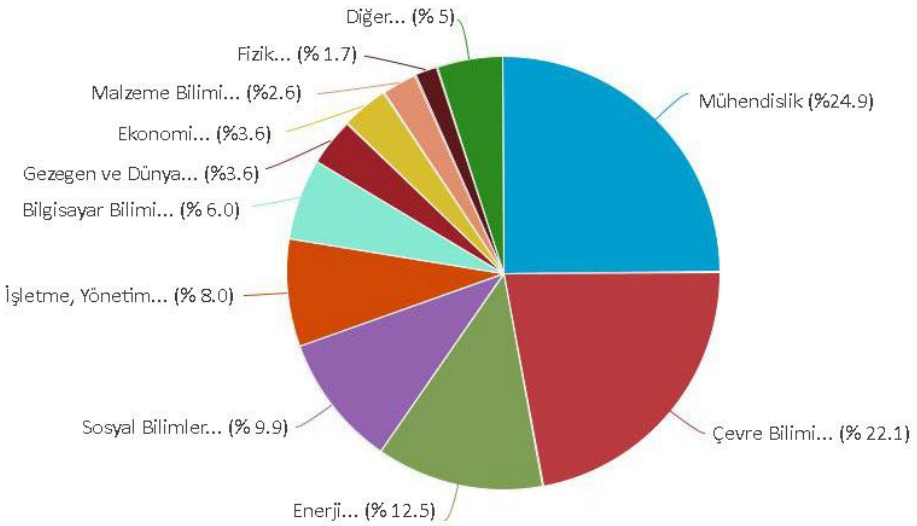
Şekil 3.1'de görüldüğü üzere anahtar kelimeler ile WOS ve Scopus veri tabanlarında *"başlık / özet / anahtar kelime (title / abstract / author keywords)"*'ye dayalı olarak gerçekleştirilen ilk tarama sonucunda, WOS veri tabanında 135, Scopus veri tabanında ise 275 çalışmaya ulaşılmıştır. Ulaşılan toplam 410 çalışma irdelendiğinde, 132 çalışmanın aynı olduğu tespit edilmiş ve aynı olan çalışmalar elenmiştir. Kalan toplam 278 çalışmanın yıllara göre dağılımı, ülkelere göre dağılımı ve konu alanlarına göre dağılımı, sırasıyla Şekil 3.2-3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.2 Çalışmaların yıllara göre dağılımı



Şekil 3.3 Çalışmaların ülkelere göre dağılımı



Şekil 3.4 Çalışmaların konu alanlarına göre dağılımı

Şekil 3.2'de görüldüğü üzere, 2018 yılından itibaren döngüsel ekonomi yaklaşımına ilişkin gerçekleştirilen çalışma sayısında önemli bir artış olduğu

açıktır. Ülkelere göre dağılım irdelendiğinde ise, en fazla çalışmanın Birleşik Krallık, İtalya ve Hollanda'da yapılmış olduğu görülmektedir (Şekil 3.3). Konu alanları açısından ise, %25'lik pay ile mühendislik alanı ve %22'lik pay ile çevre bilimleri döngüsel ekonomi yaklaşımına ilişkin yapılmış çalışmalarda öne çıkmaktadır (Şekil 3.4). Öte yandan, bu hususa ilişkin yapılmış çalışmaların bağlı oldukları konu alanı sayısının oldukça fazla ve degişken olması da, döngüsel ekonomi yaklaşımının pek çok farklı disiplinle olan geniş kapsamlı ilişkisini açıkça göstermektedir.

İlk tarama sonucunda tekrarlayan, aynı çalışmaların elenmesi ile elde edilen 278 çalışmanın filtrelenebilmesi için seçim kriterleri oluşturulmuştur. Bu seçim için aşağıda yer verilen dahil edilme kriterleri dikkate alınmıştır:

- Dil kısıtlamaları: İngilizce yayınlar.
- Yayın Türleri: Makale, derleme, konferans bildirisi, kitap bölümü.
- Konu alanları: Mühendislik, çevre bilimleri ve ekoloji, bilim ve teknoloji, inşaat ve bina teknolojisi, işletme ve ekonomi, malzeme bilimi, kamu yönetimi, bilgisayar bilimleri, mimarlık, eğitim ve eğitim araştırmaları, kamu, çevre ve iş sağlığı, sosyal sorunlar, sosyal bilimler, kentsel çalışmalar.

Bu seçim kriterlerine dayalı olarak yapılan filtreleme sonucunda 25 çalışmanın daha elenmesine karar verilmiştir. Geriye kalan 253 çalışma için gerçekleştirilecek nitelik değerlendirmesinde *"Bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller ve itici güçler nelerdir?"* araştırma sorusuna dayalı olarak çalışmaların başlık, özet ve anahtar kelime incelemesi ikinci kez gerçekleştirilmiştir. Bu inceleme sonucunda araştırma sorusu ile doğrudan ilişkili olmayan 212 çalışmanın elenmesine karar verilmiştir. Geriye kalan 41 çalışma için ise, tam metin incelemesi gerçekleştirilmiştir. Bu inceleme kapsamında da, bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller ve itici güçlerin belirlenmemesine yönelik herhangi bir sınıflandırma içermeyen 27 çalışma elenmiştir. Böylelikle, tam metin incelemesi sonucunda 14 çalışmanın birincil çalışma olarak dikkate alınması uygun görülmüş olup bu çalışmalar, Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2 SLT kapsamında belirlenen birincil çalışmalar

Makale Başlığı	Kaynak	Yıl
Barriers to Circularity in Construction: An Analysis of Experts' Perspectives	(Allam ve Nik-Bakht Mazdak, 2023)	2023
A review on barriers, drivers, and stakeholders towards the circular economy: The construction sector perspective	(Munaro ve Tavares, 2023)	2023
Circular economy adoption barriers in built environment- a case of emerging economy	(Mhatre vd., 2023)	2023
Circular Economy in the Building Sector: Investigating Awareness, Attitudes, Barriers, and Enablers through a Case Study in Saudi Arabia	(AlJaber vd., 2024)	2024
Barriers to circular economy implementation in the construction industry: causal assessment model	(Durdyev vd., 2023)	2023
Barriers and Opportunities in the Transition to a Circular Construction Sector in Portugal	(Tavares ve Pedroso, 2024)	2024
Modelling the relationship between circular economy barriers and drivers for sustainable construction industry	(Abdulai vd., 2024)	2024
Barriers and Enablers to the Adoption of Circular Economy Concept in the Building Sector: A Systematic Literature Review	(AlJaber vd., 2023b)	2023
Barriers impeding circular economy (CE) uptake in the construction industry	(Osei-Tutu vd., 2023)	2023
Barriers and enablers of circular economy in construction: a multi-system perspective towards the development of a practical framework	(Ababio ve Lu, 2023)	2023
Analysis of Barriers Towards Implementing Circular Economy in Sri Lankan Built Environment	(Weerakoon ve Thayaparan, 2023)	2023
Barriers and Enablers to Circular Building Design in the US: An Empirical Study	(Cruz Rios vd., 2021)	2021
Drivers, barriers and enablers: construction sector views on vertical extensions	(Gillott vd., 2022)	2022
City level circular transitions: Barriers and limits in Amsterdam, Utrecht and The Hague	(Campbell-Johnston vd., 2019)	2019

3.1.1 SLT Kapsamında Engeller ve İtici Güçlerin Değerlendirilmesi

SLT kapsamında belirlenen 14 birincil çalışma, bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller ve itici güçlerin irdelenmesine yönelik dikkate aldıkları sınıflandırma özellikleri açısından değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda elde edilen bulgular, Tablo 3.3 aracılığıyla verilmiştir.

Tablo 3.3'te görüldüğü üzere, irdelenen 14 çalışmanın hepsinde engel kategorileri dikkate alınırken itici güç kategorilerine sadece dört çalışmada yer verilmiş, kalan on çalışmada ise itici güçler herhangi bir kategori altında değerlendirilmeden sıralanmıştır. Engel ve itici güç kategorilerine ilişkin alt kategorilerin sadece iki çalışma kapsamında esas alındığı görülmektedir. Sınıflandırmalarda dikkate alınan engel kategori sayısının ağırlıklı olarak altı olduğu tespit edilirken itici güç kategori sayısının ise, degişken olduğu belirlenmiştir. Öte yandan, irdelenen çalışmalarda toplam engel sayısının en az 8, en fazla 79, toplam itici güç sayısının ise en az 6, en

Tablo 3.3 Birincil çalışmalar kapsamında dikkate alınan engel ve itici güç sınıflandırmaları

No	Kaynak	Engel Kat. S.	Alt Kat.	Toplam Engel	İG Kat. S.	Alt Kat.	Toplam İG
[1]	(Allam ve Nik-Bakht Mazdak, 2023)	6	-	37	-	-	-
[2]	(Munaro ve Tavares, 2023)	5	9	41	5	7	35
[3]	(Mhatre vd., 2023)	6	-	16	-	-	-
[4]	(AlJaber vd., 2024)	6	-	25	-	-	14
[5]	(Durdyev vd., 2023)	6	-	23	-	-	-
[6]	(Tavares ve Pedroso, 2024)	4	-	24	4	-	42
[7]	(Abdulai vd., 2024)	4	-	21	-	-	16
[8]	(AlJaber vd., 2023b)	6	16	25	-	-	14
[9]	(Osei-Tutu vd., 2023)	6	-	79	-	-	-
[10]	(Ababio ve Lu, 2023)	5	-	45	5	-	15
[11]	(Weerakoon ve Thayaparan, 2023)	7	-	12	-	-	7
[12]	(Cruz Rios vd., 2021)	7	-	63	-	-	55
[13]	(Gillott vd., 2022)	4	-	8	4	12	19
[14]	(Campbell-Johnston vd., 2019)	5	-	10	-	-	6

*İG: İtici güç, Kat.: Kategori, S.: Sayı

fazla 55 olduğu tespit edilmiştir. Ababio ve Lu (2023), Gillott vd. (2022), Munaro ve Tavares (2023), Tavares ve Pedroso (2024) tarafından yapılan çalışmalarda gerek engeller gerekse itici güçler açısından bütüncül bir sınıflandırma oluşturmak amacıyla aynı ana kategoriler altında engeller ve itici güçleri değerlendirdikleri belirlenmiştir. Öte yandan, Allam ve Nik-Bakht Mazdak (2023), Durdyev vd. (2023), (Mhatre vd., 2023), Osei-Tutu vd. (2023) tarafından gerçekleştirilmiş çalışmalarda ise, engel kategorilerinin tanımlanmasında itici güçlere hiç değinilmediği görülmüştür. Birincil çalışmalar kapsamında dikkate alınan engel ve itici güç kategorileri ve sayıları, yapılan detaylı inceleme sonucunda belirlenmiş ve sırasıyla Tablo 3.4 ve Tablo 3.5'te verilmiştir.

Tablo 3.4'teki altı kategoriye dayalı gerçekleştirilmiş çalışmaların her birinde ekonomik, finansal, maliyet ve pazar engel kategorileri için farklı ifadelerin dikkate alındığı belirlenmiştir. Sosyal ve kültürel engel kategorileri altında yer verilen farkındalık, algı, bilgi ve davranışsal engeller ise, çalışmaların çoğunda dikkate alınmıştır. Yönetsel, mevzuat, standartlar ile teknik ve teknolojik engel kategorilerine çalışmaların yarısında yer verilmiştir. Öte yandan çevresel engeller kategorisinin ise, az sayıda çalışmada ayrı bir kategori olarak değerlendirildiği tespit edilmiştir. Ayrıca Abdulai vd. (2024) tarafından gerçekleştirilmiş çalışmada

yer verilen ürün tasarımı ve atık yönetimi gibi daha spesifik engel kategorilerine de çalışmalar kapsamında yer verildiği görülmüştür.

Tablo 3.4 Engel kategorileri ve sayıları *(kaynak no'lar Tablo 3.3'ten alınmıştır)*

No	Engel Kategorileri	Kat. S.	Alt Kat. S.	Toplam Engel S.
[1]	Yönetsel, Ekonomik, Sosyal, Teknolojik, Çevresel, Yasal	6	-	37
[2]	Ekonomik, Bilgi, Kurumsal, Yönetsel, Teknolojik	5	9	41
[3]	Ekonomik, Çevresel, Teknik, Sosyal, Yönetsel, Davranışsal	6	-	16
[4]	Farkındalık, Teknik, Ekonomik ve Pazar, Uygulama, Destek ve tanıtım, Sosyal	6	-	25
[5]	Farkındalık/Algı/Bilgi, Finans/Maliyet, Mevzuat/Standartlar, İşletim, Satın alma, Proje/Tasarım	6	-	23
[6]	Politika/Mevzuat, Teknoloji, Pazar, Kültürel	4	-	24
[7]	Mevzuat ve Kurumsal Çerçeve, Piyasa Politikaları ve Teknoloji, Ürün Tasarımı ve Atık Yönetimi, Tedarik Zinciri	4	-	21
[8]	Farkındalık, Teknik, Ekonomik ve Pazar, Uygulama, Destek ve Tanıtım, Sosyal	6	16	25
[9]	Ekonomik/Finansal, Teknik, Sosyal, Kültürel, Teknolojik, Çevresel	6	-	79
[10]	Sosyal ve Kültürel, Yönetsel/ Mevzuat, Finans ve Ekonomik, Teknolojik, Teorik Çerçeve	5	-	45
[11]	Ekonomik faydalar konusunda güvence olmaması, Anlayış/Farkındalık/Bilgi/Teknolojik, Yönetsel /Mevzuat, Sınırlı Paydaş İş Birliği, Yeniden Kullanımı/Geri kazanım, Ekonomik/Finans, Standartlar	7	-	12
[12]	Mevzuat, Ekonomik, Teknik, Eğitimsel, Kültürel, Teknolojik, Çevresel	7	-	63
[13]	Teknik, Kültürel, Ekonomik, Mevzuatla ilgili	4	-	8
[14]	Teknolojik, Piyasa/Finansal, Kurumsal/Mevzuat, Kültürel, Kentsel	5	-	10

*Kat.: Kategori, S.: Sayı

Öte yandan, engellerin dört kategori *(Tablo 3.4'e dayalı olarak en düşük engel kategori sayısı)* altında irdelendiği üç çalışmanın (Abdulai vd., 2024; Gillott vd., 2022; Tavares ve Pedroso, 2024) her birinde ekonomik ve yönetsel engellere ilişkin kategorilerin tanımlandığı tespit edilmistir. Ayrıca, Tavares ve Pedroso (2024) ve Abdulai vd. (2024) tarafından yapılmış çalışmalarda teknolojik engel kategorilerine yer verilirken Tavares ve Pedroso (2024) ve Gillott vd. (2022) tarafından yapılmış çalışmalarda ise, sosyal/kültürel engel kategorilerine yer verildiği belirlenmiştir. Teknik engel kategorisine ise, sadece Gillott vd. (2022) tarafından dikkate alındığı tespit edilmiştir.

Engelleri yedi kategori *(Tablo 3.4'e dayalı olarak en yüksek engel kategori sayısı)* altında dikkate alan ise, iki çalışma mevcuttur (Cruz Rios vd., 2021; Weerakoon ve Thayaparan, 2023). Bu çalışmalarda ekonomik, yönetsel ve teknolojik ile ilişkili engel kategorilerinin tanımlandığı görülmektedir. Öte yandan, sosyal/kültürel, teknik, eğitimsel ve çevresel engel kategorilerinin ise, sadece Cruz Rios vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada dikkate alındığı belirlenmiştir. Ayrıca paydaş iş birliği, yeniden kullanım/geri kazanım gibi daha spesifik kategorilere Weerakoon ve Thayaparan (2023) tarafından yapılan çalışmada yer verildiği görülmüştür.

Tablo 3.4'te görüldüğü üzere, engel kategorileri altında ayrıca alt kategori tanımlaması yapan iki çalışma (AlJaber vd., 2023b; Munaro ve Tavares, 2023) mevcuttur. Bu çalışmalarda alt kategori tanımlaması ile engel kategorilerine ilişkin anlaşılırlık düzeyinin artırılması amaçlanmıştır. Örneğin, Munaro ve Tavares (2023) tarafından yapılan çalışmada, teknolojik engeller kapsamında tanımlanan malzeme teknolojilerine ilişkin araç eksiklikleri ve bilgi eksiklikleri alt kategorileri ile toplam dokuz engelin değerlendirildiği belirlenmiştir. Öte yandan, dört engel kategorisinin dikkate alındığı çalışmalarda toplam engel sayısı en fazla 24 olurken altı engel kategorisinin tanımlandığı çalışmalarda ise 30'dan az engele yer verildiği ve bu çalışmaların da ağırlıkta olduğu tespit edilmiştir. İlgili çalışmalardan en fazla engelin *(79 engel)* tanımlandığı Osei-Tutu vd. (2023) tarafından yapılan çalışma, engel sayısının fazla olmasıyla öne çıkmaktadır. Ayrıca, yedi engel kategorisinin dikkate alındığı iki çalışmada ise, engel sayılarının 12 ve 63 olarak değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir.

Genel olarak incelenen birincil çalışmalardaki engel sayısı aralığının oldukça geniş olduğu tespiti ile birlikte çalışmalarda dikkate alınan benzer engel kategorilerinin de farklı ifadelere dayalı olarak tanımlandığı *(örn. ekonomik engeller için finansal, maliyet, pazar ifadelerinin kullanımı; yönetsel engeller için mevzuat, standartlar vb. ifadelere yer verilmesi gibi)* görülmektedir. Ayrıca, bazı çalışmalarda ana engel kategorisi olarak tanımlanan kategorilerin başka bir çalışmada farklı bir kategori altında dikkate alındığı belirlenmiştir. Örneğin yönetsel, mevzuat ve standartlar kategorileri, Allam ve Nik-Bakht Mazdak (2023) ve Tavares ve Pedroso (2024) çalışmalarında ana kategori olarak dikkate alınırken AlJaber vd. (2024) ve Osei-Tutu vd. (2023) çalışmalarında ise, bu kategoriler teknik engeller kategorisi altında değerlendirilmektedir. Dolayısıyla, engel kategorilerinin tanımlanmasında

literatürde esas alınan net bir yaklaşımın mevcut olmadığı açıktır. Ancak, incelenen çalışmalarda dikkate alınan engellere ilişkin genel bir değerlendirmenin yapılmasına yönelik olarak engel kategorileri, üç kategori (*ekonomik, sosyal ve kültürel ve teknik)* altında irdelenmiştir.

Bu açıdan, ekonomik engeller kategorisi birincil çalışmalarda en çok karşılaşılan kategoriyi oluşturmaktadır. İlk yatırım maliyetlerinin de dikkate alındığı yatırım maliyetleri, malzeme veya yıkım atıklarının geri dönüşümü ve yeniden kullanımına ilişkin maliyetler, malzeme teknolojilerinin geliştirilmesi gibi konulardaki yatırım eksiklikleri ve ekonomik belirsizlikler bu kategoriye ilişkin önemli engelleri oluşturmaktadır. Sosyal ve kültürel engellerin ise, birlikte ya da ayrı kategoriler altında değerlendirildiği açıktır. Bu engeller kapsamında döngüsel ekonomiye ilişkin bilgi ve farkındalık eksiklikleri önemli engeller olarak sıralanmaktadır. Ayrıca, lineer ekonomi yaklaşımına dayalı geleneksel tüketim alışkanlıklarının aksine geri dönüşüm, azaltım ve yeniden kullanım ilkelerine dayalı çevreye zarar vermeyen malzemelerin kullanımına yönelik alışkanlıkların benimsenmemesi de önemli engellerden biridir. Öte yandan döngüsel ekonomi uygulamalarına ilişkin süreçlerin karmaşıklığı ve başarılı örneklerin yetersizliği de, diğer vurgulanan engellerdir.

Teknik engellerin ise, incelenen çalışmalarda teknik, teknolojik ve sektörel engeller gibi farklı kategori başlıkları altında değerlendirildiği görülmektedir. Özellikle, bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde bina yaşam döngüsü evrelerinde standardizasyon, sökülebilir tasarım ve esnek tasarım gibi döngüsel ekonomi ilkelerinin uygulanmasına yönelik ihtiyaç duyulan teknik bilgilere ilişkin eksiklikler önemli engeller olarak sıralanmaktadır. Malzemelere yönelik teknolojik eksikliklerin yanı sıra döngüselliği ölçme ve değerlendirme araçlarının eksiklikleri, tasarım ve atık yönetimi uygulamaları için gerekli araç teknolojilerinin yetersizlikleri ve tedarik zincirine dair eksikliklerin varlığı da, diğer vurgulanan engellerdir. Bina sektörüne ilişkin engellerden biri olarak sektörün diğer sektörlerle iş birliği içerisinde çalışmaması vurgulanırken sektördeki karar vericilerin ve ilgili kurumların sertifika sistemleri, malzeme pasaportları ve çevresel etki değerlendirmesi gibi araçlara ilişkin bilgi eksiklikleri ise, dikkat çeken diğer önemli engeldir. Bu engel kapsamındaki eksiklikler aynı zamanda döngüsel ekonomiye yönelik eğitim ve bilgilendirme faaliyetlerinin yetersizliği ile birlikte bina

sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesine ilişkin araştırma eksiklikleri ve dolayısıyla teknik bilgiye sahip uzmanların eksiklikleri ile de ilişkilidir. Teknik engeller altında değerlendirilen diğer bir engel ise, mevzuat ve standartlara ilişkin engellerdir. Özellikle, döngüsel ekonomi yaklaşımının güncel bir yaklaşım olması ve var olan yasal mevzuatlar, standartlar ve düzenleyici çerçevelerin sektörde hakim lineer ekonomi yaklaşımına yönelik hazırlanmış olması nedeniyle bu engel öncelikli ele alınması gereken engellerden biridir. Bu engelin aşılmasına yönelikte 2024 yılında ilk ISO standartları yayınlanmıştır (ISO, 2024b, 2024a, 2024c). Ayrıca, bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesine yönelik teşvik ve desteklerin yetersizliği, geri dönüşüm ve yeniden kullanım gibi pek çok döngüsel ekonomi ilkelerinin uygulanmasına ilişkin düzenlemelerin ve denetim mekanizmalarının zayıf olması da, diğer önemli engeller olarak sıralanmaktadır.

İtici güçler açısından birincil çalışmalar irdelendiğinde, on çalışmanın altısında herhangi bir sınıflandırmanın yapılmadığı tespit edilmiştir. Sınıflandırma yapılan dört çalışmadan ikisinde ise, itici güç kategorilerine ilişkin alt kategorilerin tanımlandığı görülmektedir (Tablo 3.5).

Tablo 1.5'te görüldüğü üzere, itici güçlere ilişkin kategori tanımlaması yapan dört çalışmada kategori sayıları dört ve beş olmak üzere değişkenlik göstermektedir. Ayrıca, çalışmalarda tanımlanan bu kategoriler gerek engeller gerekse itici güçler açısından benzerlik taşımaktadır. Öte yandan incelenen çalışmaların tümünde ekonomik ve yönetsel itici güç kategorileri yer alırken sosyal/kültürel itici güç kategorisinin Munaro ve Tavares (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada yer almadığı, teknolojik itici güç kategorisinin ise Gillott vd. (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışmada yer almadığı tespit edilmiştir. Teknik kategorisi Gillott vd. (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ayrı bir kategori olarak yer alırken bilgi kategorisinin ise Munaro ve Tavares (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ayrı bir kategori olarak dikkate alındığı belirlenmiştir. İtici güçlere ilişkin herhangi bir sınıflandırmanın yapılmadığı çalışmalarda da yapı bilgi modellemesinin *(BIM)* kullanımı (AlJaber vd., 2024), yeni iş ağlarının oluşturulması ve benzer görüşteki işletmeler ile iş birliği yapılması (Abdulai vd., 2024) ve atıkların vergilendirilmesi (Campbell-Johnston vd., 2019) gibi pek çok spesifik itici gücün tanımlandığı görülmektedir. İtici güçlere ilişkin sınıflandırma

Tablo 3.5 İtici güç kategorileri ve sayıları *(kaynak no'lar Tablo 3.3'ten alınmıştır)*

No	İtici Güç Kategorileri	Kat. S.	Alt Kat. S.	Toplam İG S.
[2]	Ekonomik, bilgi, kurumsal, yönetsel, teknolojik	5	7	35
[4]	Döngüsel ekonomiyi destekleyici politika, finansal teşvikler, döngüsel bina araçları için teknoloji ve yenilik, paydaşların işbirliği ve katılımı, yapı bilgi modellemesinin kullanımı, döngüsel iş modelleri, farkındalık kampanyaları, geri kazanılmış malzemelerin standardizasyonu ve sertifikasyonu, döngüsel binalar için tasarım kılavuzları, yeniden kullanılan malzeme pazar mekanizmalarının geliştirilmesi, eğitim ve araştırma, daha fazla malzeme depolama ve geri dönüşüm tesisi, döngüsel bina vaka çalışmaları, malzeme pasaportları	-	-	14
[6]	Politika/mevzuat, teknoloji, pazar, kültürel	4	-	42
[7]	Yeniden üretim, sürdürülebilir alışkanlıkların benimsenmesi konusunda paydaş ve kamuoyu baskısı, hammadde ve atık bertaraf giderlerinde potansiyel tasarruf, atıksız bir sistemin oluşturulması, mevzuatın değiştirilmesi, yeni işler oluşturma ve işletme sahibi katılımı için yeni yollar açma potansiyeli, mevcut kaynakları kullanmanın yeni yolları, kaynak optimizasyonunu sağlayan teknolojilerin geliştirilmesi, araştırma ve geliştirme için finansman sağlanması, teknik kapasite gelişimi için destek sağlanması, yeni iş ağlarının oluşturulması ve benzer görüşteki işletmelerin iş birliği yapması, paydaşların karar alma süreçlerine katılımı ve işbirliği yapması, şirket değerlerinin ve kültürünün değişime açık olması ve farkındalık ve özveriye dayanması, farkındalık artırma çalışmaları, son kullanıcılar için daha iyi bir deneyim sağlayan paylaşıma dayalı çözümlerin oluşturulması, politika diyaloğu ve uzmanlık alışverişi için uluslararası forum oluşturulması	-	-	16
[8]	Döngüsel ekonomiyi destekleyici politikalar, finansal teşvikler, döngüsel bina araçları için teknoloji ve yenilik, paydaşların işbirliği ve katılımı, yapı bilgi modellemesinin kullanımı, döngüsel iş modelleri, farkındalık kampanyaları, geri kazanılmış malzemelerin standardizasyonu ve sertifikasyonu, döngüsel binalar için tasarım kılavuzları, yeniden kullanılmış malzemeler için pazar mekanizmalarının geliştirilmesi, eğitim ve araştırma, daha fazla malzeme depolama ve geri dönüşüm tesisi, döngüsel bina vaka çalışmaları, malzeme pasaportları	-	-	14
[10]	Sosyal ve kültürel, yönetsel/ mevzuat, finans ve ekonomik, teknolojik, teorik çerçeve	5	-	15
[11]	İnşaat paydaşları için zorunlu eğitimler, paydaşların takdir/tanıma yoluyla motive edilmesi, paydaşların yeni konseptleri uygulaması için çeşitli kolaylıklar sağlanması, proje yaşam döngüsü boyunca de uygulaması için bir kılavuz hazırlanması ve araştırma geliştirme süreci yardımıyla bu kılavuzun güçlendirilmesi, sürdürülebilir değerlendirme araçları için zorunlu kontrol noktalarının belirlenmesi, üretici onayı/ürün detaylarına ilişkin veri tabanı	-	-	7
[12]	-	-	-	55
[13]	Teknik, kültürel, ekonomik, mevzuatla ilgili	4	12	19
[14]	Kamu alımları, imar kanunları, gönüllü anlaşmalar, kapasite geliştirme, atıkların vergilendirilmesi, bilgi alışverişi	-	-	6

*İG: İtici güç, Kat.: Kategori, S.: Sayı

yapılan çalışmalarda (Ababio ve Lu, 2023; Gillott vd., 2022; Munaro ve Tavares, 2023; Tavares ve Pedroso, 2024) toplam itici güç sayısının 15 ile 42 arasında, herhangi bir sınıflandırmanın yapılmadığı çalışmalarda (Abdulai vd., 2024; AlJaber vd., 2023b, 2024; Campbell-Johnston vd., 2019; Cruz Rios vd., 2021; Weerakoon ve Thayaparan, 2023) ise 6 ile 55 arasında değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Birincil çalışmalara ilişkin gerçekleştirilen bu detaylı irdeleme sonucunda, bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller ve itici güçlere ilişkin yapılacak sınıflandırma çalışmalarında engeller ve itici güçler arasında ilişkilendirilebilirliğin etkin bir şekilde yapılabilmesini sağlamak açısından engeller ve itici güçlerin aynı kategoriler altında dikkate alınması önceliklendirilmelidir. Dolayısıyla, engeller kapsamında dikkate alınan üç kategori *(ekonomik, sosyal ve kültürel ve teknik)* itici güçlere ilişkin yapılan genel değerlendirme kapsamında da dikkate alınmıştır.

Bu açıdan, ekonomik itici güçler kategorisi altında dikkate alınan itici güçler, döngüsel ekonomi ilkelerinden azaltım *(malzeme kullanımının azaltılması)*, yeniden kullanım ve geri dönüşümün teşvik edilmesi, düşük maliyetli bina yapım tekniklerinin tercih edilmesi ve ekonomik belirsizliklerin aşılmasına yönelik planların oluşturulması olarak sıralanmaktadır. Sosyal ve kültürel itici güçler olarak ise, bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesine ilişkin gerek sosyal medya vb. platformlar gerekse atölye vb. çalışmalar aracılığıyla mevcut bilgi ve farkındalık düzeyinin artırılması yer almaktadır. Teknik açıdan itici güçler ise, gerek bilgi eksikliklerinin giderilmesi gerekse koordineli bir şekilde çalışmaların yürütülmesine yönelik olarak araştırma, geliştirme ve inovasyonların artırılması ve bina sektörünün diğer sektörler ile iş birliği içerisinde olmasının teşvik edilmesidir. Ayrıca, bina sektöründe dijitalleşmesin gerçekleştirilmesi, bina döngüselliğinin değerlendirilmesine yönelik araçların geliştirilmesi, geri dönüşüm ve yeniden kullanım ilkelerine yönelik kaynak optimizasyonu sağlayan teknolojilerin geliştirilmesi ve var olan teknolojilere erişim olanaklarının artırılması da diğer önemli itici güçler olarak sıralanmaktadır. Bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesine ilişkin olarak ekonomik teşviklerin artırılması, güncel mevzuat ve standartların döngüsel ekonomi yaklaşımına uygun şekilde güncellenmesi, denetim mekanizmalarının geliştirilmesi ve döngüsel ekonomiye geçişte ulusal ve bölgesel hedeflerin belirlenmesi de ciddi etki düzeyine sahip diğer itici güçlerdir.

3.1.2 SLT Kapsamında Uygulama Ölçekleri ve Karar Vericilerin Değerlendirilmesi

SLT kapsamında belirlenen 14 birincil çalışma, bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller ve itici güçlerin irdelenmesine yönelik olarak dikkate aldıkları uygulama ölçekleri ve karar vericiler açısından da değerlendirilmiştir. Bu bağlamda, Ababio ve Lu (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada uygulama ölçeklerinin mikro, mezo ve makro olarak dikkate alındığı görülmektedir. Mikro ölçek ile binalar, mezo ölçek ile bina sektörü ve makro ölçek ile ise, bölge, kent ve ülke tanımlanmıştır. Bu farklı üç ölçek için beş engel kategorisi belirlenmiştir. Bu kategoriler içerisinde değerlendirilen engellerden ekonomik ve teknolojik engellerin mikro ölçek kapsamında etki düzeyinin yüksek olduğu belirtilmiştir. Öte yandan, teknolojik engellerin ayrıca mezo ölçek kapsamında da yüksek etki düzeyine sahip olduğu vurgulanmıştır. Makro ölçek kapsamında etki düzeyi yüksek olan engellerin ise, mevzuat ve standartlara ilişkin engeller olduğu ifade edilmiştir. Campbell-Johnston vd. (2019) tarafından Hollanda bağlamında üç farklı kent için gerçekleştirilen çalışmada ise, kent ölçeğinde döngüsel ekonominin benimsenmesinde ham maddeler ve yapı malzemelerine ilişkin geliştirilen mevzuat ve standartların önemine vurgu yapılmıştır.

Karar vericiler açısından ise, birincil çalışmalar kapsamında dikkate alınan karar vericiler belirlenmiş ve bu belirlemelere dayalı olarak on karar verici kategorisi geliştirilmiştir (Tablo 3.6). Geliştirilen karar verici kategorileri irdelendiğinde, yüklenici/şirket kategorisi altında yüklenici firmalar ile birlikte bina yapım ve yıkım firmaları da dikkate alınmıştır. Bina sahibi/kullanıcı/yatırımcı ve mimar/tasarımcı ise iki farklı kategori olarak belirlenmiştir. Teknik uzman/mühendis kategorisi altında farklı mühendislik disiplinleri ile bina metraj ve yazılım geliştirme uzmanları gibi teknik uzmanlar da dikkate alınmıştır. Yönetim kategorisi proje, planlama, malzeme ve yıkım gibi farklı alanlardaki yöneticilerden oluşmakta olup üreticiler kategorisi ise tedarikçiler ve atık ihracatçılarını kapsamaktadır. Kamu yetkilileri kategorisi ile politika yapıcılar ve merkezi/yerel yönetimler dikkate alınmış olup akademisyen/danışman kategorisi ise, ayrıca değerlendirilmiştir. Bina planlama ve proje koordinatörlerini içeren proje planlama kategorisi ile finans kuruluşları ve ticari karar vericileri birlikte değerlendiren finans kategorileri ise, geliştirilen son kategorilerdir. Diğer kategorisi altında ise,

bina sertifika kuruluşları, emlakçılar, bakım ve onarım teknisyenleri, çevre ve sürdürülebilirliğe ilişkin sivil toplum kuruluşları, analiz uzmanları ve sigorta kuruluşları gibi geliştirilen ilk on kategori altında dikkate alınamayan karar vericilere yer verilmiştir.

Tablo 3.6 Karar verici kategorileri *(kaynak no'lar Tablo 3.3'ten alınmıştır)*

Karar Vericiler	Kaynaklar	Toplam Kaynak Sayısı
Yüklenici/ Şirket	[1], [4], [5], [6], [13]	5
Bina sahibi/ Kullanıcı/Yatırımcı	[1], [2], [6], [10]	4
Mimar/Tasarımcı	[1], [2], [6], [7], [11], [12], [13]	6
Teknik uzman/ Mühendis	[2], [3], [7], [10], [11], [13]	5
Yönetim	[2], [3], [6], [7], [10], [11]	6
Üreticiler	[1], [2], [6], [10]	4
Kamu Yetkilisi	[1], [2], [6], [10]	4
Akademisyen/Danışman	[1], [3], [4], [5], [6], [10], [11]	7
Proje Planlama	[2], [3], [10], [11], [13]	5
Finans	[10], [13]	2
Diğer	[1], [3], [6], [7], [10], [11]	6

Tablo 3.6'da görüldüğü üzere, karar verici kategorileri içerisinden akademisyen/danışman ve mimar/tasarımcı kategorileri, incelenen birincil çalışmaların neredeyse yarısında dikkate alınmaktadır. Finans kategorisi altındaki karar vericilerin ise, ilgili çalışmalarda diğer karar verici kategorilerine kıyasla en düşük düzeyde yer aldığı tespit edilmiştir.

Öte yandan, karar vericilerin bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller ve itici güçlerin belirlenmesinde ciddi bir katkısı olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla, pek çok çalışmada literatür taraması ile birlikte karar vericilerin gerek mevcut görüşleri gerekse mevcut bilgi ve farkındalık düzeylerinin belirlenmesine yönelik olarak farklı uygulama alanları bağlamında anket çalışmaları ve görüşmelerin gerçekleştirildiği tespit edilmiştir (Tablo 3.7).

3.2 Anket Çalışmasının Gerçekleştirilmesi

Bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller ve itici güçlerin irdelenmesine yönelik SLT'nin yapılması adımından sonra Türkiye bağlamında çevrim içi olarak anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen anket çalışması ile bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller ve itici güçlerin önem düzeylerinin farklı uygulama ölçekleri ve farklı

Tablo 3.7 Uygulama ölçekleri ve yöntemler *(kaynak no'lar Tablo 3.3'ten alınmıştır)*

Kaynak	Uygulama Ölçeği	Yöntem
[1]	Avrupa, Asya, Kuzey Amerika	Derleme, Veri toplama, İçerik analizi
[2]	-	Sistematik Literatür Taraması
[3]	Hindistan	Literatür taraması, Uzman görüşmesi, DEMATEL
[4]	Suudi Arabistan	Sistematik Literatür taraması, Anket (çevrimiçi), Vaka çalışması
[5]	Kazakistan, Malezya, Türkiye	Kapsamlı literatür taraması, Odak grup görüşmesi, DEMATEL
[6]	Portekiz	Anket, Görüşme
[7]	Gana	Literatür taraması, Yapılandırılmış anket
[8]	-	Sistematik Literatür taraması
[9]	Küresel	Literatür taraması, Bibliyometrik analiz
[10]	Küresel	Sistematik Literatür taraması, Bibliyometrik analiz, İçerik analizi
[11]	Sri Lanka	Literatür taraması, Yarı yapılandırılmış görüşme
[12]	Amerika Birleşik Devletleri	Yarı yapılandırılmış görüşme
[13]	-	Anket, Yarı yapılandırılmış görüşme
[14]	Hollanda	Literatür taraması, Görüşme, Vaka çalışması

karar vericiler açısından belirlenmesine ve bina sektöründeki mevcut bilgi ve farkındalık düzeyinin bu bağlamda değerlendirilmesine ilişkin mevcut açığın kapatılması amaçlanmıştır. Bu amaç çerçevesinde, gerçekleştirilen anket çalışması üç bölüme dayanmakta olup bu bölümler, i) demografik veriler, ii) bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller, iii) bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan itici güçler olarak sıralanmaktadır (EK A).

Demografik veriler bölümü, ankete katılım sağlayan kişilere ilişkin temel bilgilerin *(yaş, cinsiyet, eğitim seviyesi, meslek ve mesleki deneyim süresi)* edinimin gerçekleştiği bölümdür. Bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller bölümü, çalışmanın ilk adımında yapılan SLT'ye dayalı olarak üç kategori altında dikkate alınan engellerin *(ekonomik, sosyal ve kültürel, teknik)* değerlendirilmesini kapsamaktadır. Ekonomik engeller kategorisi için altı engel tanımlanmış olup bu engeller,

- döngüsel ekonomiye geçişte karşılaşılan yüksek ilk yatırım maliyetleri ve diğer yatırım gereksinimleri *(E1),*
- yeni malzeme teknolojilerine yeterince yatırım yapılmaması *(E2),*

- döngüsel ekonomi uygulamalarına etki eden ekonomik belirsizlikler *(yatırım getirisinin belirsizliği, pazar talebinin ön görülememesi vb.) (E3),*
- döngüsel ekonomi uygulamalarının kısa vadede yeterli ekonomik kazanç sağlamaması *(E4),*
- malzemelerin üretim, depolama ve geri dönüşüm/bertaraf süreçlerinin yüksek maliyetli olması *(E5)* ve
- geri dönüştürülmüş veya yeniden kullanılmış malzemelere yönelik piyasa talebinin düşük olması *(E6)*

olarak sıralanmaktadır. Sosyal ve kültürel engeller kategorisi için de altı engel tanımlanmış olup bu engeller,

- döngüsel ekonomi kavramı hakkında genel bilgi düzeyinin yetersiz olması *(S1),*
- döngüsel ekonominin faydaları ve uygulamaları konusunda toplumda yeterli farkındalığın olmaması *(S2),*
- geri dönüştürülmüş malzeme kalitesinin düşük olduğu algısı *(S3),*
- geleneksel alışkanlıklar ve iş yapma şekillerini değiştirmeye yönelik isteksizlik *(S4),*
- döngüsel ekonomi uygulamalarına yönelik süreçlerin karmaşık olması ve yeterince anlaşılmaması *(S5)* ve
- döngüsel ekonomi ile ilgili başarılı örneklerin ve akademik araştırmaların yetersiz olması *(S6)*

olarak sıralanmaktadır. Teknik engeller kategorisi için ise, on engel tanımlanmış olup bu engeller,

- malzemelerin yeniden kullanılması, geri dönüştürülmesi, sökülebilir ve esnek tasarım gibi ilkelerin uygulanmasına yönelik teknik bilgi eksikliği *(T1)*,
- mevcut standartlar ve düzenlemelerin geleneksel *al, kullan ve at* yaklaşımına göre hazırlanmış olması *(T2)*,
- binaların kaynak verimliliği ve atık yönetimine ilişkin *(tasarım, yapım, kullanım ve yıkım evrelerinde)* döngüselliği ölçme ve değerlendirme araçlarının eksikliği *(T3)*,

- döngüsel ekonomi ilkelerinin uygulanmasına yönelik gereksinim duyulan araç ve malzeme teknolojilerinin yetersizliği ve bunlara erişimde yaşanan zorluklar *(T4)*,
- malzemelerin üretiminden kullanımına kadar olan süreçlerini izlemek için gerekli ürün tedarik zincirindeki verilerin yetersizliği *(çevresel ürün beyanı vb.) (T5),*
- bina sektörünün diğer sektörlerle olan düşük iş birliği düzeyi *(T6)*,
- sektörde teknik bilgiye sahip uzman eksikliği *(T7)*,
- döngüsel ekonomi ile ilgili eğitim öğretim faaliyetlerinin *(eğitici doküman, kurs, müfredat vb.)* eksikliği *(T8),*
- döngüsel ekonominin entegrasyonunu kolaylaştıracak destek ve teşviklerin yetersizliği *(T9)* ve
- döngüsel ekonomi uygulamalarını denetlemek için gerekli mekanizmaların yetersiz olması *(T10)*

olarak sıralanmaktadır.

Bu bölümde ilk olarak, ekonomik, sosyal ve kültürel, teknik engel kategorileri altında çeşitlendirilmiş engellerin önem düzeylerinin 5'li likert ölçeğine dayalı olarak derecelendirilmesi önceliklendirilmiştir. Sonrasında, bu üç engel kategorisinin kendi içerisinde önem düzeyine dayalı olarak sıralanmasına ek olarak farklı uygulama ölçekleri *(kent ve yerleşme ölçeği, bina ölçeği ve malzeme ölçeği)* açısından da önem düzeylerinin sıralanması gerekmektedir. Bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde, bina yaşam döngüsü evrelerinin önem düzeylerinin de ayrıca sıralanması beklenmektedir. Son olarak, ekonomik, sosyal ve kültürel, teknik engel kategorileri altında yer verilen engellerin aşılmasında bu çalışma kapsamında dikkate alınan karar vericilerin *(mimar/tasarımcı, mühendis, malzeme üreticisi, akademisyen/danışman)* önem düzeylerine göre sıralanması gerekmektedir.

Bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan itici güçler bölümü, ekonomik, sosyal ve kültürel, teknik engel kategorileri ile ilişkili itici güçlerin değerlendirilmesini kapsamaktadır. İtici güçler için toplam 12 itici güç tanımlanmış olup bu itici güçler,

- maliyetlerin azaltılması için malzemelerde azaltım, yeniden kullanım ve geri dönüşüm ilkelerinin teşvik edilmesi *(İG1),*
- ekonomik belirsizliklerin *(yatırım getirisinin belirsizliği, pazar talebinin ön görülememesi vb.)* aşılması için net bir ekonomik tablo oluşturulması *(İG2),*
- sosyal medya vb. çeşitli platformlar aracılığı ile farkındalık artırmaya yönelik çalışmalar yapılması *(İG3),*
- sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonomi yaklaşımlarına ilişkin atölye, panel vb. bilgilendirici çalışmaların artırılması *(İG4),*
- teknik bilgi eksikliklerinin giderilmesine yönelik olarak eğitim öğretim müfredatının geliştirilmesi *(İG5),*
- karar vericilerin koordineli çalışmasına yönelik olarak araştırma, geliştirme ve inovasyonların artırılması *(İG6),*
- bina sektöründe dijitalleşmenin gerçekleştirilmesi *(İG7),*
- bina döngüselliğinin değerlendirilmesine yönelik araçların geliştirilmesi *(İG8),*
- malzeme teknolojilerinin geliştirilmesi ve var olan teknolojilere erişim olanaklarının artırılması *(İG9),*
- döngüsel ekonominin entegrasyonunu kolaylaştıracak destek ve teşviklerin artırılması *(İG10),*
- güncel mevzuatlar ve standartların döngüsel ekonomiye uygun şekilde güncellenmesi ve denetim mekanizmalarının geliştirilmesi *(İG11)* ve
- döngüsel ekonomiye geçişte ulusal ve bölgesel hedeflerin belirlenmesi *(İG12)*

olarak sıralanmaktadır. Sıralanan bu 12 itici gücün önem düzeylerinin 5'li likert ölçeğine dayalı olarak derecelendirilmesi, bu son bölüm kapsamında önceliklendirilmiştir.

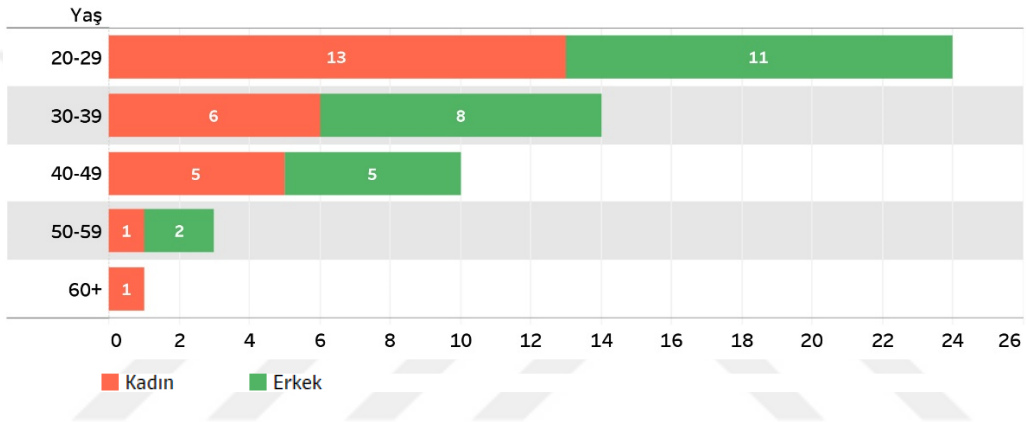
Üç bölüme dayalı olarak Google Forms kullanılarak hazırlanan anket çalışması bina sektöründeki pek çok karar vericiye ilgili davet postaları aracılığıyla iletilmiştir. Yaklaşık 15 dakikalık bir süre içerisinde tamamlanması mümkün olan anket çalışması, 1-20 Ocak 2025 tarihleri arasında cevrim içi olarak gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen anket çalışmasına, toplam 52 kişi katılım sağlamıştır.

3.2.1 Anket Çalışmasına İlişkin Bulgular

Anket çalışması kapsamında toplanan veriler, tanımlayıcı istatistik verilerine dayalı olarak karşılaştırmalı grafiksel analizler aracılığıyla değerlendirilmiştir. Microsoft Excel ve Tableau programları aracılığıyla gerçekleştirilen bu değerlendirmeler sonucunda elde edilen bulgular, aşağıda ayrıntılı biçimde sunulmaktadır.

Demografik Verilere İlişkin Bulgular

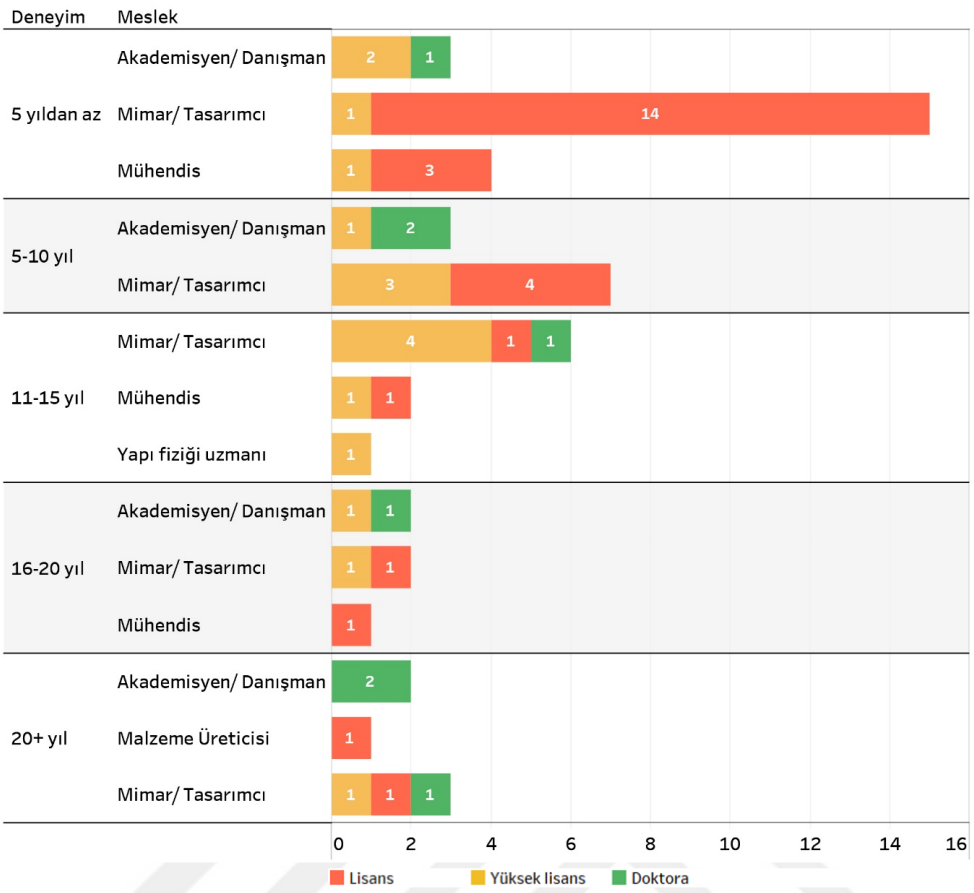
Anket çalışmasının birinci bölümünde katılımcılardan edinilen demografik veriler irdelenmiş olup elde edilen bulgular, Şekil 3.5 ve Şekil 3.6 aracılığıyla sunulmaktadır.



Şekil 3.5 Katılımcıların yaş ve cinsiyet dağılımları

Şekil 3.5'te görüldüğü üzere, katılımcıların cinsiyet dağılımı %50 kadın, %50 erkek olarak dengeli bir dağılım sergilemekte iken katılımcı yaş aralığının artışına bağlı olarak katılımcı sayısında azalma tespit edilmiştir. En yüksek katılımcı sayısı 24 kişi ile 20-29 yaş aralığında görülürken en düşük katılımcı sayısı 1 kişi ile 60 yaş ve üzerini temsil eden yaş aralığında gerçekleşmiştir.

Şekil 3.6'da görüldüğü üzere, ankete en fazla katılım sağlayan meslek grubu 33 kişi ile mimar/tasarımcı olurken akademisyen/danışman olarak 10 kişi, mühendis olarak 7 kişi ankete katılım sağlamıştır. Ankete en düşük katılım ise, malzeme üreticisi *(1 kişi)* ve yapı fiziği uzmanı *(1 kişi)* olarak kendini tanımlamış katılımcılar tarafından gerçekleştirilmiştir. Öte yandan, bu düşük katılım sayısının *(bir kişi olarak)* anket çalışmasından elde edilen bulguların değerlendirilmesinde yanlış yorumlamalara neden olmasını engellemek adına bu kişilerin yanıtları ihmal edilmiştir. Katılımcıların eğitim seviyesinin %51.9 lisans, %32.7 yüksek lisans ve %15.4 doktora şeklinde bir dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Mimar/tasarımcı grubunu



Şekil 3.6 Katılımcıların eğitim seviyeleri, meslekleri ve mesleki deneyim sürelerine ilişkin dağılımlar

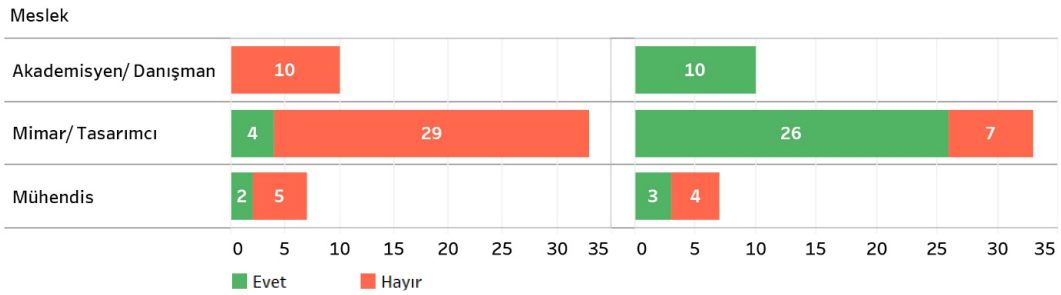
oluşturan katılımcıların mezuniyet durumu incelendiğinde, 5 yıldan az deneyime sahip olanların tamamına yakınının lisans mezunu olduğu görülürken deneyim süresi arttıkça yüksek lisans ve doktora mezunu katılımcı sayısının da arttığı görülmüştür.

Bina Sektöründe Döngüsel Ekonominin Benimsenmesinde Etkili Olan Engellere İlişkin Bulgular

Anket çalışmasının ikinci bölümünde katılımcıların bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engellere ilişkin yanıtları irdelenmiş olup elde edilen bulgular, Şekil 3.7-3.20 aracılığıyla sunulmaktadır.

Şekil 3.7'de görüldüğü üzere, mimar/tasarımcı grubundan dört kişi ile mühendis grubundan iki kişinin döngüsel ekonomi dikkate alınarak tasarlanmış bir bina projesinde yer aldığı belirlenmiştir. Katılımcıların %76,9'unun döngüsel ekonomi

hakkında bilgi sahibi olduğu, %23,1'inin ise döngüsel ekonomi hakkında bilgi sahibi olmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 3.7 Katılımcıların döngüsel ekonomi dikkate alınarak tasarlanmış bir projede yer alma durumu (solda), döngüsel ekonomi hakkında bilgi sahibi olma durumu (sağda)

Katılımcıların kendileri, çalıştıkları kurum ve bina sektörü açısından döngüsel ekonomiye ilişkin mevcut farkındalık düzeylerinin derecelendirmesine yönelik bulgular, Şekil 3.8'de verilmiştir.



Şekil 3.8 Katılımcıların döngüsel ekonomiye ilişkin mevcut farkındalık düzeylerini derecelendirmesi

Şekil 3.8'de görüldüğü üzere, üç karar verici gruba ilişkin kendi farkındalık düzeylerinin toplam ortalaması 3.13 olarak belirlenmiştir. Kendi farkındalık düzeyine ilişkin en yüksek değer akademisyen/danışman grubunda gerçekleşirken bu grup toplam ortalama değer olan 3.13'ün üzerinde bir değere sahip tek gruptur. Mimar/tasarımcı grubu 2.97 farkındalık derecesi ile ikinci sırada yer alırken mühendis grubu ise 2.71 ile en düşük dereceye sahip grup olarak tespit edilmiştir. Mühendis grubunun kendi farkındalık düzeyini diğer gruplardan daha düşük derecelendirmesine karşın çalıştığı kurum ve bina sektörünün farkındalık düzeylerini diğer meslek gruplarına kıyasla daha yüksek derecelendirmiş olması dikkat çekmektedir. Katılımcıların çalıştıkları kurumların farkındalık düzeylerinin toplam ortalaması 2.32, bina sektörünün farkındalık düzeylerinin toplam ortalaması ise 2.09 olarak belirlenmiştir. Mimar/tasarımcı katılımcı grubu, bina sektörünün

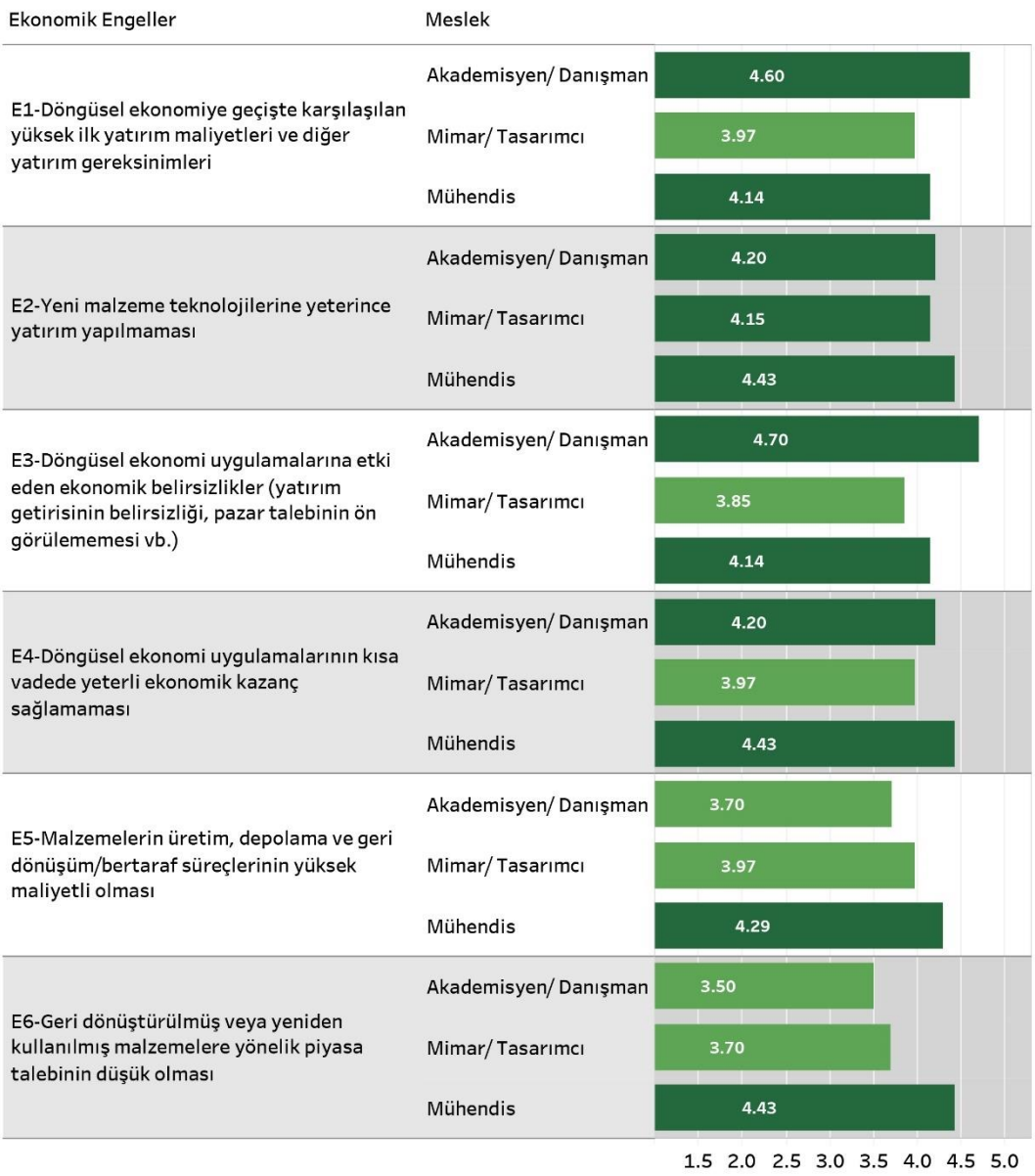
farkındalık düzeyini en düşük derecelendiren gruptur. Sonuç olarak, ankete katılan katılımcıların farkındalık düzeyine ilişkin yanıtları, ilgili kapsam genişledikçe azalmıştır.

Döngüsel ekonominin bina sektöründe benimsenmesinde etkili olan ekonomik engellerin önem düzeylerinin derecelendirilmesine ilişkin bulgular ise, Şekil 3.9'da verilmektedir. Ekonomik engeller altında dikkate alınan altı engel için belirlenmiş önem düzeyleri irdelendiğinde, E2'nin önem düzeyi en yüksek engel olduğu görülmektedir. Bu altı engelin önem düzeylerine dayalı olarak hesaplanmış genel ortalamanın *(4,03)* altında kalan ve dolayısıyla en düşük önem düzeyine sahip olan engeller ise, E5 ve E6'dır.



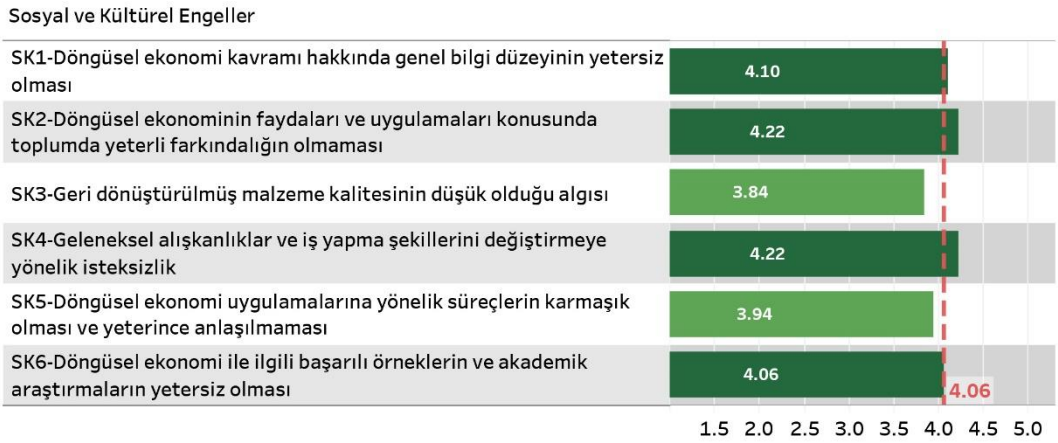
Şekil 3.9 Ekonomik engellerin önem düzeylerinin derecelendirilmesine ilişkin bulgular

Ekonomik engellerin önem düzeylerinin derecelendirilmesine yönelik farklı meslek gruplarını temsil eden katılımcıların vermiş olduğu yanıtlar ayrı ayrı irdelendiğinde elde edilen bulgular, Şekil 3.10 aracılığıyla sunulmaktadır. Bu bağlamda, üç meslek gurubunun da önem düzeyini 4.00'ün üzerinde derecelendirdiği tek engel E2'dir. Aynı zamanda, mimar/tasarımcı grubunun 4.00'ün üzerinde derecelendirdiği tek ekonomik engel de yine E2'dir. Öte yandan, mühendis grubu ise tüm ekonomik engellerin önem düzeylerini 4.00'ün üzerinde gerçekleşecek şekilde derecelendirmiştir. Akademisyen/danışman grubunun önem düzeyini en yüksek derecelendirdiği ekonomik engeller, E1 ve E3 iken en düşük derecelendirdiği ekonomik engeller ise, E5 ve E6'dır. Mühendis grubunun önem düzeyini en yüksek derecelendirdiği ekonomik engeller, E2, E4 ve E6 iken en düşük engeller ise, E1 ve E3'tür.



Şekil 3.10 Farklı meslek gruplarının ekonomik engelleri önem düzeylerine göre derecelendirmesi

Döngüsel ekonominin bina sektöründe benimsenmesinde etkili olan sosyal ve kültürel engellerin önem düzeylerinin derecelendirilmesine ilişkin bulgular, Şekil 3.11'de verilmektedir. Sosyal ve kültürel engeller altında dikkate alınan altı engel için belirlenmiş önem düzeyleri irdelendiğinde, S2 ve S4'ün önem düzeyi en yüksek iki engel olduğu görülmektedir. Bu altı engelin önem düzeylerine dayalı olarak hesaplanmış genel ortalamanın *(4,06)* altında kalan ve dolayısıyla en düşük önem düzeyine sahip olan engeller ise, S3 ve S5'tir.



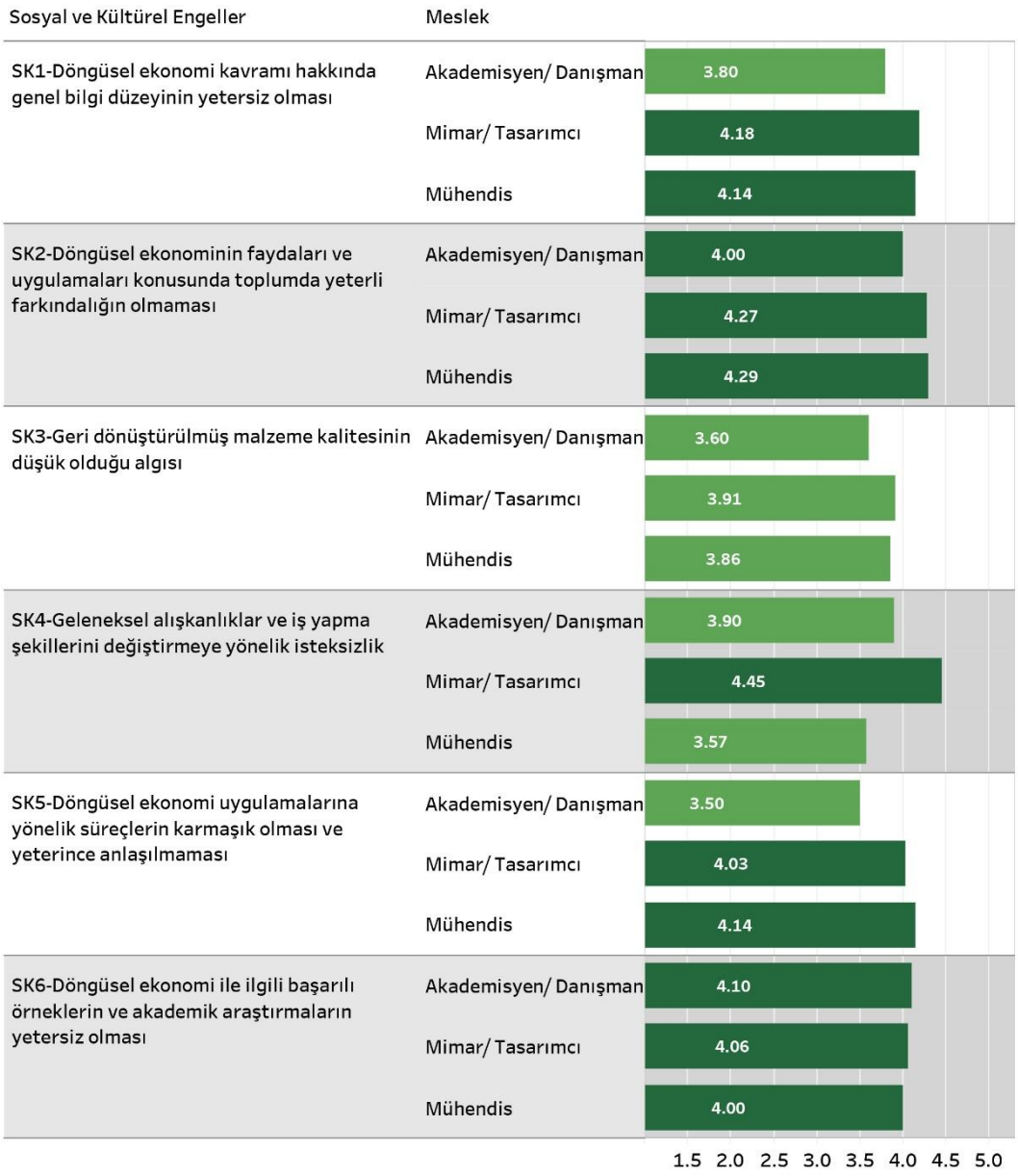
Şekil 3.11 Sosyal ve kültürel engellerin önem düzeylerinin derecelendirilmesine ilişkin bulgular

Sosyal ve kültürel engellerin önem düzeylerinin derecelendirilmesine yönelik farklı meslek gruplarını temsil eden katılımcıların vermiş olduğu yanıtlar ayrı ayrı irdelendiğinde elde edilen bulgular, Şekil 3.12 aracılığıyla sunulmaktadır. Bu bağlamda, üç meslek gurubunun da önem düzeyini 4.00'ün üzerinde derecelendirdiği engeller S2 ve S6 iken 4.00'ün altında derecelendirdiği tek engel S3'tür. Önem düzeyi en yüksek derecelendirilen sosyal ve kültürel engeller, akademisyen/danışman grubu tarafından S6, mimar/tasarımcı grubu tarafından S4, mühendis grubu tarafından ise S2'dir. Önem düzeyi en düşük derecelendirilen sosyal ve kültürel engeller, akademisyen/danışman grubu tarafından S5, mimar/tasarımcı grubu tarafından S3, mühendis grubu tarafından ise S4'tür.

Döngüsel ekonominin bina sektöründe benimsenmesinde etkili olan teknik engellerin önem düzeylerinin derecelendirilmesine ilişkin bulgular, Şekil 3.13'te verilmektedir. Teknik engeller altında dikkate alınan on engel için belirlenmiş önem düzeyleri irdelendiğinde, T7 ve T9'un önem düzeyi en yüksek, T5 ve T6'nın ise önem düzeyi en düşük engeller olduğu görülmektedir. Ayrıca, T1 ve T10'da on engelin önem düzeylerine dayalı olarak hesaplanmış genel ortalamanın *(4,20)* altında kalan, T5 ve T6'dan sonra diğer engellere kıyasla önem düzeyi düşük olan engellerdir.

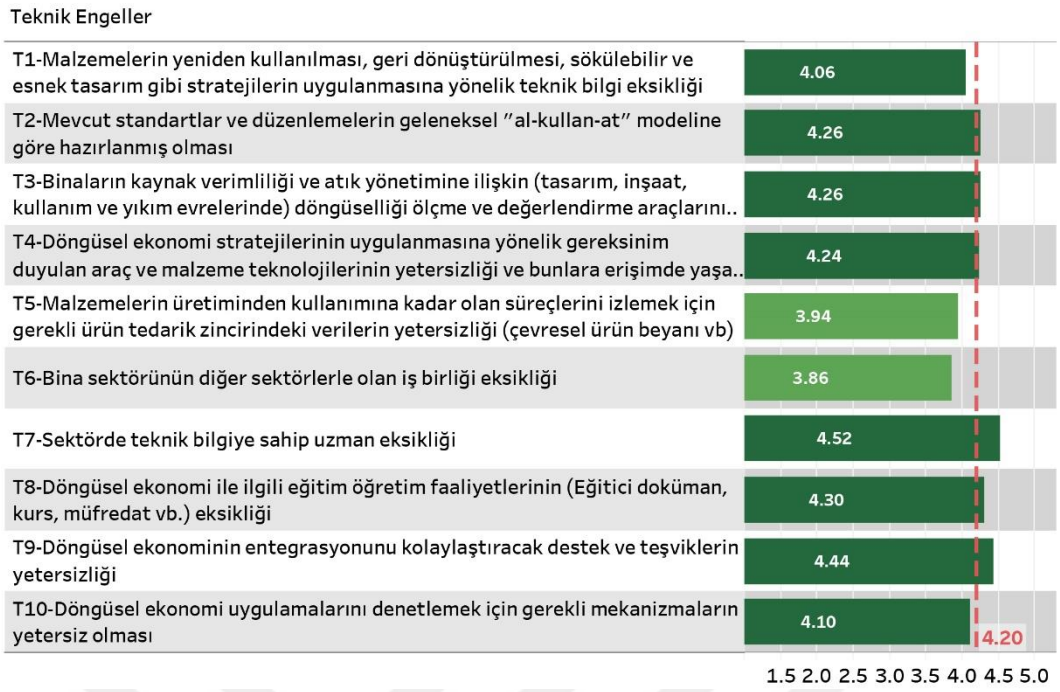
Teknik engellerin önem düzeylerinin derecelendirilmesine yönelik farklı meslek gruplarını temsil eden katılımcıların vermiş olduğu yanıtlar ayrı ayrı irdelendiğinde elde edilen bulgular, Şekil 3.14 aracılığıyla sunulmaktadır. Bu bağlamda, üç meslek gurubunun da önem düzeyini 4.00'ün üzerinde derecelendirdiği engeller, T2, T3, T7 ve T9'dur. Önem düzeyi en yüksek derecelendirilen teknik engeller,

akademisyen/danışman grubu tarafından T9, mühendis ve mimar/tasarımcı grupları tarafından T7'dir. Önem düzeyi en düşük derecelendirilen teknik engeller,



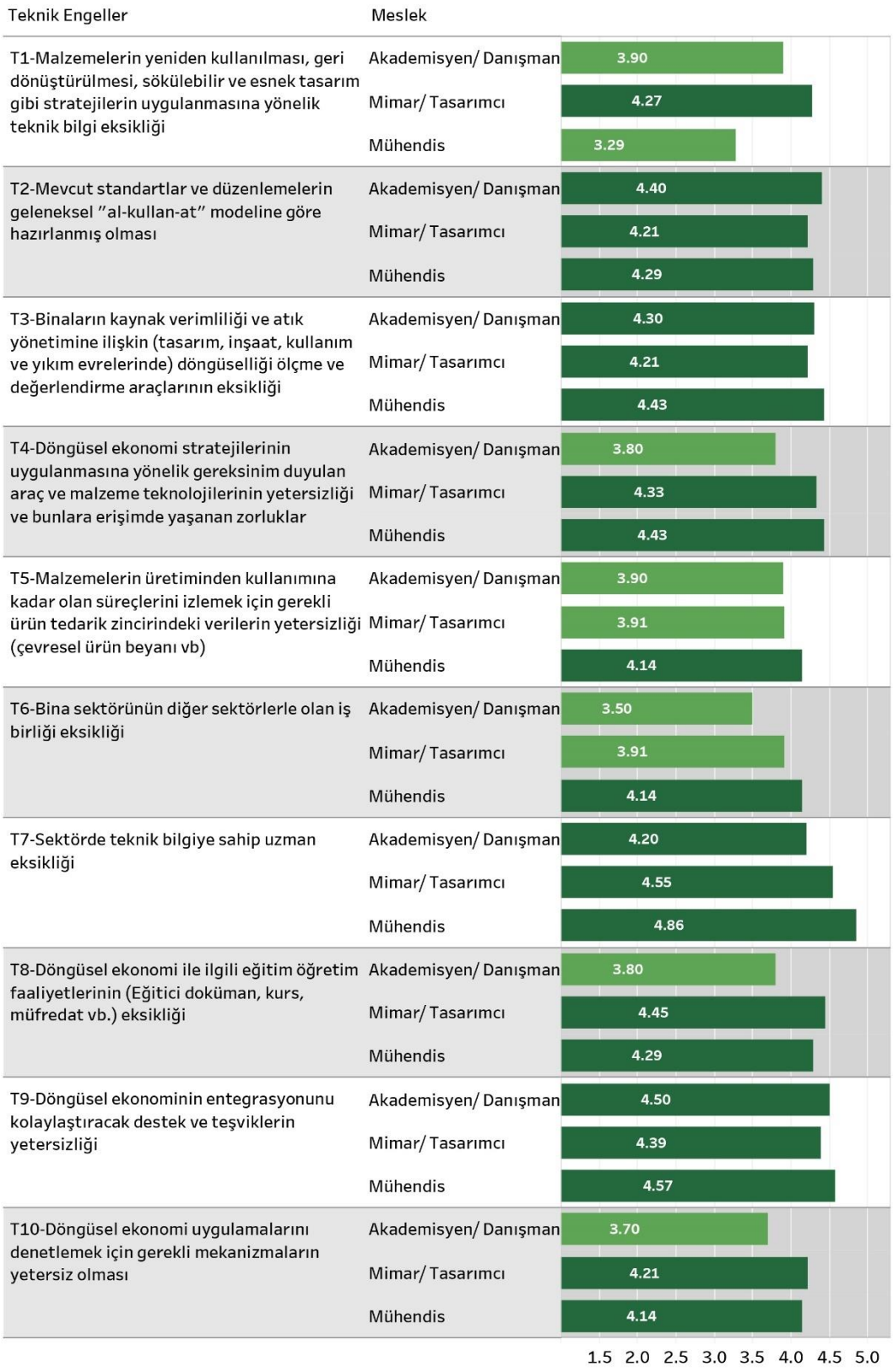
Şekil 3.12 Farklı meslek gruplarının sosyal ve kültürel engelleri önem düzeylerine göre derecelendirmesi

akademisyen/danışman grubu tarafından T6, mimar/tasarımcı grubu tarafından T5 ve T6, mühendis grubu tarafından ise T1'dir. T1 aynı zamanda mühendis grubu tarafından tüm engeller içerisinde önem düzeyi 4.00'ün altında derecelendirilen tek engeldir. Ekonomik, sosyal ve kültürel, teknik engel kategorilerinin kendi içlerinde yer alan engellerin önem düzeylerinin derecelendirilmesine ilişkin elde edilen bulgular ayrıca, karşılaştırmalı olarak bu üç engel kategorisi kapsamında değerlendirilmiş ve Şekil 3.15 aracılığıyla sunulmuştur.



Şekil 3.13 Teknik engellerin önem düzeylerinin derecelendirilmesine ilişkin bulgular

Şekil 3.15'te görüldüğü üzere, ekonomik engellerin (Şekil 3.9), sosyal ve kültürel engellerin (Şekil 3.11) ve teknik engellerin (Şekil 3.13) önem düzeylerinin derecelendirilmesine ilişkin bulguların kendi içlerinde ayrı ayrı ortalamaları alınarak her bir engel kategorisi için bir genel bir ortalama değeri bulunmuştur. Bu bağlamda, teknik engeller kategorisi 4.20 ortalama değer ile en yüksek önem düzeyine sahip kategori olurken sosyal ve kültürel engeller 4.06 ortalama ile ikinci sırada, ekonomik engeller ise 4.03 ortalama ile üçüncü sırada yer almıştır. Bu üç engel kategorisinin bu değerlendirmeye özgü genel önem düzeyi ortalaması ise, 4.10 olarak belirlenmiş olup ekonomik engeller ve sosyal ve kültürel engellerin bu genel ortalamanın altında kaldığı görülmektedir.



Şekil 3.14 Farklı meslek gruplarının teknik engelleri önem düzeylerine göre derecelendirmesi



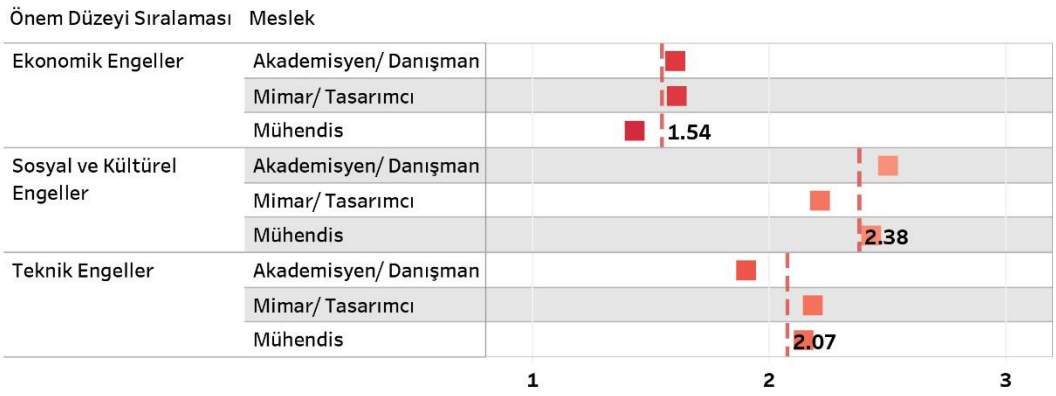
Şekil 3.15 Engel kategorilerinin önem düzeylerinin derecelendirilmesine ilişkin bulgular

Ancak, anket çalışmasına katılım gösteren meslek grubu içerisindeki kişi sayısının farklılık göstermesinin, Şekil 3.15'te belirtilen değerlerde belirsizliğe yol açması mümkündür. Dolayısıyla, katılımcıların bu üç engel kategorisi altındaki engellere verdikleri derecelendirmelere dayalı olarak (Şekil 3.9, Şekil 3.11, Şekil 3.13) engel kategorilerinin önem düzeyleri, Şekil 3.16 aracılığıyla sunulmaktadır.



Şekil 3.16 Farklı meslek gruplarının engel kategorilerini önem düzeylerine göre derecelendirmesi *(akademisyen/danışman (solda), mimar/tasarımcı (ortada) ve mühendis (sağda))*

Şekil 3.15'da görüldüğü üzere, her bir engel kategorisi altındaki engeller için farklı meslek grupları tarafından gerçekleştirilen önem düzeyi derecelendirmesine dayalı olarak belirlenen üç engel kategorisi ortalamaları, Şekil 3.15'te belirtilen genel ortalamaya dayalı engel sıralaması ile paralellik göstermektedir. Bu bağlamda, mimar/tasarımcı grubuna göre önem düzeyi derecesi sıralamasında ilk sırada teknik engellerin, ikinci sırada sosyal ve kültürel engellerin, üçüncü sırada ise ekonomik engellerin yer aldığı belirlenmiştir. Akademisyen/danışman grubu ile mühendis grubu için ise, mimar/tasarımcı grubundan farklı olarak, ilk sırada ekonomik engellerin, ikinci sırada teknik engellerin ve üçüncü sırada ise sosyal ve kültürel engellerin yer aldığı tespit edilmiştir. Anket çalışması kapsamında, ekonomik, sosyal ve kültürel, teknik engel kategorilerinin kendi içlerinde yer alan engellerin önem düzeylerinin derecelendirilmesinin ardından bu üç engel kategorisinin birbirlerine göre önem düzeylerinin sıralanması katılımcılar tarafından gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.17).



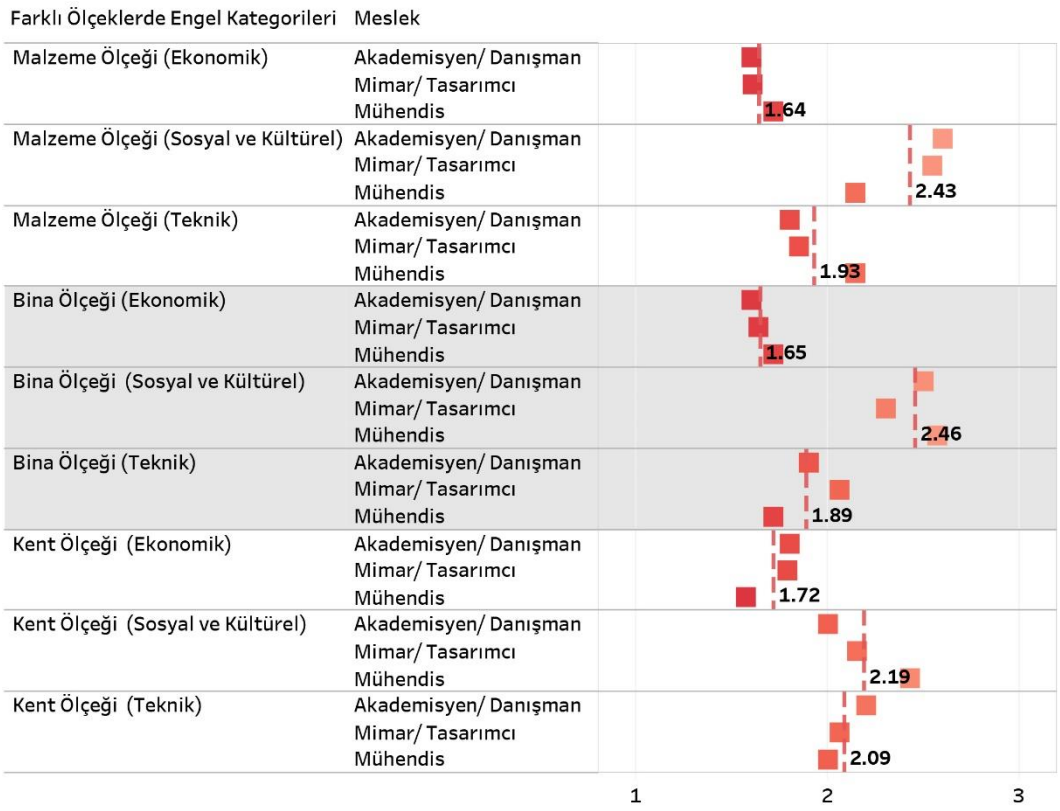
Şekil 3.17 Engel kategorilerinin önem düzeylerine göre sıralaması *(1-yüksek, 2-orta, 3-düşük)*

Şekil 3.17'de görüldüğü üzere, önem düzeyi en yüksek engel kategorisi ekonomik engeller olarak belirlenmiştir. İkinci sırada teknik engeller, son sırada ise sosyal ve kültürel engeller yer almaktadır. Bu önem düzeyi sıralaması, Şekil 3.15'te yer verilen sıralamadan farklı olarak gerçekleşmiştir.

Tüm meslek gruplarının oluşturmuş olduğu önem düzeyi sıralaması aynı olmakla birlikte mühendis grubu ekonomik engelleri önem düzeyi sıralamasında birinci sırada en çok değerlendiren grup olmuştur. Bunun yanı sıra, mimar/tasarımcı grubunun vermiş olduğu cevapların ortalamaları incelendiğinde ekonomik engeller yine önem düzeyi sıralamasında birinci sırada yer alırken teknik engeller ikinci sırada yer almaktadır. Sosyal ve kültürel engeller ise, teknik engeller ile oldukça yakın bir derece alarak üçüncü sırada yer almaktadır.

Şekil 3.16'da yer verilen sıralamalar engellerin önem düzeylerinin derecelendirilmesine ilişkin elde edilen bulguların ortalamalarını ifade ederken Şekil 3.17'de ise sadece üç engel kategorisinin *(ekonomik, sosyal ve kültürel, teknik)* sıralanmasına ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Bu farklı önem düzeyi sıralamalarının ortaya çıkmasında, sorular arasındaki detay düzeyinin farklı olması ve buna bağlı olarak önem düzeyi algısının değişkenlik göstermesi sıralanabilir.

Engel kategorilerinin kendi içerisinde önem düzeylerinin sıralanmasının ardından bu engel kategorilerinin farklı uygulama ölçekleri *(kent ve yerleşme ölçeği, bina ölçeği ve malzeme ölçeği)* için de önem düzeylerinin sıralanması istenmiştir. Bu sıralamaya ilişkin elde edilen bulgulara, Şekil 3.18'de yer verilmiştir.



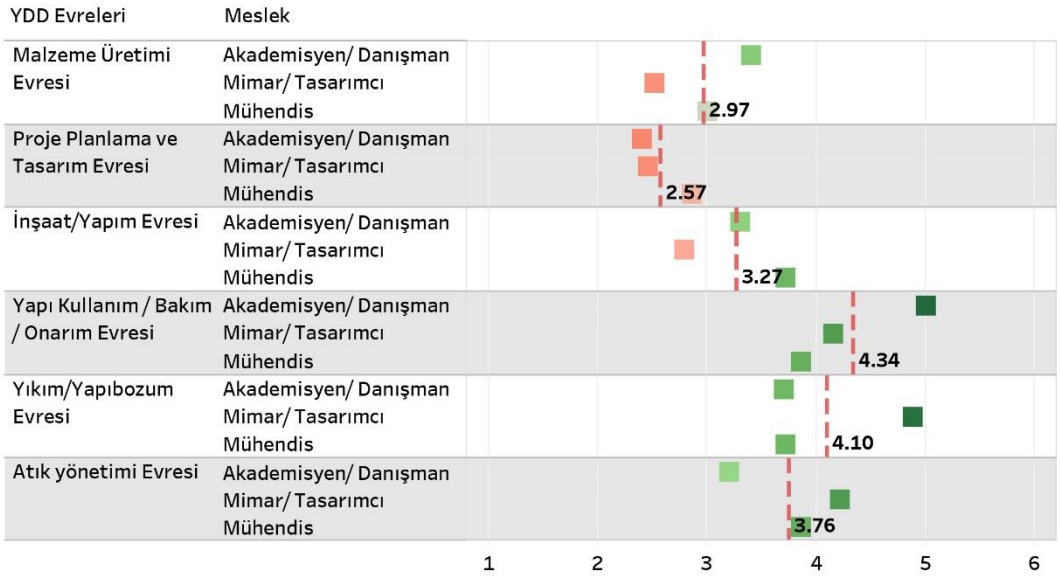
Şekil 3.18 Engel kategorilerinin farklı uygulama ölçekleri için önem düzeylerine göre sıralaması *(1-yüksek, 2-orta, 3-düşük)*

Şekil 3.18'de görüldüğü üzere, engel kategorilerinin önem düzeylerine göre sıralamasında her üç ölçek için de ekonomik engeller kategorisi birinci sırada, teknik engeller ikinci, sosyal ve kültürel engeller ise üçüncü sıradadır. Sosyal ve kültürel engeller kategorisi malzeme ölçeğinde 2.43 dereceye sahipken bina ölçeğinde 2.46, kent ölçeğinde ise 2.19 dereceye sahiptir. Böylelikle, anket katılımcıları tarafından sosyal ve kültürel engellerin önem düzeyinin kent ölçeğinde diğer ölçeklere kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Şekil 3.18'de verilen engel kategorilerinin farklı uygulama ölçekleri için önem düzeylerine göre sıralamasında ankete katılım sağlayan meslek gruplarının vermiş olduğu yanıtlar, ayrıca kendi içerisinde de değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda, malzeme ve bina ölçeğinde akademisyen/danışman grubu ile mimar/tasarımcı grubunun önem düzeyi sıralamalarının genel sıralama *(1. ekonomik, 2. teknik, 3. sosyal ve kültürel)* ile paralel olduğu belirlenmiş olup mühendis grubu malzeme ölçeğinde ekonomik engellerin önem düzeyini birinci sırada derecelendirirken sosyal ve kültürel engeller ile teknik engellerin önem düzeylerini ise aynı derecede değerlendirmiştir. Bina ölçeğinde ise, mühendislerin

ekonomik ve teknik engelleri birinci sırada aynı derecede derecelendirmiş olduğu belirlenmiştir. Kent ölçeğinde ise, anket katılımcılarından mühendis ve mimar/tasarımcı grubunun önem düzeyi sıralamalarının genel sıralama *(1. ekonomik, 2. teknik, 3. sosyal ve kültürel)* ile paralel olduğu görülmüş olup akademisyen/danışman grubunun ise, birinci sırada ekonomik engelleri derecelendirdiği görülürken sosyal ve kültürel engelleri ikinci sırada, teknik engelleri ise, üçüncü sırada derecelendirdiği belirlenmiştir.

Bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde bina yaşam döngüsü evrelerinin önem düzeylerinin ankete katılım sağlayan kişilerin deneyimlerine göre sıralaması sonucunda elde edilen bulgular, Şekil 3.19'da sunulmuştur.



Şekil 3.19 Bina yaşam döngüsü evrelerinin önem düzeylerine göre sıralaması *(1 (en yüksek), 6 (en düşük))*

Şekil 3.19'da görüldüğü üzere, altı evreden oluşan bina yaşam döngüsü evrelerinden bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde en önemli evre olarak birinci sırada proje planlama ve tasarım evresinin yer aldığı belirlenmiştir. Malzeme üretimi evresi ikinci, inşaat/yapım evresi üçüncü, atık yönetimi evresi dördüncü, yıkım/yapıbozum evresi beşinci ve yapı kullanım/bakım/onarım evresi ise altıncı sırada yer almıştır.

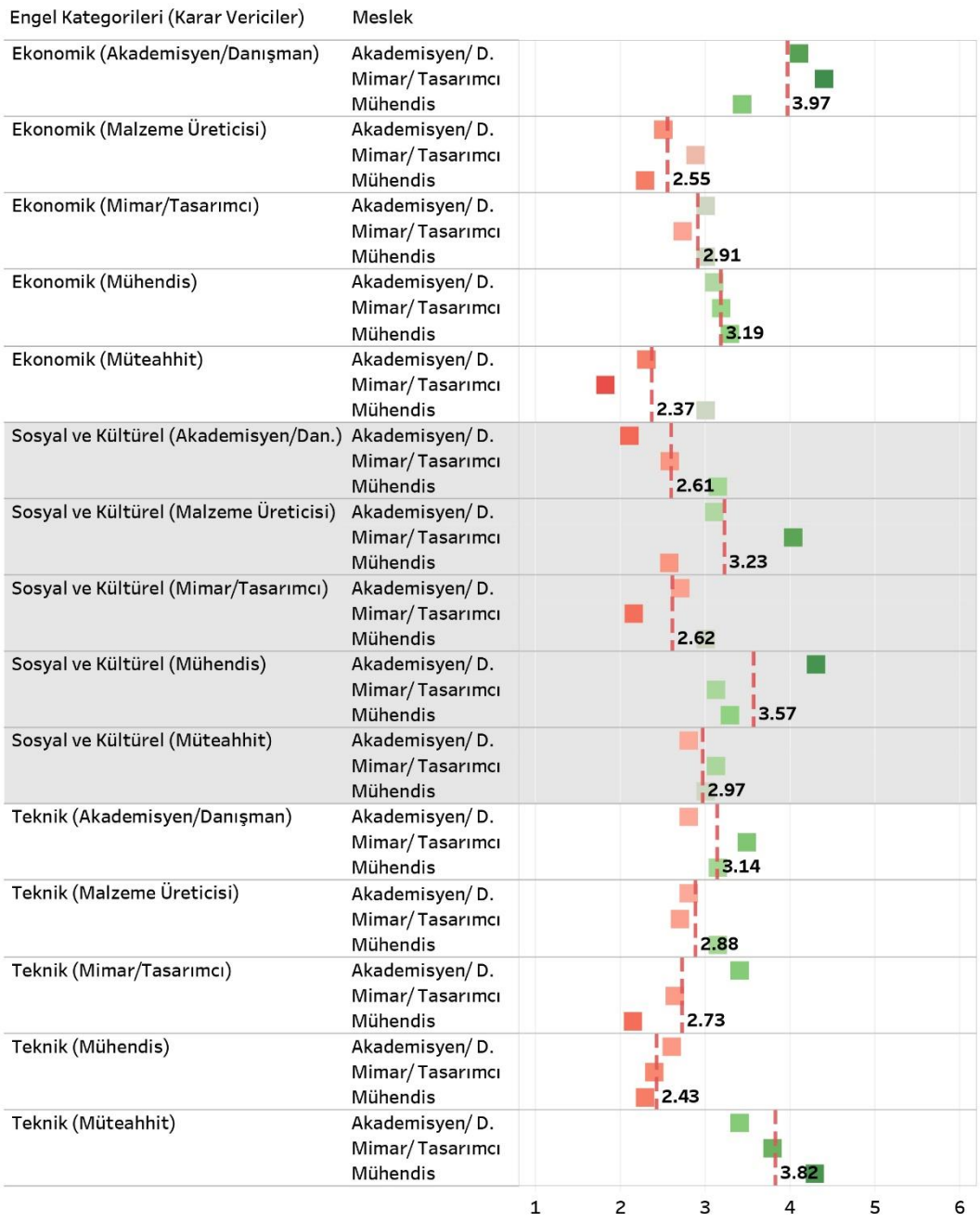
Farklı meslek gruplarının yaptığı değerlendirmeler ayrıca detaylı irdelendiğinde akademisyen/danışman grubu için birinci sırada proje planlama ve tasarım evresinin yer aldığı belirlenmiştir. Atık yönetimi evresi ikinci, inşaat/yapım evresi üçüncü, malzeme üretimi evresi dördüncü, yıkım/yapıbozum evresi beşinci ve yapı

kullanım/bakım/onarım evresi ise, altıncı sırada yer almıştır. Mimar/tasarımcı meslek grubunun yaptığı değerlendirmede birinci sırada yine proje planlama ve tasarım evresinin yer aldığı belirlenmiştir. Malzeme üretimi evresi ikinci, inşaat/yapım evresi üçüncü, yapı kullanım/bakım/onarım evresi dördüncü, atık yönetimi evresi beşinci ve yıkım/yapıbozum evresi ise, altıncı sırada yer almıştır. Mühendis meslek grubunun yaptığı değerlendirmede birinci sırada yine proje planlama ve tasarım evresinin yer aldığı belirlenmiştir. İkinci sırada malzeme üretimi evresi yer almakta olup inşaat/yapım evresi ve yıkım/yapıbozum evresi ise, aynı dereceye sahip olarak üçüncü sırayı paylaşmaktadır. Dördüncü sırada yapı kullanım/bakım/onarım evresi ve atık yönetimi evresi aynı derece ile yer almaktadır.

Anket kapsamında diğer bir önem düzeyi sıralaması, çalışma kapsamında belirlenmiş beş karar vericinin *(mimar/tasarımcı, mühendis, müteahhit, malzeme üreticisi, akademisyen/danışman)* üç engel kategorisi üzerindeki önem düzeylerinin belirlenmesi ile ilişkilidir. Bu bağlamda elde edilen bulgular, Şekil 3.20'de verilmiştir.

Şekil 3.20'de görüldüğü üzere, ekonomik engel kategorisi için karar vericilerin önem düzeylerinin sıralamasında birinci sırada müteahhit yer almakta olup ikinci sırada malzeme üreticisi, üçüncü sırada mimar/tasarımcı, dördüncü sırada mühendis ve beşinci sırada akademisyen/danışman yer almaktadır. Ankete katılan katılımcılardan mimar/tasarımcı grubu bu sıralamadan farklı olarak mimar/tasarımcı grubunun önem düzeyini malzeme üreticisi grubundan yüksek derecelendirerek mimar/tasarımcı grubunu ikinci sıraya taşırken mühendis grubu ise malzeme üreticilerini önem düzeyi en yüksek grup olarak birinci sırada derecelendirmiştir.

Sosyal ve kültürel engeller kategorisi için karar vericilerin önem düzeylerinin sıralamasında birinci sırada akademisyen/danışman grubu yer almakta olup ikinci sırada mimar/tasarımcı, üçüncü sırada müteahhit, dördüncü sırada malzeme üreticisi ve beşinci sırada ise, mühendis grubunun yer aldığı görülmüştür. Katılımcılardan mimar/tasarımcı grubu bu sıralamadan farklı olarak mimar/tasarımcı grubunu önem düzeyi en yüksek grup olarak birinci sıraya taşırken akademisyen/danışman grubunu ise, ikinci sırada derecelendirmiştir. Ayrıca mimar/tasarımcı grubuna göre karar vericilerden malzeme üreticileri önem düzeyi



Şekil 3.20 Karar vericilerin önem düzeylerine göre sıralaması *(1 (en yüksek), 5 (en düşük))*

sıralaması en düşük grup olarak beşinci sırada derecelendirilirken bu grubun mühendislere göre önem düzeyi en yüksek grup olarak birinci sırada derecelendirilmiş olması da dikkat çekici bulunmuştur.

Teknik engeller kategorisi için karar vericilerin önem düzeylerinin sıralamasında birinci sırada mühendis grubu yer almakta olup ikinci sırada mimar/tasarımcı, üçüncü sırada malzeme üreticisi, dördüncü sırada akademisyen/danışman ve beşinci sırada ise müteahhit grubunun yer aldığı görülmüştür. Ankete katılan

mühendis grubu bu sıralamadan farklı olarak mimar/tasarımcı grubunu önem düzeyi en yüksek grup olarak birinci sıraya taşırken müteahhit grubunun tüm katılımcı meslek grupları tarafından teknik engeller kategorisinde önem düzeyi en düşük grup olarak beşinci sırada değerlendirildiği görülmüştür.

Bina Sektöründe Döngüsel Ekonominin Benimsenmesinde Etkili Olan İtici Güçlere İlişkin Bulgular

Anket çalışmasının üçüncü bölümünde katılımcıların bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan itici güçlere ilişkin yanıtları irdelenmiş olup elde edilen bulgular, Şekil 3.21-3.22 aracılığıyla sunulmaktadır.



Şekil 3.21 İtici güçlerin önem düzeylerinin derecelendirilmesine ilişkin bulgular

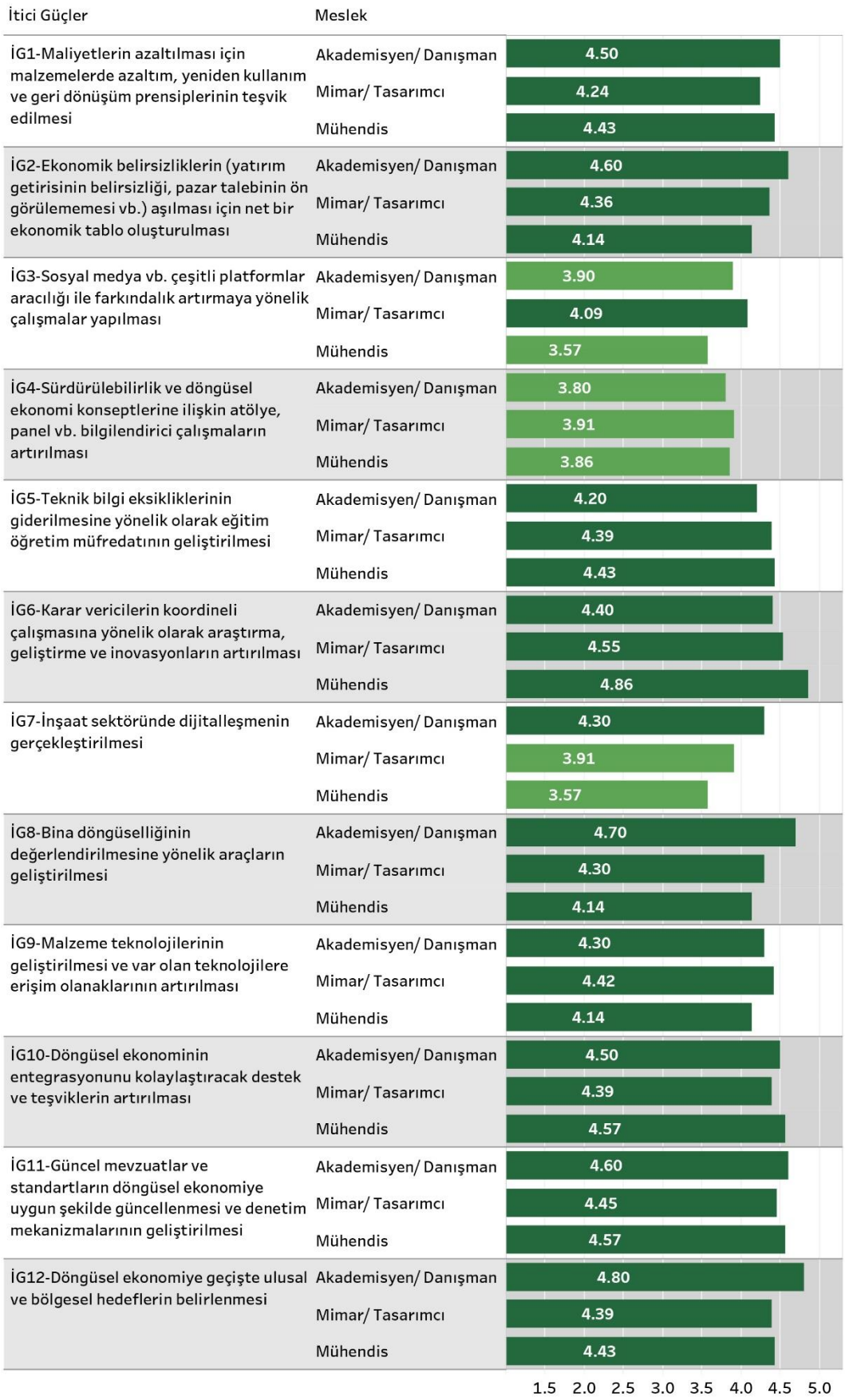
İtici güçler altında dikkate alınan 12 itici güç için belirlenmiş önem düzeyleri irdelendiğinde, İ6, İ11 ve İ12'nin önem düzeyi en yüksek üç itici güç olduğu görülmektedir (Şekil 3.21). Bu 12 engelin önem düzeylerine dayalı olarak hesaplanmış genel ortalamanın *(4,30)* altında kalan ve dolayısıyla en düşük önem düzeyine sahip olan itici güçler ise, İ3, İ4 ve İ7'dir.

İtici güçlerin önem düzeylerinin derecelendirilmesine yönelik farklı meslek gruplarını temsil eden katılımcıların vermiş olduğu yanıtlar ayrı ayrı irdelendiğinde

elde edilen bulgular, Şekil 3.22 aracılığıyla sunulmuştur. Bu bağlamda, üç meslek gurubunun da önem düzeyini 4.00'ün altında derecelendirdiği tek itici güç, İ4'tür. İ3 ve İ7 dışında kalan tüm itici güçlerin ise, 4.00'ün üzerinde derecelendirildiği görülmektedir. Akademisyen/danışman grubunun önem düzeyini en yüksek derecelendirdiği itici güç, İ12 iken en düşük derecelendirdiği itici güç ise, İ4'tür. Mimar/tasarımcı ve mühendis gruplarının önem düzeyini en yüksek derecelendirdiği itici güç, İ6'dır. Mimar/tasarımcı grubunun önem düzeyini en düşük derecelendirdiği itici güçler, İ4 ve İ7 iken mühendis grubu için ise, İ3 ve İ7'dir.

Tüm bu değerlendirmelere ek olarak, anket çalışmasının sonunda katılımcıların farklı görüşlerini belirtmelerine olanak tanıyan bir alan ile döngüsel ekonomi yaklaşımının bina sektöründe benimsenmesine ilişkin var ise, farklı görüşlerin edinilmesi sağlanmıştır. Bu açıdan, ankete katılım sağlayan farklı meslek gruplarından mimar/tasarımcı grubundan üç farklı görüş belirtilirken akademisyen/danışman grubundan ise, bir görüş elde edilmiştir.

Mimar/tasarımcı grubundan ilk katılımcının bina sektörüne ilişkin karar vericilerden özellikle yatırımcıların önemine vurgu yaptığı görülmüş olup katılımcı görüşünde *"Ülkedeki yatırımcıların uzun vadede kâr oranlarının artacağına ikna edilmesiyle sektörün benimsenmesi işinin çok daha hızlı ilerleyeceğini düşünmekteyim"* ifadesini kullanmıştır. İkinci görüş belirten mimar/tasarımcı grubu engeller ve itici güçlere ilişkin analiz süreçlerinde yapay zeka teknolojilerinin kullanımına vurgu yapmış olup görüşünde *"Karşılaşılan zorlukların ve çözüm önerilerinin yapay zeka teknolojileri kullanılarak analiz edilmesi araştırma süreçlerine güncel bir bakış açısıyla değerlendirmeye eklenebilir"* ifadesini kullanmıştır. Görüş belirten mimar/tasarımcı grubundan son katılımcı ise, bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde güncel bilgi birikiminin geliştirilmesine vurgu yaptığı görüşünde *"Yenilikçi birçok çalışmada olduğu gibi bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesi çalışmalarında öncelikle kapsamlı araştırma ve çalışmaların yapılıp bilgi hazinesinin oluşturulması ve bundan sonraki aşamada da pratiklerde yerel şartlar göz ardı edilmeksizin devlet çalışmaları başlatılmalıdır. Bu çalışmalar yüklenicilere teşvik, tasarımcı ve mühendislere teknik destek ve sürekli üzerinde çalışılan bir mevzuat programı ile durağan olmaksızın gelişen bir başarıya dönüşebilir"* ifadesini kullanmıştır.



Şekil 3.22 Farklı meslek gruplarının itici güçleri önem düzeylerine göre derecelendirmesi

Akademisyen/danışman grubundan belirtilmiş olan görüşte ise, kullanıcıların bilgi ve farkındalık düzeylerinin etkili bir şekilde artırılması gerekliliğine vurgu yapılmış olup *"Nihai olarak kullanıcılara maliyeti düşük ve daha güvenli binalar üretilebileceği anlatılmalı ve gösterilebilmeli"* ifadesine yer verilmiştir.

4
SONUÇ

Küresel CO_2 salımları kaynaklı iklim krizi ile mücadele kapsamında bina sektörü gerek kullanım enerjisine dayalı CO_2 salımları gerekse yapı malzemesi üretim süreçlerinden kaynaklı salımlar bakımından önemli bir etki alanına sahiptir (UNEP, 2022). Bina sektörünün sorumlu olduğu bu salımların azaltılması ve sıfır karbon hedeflerinin gerçekleştirilebilmesi için sektörde kaynak ve karbon yoğun lineer ekonomi yaklaşımından uzaklaşılarak azalt, yeniden kullan ve geri dönüştür ilkelerini temel alan döngüsel ekonomi yaklaşımının benimsenmesi zorunludur.

Döngüsel ekonominin bina sektöründe benimsenmesinde kent ve yerleşme, bina ve malzeme ölçeği gibi farklı uygulama ölçekleri dikkate alınmakla birlikte bu husus mimar, mühendis ve akademisyen gibi bina sektöründe etkin rol oynayan çeşitli karar vericiler açısından da değerlendirilmektedir. Yapılan tüm irdelemeler ve değerlendirmeler sonucunda bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller ve bu engellerin aşılmasında anahtar rol oynayan itici güçlerin belirlenmesi oldukça önemlidir. Ancak, bu engeller ve itici güçler her ne kadar küresel boyutta ortak gereksinimler açısından benzer olsa da bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller ve itici güçler, bölgeden bölgeye, kentten kente, ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. Öte yandan, 2050 yılı itibariyle pek çok ülke, net sıfır hedefine ulaşmayı taahhüt etmiştir. Bu iddialı taahhüttün başarılabilmesi için özellikle küresel CO_2 salımlarının büyük bir bölümünden sorumlu olan bina sektöründe dikkate alınması gereken pek çok yeni eylem geliştirilmiştir. Bu geliştirilen eylemlerden biri de, döngüsel ekonomi yaklaşımının bina yaşam döngüsü süresince entegrasyonun sağlanmasına yönelik mevcut bilgi ve farkındalık açığının kapatılmasıdır. Bu bağlamda, her bölge, kent ve ülkenin değişkenlik gösteren karmaşık ve dinamik yapılarına dayalı karşılaşılan engellerin ve bu engellerin aşılmasında etkili

olabilecek itici güçlerin belirlenmesi, bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesine yönelik mevcut bilgi ve farkındalık açığının kapatılmasına ve böylelikle ülkelerin pek çok alanda sundukları iddialı hedefleri başarabilmesine pozitif katkılar sunacağı açıktır.

Bu kapsamda gerçekleştirilen tez çalışması ile de Türkiye bağlamında bina sektöründe döngüsel ekonomin benimsenmesinde etkili olan engeller ve itici güçlerin belirlenmesi ve böylelikle bina sektöründeki mevcut bilgi ve farkındalık düzeyinin irdelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç çerçevesinde, sistematik literatür taraması ve anket çalışmasına dayalı bir yaklaşım dikkate alınmıştır.

Sistematik Literatür Taraması (SLT), bir yaklaşımla ilgili araştırma sorularının, bulguların, fayda ve zorlukların belirlenmesine ve böylelikle araştırma konusuna dayalı literatürdeki mevcut boşluğun tanımlanmasına katkı sağlayan etkili bir yöntemdir. Bu çalışmada da *"Bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller ve itici güçler nelerdir?"* araştırma sorusuna dayalı olarak PRISMA kılavuzuna uygun bir iş akışı çerçevesinde iki önemli veri tabanı olan WOS ve Scopus üzerinden SLT yapılmıştır. SLT ile süre sınırlaması yapılmadan anahtar kelimelere dayalı olarak veri tabanları üzerinden ulaşılan 410 çalışmaya seçim kriterleri *(dil, yayın türü, konu alanı)* uygulanmış ve sonrasında elde edilen 253 çalışma için de nitelik değerlendirmesi yapılmıştır. Nitelik değerlendirmesi kapsamında çalışmaların başlık, özet ve anahtar kelime incelemesi yinelenmiş ve araştırma sorusuna uygun olan 41 çalışma tam metin incelemesi için dikkate alınmıştır. Tam metin incelemesi sonucunda bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller ve itici güçlerin belirlenmemesine yönelik sınıflandırma içeren 14 çalışma birincil çalışma olarak belirlenmiştir.

SLT kapsamında irdelenen birincil çalışmalardan elde edilen bulgular aşağıdaki gibidir:

- Çalışmaların tümünde engel kategorileri dikkate alınırken bu çalışmaların sadece dördünde itici güç kategorilerine yer verildiği, on çalışmada ise itici güçlerin herhangi bir kategori altında olmadan sıralandığı belirlenmiştir. Ayrıca, itici güç kategorilerine yer veren çalışmaların engeller ve itici güçleri aynı kategoriler altında dikkate aldığı tespit edilmiştir.

- Engel kategori sayısının yaygın olarak altı olduğu belirlenmiş olup ekonomik engeller ile ilişkili dikkate alınan tüm kategorilere birincil çalışmaların tamamında yer verilmiştir. İtici güç kategori sayılarında ise 4 veya 5 kategorinin dikkate alındığı belirlenmiş olup ekonomik ve yönetsel itici güçler ile ilişkili kategorilere bu çalışmaların tamamında yer verildiği tespit edilmiştir.
- İrdelenen çalışmalarda dikkate alınan toplam engel sayısının 8 ile 79 arasında, toplam itici güç sayısının ise 6 ile 55 arasında değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir.

Öte yandan, birincil çalışmalara yönelik gerçekleştirilen kapsamlı analizler sonucunda engel ve itici güç kategorilerinin tanımlanmasında literatürde esas alınan net bir yaklaşımın mevcut olmadığı açıktır. Ancak, bu tez çalışması kapsamında bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller ve itici güçlere ilişkin kapsayıcı kategorilerin oluşturulması önceliklendirilmiştir. Bu bağlamda, engeller ve itici güçler arasında ilişkilendirilebilirliğin etkin bir şekilde yapılabilmesini sağlamak amacıyla ekonomik, sosyal ve kültürel ve teknik olmak üzere üç ana kategori altında 22 engel ve bu engellerle ilişkili 12 itici güç belirlenmiştir. Belirlenen bu engel ve itici güçlere dayalı geliştirilen sınıflandırma, çalışmanın bir sonraki aşamasında bina sektöründeki farklı meslek gruplarına uygulanacak anket çalışmasının da temelini oluşturmuştur. Anket çalışması, Türkiye bağlamında bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller ve itici güçlerin önem düzeylerinin farklı uygulama ölçekleri ve farklı karar vericiler açısından belirlenmesine ve bina sektöründeki mevcut bilgi ve farkındalık düzeyinin değerlendirilmesi amaçlarına yönelik olarak gerçekleştirilmiştir. Anket çalışması, i) demografik veriler, ii) bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller, iii) bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan itici güçler olmak üzere üç bölüme dayanmaktadır. Anket çalışması kapsamında toplanan veriler için detaylı analizler gerçekleştirilerek ilgili değerlendirmeler yapılmıştır.

Demografik verilere ilişkin bulgular, aşağıdaki gibidir:

- Katılımcıların cinsiyet dağılımı %50 kadın, %50 erkek olarak dengeli bir dağılım sergilemiştir. En yüksek katılımcı sayısı 24 kişi ile 20-29 yaş

aralığında görülürken en düşük katılımcı sayısı 1 kişi ile 60 yaş ve üzerini temsil eden yaş aralığında gerçekleşmiştir.

- Ankete en fazla katılım sağlayan meslek grubu 33 kişi ile mimar/tasarımcı olurken akademisyen/danışman olarak 10 kişi, mühendis olarak ise 7 kişi katılım sağlamıştır.
- Katılımcıların eğitim seviyesinin %51.9 ile lisans, %32.7 ile yüksek lisans ve %15.4 ile doktora düzeyinde olduğunu belirten bir dağılım elde edilmiştir.

Bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engellere ilişkin bulgular, aşağıdaki gibidir:

- Katılımcıların %77'sinin döngüsel ekonomi hakkında bilgi sahibi olduğu, %23'ünün ise döngüsel ekonomi hakkında bilgi sahibi olmadığı tespit edilmiştir. Katılımcıların döngüsel ekonomiye ilişkin mevcut farkındalık düzeylerine yönelik kendileri, çalıştıkları kurum ve bina sektörü açısından yaptıkları derecelendirme sonucunda, en yüksek farkındalık düzeyine kendilerinin sahip olduğu, ikinci sırada çalıştıkları kurumun ve en son sırada ise bina sektörünün olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, kendi farkındalık düzeyini en yüksek derecelendiren meslek grubu akademisyen/danışman grubu olurken derecelendirme düzeyi en düşük gerçekleşen grup ise, mühendis meslek grubudur.
- Ekonomik engeller kategorisinde yer alan altı engel içerisinde önem düzeyi en yüksek ekonomik engel, *"yeni malzeme teknolojilerine yeterince yatırım yapılmaması (E2)"* engelidir. Diğer engellere kıyasla en düşük önem düzeyine sahip engel ise, *"geri dönüştürülmüş veya yeniden kullanılmış malzemelere yönelik piyasa talebinin düşük olması (E6)"* engelidir.
- Sosyal ve kültürel engeller kategorisinde yer alan altı engel içerisinde önem düzeyi en yüksek sosyal ve kültürel engeller, *"döngüsel ekonominin faydaları ve uygulamaları konusunda toplumda yeterli farkındalığın olmaması (S2)"* ve *"geleneksel alışkanlıklar ve iş yapma şekillerini değiştirmeye yönelik isteksizlik (S4)"* engelleridir. Diğer engellere kıyasla en düşük önem düzeyine sahip engeller ise, *"geri dönüştürülmüş malzeme kalitesinin düşük olduğu algısı (S3)"* ve *"döngüsel ekonomi*

uygulamalarına yönelik süreçlerin karmaşık olması ve yeterince anlaşılmaması (S5)" engelleridir.

- Teknik engeller kategorisinde yer alan on engel içerisinde önem düzeyi en yüksek teknik engel, *"sektörde teknik bilgiye sahip uzman eksikliği (T7)"* engeldir. Diğer engellere kıyasla en düşük önem düzeyine sahip engeller ise, "*malzemelerin üretiminden kullanımına kadar olan süreçlerini izlemek için gerekli ürün tedarik zincirindeki verilerin yetersizliği (çevresel ürün beyanı vb.) (T5)"* ve *"bina sektörünün diğer sektörlerle olan düşük iş birliği düzeyi (T6)"* engelleridir.
- Engel kategorilerinin önem düzeylerinin sıralamasında ekonomik engeller birinci, teknik engeller ikinci, sosyal ve kültürel engeller ise üçüncü sırada yer almıştır.
- Engel kategorilerinin farklı uygulama ölçekleri *(kent ve yerleşme ölçeği, bina ölçeği ve malzeme ölçeği)* için önem düzeylerinin sıralaması, engel kategorilerinin kendi içerisindeki önem düzeyleri sıralaması *(1. ekonomik, 2. teknik, 3. sosyal ve kültürel)* ile aynı olarak gerçekleşmiştir.
- Bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde bina yaşam döngüsü evrelerinden *(altı evre)* önem düzeyi en yüksek evre olarak proje planlama ve tasarım evresinin olduğu belirlenmiştir. Malzeme üretim evresi ikinci, inşaat/yapım evresi üçüncü, atık yönetimi evresi dördüncü, yıkım/yapıbozum evresi beşinci ve yapı kullanım/bakım/onarım evresi ise altıncı sırada yer almıştır.
- Çalışma kapsamında dikkate alınan beş karar vericinin *(mimar/tasarımcı, mühendis, müteahhit, malzeme üreticisi, akademisyen/danışman)* ekonomik engeller üzerindeki önem düzeylerinin derecelendirilmesi sonucunda birinci sırayı müteahhit grubu alırken sıralamanın en sonunda akademisyen/danışman grubu yer almıştır. Sosyal ve kültürel engeller açısından bu sıralamada ilk sırayı akademisyen/danışman grubu alırken son sırayı mühendis grubunun aldığı belirlenmiştir. Teknik engeller açısından ise, sıralamanın ilk sırasını mühendis grubunun, son sırasını ise müteahhit grubunun oluşturduğu tespit edilmiştir.

Bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan itici güçlere ilişkin bulgular, aşağıdaki gibidir:

- İtici güçler altında dikkate alınan 12 itici güç içerisinde önem düzeyi en yüksek itici güç, *"karar vericilerin koordineli çalışmasına yönelik olarak araştırma, geliştirme ve inovasyonların artırılması (İ6)"*'dır. En düşük önem düzeyine sahip olan itici güçler ise, *"sosyal medya vb. çeşitli platformlar aracılığı ile farkındalık artırmaya yönelik çalışmalar yapılması (İ3)", "sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonomi yaklaşımlarına ilişkin atölye, panel vb. bilgilendirici çalışmaların artırılması (İ4)"* ve *"bina sektöründe dijitalleşmenin gerçekleştirilmesi (İ7)"*'dir.

Sonuç olarak tez çalışması kapsamında elde edilen bulgular açıkça göstermektedir ki, bina sektöründe döngüsel ekonomiye ilişkin mevcut bilgi ve farkındalık açığının kapatılmasına yönelik çalışmaların hız kazandırılması zorunludur. Bu çalışmalar kapsamında, döngüsel ekonominin bina sektöründe benimsenmesinde etkili olan engeller ve itici güçlerin yerel olarak irdelendiğinde farklı uygulama ölçekleri ve karar vericiler açısından değişkenlik gösterebilmesi bu alanda kapsamlı sınıflandırma ve uygulama yöntemlerinin geliştirilmesinin önemine vurgu yapmaktadır.

Öte yandan, tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen anket çalışmasına olan katılım sayısı ve katılım sağlayan meslek grubu çeşitliliğinin yüksek olmaması bu çalışmanın en önemli sınırlamasıdır. Dolayısıyla, kabul edilebilir genel sonuçlara ulaşılabilmesi için sınırlı sayıda gerçekleştirilen bu analizlerin çok sayıda tekrarlanması gerekmektedir. Özellikle, ülkemiz genelinde kentsel dönüşüm projelerinin hızla devam ettiği bu süreçte bina sektöründe döngüsel ekonomi yaklaşımlarının benimsenmesi, ülke kaynaklarının verimli kullanımının sağlanarak 2050 sonrası net sıfıra ulaşma taahhüdünün başarılması ve karar vericiler için maksimum faydanın gerçekleşmesi açısından ciddi öneme sahiptir.

KAYNAKÇA

Ababio, B. K. ve Lu, W. (2023). Barriers and enablers of circular economy in construction: a multi-system perspective towards the development of a practical framework. *Construction Management and Economics*, *41*(1), 3-21. https://doi.org/10.1080/01446193.2022.2135750

Abdulai, S. F., Nani, G., Taiwo, R., Antwi-Afari, P., Zayed, T. ve Sojobi, A. O. (2024). Modelling the relationship between circular economy barriers and drivers for sustainable construction industry. *Building and Environment*, *254*. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111388

Accoya. (2024). *Accoya Wood: Modified wood, Long life treated wood, Sustainable wood*. https://www.accoya.com/uk/

Adams, K. (2021). *Circular economy in the UK building sector: a framework for implementation* [Loughborough University]. https://doi.org/10.26174/thesis.lboro.17067302.v1

Adams, K. T., Osmani, M., Thorpe, T. ve Thornback, J. (2017). Circular economy in construction: Current awareness, challenges and enablers. *Proceedings of Institution of Civil Engineers: Waste and Resource Management*, *170*(1), 15-24. https://doi.org/10.1680/jwarm.16.00011

AlJaber, A., Martinez-Vazquez, P. ve Baniotopoulos, C. (2023a). Barriers and Enablers to the Adoption of Circular Economy Concept in the Building Sector: A Systematic Literature Review. *Buildings*, *13*(11), 2778. https://doi.org/10.3390/buildings13112778

AlJaber, A., Martinez-Vazquez, P. ve Baniotopoulos, C. (2023b). Barriers and Enablers to the Adoption of Circular Economy Concept in the Building

Sector: A Systematic Literature Review. *Buildings*, *13*(11), 2778. https://doi.org/10.3390/buildings13112778

AlJaber, A., Martinez-Vazquez, P. ve Baniotopoulos, C. (2024). Circular Economy in the Building Sector: Investigating Awareness, Attitudes, Barriers, and Enablers through a Case Study in Saudi Arabia. *Sustainability (Switzerland)*, *16*(3). https://doi.org/10.3390/su16031296

Allam, A. S. ve Nik-Bakht Mazdak. (2023, Temmuz 10). Barriers to Circularity in Construction: An Analysis of Experts' Perspectives. *European Council on Computing in Construction*. https://doi.org/10.35490/EC3.2023.234

Andrade, J., Araújo, C., Castro, M. F. ve Bragana, L. (2019). New Methods for Sustainable Circular Buildings. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *225*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/225/1/012037

Andrade, J. B. (2017). *Early stage design methodology to ensure life cycle sustainability of residential buildings*. Universidade do Minho.

ARUP. (2015). *Old Oak and Park Royal: A Vision for a Circular Economy*.

Arup. (2017). *People's Pavilion*. https://www.arup.com/projects/peoples-pavilion/

ARUP ve Ellen MacArthur Foundation. (2022). *Circular Buildings Toolkit*. https://ce-toolkit.dhub.arup.com/framework

ARUP ve EMF. (2018). *First Steps Towards A Circular Built Environment*.

ARUP ve GXN Innovation. (2015). *BioBuild façade system*. https://www.arup.com/projects/biobuild-facade-system/

Basic, S., Hollberg, A., Galimshina, A. ve Habert, G. (2019). A design integrated parametric tool for real-time Life Cycle Assessment - Bombyx project. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *323*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/323/1/012112

Benli Yıldız, N. ve Özata Ayşenur. (2021). *Döngüsel Ekonomi ve Çevresel Ürün Beyanı Belgesi (EPD)*. 1256-1271. https://www.researchgate.net/publication/357469531

Bertozzi, C. (2022). How is the construction sector perceiving and integrating the circular economy paradigm? Insights from the Brussels experience. *City, Culture and Society*, *29*. https://doi.org/10.1016/j.ccs.2022.100446

Bilal, M., Pakistan, I., Irfan, M., Musarat, M. A. ve Afzal, M. (2023). BIM Role for Circular Economy in the Built Environment Context: A Review and Way Forward. *Preprints.org*. https://doi.org/10.20944/preprints202310.0027.v1

Bimcrone. (2020, Ekim 12). *What is BIM? What is it good for?* https://bimcrone.com/. https://bimcrone.com/2020/10/12/what-is-bim/

c2c platform. (2025). *Cradle to Cradle Certified*. https://c2ccertified.org/the-standard

Cambier, C., Galle, W. ve De Temmerman, N. (2021). Expandable houses: An explorative life cycle cost analysis. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(12). https://doi.org/10.3390/su13126974

Campbell-Johnston, K., Cate, J. ten, Elfering-Petrovic, M. ve Gupta, J. (2019). City level circular transitions: Barriers and limits in Amsterdam, Utrecht and The Hague. *Journal of Cleaner Production*, *235*, 1232-1239. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.106

Circle Economy. (2016). *Circular Amsterdam: a vision and action agenda for the city and metropolitan area*. https://www.circle-economy.com/resources/developing-a-roadmap-for-the-first-circular-city-amsterdam

Circle Economy. (2020). *The Circularity Gap Report 2020*.

Circle Economy. (2023). *The Circularity Gap Report 2023*.

Climate Watch. (2024, Ocak). *Net-zero Target Year*. https://www.climatewatchdata.org/net-zero-tracker?indicator=nz_year

Cruz Rios, F., Grau, D. ve Bilec, M. (2021). Barriers and Enablers to Circular Building Design in the US: An Empirical Study. *Journal of Construction Engineering and Management*, *147*(10). https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0002109

Demirel, Y. E., Ozturk, E. ve Kitis, M. (2017, Ekim 6). Yaşam Döngüsü Analizi ve Endüstriyel Uygulama Örnekleri. *12. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi*. https://www.researchgate.net/publication/322702111

Demirer, G. N. (2017). Pratik yaşam döngüsü analizi kılavuzu AB sürecinde işletmeler ve kamu için yaşam döngüsü analizi yöntem ve örnekleri. *Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları-1*, *44*.

Ditlev-Simonsen, C. D. (2022). *A guide to sustainable corporate responsibility: From theory to action* (1. bs). Springer Nature. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-88203-7

Durdyev, S., Koc, K., Tleuken, A., Budayan, C., Ekmekcioğlu, Ö. ve Karaca, F. (2023). Barriers to circular economy implementation in the construction industry: causal assessment model. *Environment, Development and Sustainability*. https://doi.org/10.1007/s10668-023-04061-8

Duru, M. O., Dinçer, S. G. ve Koç, İ. (2022). Mimari Tasarım Sürecinde Çevresel Etki Hesaplanmasında Görsel Programlama Dillerinin (VPL) Kullanılabilirliğinin İrdelenmesi. *Kent Akademisi*, *15*. https://doi.org/10.35674/kent.1013859

Eberhardt, L. C. M., Birgisdóttir, H. ve Birkved, M. (2019). Life cycle assessment of a Danish office building designed for disassembly. *Building Research and Information*, *47*(6), 666-680. https://doi.org/10.1080/09613218.2018.1517458

Eberhardt, L. C. M., Birkved, M. ve Birgisdottir, H. (2022). Building design and construction strategies for a circular economy. *Architectural*

Engineering and Design Management, *18*(2), 93-113. https://doi.org/10.1080/17452007.2020.1781588

Ekins, P., Domenech, T., Drummond, P., Bleischwitz, R., Hughes, N. ve Lotti, L. (2019). *The Circular Economy: What, Why, How and Where*.

Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the circular economy, economic and business rationale for an accelerated transition*.

Ellen MacArthur Foundation. (2020). *What is a circular economy?* https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview

Ellen MacArthur Foundation. (2021a). *Completing the Picture How the circular economy tackles climate change*.

Ellen MacArthur Foundation. (2021b, Şubat 12). *The Butterfly Diagram: Visualising the Circular Economy*. https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram

Ellen MacArthur Foundation. (2023). *Circular cities: thriving, liveable, resilient*. https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/cities/overview

Elma Durmisevic. (2023). *Digital Tools DDC Modules*. https://knowledgeplatform.gtb-lab.com/category/digital-deconstruction/digital-tools/

EMF ve Systemiq. (2017). *Achieving "Growth Within"*. https://www.ellenmacarthurfoundation.org/achieving-growth-within

Engür, P. (2022). *Building As A Material Bank: Applying Circular Economy Principles In The Design Of A Residential Building In Turkey*. Yaşar University.

EPD Türkiye. (2025). *EPD Türkiye İstatistikleri*. https://epdturkey.org/tr/statistics. https://epdturkey.org/tr/statistics

Geisendorf, S. ve Pietrulla, F. (2018). The circular economy and circular economic concepts—a literature analysis and redefinition. *Thunderbird*

International Business Review, *60*(5), 771-782. https://doi.org/10.1002/tie.21924

Ghisellini, P., Cialani, C. ve 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

Gillott, C., Davison, B. ve Densley Tingley, D. (2022). Drivers, barriers and enablers: construction sector views on vertical extensions. *Building Research and Information*, *50*(8), 909-923. https://doi.org/10.1080/09613218.2022.2087173

Gomes, V., Valdivia, S., Pulgrossi, L. ve da Silva, M. G. (2022). Measuring Circularity from Buildings to Neighbourhoods. *Acta Polytechnica CTU Proceedings*, *38*, 656-671. https://doi.org/10.14311/APP.2022.38.0656

Hozatlı, B. ve Günerhan, H. (2015). Muğla İli Koşullarında Betonarme ve Ahşap İskeletli Binalara Ait Yaşam Döngüsü Analizi. *Mühendis ve Makina*, *56*(660,), 52-60.

IPCC. (2022). Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change - Chapter 1: Point of Departure and Key Concepts. Içinde *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009325844.003

ISO. (2024a). *ISO 59004:2024, Circular economy - Vocabulary, principles and guidance for implementation*. BSI Standards Limited. www.iso.org

ISO. (2024b). *ISO 59010:2024, Circular economy - Guidance on the transition of business models and value networks*. BSI Standards Limited. www.iso.org

ISO. (2024c). *ISO 59020:2024, Circular economy - Measuring and assessing circularity performance*. BSI Standards Limited. www.iso.org

ISO 14040. (2007). *TS EN ISO 14040 Çevre yönetimi - Hayat boyu değerlendirme - İlkeler ve çerçeve*.

Kalmykova, Y. ve Rosado, L. (2015, Ekim). Urban Metabolism as Framework for Circular Economy Design for Cities. *Proceedings of the World Resources Forum*.

Kanters, J. (2020). Circular building design: An analysis of barriers and drivers for a circular building sector. *Buildings*, *10*(4). https://doi.org/10.3390/BUILDINGS10040077

Kirchherr, J., Reike, D. ve 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

Kręt-Grześkowiak, A. ve Baborska-Narożny, M. (2023). Guidelines for disassembly and adaptation in architectural design compared to circular economy goals - A literature review. *Sustainable Production and Consumption*, *39*, 1-12. https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.04.020

Shi, L. (2021). Industrial Circular Manufacturing. Içinde L. Liu ve S. Ramakrishna (Ed.), *An Introduction to Circular Economy* (ss. 77-93). Springer Nature Singapore. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-15-8510-4

Macdonald, C. (2022, Eylül 27). *The Shift From Linear To Circular Economy Is The Road To Sustainable Digitalization*. Linkedin.com. https://www.linkedin.com/pulse/shift-from-linear-circular-economy-road-sustainable-caroline/

Malerba, F. (2015, Ekim 4). *BioBuild, il sistema di facciata autoportante in biocompositi*. https://www.ilcommercioedile.it/biobuild-il-sistema-di-facciata-autoportante-in-biocompositi/

Mangan, S. D. (2015). *Yaşam Döngüsü Enerji ve Maliyet Etkinliği Açısından Konut Binalarının Performanslarının Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım*. İstanbul Teknik Üniversitesi.

Mhatre, P., Gedam, V., Unnikrishnan, S. ve Verma, S. (2021). Circular economy in built environment – Literature review and theory

development. *Journal of Building Engineering*, *35*. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101995

Mhatre, P., Gedam, V. V., Unnikrishnan, S. ve Raut, R. D. (2023). Circular economy adoption barriers in built environment- a case of emerging economy. *Journal of Cleaner Production*, *392*. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136201

Munaro, M. R. ve Tavares, S. F. (2021). Materials passport's review: challenges and opportunities toward a circular economy building sector. *Built Environment Project and Asset Management*, *11*(4), 767-782. https://doi.org/10.1108/BEPAM-02-2020-0027

Munaro, M. R. ve Tavares, S. F. (2023). A review on barriers, drivers, and stakeholders towards the circular economy: The construction sector perspective. *Cleaner and Responsible Consumption*, *8*. https://doi.org/10.1016/j.clrc.2023.100107

Nordby, A. S., Stoknes, S., Aasen Vadseth, R., Seilskjaer, E. ve Hay, N. H. (2023). *FutureBuilt Circular-criteria for circular buildings* (James Kallaos, Çev.). www.futurebuilt.no

One Click LCA. (2024). *The sustainability platform for construction & manufacturing*. https://oneclicklca.com/

Osei-Tutu, S., Ayarkwa, J., Osei-Asibey, D., Nani, G. ve Afful, A. E. (2023). Barriers impeding circular economy (CE) uptake in the construction industry. *Smart and Sustainable Built Environment*, *12*(4), 892-918. https://doi.org/10.1108/SASBE-03-2022-0049

Önder, H. (2018). Sürdürülebilir Kalkınma Anlayışında Yeni Bir Kavram: Döngüsel Ekonomi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *57*, 196-204.

Pomponi, F. ve 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

Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E. ve Hanemaaijer, A. (2017). *Circular Economy: Measuring Innovation in The Product Chain*.

PRISMA. (2025). *PRISMA statement*. https://www.prisma-statement.org/

Roseland, M. (1997). Dimensions of the eco-city. *Cities*, *14*(4), 197-202.

Simonen, K. (2014). *Life Cycle Assessment* (1. bs). Routledge. https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9781315778730

Tavares, V. ve Pedroso, M. F. (2024). Barriers and Opportunities in the Transition to a Circular Construction Sector in Portugal. Içinde *Creating a Roadmap Towards Circularity in the Built Environment: C. Part F1844* (ss. 199-210). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1007/978-3-031-45980-1_17

T.C. Dışişleri Bakanlığı. (2022). *Paris Anlaşması*. https://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa

T.C. Ticaret Bakanlığı. (2021). *Yeşil Mutabakat Eylem Planı*. https://dongusel.csb.gov.tr/turkiye-yesil-mutabakat-eylem-plani-i-106855

The New Makers. (2021). *Duurzame flexwoningen en transformaties*. https://thenewmakers.com/projects/woningen-waarmee-jongeren-uit-huis-kunnen-aalten/. https://thenewmakers.com/projects/woningen-waarmee-jongeren-uit-huis-kunnen-aalten/

TS EN 15978. (2012). *Yapılarda sürdürülebilirlik - Binaların çevresel performansının değerlendirilmesi - Hesaplama yöntemi*.

UNEP. (2011). *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication - A Synthesis for Policy Makers*. www.unep.org/greeneconomy

UNEP. (2022). *2022 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector*. www.globalabc.org.

United Nations. (2016). *United Nations Framework Convention on Climate Change*.

United Nations. (2019). *World Urbanization Prospects The 2018 Revision*.

United Nations. (2022). *World Population Prospects 2022: Summary of Results*.

Van Stijn, A. ve Gruis, V. H. (2019). Circular Housing Retrofit Strategies and Solutions: Towards Modular, Mass-Customised and "Cyclable" Retrofit Products. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *290*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/290/1/012035

Velzen, K. van. (2023). *Circular Area Development Guidelines for Circular Design Strategies in Residential Area Development*. Delft University of Technology.

Weerakoon, P. ve Thayaparan, M. (2023). Analysis of Barriers Towards Implementing Circular Economy in Srilankan Built Environment. *11th World Construction Symposium, WCS 2023*, *1*, 162-173. https://doi.org/10.31705/WCS.2023.14

World Bank Group. (2023, Nisan 3). *Urban Development Overview*. https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview

World Resources Institute. (2018, Ekim 7). *Half a Degree and a World Apart: The Difference in Climate Impacts Between 1.5˚C and 2˚C of Warming*. https://www.wri.org/insights/half-degree-and-world-apart-difference-climate-impacts-between-15c-and-2c-warming

Yan, J. ve Feng, C. (2014). Sustainable design-oriented product modularity combined with 6R concept: A case study of rotor laboratory bench. *Clean Technologies and Environmental Policy*, *16*, 95-109. https://doi.org/10.1007/s10098-013-0597-3

Yves Remy, J. ve Wilkinson, A. (2022). *Trade and the Blue Economy*.

A
ANKET İÇERİĞİ

Bölüm 1- Demografik Veriler

Yaşınız?

- 20-29
- 30-39
- 40-49
- 50-59
- 60+

Cinsiyetiniz?

- Erkek
- Kadın
- Belirtilmemiş

En son mezun olduğunuz eğitim seviyesi?

- İlköğretim
- Ortaöğretim
- Lise
- Ön lisans
- Lisans
- Yüksek lisans
- Doktora

Mesleğiniz?

- Mimar/Tasarımcı
- Mühendis
- Müteahhit
- Malzeme Üreticileri
- Akademisyen/Danışman
- Diğer

Mesleki deneyim süreniz?

- 5 yıldan az
- 5-10 yıl
- 11-15 yıl
- 16-20 yıl
- 20+ yıl

Bölüm 2- Bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan engeller

Döngüsel Ekonomi hakkında bilgi sahibi misiniz?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

Döngüsel ekonomiye ilişkin mevcut farkındalık düzeyinizi kendiniz, çalıştığınız kurum ve bina sektörü açısından derecelendiriniz.

(1-Çok düşük 2-Düşük 3-Ortalama 4-Yüksek, 5-Çok yüksek)

	1	2	3	4	5
Kendiniz					
Çalıştığınız Kurum					
Bina Sektörü					

Daha önce döngüsel ekonomi ilkeleri dikkate alınarak tasarlanmış bir bina projesinde yer aldınız mı/çalıştınız mı?

(Bu ankette "döngüsel ekonomi ilkeleri dikkate alınarak tasarlanmış bina"; geri dönüşüm, yeniden kullanım ve azaltım unsurlarından bir veya birkaçından faydalanarak üretilen binaları tanımlamaktadır)

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

Deneyimlerinize dayanarak bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesine ilişkin aşağıda verilmiş potansiyel engelleri, önem düzeylerine göre derecelendiriniz.

(1-Hiç Önemli Değil, 2-Az Önemli, 3-Orta Derecede Önemli, 4-Önemli, 5-Çok Önemli)

- Ekonomik engellerin önem düzeylerini derecelendiriniz.

		1	2	3	4	5
E1	Döngüsel ekonomiye geçişte karşılaşılan yüksek ilk yatırım maliyetleri ve diğer yatırım gereksinimleri					
E2	Yeni malzeme teknolojilerine yeterince yatırım yapılmaması					
E3	Döngüsel ekonomi uygulamalarına etki eden ekonomik belirsizlikler *(yatırım getirisinin belirsizliği, pazar talebinin ön görülememesi vb.)*					
E4	Döngüsel ekonomi uygulamalarının kısa vadede yeterli ekonomik kazanç sağlamaması					
E5	Malzemelerin üretim, depolama ve geri dönüşüm/bertaraf süreçlerinin yüksek maliyetli olması					
E6	Geri dönüştürülmüş veya yeniden kullanılmış malzemelere yönelik piyasa talebinin düşük olması					

- Sosyal ve Kültürel engellerin önem düzeylerini derecelendiriniz.

		1	2	3	4	5
S1	Döngüsel ekonomi kavramı hakkında genel bilgi düzeyinin yetersiz olması					
S2	Döngüsel ekonominin faydaları ve uygulamaları konusunda toplumda yeterli farkındalığın olmaması					
S3	Geri dönüştürülmüş malzeme kalitesinin düşük olduğu algısı					
S4	Geleneksel alışkanlıklar ve iş yapma şekillerini değiştirmeye yönelik isteksizlik					
S5	Döngüsel ekonomi uygulamalarına yönelik süreçlerin karmaşık olması ve yeterince anlaşılmaması					
S6	Döngüsel ekonomi ile ilgili başarılı örneklerin ve akademik araştırmaların yetersiz olması					

- Teknik engellerin önem düzeylerini derecelendiriniz.

		1	2	3	4	5
T1	Malzemelerin yeniden kullanılması, geri dönüştürülmesi, sökülebilir ve esnek tasarım gibi ilkelerin uygulanmasına yönelik teknik bilgi eksikliği					
T2	Mevcut standartlar ve düzenlemelerin geleneksel *"al-kullan-at"* yaklaşımına göre hazırlanmış olması					
T3	Binaların kaynak verimliliği ve atık yönetimine ilişkin *(tasarım, yapım, kullanım ve yıkım evrelerinde)* döngüselliği ölçme ve değerlendirme araçlarının eksikliği					
T4	Döngüsel ekonomi ilkelerinin uygulanmasına yönelik gereksinim duyulan araç ve malzeme teknolojilerinin yetersizliği ve bunlara erişimde yaşanan zorluklar					
T5	Malzemelerin üretiminden kullanımına kadar olan süreçlerini izlemek için gerekli ürün tedarik zincirindeki verilerin yetersizliği *(çevresel ürün beyanı vb.)*					
T6	Bina sektörünün diğer sektörlerle olan düşük iş birliği düzeyi					
T7	Sektörde teknik bilgiye sahip uzman eksikliği					
T8	Döngüsel ekonomi ile ilgili öğretim faaliyetlerinin *(Eğitici doküman, kurs, müfredat vb.)* eksikliği					
T9	Döngüsel ekonominin entegrasyonunu kolaylaştıracak destek ve teşviklerin yetersizliği					
T10	Döngüsel ekonomi uygulamalarını denetlemek için gerekli mekanizmaların yetersiz olması					

- Derecelendirmiş olduğunuz engel kategorilerini önem düzeylerine göre sıralayınız.
  (1-yüksek, 2-orta, 3-düşük)

	1	2	3
Ekonomik Engeller			
Sosyal ve Kültürel Engeller			
Teknik Engeller			

Yukarıda 3 kategori altında derecelendirmiş olduğunuz engelleri önem düzeylerine göre aşağıda verilmiş olan farklı uygulama ölçekleri için sıralayınız.

- Kent ve Yerleşme Ölçeği için aşağıda belirtilen engel kategorilerini önem düzeylerine göre sıralayınız.

(1-yüksek, 2-orta, 3-düşük)	1	2	3
Ekonomik Engeller			
Sosyal ve Kültürel Engeller			
Teknik Engeller			

- Bina Ölçeği için aşağıda belirtilen engel kategorilerini önem düzeylerine göre sıralayınız.

  (1-yüksek, 2-orta, 3-düşük)

	1	2	3
Ekonomik Engeller			
Sosyal ve Kültürel Engeller			
Teknik Engeller			

- Malzeme Ölçeği için aşağıda belirtilen engel kategorilerini önem düzeylerine göre sıralayınız.

  (1-yüksek, 2-orta, 3-düşük)

	1	2	3
Ekonomik Engeller			
Sosyal ve Kültürel Engeller			
Teknik Engeller			

Bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde bina yaşam döngüsü evrelerinin önem düzeylerini, deneyimlerinize göre sıralayınız.

(1 (en yüksek), 6 (en düşük))

	1	2	3	4	5	6
Malzeme Üretimi Evresi						
Proje Planlama ve Tasarım Evresi						
İnşaat/Yapım Evresi						
Yapı Kullanım /Bakım/Onarım Evresi						
Yıkım/Yapıbozum Evresi						
Atık yönetimi Evresi						

Yukarıda 3 kategoride derecelendirmiş olduğunuz engellerin aşılmasında aşağıda verilen karar vericilerin önem düzeyini 3 engel kategorisi için ayrı ayrı sıralayınız.

- Ekonomik engellerin aşılmasında aşağıdaki karar vericileri önem düzeylerine göre sıralayınız.
  (1 (en yüksek), 5 (en düşük))

	1	2	3	4	5
Mimar/Tasarımcı					
Mühendis					
Müteahhit					
Malzeme Üreticisi					
Akademisyen/Danışman					

- Sosyal ve Kültürel engellerin aşılmasında aşağıdaki karar vericileri önem düzeylerine göre sıralayınız.
  (1 (en yüksek), 5 (en düşük))

	1	2	3.	4.	5
Mimar/Tasarımcı					
Mühendis					
Müteahhit					
Malzeme Üreticisi					
Akademisyen/Danışman					

- Teknik engellerin aşılmasında aşağıdaki karar vericileri önem düzeylerine göre sıralayınız.
  (1 (en yüksek), 5 (en düşük))

	1	2	3	4	5
Mimar/Tasarımcı					
Mühendis					
Müteahhit					
Malzeme Üreticisi					
Akademisyen/Danışman					

Bölüm 3- Bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesinde etkili olan itici güçler

Bina sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesini kolaylaştırıcı faktörler olarak aşağıda verilmiş potansiyel itici güçleri, önem düzeylerine göre derecelendiriniz.

(1-Hiç Önemli Değil, 2-Az Önemli, 3-Orta Derecede Önemli, 4-Önemli, 5-Çok Önemli)

		1	2	3	4	5
İG1	Maliyetlerin azaltılması için malzemelerde azaltım, yeniden kullanım ve geri dönüşüm ilkelerinin teşvik edilmesi					
İG2	Ekonomik belirsizliklerin *(yatırım getirisinin belirsizliği, pazar talebinin ön görülememesi vb.)* aşılması için net bir ekonomik tablo oluşturulması					
İG3	Sosyal medya vb. çeşitli platformlar aracılığı ile farkındalık artırmaya yönelik çalışmalar yapılması					
İG4	Sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonomi yaklaşımlarına ilişkin atölye, panel vb. bilgilendirici çalışmaların artırılması					
İG5	Teknik bilgi eksikliklerinin giderilmesine yönelik olarak eğitim öğretim müfredatının geliştirilmesi					
İG6	Karar vericilerin koordineli çalışmasına yönelik olarak araştırma, geliştirme ve inovasyonların artırılması					
İG7	Bina sektöründe dijitalleşmenin gerçekleştirilmesi					
İG8	Bina döngüselliğinin değerlendirilmesine yönelik araçların geliştirilmesi					
İG9	Malzeme teknolojilerinin geliştirilmesi ve var olan teknolojilere erişim olanaklarının artırılması					
İG10	Döngüsel ekonominin entegrasyonunu kolaylaştıracak destek ve teşviklerin artırılması					
İG11	Güncel mevzuatlar ve standartların döngüsel ekonomiye uygun şekilde güncellenmesi ve denetim mekanizmalarının geliştirilmesi					
İG12	Döngüsel ekonomiye geçişte ulusal ve bölgesel hedeflerin belirlenmesi					

Döngüsel ekonomi kavramının bina sektöründe benimsenmesine ilişkin farklı görüşleriniz var ise, lütfen belirtiniz.

B
ETİK KURUL ONAYI

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu

Toplantı Tarihi: 02.01.2025 **Toplantı No: 2025.01**

SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU
TOPLANTI KARARI

Yürütücülüğünü Üniversitemiz Fen Bilimleri Enstitüsü öğretim üyelerinden Doç. Dr. Suzi Dilara Mangan danışmanlığında lisansüstü öğrencisi SELİMHAN SEVİNDİK tarafından yapılacak olan "Sıfır Karbona Geçişte Bina Sektöründe Döngüsel Ekonominin Benimsenmesi Engeller Ve İtici Güçler" adlı çalışma ve bu çalışmada kullanılacak veri toplama araçları ve yöntemlerine ilişkin bilgilerde etiğe aykırı herhangi bir bulguya rastlanmamıştır.

Etik Kurul Üyeleri

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

Konferans Bildirileri

1. Sevindik, S. ve Mangan, S. D.(2024). Sıfır Karbona Geçişte Bina Sektöründe Döngüsel Ekonominin Benimsenmesi: Engeller ve İtici Güçler. 4.Ulusal Yapı Fiziği ve Çevre Kontrolü Kongresi (s.205-214), İstanbul, Türkiye.