

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

MİMARİ YAPILARDA GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ
YAPI MALZEMELERİNİN KULLANIMININ İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hüsna PARLAYAN ÖZTÜRK

MAYIS 2024
TRABZON



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MİMARLIK ANABİLİM DALI

**MİMARİ YAPILARDA GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ
YAPI MALZEMELERİNİN KULLANIMININ İNCELENMESİ**

Hüsna PARLAYAN ÖZTÜRK

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"YÜKSEK MİMAR"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 16 / 02 / 2024
Tezin Savunma Tarihi : 23 / 05 / 2024**

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Sibel MAÇKA KALFA

Trabzon 2024

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Mimarlık Anabilim Dalında
Hüsna PARLAYAN ÖZTÜRK Tarafından Hazırlanan**

**MİMARİ YAPILARDA GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ
YAPI MALZEMELERİNİN KULLANIMININ İNCELENMESİ**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 25 / 04 / 2024 gün ve 2050
sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.**

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr., Esra BOSTANCIOĞLU

Üye : Doç. Dr., Özlem AYDIN

Üye : Doç. Dr., Sibel MAÇKA KALFA

**Prof. Dr. Asim KADIOĞLU
Enstitü Müdürü**

ÖNSÖZ

“Mimari Yapılarda Geri Dönüştürülmüş Yapı Malzemelerinin Kullanımının İncelenmesi” isimli bu tez Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Programı’nda hazırlanmıştır.

Tez çalışmam boyunca beni her daim değerli bilgi ve birikimleriyle yönlendiren, çalışmamı başarıyla tamamlayacağıma olan inancıyla bana bir rehber olan çok değerli danışmanım Doç. Dr. Sibel MAÇKA KALFA’ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca değerli katkıları ve önerileriyle tez savunma jürimde bulunan Prof. Dr. Esra BOSTANCIOĞLU’na ve Doç. Dr. Özlem AYDIN’a,

Anket çalışmasında değerli görüş ve önerilerini sunan Doç. Dr. Merve TUNA KAYILI’ya ve lisans eğitimim sırasında bana büyük katkısı olan hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Havva ÖZDOĞAN ve Doç. Dr. Esra LAKOT ALEMDAĞ’a,

Hayatımın her alanında bana destek olan ve ilgilerini esirgemeyen kişilere; annem Naide PARLAYAN, abim Fatih PARLAYAN ve bana mimarlık mesleğini tanıtan ve sevdiren babam Mimar Osman PARLAYAN’a,

Tüm tez süreci boyunca bana her konuda destek olan, beni cesaretlendiren çok değerli eşim Yüksek Mimar Onur ÖZTÜRK’e ve bana bu hayattaki en kıymetli duyguları yaşatan sevgili oğlum Yiğit Ali ÖZTÜRK’e,

Bana ikinci aile olan kayınvalidem Hanife ÖZTÜRK, kayınpederim Ali ÖZTÜRK’e,

Başta Feyzanur Sarı olmak üzere, desteklerini her daim hissettiğim değerli arkadaşlarıma,

En içten teşekkürlerimi sunarım.

Hüsna PARLAYAN ÖZTÜRK

Trabzon 2024

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Mimari Yapılarda Geri Dönüştürülmüş Yapı Malzemelerinin Kullanımının İncelenmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Sibel MAÇKA KALFA’nın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 23/05/2024

Hüsna PARLAYAN ÖZTÜRK

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XI
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	7
1.3. Atık ve Atık Oluşumu.....	9
1.3.1. Atıkların Sınıflandırması.....	9
1.4. Geri Dönüştürülebilir Malzemelerin Sınıflandırması	13
1.5. Geri Dönüştürülebilir Malzemelerin İkincil Hammadde Olarak Kullanılması Sürecinde Atık Yönetimi ve Atık Yönetiminin Önemi	18
1.5.1. Dünya’da Atıkların Yönetimi ve Geri Dönüşüm Verileri.....	26
1.5.2. Türkiye’de Atıkların Yönetimi ve Geri Dönüşüm Verileri.....	37
1.6. Atıklardan Geri Dönüştürülmüş Yapı Malzemelerinin Elde Edilmesi.....	52
1.7. Mimari Yapılarda Geri Dönüştürülmüş Malzeme Kullanımının Avantaj ve Dezavantajları.....	54
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	58
2.1. Yöntem.....	58
2.2. Literatür Araştırması.....	59
2.3. Geri Dönüştürülmüş Malzemelerin Mimari Yapılarda Kullanım Örnekleri ve İncelenmesi.....	69
2.3.1. Geri Dönüştürülmüş Yapı Malzemelerinin Mimari Yapılarda Kullanımının İncelenmesi.....	70
2.3.2. Geri Dönüştürülmüş Malzemelerin İç ve Dış Mekân Donatılarında Kullanımının İncelenmesi.....	96
2.4. Anket Çalışması.....	100

2.4.1. Anket Çalışması Sonuçları ve Analizi	101
2.5. Geri Dönüştürülmüş Malzeme Kullanımı Tercihinde İzlenecek Yol Haritası	122
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	125
4. SONUÇLAR	130
5. ÖNERİLER	133
6. KAYNAKLAR	135
7. EKLER	152
ÖZGEÇMİŞ	



Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

MİMARİ YAPILARDA GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ YAPI MALZEMELERİNİN KULLANIMININ İNCELENMESİ

Hüsna PARLAYAN ÖZTÜRK

Karadeniz Teknik Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Mimarlık Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Sibel MAÇKA KALFA

2024, 152 Sayfa 7 Sayfa Ek

Bu tezin amacı geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin mimari yapılarda kullanımının yaygınlaşmasını sağlamak ve konu ile ilgili toplumsal bilincin artmasına katkı sağlamaktır. Bu amaç için tezde geri dönüştürülmüş yapı malzemeleri ile ilgili kapsamlı bir literatür analizi gerçekleştirilerek dünyadaki ve Türkiye’deki durum saptanmıştır. Sonraki aşamada geri dönüştürülmüş yapı malzemeleri ile inşa edilmiş yapılar, belli kriterlere göre analiz edilmiştir. Son aşamada literatür ve inşa edilmiş örnek yapıların incelenmesinden elde edilen veriler kullanılarak akademisyen, alanında uzman kişiler ve bina kullanıcılarından oluşan 80 kişilik 3 örneklem grubuna anket yapılmıştır. Anket çalışmasından elde edilen veriler kullanılarak Türkiye’deki durum tespit edilmeye çalışılmıştır. Literatür, yapı analizleri ve anket çalışmasından elde edilen sonuçlardan faydalanılarak konu ile ilgili bir yol haritası oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda, Türkiye’de geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin kullanımının arttırılmasının önündeki en büyük engelin, konu ile ilgili toplumsal bilincin henüz yeterince oluşmaması olarak görülmüştür. Bu bilincin arttırılması için şüphesiz kamu ve özel sektör kurumlarının koordinasyon içinde çalışması, akademisyenlerin konu ile ilgili yaptıkları çalışma sayılarını arttırması ve konu ile ilgilenen tüm uzmanlarla birlikte toplumda bu malzemeler ile inşa edilmiş yapıların tanıtılması gereklidir. Toplumsal bilincin oluşturulması ile geri dönüştürülmüş yapı malzemeleri ile yapılmış yapı sayısında artış görüleceği ve bu artışın çevresel açıdan büyük fayda sağlayacağı açıktır.

Anahtar Kelimeler: Geri dönüşüm, geri dönüştürülmüş malzemeler, geri dönüştürülmüş yapı malzemeleri, atık malzemeler, mimari yapılar.

Master. Thesis

SUMMARY

INVESTIGATION OF RECYCLED STRUCTURAL MATERIALS APPLIED ON ARCHITECTURAL BUILDINGS

Hüsna PARLAYAN ÖZTÜRK

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Architecture Main Science
Supervisor: Assoc. Prof. Sibel MAÇKA KALFA
2024, 152 Pages 7 Pages Appendix

The aim of this thesis is to ensure the widespread use of recycled building materials in architectural structures and to contribute to increasing social awareness on the subject. For this purpose, a comprehensive literature analysis about recycled building materials was carried out then the situation in the world and Turkey was determined. In the next stage, buildings with recycled building materials were analyzed according to certain criteria. In the final stage, a survey was conducted to 3 groups of 80 people, consisting of academicians, experts in the field and building users, using the data obtained from the literature and building analyses. The situation in Turkey was tried to be determined by using the data obtained from the survey. A road map on the subject was prepared by using the results obtained from the literature, building analysis and survey study. It has been concluded that the biggest obstacle to increasing the use of recycled building materials in Turkey is that social awareness on this issue has not yet been formed sufficiently. To increase awareness over the subject, it is necessary for public and private sector to work with coordination, for academics to increase the number of studies on the subject, and for all experts in the relevant field to introduce buildings built with these materials to society. With the increased of social awareness, the number of buildings built with recycled building materials will increase and this increase will provide great environmental benefits.

Key Words: Recycle, recycled materials, recycled structural materials, waste materials, architectural buildings.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.	Tüketim ürünlerinin teknik ürün döngüsü	4
Şekil 2.	Bina yaşam döngüsü	5
Şekil 3.	Atıkların ve katı atıkların sınıflandırması	10
Şekil 4.	İnşaat yapım ve yıkım atıklarının bina yapım, yıkım ve yenileme işlerindeki atıklar ve atıkların oluşum kaynakları.....	11
Şekil 5.	Geri dönüştürülebilir malzemeler (karton, plastik, kâğıt).....	15
Şekil 6.	Geri dönüştürülebilir malzemeler (ahşap, cam, metal)	15
Şekil 7.	Geri dönüştürülebilir malzemeler (alüminyum, ahşap, beton)	16
Şekil 8.	Katı atık yönetiminde tipik bir yönetim sistemi.....	19
Şekil 9.	Araıklı entegre katı atık değerlendirme ve bertaraf tesisi	20
Şekil 10.	Verimli ve etkili geri dönüşüm döngüsü	21
Şekil 11.	4R atık yönetim sistemi	22
Şekil 12.	Atık yönetiminde istenilen duruma göre tercih edilen yöntem sırası	22
Şekil 13.	4R atık yönetim sistemi amaçları	23
Şekil 14.	Elektronik atıkların oluşumu ve farklı yöntemlerde toplandığı alanları gösteren akış şeması	26
Şekil 15.	2000-2021 yıllarında Avrupa Birliği üyesi 27 ülkenin hane halklarında kişi başına düşen ortalama atık miktarı (kilogram)	29
Şekil 16.	2010, 2015 ve 2020 yıllarında Avrupa ülkelerinde hane halklarında kişi başı düşen atık miktarı (kilogram)	30
Şekil 17.	2010, 2015 ve 2020 yıllarında Avrupa ülkelerinde hane halklarında kişi başına düşen atık miktarı (kilogram)	31
Şekil 18.	Avrupa ülkelerinde 2010, 2015 ve 2020 yıllarında belediye atıkları içerisindeki geri dönüştürülmüş atıkların payını gösteren grafik (%)	32
Şekil 19.	2018 yılında Amerika’da toplam belediye atıklarının malzeme cinsine göre dağılımı	34
Şekil 20.	Japonya’da 1990-2015 yılları arasında oluşan atıkların nihai bertarafı, geri dönüşüm ve yeniden kullanım miktarları ile malzeme döngüsüne katılım miktarı (milyon ton)	36
Şekil 21.	Japonya’da 1990-2014 yılları arasında atık sektöründe oluşan karbondioksit gaz yayılım miktarları	37
Şekil 22.	2014 yılında Türkiye’de oluşan atıkların cinsine göre yüzdelik dağılımları	41

Şekil 23.	2014 yılında oluşan belediye atıklarının bertaraf edilme yöntemine göre dağılımı	42
Şekil 24.	Türkiye’de 2014 yılında oluşan toplam atığın cinsine göre dağılımı (miktarlar yuvarlanmıştır)	43
Şekil 25.	Türkiye’de 1994 ile 2020 yılları arasında toplanan belediye atık miktarları ile kişi başına düşen atık miktarı	45
Şekil 26.	Türkiye’de 2000 ile 2020 yılları arasında toplanan hane halkları cinsinden belediye atıklarından kişi başına düşen atık miktarı (kilogram)	51
Şekil 27.	Türkiye’de 2016 ile 2020 yıllarında belediye atıkları içerisindeki geri dönüştürülmüş atıkların payını gösteren grafik (%)	52
Şekil 28.	Kabuklu kuruyemiş atıklarından yapı malzemelerinin elde edilme süreci	54
Şekil 29.	Çalışmanın yöntemi	59
Şekil 30.	Web of Science veri tabanında yayımlanan yayın sayısının yıl bazında nicel dağılımı.....	60
Şekil 31.	Web of Science veri tabanında yayımlanan yayın sayısının en çok olduğu ilk 20 ülkenin analizi.....	61
Şekil 32.	Web of Science veri tabanında yayımlanan yayın sayısının seçili kategoriler bazında nicel dağılımı.....	62
Şekil 33.	Web of Science veri tabanında, geri dönüştürülmüş malzeme üzerine Türkiye’de yapılan çalışmaların yıllar bazında gösterimi.....	63
Şekil 34.	Geri dönüştürülmüş malzemelerin incelenen yapılarda kullanım yerinin kullanım sayısına göre incelemesi	93
Şekil 35.	Duvarda kullanım miktarının yapıların tamamındaki kullanım ile karma kullanımdaki oranının karşılaştırmalı incelemesi	93
Şekil 36.	İncelenen yapıların tamamında kullanılan geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanım yoğunluğuna göre incelemesi.....	95
Şekil 37.	Geri dönüştürülebilir malzemeler arasından anket katılımcıları tarafından seçim yapılan malzemelerin yüzdelik gösterimi	103
Şekil 38.	Akademisyenler, alanında uzman kişiler ve bina kullanıcıları için geri dönüştürülebilir malzeme seçimlerinin yüzdelik gösterimi (sayılar yuvarlanmıştır).....	104
Şekil 39.	Tüm katılımcılar için anketin ikinci sorusuna verilen cevapların ortalaması ..	121
Şekil 40.	Tüm katılımcılar için anketin üçüncü sorusuna verilen cevapların ortalaması	121

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.	Geri dönüştürülen malzemelerin birincil kaynaklardan elde edilmesine karşın enerji tasarruf oranları	2
Tablo 2.	Atıkları geri dönüştürmenin avantajları	3
Tablo 3.	Dünya’da hizmet veren bazı çevreci kurumlar	7
Tablo 4.	İnşaat malzemeleri ile inşaat malzemelerinin bileşenleri	12
Tablo 5.	Yaygın geri dönüştürülebilir malzemeler ile geri dönüştürülebilir yapı malzeme ve bileşenleri	14
Tablo 6.	Bazı plastik esaslı polimerlerin kullanım alanları ve geri dönüşüm ürünlerine örnekler	17
Tablo 7.	Öncelik sırasına göre döngüsel ekonomide 10R prensipleri	24
Tablo 8.	2012 yılında ABD’de atıkların geri dönüştürülmesinde elde edilen kazançlar	34
Tablo 9.	Türkiye’de yıllara göre yayımlanan atık yönetimi mevzuatı kanun ve yönetmelikleri	39
Tablo 10.	2018 ve 2020 yıllarında ton cinsinden Türkiye’de oluşan atık miktarları	44
Tablo 11.	Türkiye’de belediye atıklarının coğrafi bölgeler bazda dağılımı, 2014	46
Tablo 12.	2018 ve 2020 yıllarında Doğu Karadeniz ve Trabzon’da belediyeler tarafından toplanan atık ve kişi başı oluşan ortalama atık miktarı	47
Tablo 13.	Türkiye atık geri dönüşüm ve atık bertaraf tesislerinin veri göstergeleri, 2018, 2020	47
Tablo 14.	Cam, metal, plastik ve kâğıt atıklarından elde edilebilecek kazançlar	49
Tablo 15.	2030 ve 2040 yılında Türkiye için geri dönüştürülmüş atıkların içerisindeki geri kazanım oranı karşısında kazanılacak potansiyel geri dönüştürülmüş malzeme miktarının milyon m ³ cinsinden değeri	51
Tablo 16.	Web of Science veri tabanında bulunan yayınların özetleri	64
Tablo 17.	Türkiye’de YÖK Ulusal Tez Merkezi Veri Tabanına kayıtlı tezlerin sayıca gösterimi.....	68
Tablo 18.	Türkiye’de YÖK Ulusal Tez Merkezi Veri Tabanında mimarlık konusunu içeren kayıtlı ve erişilebilir doktora ve yüksek lisans tezleri	68
Tablo 19.	Geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin mimari yapılarda kullanım örnekleri	72
Tablo 20.	Yapılarda kullanılan geri dönüştürülmüş malzemelerin malzeme cinsine göre incelemesi	94
Tablo 21.	Geri dönüştürülmüş malzemelerin iç ve dış mekân donatılarında kullanım örnekleri	96

Tablo 22. Ankete katılım sağlayan örneklem grupları içerisindeki katılımcıların dağılımını gösteren tablo.....	101
Tablo 23. Anket katılımcılarının geri dönüştürülebilir malzeme seçimlerinin sayıca gösterimi.....	102
Tablo 24. Anket katılımcılarının geri dönüştürülmüş malzeme kullanımına dair dikkat çeken sorunlara verilmiş cevapların kişi sayısı bazında gösterimi	105
Tablo 25. Geri dönüştürülmüş malzeme kullanımındaki dikkat çeken sorunlara verilen cevapların yüzdelik gösterim grafiklerini içeren tablo	106
Tablo 26. Akademisyenler örneklem grubunun anketin ikinci sorusuna verdiği cevaplar	110
Tablo 27. Alanında uzman kişiler örneklem grubunun anketin ikinci sorusuna verdiği cevaplar.....	111
Tablo 28. Bina kullanıcıları örneklem grubunun anketin ikinci sorusuna verdiği cevaplar	112
Tablo 29. Anket katılımcılarının geri dönüştürülmüş malzeme kullanımında uygulanabilecek çözümlere dair verilmiş cevapların kişi sayısı bazında gösterimi.....	113
Tablo 30. Geri dönüştürülmüş malzeme kullanımında uygulanabilecek muhtemel çözümlere dair verilen cevapların yüzdelik gösterim grafiklerini içeren tablo.....	114
Tablo 31. Akademisyenler örneklem grubunun anketin üçüncü sorusuna verdiği cevaplar	118
Tablo 32. Alanında uzman kişiler örneklem grubunun anketin üçüncü sorusuna verdiği cevaplar.....	119
Tablo 33. Bina kullanıcıları örneklem grubunun anketin üçüncü sorusuna verdiği cevaplar	120
Tablo 34. Yapılarda kullanılan geri dönüştürülmüş malzemeler ve kullanım yerleri.....	123
Tablo 35. Geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı tercihinde izlenecek yol haritası	124

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

BIM	: Yapı Bilgi Modellemesi
ÇEVKO	: Çevre Koruma ve Ambalaj Atıkları Değerlendirme Vakfı
HDPE	: Yüksek Yoğunluklu Polietilen
LDPE	: Düşük Yoğunluklu Polietilen
PET	: Polietilen Tereftalat
PP	: Polipropilen
PS	: Polistiren
PVC	: Polivinil Klorür
TÜÇA	: Türkiye Çevre Ajansı
TÜÇEV	: Türkiye Çevre Koruma Vakfı
WOS	: Web of Science
XPS	: Ekstrüde polistiren

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

İnsanlık var olduğu müddetçe atık oluşumu devam edecektir. Sürdürülebilir bir dünya için atık yönetimi ve atık yönetiminde yenilikçi-verimli yaklaşımlar önem taşımaktadır. Atıklardan elde edilen geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanımının artırılması ve toplumsal bilincin uyandırılması oldukça önemlidir. Bu sayede çevreye verilen zararlar minimize edilecek, ikincil hammadde kullanımı arttırılacak ve gelecek için doğal kaynaklara olan talebin azalması sağlanacaktır.

Geri dönüşüm, atıkların kullanım amacı veya başka amaçlar doğrultusunda ürün, malzeme ya da maddelere dönüştürüldüğü her türlü geri kazanım işlemini ifade etmektedir. Atıkların faydalı bir amaç doğrultusunda başka bir malzeme olarak geri getirilmesine ise geri kazanım denilmektedir (URL-5, 2022). Geri dönüşüm aslında atıkların herhangi bir şekilde tekrar kullanılması anlamını taşımaktadır. Atıkların fiziksel ve/veya kimyasal süreçlerden geçerek geri dönüşümü, yeniden kullanımı veya yenilenecek yeniden kullanımı da aslında bir geri dönüşümdür ancak özele indirgendiğinde geri dönüşümün oluş biçimine göre farklı anlamları karşılayabilmektedir. Anlam bütünlüğü adına çalışmanın devamında tekrar kullanım sürecine dahil edilen her geri dönüştürülen atık için çoğunlukla ‘geri dönüşüm’ ifadesi kullanılmıştır.

Geri dönüşüm yeni bir uygulama değildir. Binlerce yıldır insanlık tarihinde kendine yer edinmiş bir uygulamadır. Erken Romalıların bronz paraları geri dönüştürdüklerine ve orijinal sikkelerden daha yüksek bir parasal değere satılan heykeller yapmak için kullandıklarına dair kanıtlar vardır. Savaş zamanı gibi zor zamanlarda, mücevher ve madeni para gibi metal içeren ürünler eritilerek silahlara veya gerekli eşyalara dönüştürülmüştür. Arkeologlar, geri dönüşümün tarihteki uygulamalarını incelediklerinde, geri dönüşümün daha çok, zor zamanlarda kullanılan bir uygulama olduğu sonucuna varmışlardır (Lubonja & Dervishi, 2019).

Atıklar, içerisinde olan veya olması muhtemel zararlı ve zehirli maddeler sebebiyle, çevreye bırakıldıklarında doğaya büyük tahribatlar vermektedir. Bu sebeple atıklar, herhangi bir geri dönüşüm sürecinden geçmeden yalnızca depolanarak bertaraf edildiğinde, biyolojik olarak doğada çözünmeye dirençli plastik gibi sentetik malzeme bileşenleri ile

ağır metaller gibi zehirli etkisi yüksek materyaller doğada birikmektedir ve altyapı kaynaklarına karışmaktadır. Burada atıklar çevreye ciddi bir yük ve tehdit olarak varlığını sürdürmeye devam etmektedir.

Atıklar sadece katı bir kirlilik oluşturmamaktadır. Atıkların geri dönüştürülmeden bertaraf edilmesi maddesel olmanın yanında enerji bakımından da ciddi kayıplara sebep olmaktadır. Atıkların geri dönüştürülmesi ile hammadde kaynakları korunacak, atıkların depolanması sebebiyle oluşan kirlilik azalacak ve bazı alanlarda enerji tasarrufu sağlanacaktır (TÜDAM Değerlendirilebilir Atık Malzemeler Sanayicileri Derneği, 2023; T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2023; URL-4, 2022). Tablo 1’de bazı malzemelerin geri dönüştürüldüklerinde, birincil hammadde kaynakları kullanılarak elde edilmelerine karşın sağlanacak enerji tasarrufları gösterilmektedir. Örneğin kullanılmış ve kırık cam parçalarından tekrar cam üretilmesi, sıfırdan cam üretimine göre daha az enerji ile sağlanabilmektedir (Gökçe, 2022). Alüminyum geri dönüştürüldüğünde de alüminyumun birinci kaynaktan hammaddelerle elde edilmesine göre harcanan enerji daha az olmaktadır (Callister, 2013).

Tablo 1. Geri dönüştürülen malzemelerin birincil kaynaklardan elde edilmesine karşın enerji tasarruf oranları (Cui & Forssberg, 2003)

Malzeme	Enerji tasarrufu %
Alüminyum	95
Bakır	85
Plastik	>80
Demir ve çelik	74
Kurşun	65
Kâğıt	64
Çinko	60

Çeşitli geri dönüşüm yöntemleri sayesinde atıkların yeniden yapım sürecine dahil edilmesi, geri dönüştürülebilir ve geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı ile geri dönüştürülemeyen malzemelerin kullanımının azaltılmasıyla doğada sebep olunan tahribatın ve gereksiz iş ve insan gücünün, ekonomik kaybın azaltılması sağlanabilecektir. Tablo 2’de atıkları geri dönüştürmenin avantajlarından bahsedilmiştir. Atıkları geri dönüştürmenin yanında geri dönüştürülmüş malzeme ve yapı malzemesi kullanımına dair

literatür incelendiğinde, geri dönüştürülmüş malzemenin hem günlük hayatta kullanıldığı hem de yapı sektöründe kullanıldığı çok sayıda örneğe rastlanmıştır (Abdel, 2023; Aparici, 2023; Calixto vd., 2022; Özgüncü, 2022; Pintos, 2023; Santibañez, 2022; Shuangyu, 2023; So, 2022; URL-41, 2023; URL-48, 2023; URL-49, 2023; URL-50, 2023; URL-55, 2023). Bilimsel araştırmalarda incelenen çok sayıda kaynak da bilim dünyasında özellikle son yıllarda geri dönüştürülmüş malzemeler ve geri dönüştürülmüş yapı malzemeleri üzerine farklı alanlarda çalışmalar yapıldığını göstermiştir (Abo Gheda, 2021; Alpaslan, 2018; Muñoz Veloza vd., 2022; Trinchese vd., 2022; Tuna Kayılı, 2016).

Tablo 2. Atıkları geri dönüştürmenin avantajları (URL-4, 2022)

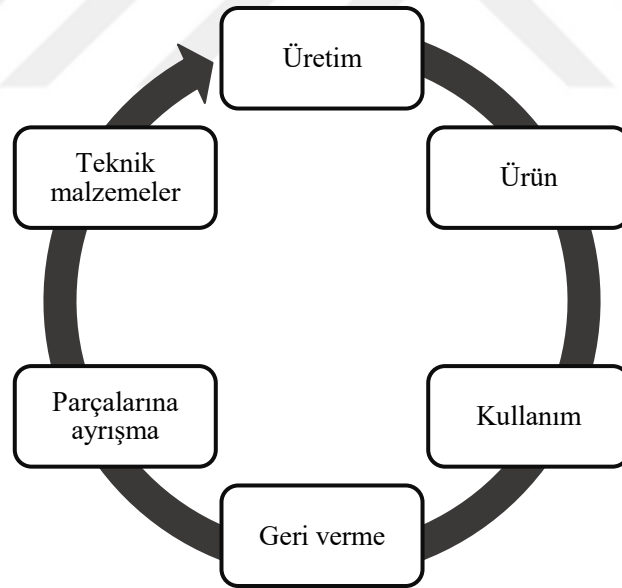
Depolama alanlarına ve yakma tesislerine gönderilen atık miktarının azalması
Mineraller, ahşap ve su gibi doğal kaynakların korunması
Yerel kaynaklardan elde edilen malzeme kullanımıyla ekonominin artırılması
Hammadde çıkarımında oluşan kirliliğin azaltılması
Enerji tasarrufu

Avrupa Komisyonu (2015) tarafından, yenilenebilir malzemeler de dahil birincil kaynaktan elde edilen hammaddelerin, malzemenin üretim sürecinde önemli bir rol oynamaya devam edeceğini ancak bu malzemelerin üretiminde ortaya çıkan olumsuz çevresel ve sosyal sonuçlara dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bu sebeple atıkların ikincil hammadde olarak üretimi, kullanımı ve yaygınlaştırılmasında rol oynayacak ilgili kurum ve kuruluşlar teşvik edilmektedir.

Ürünlerin üretimden tüketime ve ürünün atılmasına kadar bir yaşam döngüsü vardır. Ürünler yaşam döngülerini tamamladığında, üretim-tüketim sistemi içinde yeniden kullanılması, onarılması, satılması veya yeniden dağıtılması verimli bir geri dönüşüm döngüsü açısından ciddi önem arz etmektedir. Bununla beraber ürün yaşam döngüsü sona erdiğinde ürünlerin yeniden kullanımı veya onarımı mümkün olmadığı durumlarda, ürünler geri dönüştürülebilir veya atık yönetimi sayesinde ikincil kaynak olarak kullanılabilir. Bu sayede malzemeler elde edilirken doğal kaynaklara yani birincil hammadde kaynaklarına olan talebin azalacağı düşünülmektedir (Qingbin vd., 2015).

Atık geri dönüşümü çeşitli yollar ile sağlanmaktadır. Yeniden değerlendirilme imkânı olan her atık, geri dönüşüm imkanlarıyla çeşitli fiziksel, kimyasal veya fiziksel ve kimyasal işlemde geçerek ikincil hammaddeye dönüştürülmektedir. Bu sayede atıklar geri

dönüştürülerek yeniden üretim sürecine dahil olabilmektedir (URL-14, 2022). Bazı atıklar yoğun geri dönüşüm süreçlerine ihtiyaç olmadan da doğada kendine yer bulabilmektedir. Biyolojik olarak bozulabilen atıklar bu atıklardandır. Örneğin doğal lifler, doğal temizlik maddeleri veya biyolojik olarak parçalanabilen ambalajlar gibi sarf malzemeleri, tüketiciler tarafından kullanıldıktan sonra güvenli bir şekilde doğaya yeniden dahil olabilecekleri biyolojik bir döngü içinde bulunmaktadır. Ayrıca bu malzemeler kompostlama yapılarak yeni bir maddeye çevrilebilmekte ve tarımda kullanılabilir. Bu sayede eski ürünler atığa değil, yeni bir ürün için kaynağa dönüşmektedir. Elektronik ürünler veya yer döşemesi gibi tüketim ürünleri de teknik bir döngü içinde bulunmaktadır. Şekil 1’de tüketim ürünlerine ait teknik ürün yaşam döngüsü verilmiştir. Tasarım ve üretim sürecinde yapılabilecek doğru değerlendirmeler sayesinde, ürünlerin yaşam döngüsü sona erdiğinde bu ürünlerden elde edilebilecek malzemeler, bir sonraki ürünlerde kullanılmak üzere tasarlanabilmektedir. Bu sayede malzeme geri dönüşümü yapılırken, malzemenin kalitesi daha iyi korunabilmektedir (URL-15, 2022).



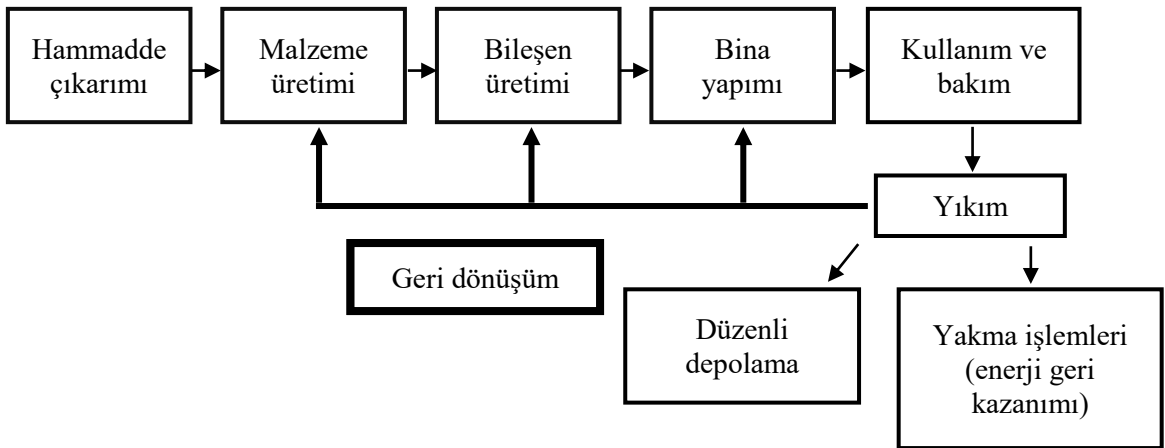
Şekil 1. Tüketim ürünlerinin teknik ürün döngüsü (URL-15, 2022)

Dünya çapında yılda yaklaşık 15 milyar ton hammadde çıkarılmaktadır. Bunların bir kısmı yenilenebilir, bir kısmı ise yenilenemez haldedir. Kaynakların sınırlı olmasına ek olarak toplumların gelişmesi ve nüfusun artması ile mevcut kaynaklar giderek azalmaktadır. Kaynakların daha verimli kullanılması ve giderek azalmasının önüne geçmek

amacıyla atıkların geri dönüşümü artırılmalıdır. Hammadde çıkarımından atık oluşumuna kadar kaynakların etkin kullanılması ilkesinin benimsendiği beşikten mezara malzeme döngüsü, geri dönüşüm uygulamaları arasında yer almaktadır. Beşikten mezara döngüsünde malzeme ve ürün bileşenleri ömrünü tamamladığında, bu bileşenlerin geri dönüşümü hakkında bilgi sahibi olunması gerektiği veya ekolojik etkileri asgari seviyede olacak şekilde, biyolojik olarak doğada ayrışması gibi, ortadan kaldırılması (bertarafı) hakkında önlem alınması gerektiği belirtilmektedir (Callister, 2013).

Tüm ürün ve malzemelerin çevreye ve sağlığa vereceği muhtemel zararlar tasarım ve üretim aşamalarında değerlendirilip o şekilde üretilmesi gerekmektedir. Amaç yalnızca negatif etkileri azaltmak değil, ayrıca ekolojik olarak pozitif ayak izi bırakmak da olmalıdır (URL-15, 2022). Bu ilkeyi benimsemiş, tasarımlarında geri dönüştürülmüş veya yeniden kazandırılmış malzeme kullanan mimar ve tasarımcılar, proje ve ürünlerinin tamamında %10'dan %100'e kadar inşaat ve yıkıntı atıklarından elde edilen geri dönüştürülmüş malzeme kullanmaktadır (González, 2023; URL-54, 2023).

Şekil 2'de bina yaşam döngüsüne ait genel bir şema verilmiştir. Tasarım aşamasında dikkate alınan geri dönüştürülmüş ve geri dönüştürülebilir malzeme kullanımı, üretim ve yapım aşamasında hayat bulduğunda, malzeme, ürün ve yapıların yaşam döngüsü tamamlandığında ortaya çıkan atığın geri dönüşümü de çok daha kolay olacaktır. Ayrıca geriye kalan atıklardan enerji geri kazanımı ve atıkların yeniden kullanılabilirliği de artacaktır. Bunlara ek olarak düzenli depolanan atık miktarı da azalacaktır.



Şekil 2. Bina yaşam döngüsü (Lei vd., 2020)

Bina kullanıcılarının daha iyi bir yaşam standardı hedefleri sebebiyle inşaat sektöründe devamlı bir yeni konut inşaatı ve eskilerin yenilenmesi faaliyetleri olmaktadır. Tüm bu faaliyetlerin sonucunda çevre üzerinde olumlu olumsuz etkiler oluşmaktadır. Bu etkilerin olumsuzları olarak yenilenemeyen doğal kaynakların tüketimi, üretim süreçlerinde açığa çıkan zararlı gaz ve kimyasallar, taşımacılıktan doğan hava kirliliği ve ormanlık alanlar gibi yapılı olmayan çevrenin azalması örnek gösterilmektedir (Lubonja & Dervishi, 2019). İnşaat sektöründe önemli bir yeri olan çimento endüstrisinin tüm küresel karbondioksit gazı (CO₂) yayılımlarının yaklaşık %8'ini oluşturması sebebiyle beton üretimi atmosferi kirleten ana kirleticilerden biri olarak kabul edilmektedir (Souza, 2022). Öte yandan kullanım ömrünü tamamlamış, yıkımı gerekli eski yapılar, yeniden işlevlendirilmesi gereken yapılar, doğal afetler sonucu hasar gören ve yıkılan yapılar vb. sebebiyle yüksek miktarlarda beton atığı oluşmaktadır (Oikonomou, 2005). Oluşan bu beton atığı geri dönüşüm sektörü için ciddi bir kaynak olma potansiyeline sahiptir. Yeniden değerlendirildiğinde yukarıda bahsedilen olumsuzlukların azalacağı öngörülmektedir. İnşaat sektöründe şantiyelere beton tedariği sağlandığında malzeme israfını önlemek amacıyla kullanılmayan veya arta kalan malzemelerin verimli şekilde düzenlenmesi oluşacak beton atığının yeniden değerlendirilmesine de kolaylık sağlayacaktır. Örneğin beton karışımlarında kullanılacak malzemelerin künyesi oluşturulup sınıflandırması yapılabilir, arta kalan malzemelerin değerlendirilme yöntemleri tartışılabilir. Bu sayede atık betonlar geri dönüştürülüp beton üretimine tekrar dahil edilebilir (Fraile-Garcia vd., 2017).

Hammadde kaynaklarının korunumu ve çevresel kirliliğin azaltılması, geri dönüşümün, geri dönüştürülmüş ve geri dönüştürülebilir malzeme kullanımının teşviki adına toplumsal bilincin artırılması için, ülkelerin kendi yasal düzenlemeleri ve gönüllülük esasına dayalı hizmet veren çevreci kurumları bulunmaktadır. Yerel yönetimlerin yanında var olan çevreci kurumlar öncelikle çevreyi koruma bilinciyle toplumsal katılımı artırma hedefiyle ilerlemekte ve bu yönde hizmet vermektedir.

Dünya'da ve Türkiye'de hizmet veren bazı çevreci kurumlar Tablo 3'te gösterilmiştir. Çevre Koruma ve Ambalaj Atıkları Değerlendirme Vakfı (ÇEVKO), Türkiye Çevre Ajansı (TÜÇA) ve Türkiye Çevre Koruma Vakfı (TÜÇEV) ülkemizde hizmet veren başlıca kurumlardan birkaçıdır.

Tablo 3. Dünya’da hizmet veren bazı çevreci kurumlar (URL-3, 2022; URL-64, 2024; URL-65, 2024)

Ülke	Kurum	Ülke	Kurum
Türkiye	ÇEVKO, TÜÇA, TÜÇEV	Hollanda	Afvalfonds Verpakkingen
Belçika	Fost Plus, Valipac	Norveç	Grønt Punkt
Bosna Hersek	Ekopak	Romanya	Eco-Rom Ambalaje
Bulgaristan	Ecopack	Slovakya	ENVI-PAK
Kanada	Éco Entreprises Québec	Slovenya	Slopak
Estonya	ETO	İspanya	Ecoembes, ecovidrio
Finlandiya	Finish Packaging Recycling Rinki Ltd.	Lüksemburg	Valorlux
Yunanistan	HE.R.R.Co.	Makedonya	Pakomak d.o.o
İtalya	Conai	Malta	GreenPak

1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı, mimari yapılarda geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin kullanımının yaygınlaşmasını sağlayarak hammadde elde edilmesinde kullanılan birincil kaynakların korunumunu gerçekleştirmek ve toplumda geri dönüştürülmüş yapı malzemesi kullanımının artması adına bir çevre bilinci oluşturmaktır. Bu amaç doğrultusunda çalışma 3 aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu aşamalar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- 1. Aşama: Konu ile ilgili kapsamlı literatür analizi (bibliyometrik çalışma)
- 2. Aşama: İnşa edilmiş örnek yapıların incelenmesi ve analizi
- 3. Aşama: Anket çalışması

Geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinden bahsetmeden önce, geri dönüştürülmüş malzeme olma potansiyelindeki atıkların ve geri dönüştürülebilir malzemelerin açıklanması, bununla birlikte atık oluşumundan geri dönüştürülmüş malzemenin oluşumuna kadar geçen süreci temsil eden atık yönetiminin açıklanması hedeflenmiştir. Çünkü bir malzemenin geri dönüştürülmüş olması için öncelikle geri dönüştürülebilir, yeniden kullanılabilir özelliklerini yitirmeden bir atık haline gelmesi gerekmektedir. Buradan hareketle, çalışmanın giriş bölümünde hazırlanan literatür analizinde aşağıdaki konulara değinilmiştir:

- Geri dönüşüm ve geri dönüşümün alt başlıklarından olan geri dönüşüm, geri kazanım, enerji geri kazanımı, yeniden kullanım gibi kavramlar açıklanmış, faydalarından bahsedilmiştir.

- Geri dönüştürülebilir malzemeler ve yaygın geri dönüştürülebilir malzemeler açıklanmıştır.
- Atık oluşumu, atıkların sınıflandırması, atıkların yönetiminde genel bilgiler ile dünyadaki ve Türkiye’deki durum saptanmıştır. Bu aşama sayesinde konu ile ilgili sorunlar ve gelişmeler ortaya çıkarılmıştır.
- Türkiye’nin, Avrupa Birliği’nin ve Web of Science (WOS) veri tabanından elde edilen veriler ışığında, geri dönüştürülmüş malzemeler anahtar kelimesi ile yayımlanan çalışmalar arasında en fazla çalışmaya sahip olan 5 ülkenin atık yönetiminden, atık oluşum ve geri dönüşüm verilerinden kısaca bahsedilmiştir.
- Mimari yapılarda kullanılan geri dönüştürülmüş malzemeler mimari yapıdaki yerine, geri dönüştürülmeden önceki kullanım yeri vb. parametrelere göre değerlendirilip örnekler üzerinden gösterilmiştir.
- İç ve dış mekân donatılarında kullanılan geri dönüştürülmüş malzemeler yine seçili farklı parametrelere göre değerlendirilip örnekler üzerinden gösterilmiştir.
- Mimari yapılarda geri dönüştürülmüş malzeme kullanımının avantaj ve dezavantajları açıklanmıştır.
- Türkiye’de bulunan YÖK Ulusal Tez Merkezi Veri Tabanından ‘geri dönüştürülmüş malzeme’ ve ‘atık malzemeler’ anahtar kelimeleri ile arama yapılarak ulaşılan yüksek lisans ve doktora tezlerinden özetle bahsedilmiştir.
- WOS veri tabanından ‘recycled materials (geri dönüştürülmüş malzemeler)’ anahtar kelimesi ile arama yapılarak ulaşılan yayınlar ile bibliyometrik analiz yapılmıştır. Yayınlar kategoriler üzerinde sınıflandırılarak incelenmiştir. Sonuçlar arasından ‘architecture (mimarlık)’ alt kategorisinde bulunan yayınlar arasından seçilen 25 çalışmaya atıfta bulunulmuştur.

Çalışmanın ikinci kısmında, geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin mimari yapılarda kullanımı ile geri dönüştürülmüş malzemelerin iç ve dış mekân donatısı olarak kullanımı, yapısal örnekler ile donatı örnekleri üzerinden incelenmiştir. Daha sonra 3 örneklem grubundan 80 kişiyle hazırlanan bir anket çalışması yapılmıştır. Temelde 3 sorunun sorulduğu anket çalışmasının amacı, katılımcıların geri dönüştürülebilir malzemelerle ilgili bilgi seviyelerini ölçmek, mimari yapılarda kullanılması hedeflenen geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin önünde durabilecek muhtemel sorun ve sonuçlara dair fikirlerinin ortaya konulmasını ve analiz edilmesini sağlamaktır.

1.3. Atık ve Atık Oluşumu

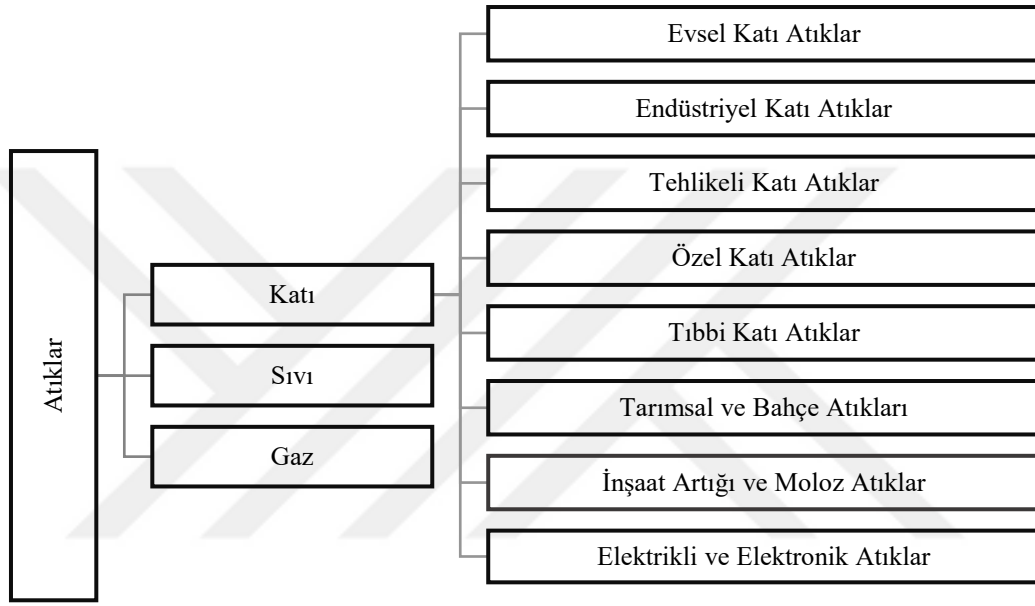
Her türlü üretim ve tüketim süreci neticesinde atık oluşmaktadır. Atıklar, Türkiye’de yürürlükte olan Atık Yönetimi Yönetmeliği tarafından ‘üreticisi veya fiilen elinde bulunduran gerçek veya tüzel kişi tarafından çevreye atılan veya bırakılan ya da atılması zorunlu olan herhangi bir madde veya materyal’ olarak tanımlanmaktadır (Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015). Kısaca, her türlü faaliyet sonucu çevreye bırakılan veya atılan nesneler olarak tasvir edilebilmektedir (Çevre Kanunu, 1983). Çeşitli sebepler sonucu atık oluşumu gerçekleştiğinde, atıkların belirli kanunlar çerçevesinde imha edilmesi, bertaraf edilmesi veya geri dönüştürülmesi, yani atıkların yönetiminin gerçekleşmesi gerekmektedir. Tüm bu faaliyetler yüklü bir iş yükü oluşturmaktadır. Avantajı kadar birçok dezavantajı da olan atık yönetimindeki iş yükünün azalması adına atılabilecek ilk adım atık oluşumunu kaynağında azaltmaktır. Atık oluşumunun azalması sayesinde çevreye yük olan, depolama alanlarında bekleyen atıkların azalması, beraberinde çevreye verilen zararın da azalması beklenmektedir. Yani daha az tüketip daha çok geri dönüştürdüğümüzde hem atık oluşumu azalacaktır hem de depolama alanlarında bekleyen, doğada tahribata sebep olan atıklar da azalacaktır. Bunun için yapılabileceklerden bazıları da toplumdaki bilinçlendirmeyi artırmak ve atık yönetimindeki politikaları daha verimli hale getirip uygulamak olacaktır (Heidari vd., 2019).

Mimari açıdan atık oluşumuna bakıldığında, yapıların inşası ve yıkımı sırasında birçok atık oluşmaktadır. Örneğin yapım ve yıkım işleri için gerekli malzemeler sipariş edilirken, öngörülemeyen yüksek miktarlarda verilen siparişler sebebiyle ve işçilerin malzemeyi yanlış kullanmasından kaynaklı birçok gereksiz atık meydana gelmektedir (Akhtar & Sarmah, 2018). Oluşan bu gereksiz atığın asgari seviyeye çekilmesi adına kullanılacak malzeme miktarı hesaplamaları yapılırken malzemenin en az atıkla sonuçlanacak şekilde hesabı yapılması hedeflenmeli ve işçilerin denetlenmesi, bilgilendirilmesinin verimli yapılması gerekmektedir. Ayrıca tasarım aşamasında ve inşaat sürecinin tamamında yapılan hesaplamaların devamlı kontrol edilmesi gerekmektedir.

1.3.1. Atıkların Sınıflandırması

Atıklar genel anlamda katı, sıvı ve gaz atıklar olarak sınıflandırılmaktadır. Kâğıt, ahşap, plastik, cam, kompozit, metal, elektronik ve organik atıklar, bitkisel atık yağ, atık

pil vb. hepsi atık türlerindendir (URL-46, 2023). Katı, sıvı ve gaz atıklar arasında dünyada en fazla katı atık oluşmaktadır ve düzenli olarak bertaraf edilmesi gereken katı maddeler olarak tanımlanmaktadır. İnşaat işlerinin bir sonucu olarak oluşan ve katı atıklardan olan yapısal atıklar, doğal kaynakların 3'te birini tüketmektedir ve toplam katı atık üretiminin %40'ından sorumlu olmaktadır (Cengiz vd., 2014; Gündüzalp & Güven, 2016). Şekil 3'te atıkların ve katı atıkların sınıflandırması gösterilmektedir.

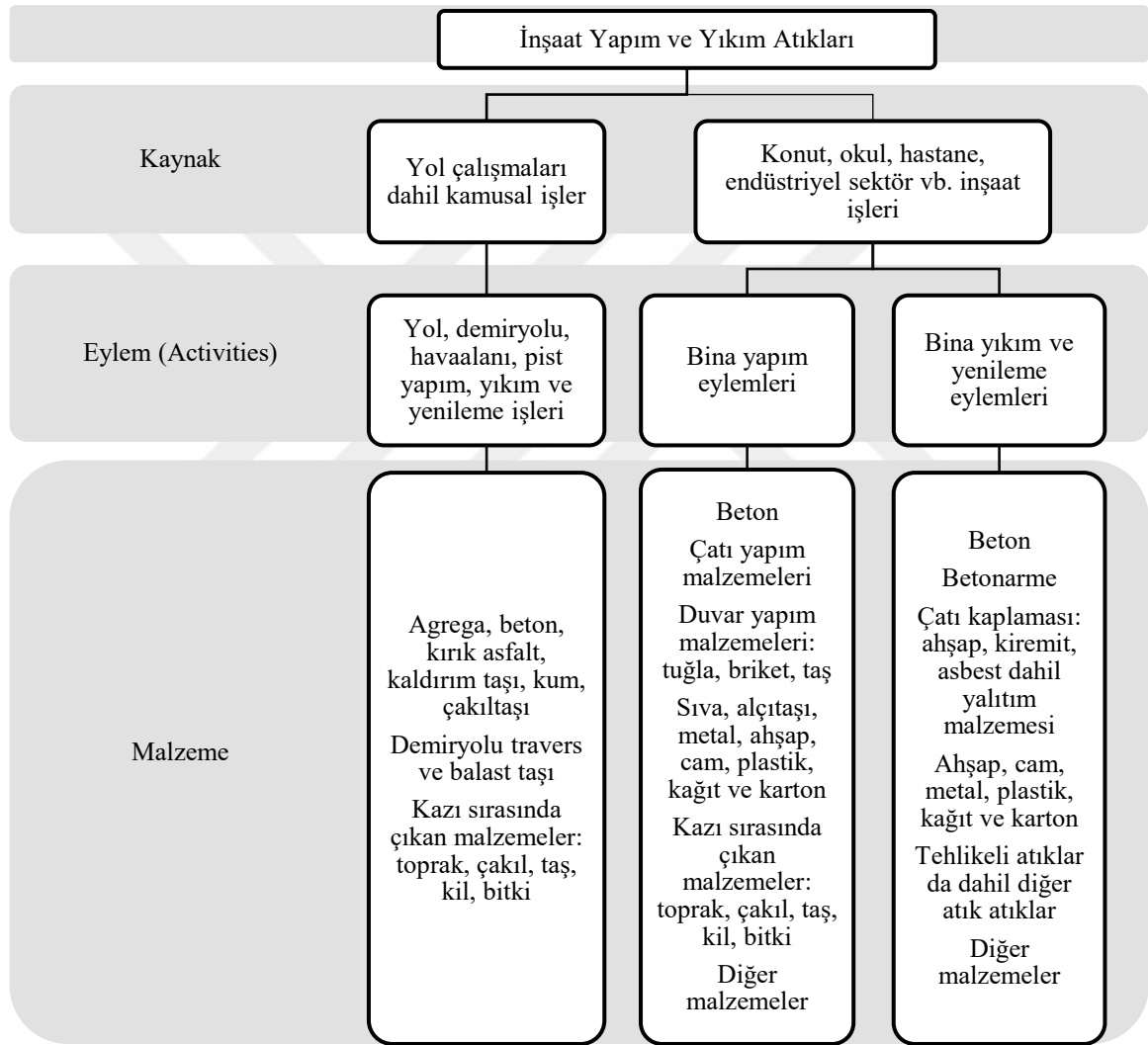


Şekil 3. Atıkların ve katı atıkların sınıflandırması (Gündüzalp & Güven, 2016)

Teknolojinin kullanımının artmasına paralel olarak artan teknolojik aletlerin kullanımı ile katı atıklardan olan elektrikli ve elektronik atıklar, teknoloji kullanımının günümüz seviyesinde olmadığı zamanlara göre değerlendirilmesi gereken daha büyük bir sorun haline gelmiştir ve oluşumu en hızlı artan atık türlerinden biri olmuştur (Balde vd., 2022). Elektrikli ve elektronik atıklar, yeniden kullanımı artık değerlendirilmeyen tüm elektrikli ve elektronik ekipman öğeleri ile bunların parçalarını kapsamaktadır (Balde vd., 2015).

Katı atıklardan olan inşaat artığı ve moloz atıklar, inşaat sektöründe her türlü yapım ve yıkım işlerinden arta kalan malzemeleri tanımlamaktadır. Ülkemizdeki mevzuat dahilinde yürürlükte olan Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıkları Kontrolü Yönetmeliği kapsamında bertaraf edilmektedirler. Bu yönetmeliğe göre inşaat atıkları

konut, bina, köprü, yol ve benzeri alt ve üst yapıların yapımı esnasında ortaya çıkan atıkları temsil etmektedir. Öte yandan yıkıntı atıkları ise konut, bina, köprü, yol ve benzeri alt ve üst yapıların tamirâtı, tadilatı, yenilenmesi, yıkımı esnasında veya doğal bir afet sonucunda ortaya çıkan atıkları temsil etmektedir. Şekil 4’te inşaat yapım ve yıkım atıklarının bina yapım, yıkım ve yenileme işlerindeki atıklar ve atıkların oluşum kaynakları verilmiştir (Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, 2004).



Şekil 4. İnşaat yapım ve yıkım atıklarının bina yapım, yıkım ve yenileme işlerindeki atıklar ve atıkların oluşum kaynakları (Deloitte, 2017).

Yapılı ve yapılmayan çevrenin korunumu, insanlığın hayatta kalmasıyla direkt olarak bağlantılıdır. Toplumda var olan çevreyi koruma bilinci, doğal kaynakları koruma kaygısı, sürdürülebilir gelişim odaklı çalışmalar gibi parametreler inşaat ve yıkım işlerinin

modern gereksinimlerinde önemli rol oynamaktadır. İnşaat ve yıkım işlerinden arda kalan atıklardan elde edilen geri dönüştürülmüş beton agregaların kullanımı ile ülkelerin sonsuz ve ucuz olmayan doğal kaynaklarının korunumu önemli ölçüde sağlanabilir. Ayrıca kontrolsüz biçimde artan beton atıklarının azalması da bu sayede sağlanabilir (Oikonomou, 2005).

Avrupa atık oluşum verilerine göre inşaat ve yıkım atıklarından meydana gelen atıklar, toprak hafriyatı da dahil 800 milyon ton civarında olmaktadır. İnşaat yapım ve yıkım atıkları içerisinde tehlikeli ve tehlikeli olmayan atıklarla birlikte birçok farklı malzeme barındırmaktadır. Bununla birlikte inşaat sahasında meydana gelen faaliyetler sonucu, her bir faaliyet için ortaya çıkabilecek olası atıklar sebebiyle inşaat ve yıkım atıkları kendi içerisinde alt kategorilere ayrılabilir. En fazla oluşan atık malzemeler arasında beton ve bileşenleri, ahşap, tuğla, seramik, cam, metal ve plastik malzemeler bulunmaktadır (Deloitte, 2017). Tablo 4'te inşaat malzemeleri ile bu malzemelerin bileşenleri gösterilmiştir. İnşaat ve yıkım atıklarının 9 ana malzeme ve bunların bileşenleri ile kategori edilmiş hali de mevcuttur. Bu kategoriler ahşap ve metal atıklar, paketleme atıkları, asfalt/tuğla/beton agregaları, seramik, alçıtaşı ve plastik atıklar, şingiller ve diğer başlıklarından oluşmaktadır (Green Seal Environmental, 2022).

Tablo 4. İnşaat malzemeleri ile inşaat malzemelerinin bileşenleri (Green Seal Environmental, 2022)

Malzeme	Malzeme Bileşenleri
Ahşap	Temiz boyutlu kereste ve osb, paletler ve kasalar, kontrplak, işlenmiş ahşap, boyalı/lekeli ahşap, arazi temizleme fırçaları, diğer ahşaplar
Metal	Demir malzemeler, demirli malzemeler
Paketleme Atıkları	Eski oluklu mukavva, plastik film, sargı, çemberleme, HDPE kovalar, diğer kâğıt ambalajlar, diğer plastik ambalajlar, diğer ambalaj atıkları
ATB	Asfalt/tuğla/beton agregaları
Seramik	Tuvaletler, evyeller, diğer seramikler
Alçıtaşı	Temiz inşaat alçı duvar kaplama hurdası, yapım, yıkım ve tadilat alçısı
Plastik	Plastik boru, vinil kaplama, diğer plastikler
Şingil	Asfalt çatı kaplaması sonrası oluşan fazlalık atıklar, asfalt çatı kaplaması sırasında oluşan atıklar
Diğer	Halı, yaylar, lastikler, fiberglas yalıtım, cam (pencere, ayna vb.), tekstil, diğer büyük boy atıklar (mobilya, ev aletleri vb.), diğer atıklar

1.4. Geri Dönüştürülebilir Malzemelerin Sınıflandırması

Atıkların geri dönüştürülerek kullanılması ve atıklardan geri dönüştürülmüş malzeme elde edilmesi sürecinde atıkların geri dönüştürülebilme potansiyeli yani ‘bir malzemenin geri dönüştürülebilir olması’ önemli bir rol oynamaktadır. Geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanımı ile atıkların geri dönüştürülmesindeki olasılığının artmasının yanında, atıkların geri dönüşümünün mümkün olması için malzemenin geri dönüştürülebilir veya yeniden kullanılabilir olması gerekmektedir. Geri dönüştürülebilir malzeme kullanımı sonucunda ortaya çıkan atıklar %100 geri dönüştürülme de kullanım ömrü tamamlanmış, çöpe atılan atıkların bir kısmı geri dönüştürülebilme ve yeni ürünler için ham madde olarak kullanılabilme potansiyeline sahiptir. Bu potansiyeli malzemenin geri dönüştürülebilir olması belirlemektedir. Fiziksel ve/veya kimyasal değişim geçiren atıklardan geri dönüştürülebilir malzemeler, yeni birer malzeme olarak üretim sürecine ve ekonomiye yeniden kazandırılmış olmaktadır. Geri dönüştürülebilir malzeme kullanımının en büyük iki avantajı (URL-13, 2022):

- Atıkların geri dönüştürülme olasılığının artması,
- Geri dönüştürülen atık miktarının artmasıdır.

Çevreci bakış açısına göre, her türlü üretim sürecinde kullanılacak olan ideal malzemenin, özellik olarak tamamen geri dönüşebilir veya tamamen biyolojik olarak doğada çözünebilir nitelikte olması gerekmektedir. Geri dönüşebilir malzemeler ve bu malzemeden üretilen ürünler, malzeme ve ürün yaşam döngüsü tamamlandığında tekrar işlenebilmesi, üretim döngüsüne yeniden katılması ve başka bir parça olarak yeniden kullanılabilmesi anlamına gelmektedir. Bu işlem, yüksek olasılıkla sonsuza kadar devam etmesi mümkün olan bir işlemdir (Callister, 2013).

Bu başlıkta geri dönüştürülebilir ve geri dönüştürülemeyen malzemelerin özellikleri, geri dönüşüm potansiyelleri ve fiziksel, kimyasal süreçlerin malzemenin geri dönüştürülebilir özelliğine etkisinden bahsedilmiştir. Geri dönüştürülebilir malzemeler farklı kaynaklarda farklı şekillerde sınıflandırılmaktadır ve bu çalışmada genel olarak iki sınıfta incelenmiştir:

1. Yaygın geri dönüştürülebilir malzemeler (URL-6, 2022)
2. Geri dönüştürülebilir yapı malzeme ve bileşenleri (İpekçi vd., 2017)

Tablo 5’te yaygın geri dönüştürülebilir malzemeler ile geri dönüştürülebilir yapı malzemeleri ve bu malzemelerin bileşenleri gösterilmiştir. Kâğıt/karton, plastik, cam,

alüminyum, pil, elektronik malzeme ve ürünler, gıda, kullanılmış yağ, evsel atık, tehlikeli atıklar, lastik, metal malzemeler ve diğer malzemeler yaygın geri dönüştürülebilir malzeme sınıflandırmasında yer almaktadır (URL-6, 2022). Günlük hayatta karşımıza çıkan birçok ürün aslında geri dönüştürülme potansiyeline sahiptir. Örneğin içecek şişeleri, konserveler, bardak ve sürahiler, pencereler, araba camları ve araba farları ile tamamı veya içerdiği geri dönüştürülebilir malzemeler sebebiyle bir kısmı geri dönüşebilen alüminyum kutular, sırt çantası, batarya, kartonlar, cep telefonu, tahıl kutusu, giysiler, kahve kağıdı, kozmetik ürünler, boya kalemi, elektronik eşyalar, metal mutfak ekipmanları, tebrik kartları, meyve suyu kutuları, anahtar, mutfak bataryası ve evyesi, metal veya plastik giysi askıları, gazeteler, ofis kağıtları, ataçlar, ambalaj kağıtları vb. ürünler, günlük hayatta karşımıza çıkan geri dönüşüm potansiyeli olan ürünlerdir (Kukreja, 2022).

Tablo 5. Yaygın geri dönüştürülebilir malzemeler ile geri dönüştürülebilir yapı malzeme ve bileşenleri (İpekçi vd., 2017; URL-6, 2022)

Yaygın geri dönüştürülebilir malzemeler	Geri dönüştürülebilir yapı malzeme ve bileşenleri
Kâğıt, plastik, cam, alüminyum, metal, pil, elektronik atıklar, gıda, kullanılmış yağ, lastik, evsel atıklar, tehlikeli atıklar ve diğer malzemeler	Beton, tuğla, kiremit, doğal taş, mermer, metal, kâğıt, PVC esaslı malzemeler, cam, seramik, ahşap, yalıtım malzemeleri ve kapı, pencere, mutfak gibi ekipmanlar

Mimari yapılarda ve inşaat sektöründe kullanılan yapı malzemeleri ile inşaat ve yıkım işlerinden oluşan yapısal atıklarda ciddi bir geri dönüşüm potansiyeli bulunmaktadır. Cahide Aydın İpekçi kendi çalışmasında, yapım ve yıkım işlerinde ortaya çıkan geri dönüştürülebilir yapı malzeme ve bileşenlerini özetlemektedir. Geri dönüşüm potansiyeli bulunan bu yapı malzeme ve bileşenleri beton, tuğla, kiremit, doğal taş, mermer, metal, kâğıt/karton, PVC esaslı malzemeler, cam, seramik, ahşap malzemeler, yalıtım malzemeleri ve kapı, pencere, mutfak gibi ekipmanlar olarak belirtilmektedir (İpekçi vd., 2017). Şekil 5-7’de geri dönüştürülebilir malzeme örneklerinin görselleri verilmiştir.



Şekil 5. Geri dönüştürülebilir malzemeler (karton, plastik, kâğıt) (URL-67,2024; URL-68, 2024; URL, 2024)

Bazı malzemeler defalarca geri dönüştürülebilme özelliğine sahiptir. Örneğin yaygın geri dönüştürülebilir malzemeden olan kâğıt lifleri beş defadan fazla geri dönüştürülebilir özelliktedir. Defalarca geri dönüştürülebilen kâğıdın dünyadaki toplam miktarının üçte birinden fazlası geri dönüştürülmektedir. Geri dönüştürülen kâğıt miktarının bununla sınırlı kalmayacağı, önümüzdeki yıllarda geri dönüşümünün daha da artacağı beklenmektedir (Lubonja & Dervishi, 2019). Yaygın geri dönüştürülebilir malzemelerden olan cam atıklar da defalarca hatta sonsuz kez geri dönüştürülme ve kalitesinden hiçbir şey kaybetmeden bu döngüyü sürdürme potansiyeline sahiptir (Gökçe, 2022).



Şekil 6. Geri dönüştürülebilir malzemeler (ahşap, cam, metal) (URL-70,2024; URL-71, 2024; 72, 2024)

Mimari alanda ve inşaat sektöründe oluşan yapısal atıklar arasında en fazla beton atık oluşmaktadır (Deloitte, 2017). Çimento, su, agrega ve kimyasal veya mineral katkıların birleşiminden oluşan beton (URL-16, 2023), geri dönüşüm sektöründe fiziksel ve/veya kimyasal işlemlerle parçalanarak çoğunlukla geri dönüştürülmüş agrega olarak kullanılmaktadır. Yıkılmış beton yapılardan oluşan beton atıklardan parçalanarak elde edilen beton agregalar genellikle yol yapımı gibi yerlerde ikincil agrega olarak kullanılmaktadır. Birincil agregaya göre daha düşük kalitede olan ikincil agreganın kullanım oranı çoğunlukla %30 civarında sınırlanmıştır. Geri dönüşüm sayesinde yeniden kullanım potansiyeli olan beton agregaların, beton geri dönüşümünde mevcut teknolojinin

ilerletilmesi sayesinde kullanım oranının artırılması ve buna bağlı olarak doğal kaynaklara olan talebin ve birincil hammadde kullanımının azalması hedeflenmektedir (Souza, 2022). Ayrıca inşaatlarda kullanılan yapısal çeliğin %95'inden fazlası geri dönüştürülebilir (Overstreet, 2023).



Şekil 7. Geri dönüştürülebilir malzemeler (alüminyum, ahşap, beton) (URL-73,2024; Ünal, 2024; 74, 2024)

Yaygın geri dönüştürülebilir malzemelerden olan plastikler, ısı ve basınç kullanılarak şekillendirilebilen hidrokarbon bazlı, esnek polimerik maddeler olarak kabul edilmektedir. Esnek polimerik madde olmaları, plastiklerin mimari yapılarda kullanılan yapı malzemeleri dahil geniş bir yelpazede ürün çeşidine dönüşümünü sağlamaktadır. Bazı plastik esaslı polimerlerin kullanım alanları ve geri dönüştürüldüklerinde elde edilen ürünlere dair örnekler Tablo 6'da gösterilmiştir. Tabloda da görüldüğü üzere geniş bir kullanım alanı olan plastik ürünlere insanoğlu günümüzde her zamankinden daha fazla bağımlıdır (İsmail & Dinçer, 2023). Ancak daha fazla plastik daha fazla zorluk demektir çünkü plastik atıklar etkili ve verimli atık yönetimleri ile bertaraf edilmediklerinde devamlı olarak birikmektedir (Akhshik vd., 2018). Örneğin plastik atıkların şu anda okyanusta bulunan atıklar arasında en yaygın atık olduğu belirlenmiştir. Yüzey sularından derin deniz sularına kadar tespit edilen tüm deniz atıklarının %80'ini plastik atıklar oluşturmaktadır. Buna ek olarak her yıl en az 14 milyon ton plastik okyanus sularına karışmaktadır. Karasal yaşam ve su yaşamı üzerindeki etkileriyle birlikte plastik atıklar, insan yaşamı için de gerçek bir tehdit oluşturmaktadır (İsmail & Dinçer, 2023). Öte yandan plastikler geri dönüştürüldüğünde ve mimari yapılar dahil pek çok alanda yeniden kullanıldıklarında çevrede oluşan tahribatın da azalması sağlanacaktır.

Tablo 6. Bazı plastik esaslı polimerlerin kullanım alanları ve geri dönüşüm ürünlerine örnekler (URL-17, 2023)

Polimer Adı	Kullanım alanları	Geri dönüşüm ürünleri
Poli(etilenterefitalat) (PET veya PETE)	Plastik içecek şişesi, fıstık ezmesi ve salata sosu şişesi	Sıvı sabun şişesi, kışlık mont dolgusu, boya fırçası, halılar, botlar
HDPE (Yüksek yoğunluklu polietilen)	Süt, su ve meyve suyu kapları, oyuncaklar	Saksı, kanalizasyon borusu, trafik işaretleri, stadyum koltukları
Poli(vinil klorür) veya vinil (V)	Şeffaf gıda poşeti, şampuan şişesi	Yer döşemesi, hortum, çamurluk
LDPE (Düşük yoğunluklu polietilen)	Ekmek torbası, buzdolabı poşeti, sebze poşeti	Çöp kovası içi, sebze poşeti, çok amaçlı poşetler
Polipropilen (PP)	Ketçap şişesi, yoğurt kabı	Kanalizasyon iniş basamağı, boya kovası
Polistiren (PS)	Kahve fincanı, kafeterya tabakları, et konulan kaplar	Araç plakası taşıyıcısı, dosya kaplarında, saksılarda, çöp kovasında

Her malzeme geri dönüştürülebilir olmadığı gibi, her geri dönüştürülebilir malzeme de atığa dönüşene kadar, üretim ve tüketim sürecinde meydana gelen bazı olaylar sebebiyle geri dönüştürülebilme özelliğini kaybetmektedir. Bunun sebebi, geri dönüştürülebilir olan malzemelerin boyalar, kimyasal katkıları veya yağlar gibi kirleticilerle etkilendiğinde geri dönüştürülebilir olma özelliğini kaybetme ihtimalidir (Kukreja, 2022). Bazı durumlarda bir malzeme veya ürün ancak kullanılmadığında geri dönüştürülebilmektedir.

En geri dönüştürülebilir atıklar, en temiz şekilde bırakılan, tek bileşenden oluşan atıklardır. Bunların arasında da geri dönüştürülebilme ihtimali en fazla olan atık, tek tip metal atıklardır. Ayrıca metaller arasındaki en geri dönüşebilen demir dışı metal ise alüminyumdur. Bu metaller geri dönüşüm tesislerinde eritilerek kısa sürede yeniden kullanıma hazır hale getirilmektedir (Callister, 2013; Lubonja & Dervishi, 2019). Yerinde yeniden kullanılarak geri dönüştürülen malzemeler için ise en önemli uygulama, malzemenin en az hasarla eski kullanım yerinden ayrılıp yeni kullanım yerine uygulanmasıdır. Örneğin mimari yapıların yenileme işlerinde malzemelerin yerinde yeniden kullanılma ihtimalini artırmak amacıyla, yıkılan, sökülen malzemelerin en az hasarla yerinden alınması gerekmektedir. Bu sayede malzemenin yeniden kullanılabilirliği artmaktadır.

Özellik bakımından geri dönüştürülebilir malzemenin yanında, kimyasal yöntemlerle geri dönüştürülemeyen malzemeler de bulunmaktadır. En geri dönüştürülemeyen malzemeler, ayrıştırılamayan karışık polimer plastik malzemeler veya ayrıştırılamayan bileşen içeren bileşiklerdir. Polimerleri oluşturan monomerler, bazı durumlarda polimer oluşumundan sonra bir daha birbirinden ayıramamaktadır. Polimerlerin bir daha

monomerlerine ayırlamaması yüzünden bu malzemeler atığa dönüştükten sonra, sonra kimyasal süreçlerle ayrıştırılarak geri dönüştürülememektedirler (Lubonja & Dervishi, 2019). Ancak fiziksel yöntemlerle, örneğin kırılarak, ufalanarak dolgu malzemesi olarak kullanılması veya farklı şekillerde yeniden kullanım şekliyle, geri dönüştürülebilmektedir.

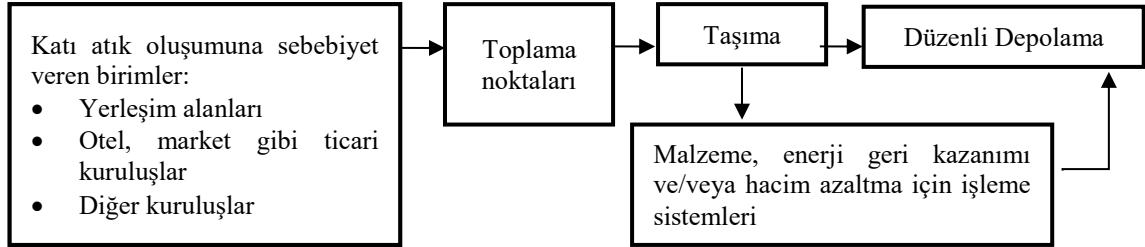
İnşaat sektöründe geri dönüştürülebilir malzemeler de tıpkı hammaddeden üretilen malzemeler gibi alınıp satılmaktadır ve arz ve talebe bağlı olarak fiyatlar yükselip düşmektedir (URL-4, 2022). Hollandalı mimar Thomas Rau tarafından 2017 yılında kurulmuş olan Madaster, geri dönüştürülebilir malzemelerin listelendiği bir veri tabanıdır (Cutieru, 2022). Madaster, yerküreyi hiçbir atık üretmemesi gereken kapalı bir sistem olarak değerlendirmektedir ve geri dönüştürülebilir, yeniden değerlendirilebilir malzemelere bir kimlik kazandırarak değerini artırmayı ve kullanımını yaygınlaştırmayı hedeflemektedir (URL-18, 2023). Halka açık olan bu veri tabanı gelecekte inşaat sektöründe oluşacak atıkların israfını önlemeyi amaçlamaktadır. 24 Temmuz 2020 tarihinde Madaster'da kayıtlı iki milyon metrekareden fazla malzeme ve bileşen bulunmaktadır (Cutieru, 2022).

1.5. Geri Dönüştürülebilir Malzemelerin İkincil Hammadde Olarak Kullanılması Sürecinde Atık Yönetimi ve Atık Yönetiminin Önemi

Atıklar geri dönüştürülmüş malzemelerin kaynağıdır. Bu başlık altında atık yönetimi ve atık yönetiminde karşılaşılan kavramlar genel olarak açıklanmıştır. Buna bağlı olarak atık yönetim prensipleri, döngüsel ekonomi ve döngüsel tasarım kavramlarından da bahsedilmiştir. Açıklanan kavramlara ek olarak, atık yönetiminin geri dönüştürülmüş malzeme elde edilmesinde ve geri dönüştürülebilir malzemelerin ikincil hammadde olarak kullanılması sürecindeki öneminden bahsedilmiştir.

Atık yönetimi, genel itibariyle atığın oluşumundan bertarafına kadar olan tüm süreçleri kapsamaktadır. Daha detaylı incelendiğinde atık yönetimi, atığın oluştuğu yerde önlenmesi, kaynağında azaltılması, yeniden kullanılması, özelliğine ve türüne göre ayrıştırılması, biriktirilmesi, toplanması, geçici depolanması, taşınması, ara depolanması, geri dönüşümü ve enerji kazanımı dahil atığın bertarafı, bertaraf işlemleri sonrası izlenmesi, kontrolü ve denetimi faaliyetlerinin tamamını kapsamaktadır (Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015). Farklı bir kaynaktan geri dönüştürülmüş malzeme elde edilmesi sürecindeki atık yönetimi, geri dönüştürülebilir malzemelerin toplanması, ayrıştırılması,

temizlenmesi ve yeniden kullanım amacıyla geri dönüşüm tesislerine gönderilmesi olarak ifade edilmektedir (Shekdar, 2009). Şekil 8’de katı atık yönetiminde uygulanan tipik bir yönetim sistemi gösterilmektedir.



Şekil 8. Katı atık yönetiminde tipik bir yönetim sistemi (Shekdar, 2009)

Atık yönetimi resmi veya resmi olmayan yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Resmi olarak birçok ülke kendi atık yönetimi standartlarına göre atık toplama ve işleme süreçlerini yürütmektedir. Ülkeden ülkeye farklılık gösteren atık yönetim sistemlerinin nihai ortak amaçları (Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015; URL-2, 2022);

- Atıkların kaynağında azalması,
- Atıkların yeniden kullanımı,
- Atıkların geri dönüşümü ve atıklardan enerji kazanımı ile bunlar sayesinde,
- Atıklardan kaynaklı çevreye verilen zararın mümkün olan azami ölçüde azaltılması,
- Birincil kaynaklardan elde edilen hammaddeye olan talebin azalması,
- İkincil kaynaklardan elde edilen hammaddeye olan talebin artmasıdır.

Geri dönüştürülmeyen veya geri dönüştürülemeyen atıklar farklı yöntemlerle bertaraf edilmektedir. Atıkların bertarafı her ülkenin kendi teknik standartlarına göre yapılmaktadır. Atıkların yakılarak atıklardan enerji elde edilmesi veya düzenli depolama ile saklanması geri dönüştürülmeyen atıkların bertaraf yöntemleridir. Düzenli depolama alanları hem yeraltında hem yer üstünde olabilir (Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik, 2010). Şekil 9’da Trabzon ili Araklı ilçesinde bulunan entegre katı atık değerlendirme ve bertaraf tesisinin görselleri verilmiştir (URL-63, 2024).

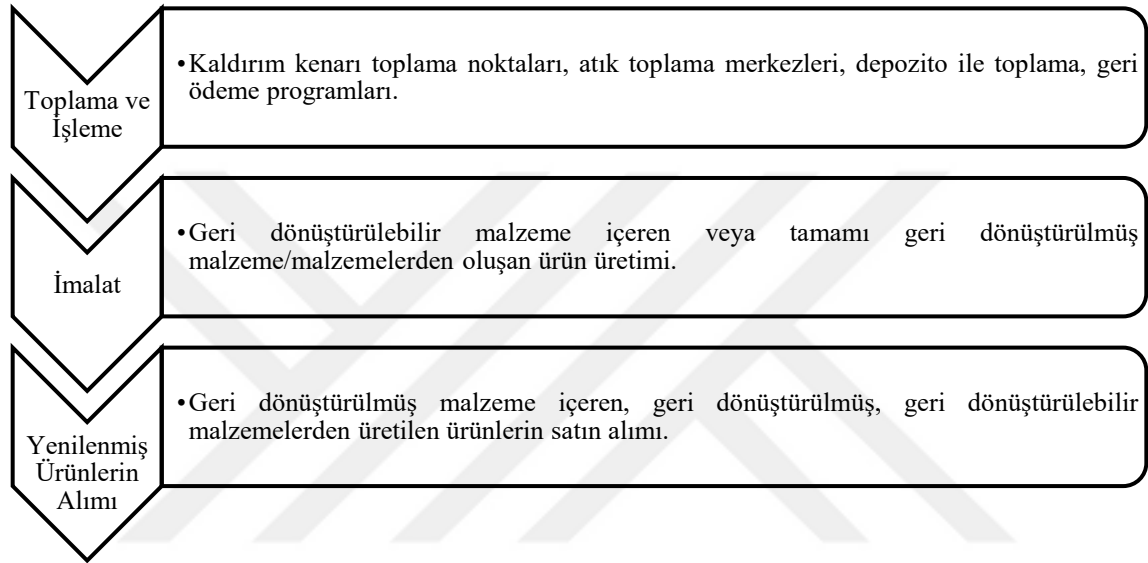


Şekil 9. Araklı entegre katı atık değerlendirme ve bertaraf tesisi (URL-63, 2024)

Geri dönüşüm yalnızca atıkların geri dönüşüm tesislerine taşınıp yeni bir malzemeye dönüştürülmesiyle olmamaktadır. Atığın olduğu yerde geri dönüştürülmesi ve yeniden kullanılması, atık yönetiminin ilk basamaklarından olan atıkların olduğu yerde önlenmesi ve kaynağında azalması hedeflerinin gerçekleşmesini sağlayacaktır. Bu sayede geriye kalan tüm süreçlerdeki iş yükü azalacak, çevreye verilen zarar önlenecektir. Daha sürdürülebilir bir yaşam adına toplumsal bilincin artması ile sayesinde atık yönetimlerindeki verimlilik artacaktır. Bu artış aynı zamanda düzenli depolama ile sonuçlanan atıkların doğadaki gereksiz yer işgalinin azalmasını sağlayacaktır.

Atık yönetiminde saptanan eksik ve hataların iyileştirilip geliştirilirken verimli, etkili ve yenilikçi atık yönetim sistemlerinin uygulanması sayesinde özellikle geri dönüştürülmüş malzeme elde edilmesi sürecinde daha fazla malzeme geri kazandırılmaktadır. Şekil 10'da verimli ve etkili geri dönüşüm döngüsünün bir örneği verilmiştir. Verimli ve etkili bir geri dönüşüm döngüsü sayesinde toplumda atıkların kaynağında azaltılma uygulamaları, geri dönüşüm bilinci, geri dönüştürülmüş ve geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı da teşvik edilecek, akabinde artacaktır. Verimli ve etkili geri dönüşüm döngüsünde yalnızca malzemenin geri dönüşümüne odaklanılmamaktadır. Geri dönüştürülmüş malzeme içeren veya tamamı geri dönüştürülmüş malzeme ve/veya malzemelerden oluşan ürünlerin satın alımı ile döngü sürdürülmektedir. Aynı zamanda satın alınan ürün, geri dönüştürülmüş

ikincil bir hammadde de olabilmektedir. Örneğin kullanılması planlanan cam, plastik, metal gibi malzemeler birincil kaynaktan elde edilen bir hammadde değil, ikincil kaynaktan elde edilen bir hammadde olduğunda yine verimli ve etkili geri dönüşüm döngüsünün bir parçası olacaktır. Geri dönüştürülebilen malzeme veya geri dönüştürülebilen malzeme içeren ürünlerin satın alımı da verimli ve etkili geri dönüşüm döngüsüne katkı sağlayacaktır (URL-4, 2022).



Şekil 10. Verimli ve etkili geri dönüşüm döngüsü (URL-4, 2022)

Şehirler inşa edilirken hazırlanan şehir planlarında atıkların yönetimine su ve enerji yönetimi kadar özen gösterilmemiştir. Küresel iklim değişikliği ile küresel iklim değişikliğinin canlı yaşamı üzerindeki olumsuz etkilerinin görülmesi, ikinci planda kalan atık yönetiminde zamanla rastlanan eksiklik ve yanlışların giderilmesi adına yapılacak uygulamaların daha ön plana alınmasını sağlamıştır. Bunun sonucunda atık yönetiminin önemi anlaşıldıkça ilgili otoriteler tarafından günden güne yeni atık yönetimi sistemleri geliştirilmiş ve var olan sistemler yenilenmiştir. Atık yönetiminde R prensipleri olarak bilinen yönetim sistemi, geliştirilen bu sistemlere örnektir (Qingbin vd., 2015). Şekil 11’de 4R atık yönetim sisteminde uygulanması öngörülen basamaklar, öncelik sıralamasına göre sıralanmıştır.



Şekil 11. 4R atık yönetim sistemi (URL-2, 2022)

En yaygın, güncel ve kabul gören R prensibi, 4R (reduce, reuse, recycle, recover) prensibidir. Atık yönetiminde öncelik sıralaması önemlidir. R prensipleri olarak bilinen atık yönetim sisteminde de bir öncelik sıralaması bulunmaktadır. 4R prensibinin basamaklarını sırasıyla atıkların kaynağında azaltılmasını, atıkların yeniden kullanımını, atıkların geri dönüşümünü ve atıklardan geri kazanılan enerjiyi oluşturmaktadır (Kirchherr vd., 2017). Şekil 12’de istenilen duruma göre tercih edilen yöntem sırası, öncelik sıralamasına göre sıralanmıştır. Sıralamanın düzenli işleyişi, tüketimi azaltmayı teşvik eden uygulamaların artmasını, atıkların kaynağında azalmasını ve daha az satın alımı destekleyecektir. Bunların sonucunda geri dönüştürülmesi gereken malzeme miktarının azalması sağlanacaktır (URL-8, 2022).



Şekil 12. Atık yönetiminde istenilen duruma göre tercih edilen yöntem sırası (URL-2, 2022)

Atık yönetiminde tercih edilen son seçenekler yenilenemeyen ve dönüşemeyen atıkların yakılarak enerjiye çevrilmesi (enerji geri kazanımı), enerjiye çevrilemeyen atıkların ise depolama alanlarında depolanmasıdır (URL-2, 2022). Enerji geri kazanımı,

atık yönetiminde geri dönüştürülemeyen ve depolanarak bertaraf edilmeyen atıklardan elde edilen enerjinin elde edilme sürecini temsil etmektedir. Depolama alanlarındaki atıklar bekledikçe metan gazı açığa çıkmaktadır. Atıklardan elde edilen metan gazı elektrik, gübre ve etanol üretimi için kullanılabilen yeşil bir yakıt olma özelliğine sahiptir ve bu alanda üretim yapan tesislere gönderilmektedir. Son olarak metan gazı alınan ve yakılabilen atıklar da yakma tesislerinde yakılarak enerjiye çevrilmektedir (Johari vd., 2012). Verimli atık yönetimleri sayesinde 2016 yılında dünya çapında yaklaşık 1,6 milyar ton karbondioksit eşdeğer metan gazı elde edilmiştir ve bu küresel gaz emisyonunun yaklaşık %5'ini oluşturmaktadır (Kaza vd., 2023). Şekil 13'te 4R atık yönetiminin amaçları gösterilmektedir.



Şekil 13. 4R atık yönetim sistemi amaçları (URL-8, 2022)

Atık yönetiminin hedefinde atıkların nihayetinde bertarafı veya geri dönüşümü, geri kazanımı vardır. Atık yönetiminde uzun süre boyunca var olan al-kullan-at modelindeki doğrusal ekonomi benimsenmiştir. Ürünlerin alınıp, kullanılıp atıldıktan sonra çoğunlukla depolanması ve yakılması şeklinde olan doğrusal ekonomi sebebiyle hammadde kaynaklarının hızla azaldığı görülmüştür. Hammadde kaynaklarında yaşanan azalma sebebiyle birincil kaynaktan elde edilen malzeme ve ürün fiyatlarında küresel çapta bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Yaşanan bu gidişat sonrasında ürünlerin ve malzemelerin devamlı kullanımının amaçlandığı döngüsel ekonomi sistemi rağbet görmeye başlamıştır. Türkiye’de de 2019 yılında döngüsel ekonomiye geçiş başlamıştır (Balbay vd., 2021). Avrupa Birliği üye ülkelerinden olan ve dünyada geri dönüşüm uygulamalarında bir lider kabul edilen Almanya da (Igini, 2023), atıkların ikincil hammadde olarak kullanılmasının

yanında, çevreyi kirleticilerden korumanın çözümünün atık yönetiminde döngüsel ekonominin uygulanması olduğunu savunmaktadır (URL-21, 2023).

Çalışmada daha önce bahsedilen atık yönetimi R prensipleri döngüsel ekonomiyi de etkilemektedir. Avrupa Birliği üye ülkelerinden Hollanda Çevresel Değerlendirme Ajansı'nın 2015 yılında yayınlayıp 2017 yılında düzenlediği, R0 ile R9 arasında yükselen basamaklara göre oluşturulan 10 basamaklı bir R prensibi bulunmaktadır. Tablo 7'de döngüsel ekonomide uygulanması öngörülen 10 basamaklı R prensipleri, öncelik sıralamasına göre listelenmiştir. Basamakların ilki yani R0 basamağında bulunan 'reddetme, ürünün kullanımının gerek olmadığı bir durum oluşturma' ilkesi döngüsel ekonomiye en yakın seçenektir. Atıkların kaynağında azaltılması amacına da uygun olan R0 ilkesine göre, ilk önce ihtiyaca yönelik adımlar atılması gerekmektedir. Basamağın en üstünde bulunan R9 basamağındaki 'enerji geri kazanımı, ürünün yakılarak üründen enerji elde edilmesi' ilkesi ise doğrusal ekonomiye en yakın seçenektir. Herhangi bir şekilde azaltmanın veya yeniden kullanımın mümkün olmadığı durumlarda son seçenek olan ürünlerin geri dönüşümü, enerji geri kazanımından önceki son basamakta yani R8 basamağında bulunmaktadır (Potting vd., 2017). 10 basamaklı R prensipleri incelendiğinde, elde var olan imkanlarla sahip olunan ürünlerin tamiri, yeniden kullanımı vb. durumlar ile aslında yeni bir ürün ihtiyacının oluşmasına engel olunarak, döngüsel ekonomi sisteminin sürekliliğine katkıda bulunulacağı görülmektedir.

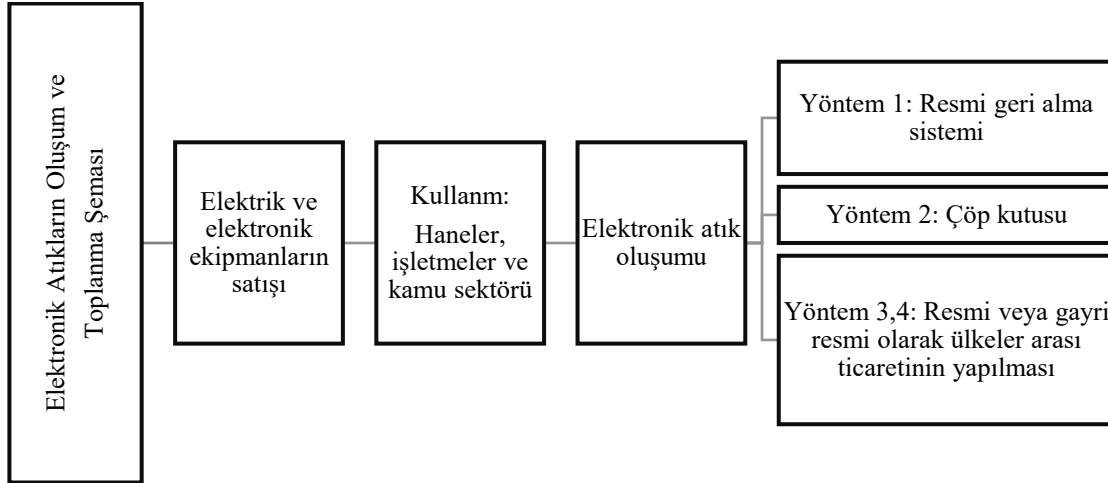
Tablo 7. Öncelik sırasına göre döngüsel ekonomide 10R prensipleri (Potting vd., 2017)

Döngüsel Ekonomi ↑ Döngüselliğin artması ↓ Doğrusal Ekonomi	Yöntem	
	Akıllıca ürün üretimi ve kullanımı	R0 Reddetmek
		R1 Yeniden düşünmek
		R2 Azaltmak
	Ürünlerin ve bileşenlerinin kullanım ömrünü uzatmak	R3 Yeniden kullanım
		R4 Tamir etmek
		R5 Yenilemek
		R6 Yeniden üretim
		R7 Yeniden işlevlendirme
	Malzemelerin kullanışlı bir biçimde uygulanması	R8 Geri dönüşüm
		R9 Kurtarma

Döngüsel ekonomi sistemini de etkileyen bir ilke bulunmaktadır. Beşikten beşiğe (cradle to cradle) isimli bu ilkenin hedefi döngüsel ekonomide ürünlerin sonsuz bir döngü halinde var olmasını sağlamaktadır. 1990’larda bulunup geliştirilen bu ilkenin en temel amacı döngüsel ekonomi sistemi ve uygulamalarının teşvik edilmesi ile yaygınlaştırılmasıdır. Beşikten beşiğe ilkesi uygulamalarında ürünler, hammadde çıkarımından atık oluşumuna kadar takip edilmektedir. Ayrıca kendine ait bir de sertifikalandırma sistemi mevcuttur (URL-15, 2022). Firmalar tarafından bu sertifikanın alınabilmesi için firmalardan bazı gereklilikleri farklı kategorilerde karşılaması beklenmektedir. Kategoriler 5 ana kategori ve başka alt kategorilerden oluşmaktadır. Sertifikalandırma sürecinde firmalar tarafından puan kazanılmaktadır. Kazanılan puanlarla bronz, gümüş, altın ve platin olmak üzere 4 seviyede sertifika alınmaktadır (URL-7, 2022).

Döngüsel ekonominin yanında döngüsel tasarım, malzeme ve malzemelerin tekrar tekrar kullanımına önem veren bir tasarım şeklidir. Tasarım aşamasında ve değerlendirme sürecinde ileride olabilecek tüm değişiklikler hesaba katılmaktadır. Mimari projeler hazırlanırken tasarım aşamasında geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanımının hedeflenmesi, yeniden kullanılabilir sök-tak ürünlerin kullanımının sürece dahil edilmesi gibi etmenler döngüsel tasarımın uygulanmasının birer örneğidir (URL-10, 2022).

Teknolojinin yaygın kullanımı arttıkça ve teknoloji geliştikçe artan elektrikli ve elektronik atıkların yönetiminin önemi zamanlar artmıştır. Elektrikli ve elektronik atık miktarı 2014 yılında küresel çapta 41,8 milyon ton civarında olmuştur. Bu atıkların yaklaşık 12,8 milyon tonunu küçük ekipmanlar, 11,8 milyon tonunu büyük ekipmanlar, 7 milyon tonunu sıcaklık değişim ekipmanları, 6,3 milyon tonunu ekran ve monitörler, 3 milyon tonunu küçük bilişim ekipmanları ve 1 milyon tonunu ampuller oluşturmuştur (Balde vd., 2015). 2019 yılında dünya çapında 53,6 milyon ton elektrikli ve elektronik atık oluşmuştur ve bu miktar kişi başına yaklaşık 7,3 kg elektrikli ve elektronik atık demektir. (Balde vd., 2022). Şekil 14’te elektrikli ve elektronik atıkların oluşum kaynakları ile bu atıkların toplandığı alanları gösteren akış şeması bulunmaktadır.



Şekil 14. Elektronik atıkların oluşumu ve farklı yöntemlerde toplandığı alanları gösteren akış şeması (Balde vd., 2015)

Elektrikli ve elektronik ekipman öğeleri, değerli ve az bulunan metaller de dahil olmak üzere çeşitli malzemeler içermektedir. Tehlikeli malzemeler de barındıran elektronik atıklar, geri dönüştürülebilen birçok değerli malzemeyi de içermektedir. Demir, bakır, alüminyum ve plastik veya değerli metallerden altın, gümüş, platin ve paladyum gibi malzemeler elektronik atıkların barındırdığı, çoğu geri dönüşebilen değerli malzemelerdendir. Bu sebeple elektronik atıklar, geri dönüşüm sektörü için potansiyel olarak büyük bir ikincil kaynak madeni olarak görülmektedir. Örneğin 2014 yılında oluşan elektrikli ve elektronik atıklarda bulunan altın miktarı neredeyse 300 ton civarında olmuştur ve bu miktar, 2013 yılındaki küresel altın üretiminin %11'ine denk gelmektedir (Balde vd., 2022). Bu atıkların yönetimi incelendiğinde elektronik atıkların oluşumu, toplanması ve yönetimi sürecinde genel olarak 4 farklı yöntemle toplanmakta oldukları görülmüştür. Bunlar; resmi yöntemler, çöp kutuları, resmi veya gayri resmi olarak ülkeler arası ticaretinin yapılması şeklindedir (Balde vd., 2015).

1.5.1. Dünya’da Atıkların Yönetimi ve Geri Dönüşüm Verileri

Çalışmanın bu bölümünde ülkemizin aday üye konumunda olduğu Avrupa Birliğine üye ülkelerin bağlı olduğu iklim politikaları ve anlaşmalardan, Web of Science (WOS) veri tabanından elde edilen veriler kapsamında geri dönüştürülmüş malzemeler üzerine yayımlanan çalışmaların en çok olduğu 5 ülkenin ve Avrupa’nın öne çıkan atık yönetim politikalarından, ayrıca bu ülkelerin atık oluşum ve atıkların geri dönüşüm verilerinden

bahsedilmiştir. Bununla birlikte küresel çapta oluşan toplam atık miktarları, atıkların cinsi ve kişi başı düşen atık miktarları hakkında ayrıca bilgi verilmiştir. Amaç, atık yönetiminin verimliliğinin geri dönüşüme olan katkısını değerlendirilmesi ve geri dönüşümde dikkat çeken uygulamalardan ilham alınmasıdır.

Dünya’da Avrupa Birliği Konseyi tarafından hazırlanan ve sunulan, sonrasında kabul edilen, Avrupa Birliğine üye ülkelerin yasal olarak bağlı oldukları iklim politikaları ve anlaşmalar bulunmaktadır. Bu iklim politikaları ve anlaşmaların ortak amacı çevreyi, iklimi ve canlı yaşamını korumaktır. Konsey tarafından hazırlanan iklim politikaları ve anlaşmaların başlıcaları şunlardır:

- Avrupa İklim Kanunu
- Avrupa Yeşil Anlaşması
- Avrupa Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi
- Doğayı Yenileme Kanunu
- Biyolojik Çeşitliliğin Korunması

İklim değişikliğine karşı 2019 yılının Aralık ayında tartışılan ve 2021 yılının Haziran ayında kabul edilen Avrupa İklim Kanunu’na göre, Avrupa ülkelerinin 2030 yılına değin sera gazı yayılımlarını %55 azaltmaları, 2050 yılına kadar net sıfır emisyon hedefine ulaşmaları beklenmektedir. 7. Çevresel Eylem Planında da 2050 yılı için belirlenen hedeflerden biri dahi başarıldığında, doğal kaynakların korunmasının büyük ölçüde sağlanacağı ve döngüsel ekonomiye daha çok yaklaşılabileceği belirtilmektedir. Alınan kararlar ülkelerin tümünde gerçekleştiğinde, iklim değişikliğine karşı yapılan mücadele etkileyici bir şekilde artış gösterecektir (URL-57, 2023; URL-58, 2023).

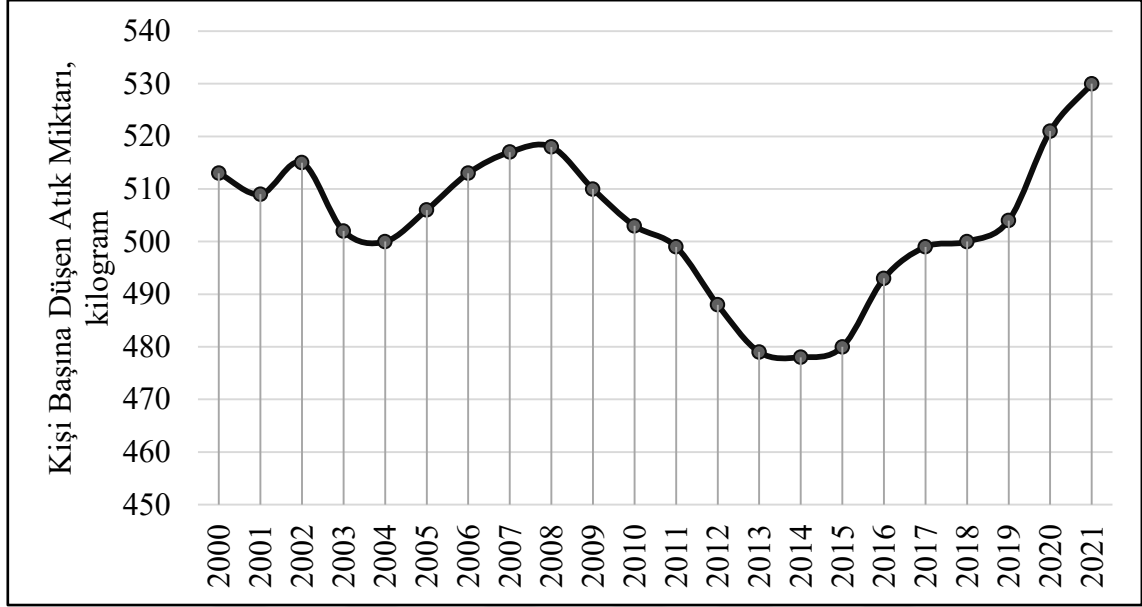
Avrupa Yeşil Anlaşması, Avrupa’nın iklimsel değişimlerdeki hedeflerine ulaşmasını amaçlayan ve bu hedefte uygulanacak ilgili politik maddeleri içeren bir anlaşmadır (URL-59, 2023). Avrupa Yeşil Anlaşmasının tamamlayıcı bir bileşeni olan Avrupa Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ise Avrupa’da canlı yaşamındaki biyolojik çeşitliliğin ve doğanın korunması adına hazırlanan bir sözleşmedir. Bu sözleşme, korunmuş alanların artırılması, zarar gören ekosistemlerin iyileştirilmesi ve gerekli uygulamalar için senelik bir bütçe tahsis edilmesi ile küresel anlamda biyolojik çeşitlilik çerçevesinin oluşturulması maddelerini içermektedir. Biyolojik çeşitliliğin korunmasını destekleyen farklı çerçeve direktifleri de bulunmaktadır. Bunlar; kuşlar ve kuşların yaşam alanları, su ve su yaşamı ile deniz stratejisi çerçeve direktifleridir (URL-58, 2023).

Avrupa atık yönetimi verilerinden yola çıkıldığında, Avrupa’da oluşan atıkların büyük çoğunluğuna sahip olan inşaat ve yıkım atıklarının değerlendirilmesine son yıllarda eskiye oranla daha fazla önem verilmiştir. Çünkü yine inşaat sektöründe geri dönüştürülerek mimari yapılarda yapı malzemesi olarak yeniden kullanım potansiyeli en çok olan atık inşaat ve yıkım atıklarıdır. İkincil hammadde kaynağı olma potansiyeli yüksek bu atık veya atık bileşenlerinin bir kısmı doğru teknikler kullanıldığında, geriye kalan yapım ve yıkım atıklarına kıyasla daha az fiziksel ve kimyasal işlemle kısa sürede tekrar kullanılma imkanına sahiptir. Bu sebeple neredeyse hemen kullanılabilir durumda olan yapım ve yıkım atıklarının değerlendirilmesi, geri dönüştürülmüş yapı malzemesi elde edilmesinde ciddi bir potansiyele sahiptir. Kullanım alanlarına bakıldığında ortaya çıkan atıkların çoğunluğunu oluşturan beton ve bileşenleri dahil yapım ve yıkım atıklarından elde edilen agregalar en çok yol yapımı, drenaj, dolgu malzemesi vb. alanlarda kullanılmaktadır. Tüm bunlara rağmen yapım ve yıkım atıklarının geri dönüşümü halen istenen seviyelere ulaşmamıştır. Örneğin Avrupa Komisyonu tarafından 2017 yılında yayınlanan rapora göre, Avrupa Birliği üye ülkeleri arasında atıkların geri dönüşümünden kaynaklı geri kazanım oranları %10 ile %95 arasında değişen ciddi farklılıklara sahiptir. Raporda ülkeler arasındaki bu farkın giderilmesinin, en yüksek geri kazanım oranına sahip ülkelerin yaptığı yatırım ve uygulamaların, en düşük geri kazanım oranına sahip üye ülkeler tarafından örnek alınması sayesinde olabileceği belirtilmektedir (Deloitte, 2017).

Avrupa’da oluşan tüm atıklar incelendiğinde, Avrupa Birliği üye ülkelerinde 2020 yılında yaklaşık 228 milyon ton belediye atığının toplandığı görülmüştür. Bu sayı 2019 yılına göre %3,3 (7,3 milyon ton), 2018 yılına göre %4,4 (9,7 milyon ton) artmıştır. Yüzdelik olarak en fazla artışı yakalayan ülkeler yaklaşık %20 artışla Çekya’da, %5,7 artışla Hollanda’da ve %5,5 ile Finlandiya’da olmuştur. Devamlı artış gösteren atık miktarları ülkeler açısından değerlendirilmesi gereken daha fazla atık, depolama alanı ihtiyacı ve harcanması gereken daha fazla iş gücü ile bütçe anlamına gelmektedir (ISPRA, 2022). Aşağıda Avrupa’da oluşan toplam atık ve özelleştirilmiş atık miktarları, kişi başı düşen atık miktarları ve geri dönüştürülmüş atıkların toplam atıklara olan oranı vb. veriler analiz edilmiştir.

Şekil 15’teki grafikte Avrupa Birliği üye ülkelerle hazırlanan Eurostat verilerine göre 2000 yılından 2021 yılına kadar Avrupa Birliği üyesi 27 ülkede toplanan belediye atıkları içerisindeki hane halklarından toplanan atıkların kişi başına düşen ortalama atık miktarı kilogram cinsinden gösterilmektedir. Kişi başına düşen en düşük atık miktarı 2014 yılında,

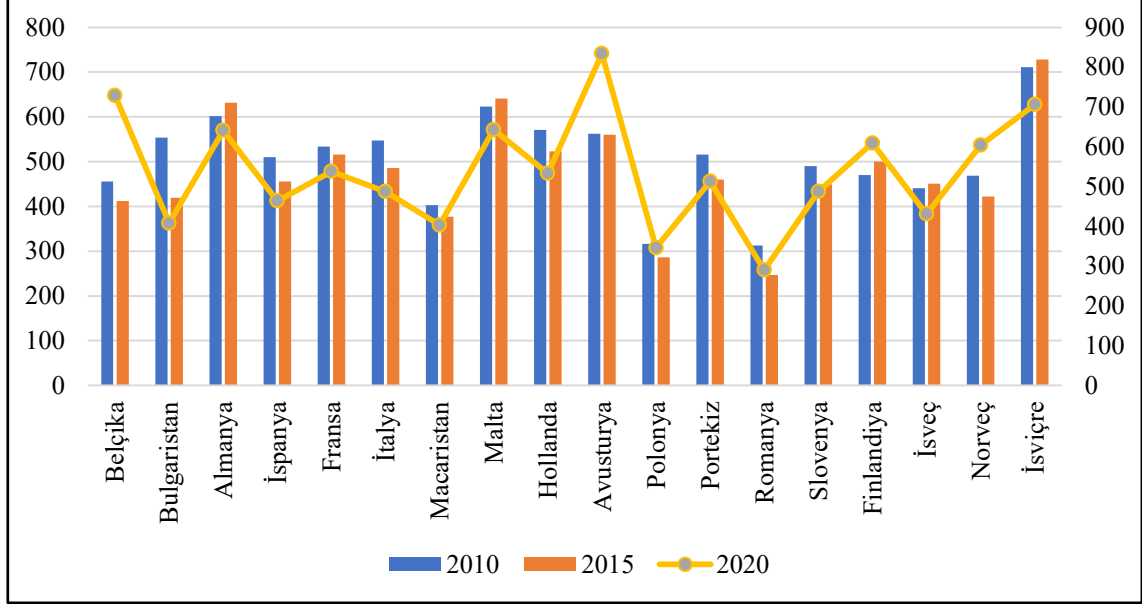
en yüksek atık miktarı 2021 yılında olmuştur. Ortalama atık miktarı bazı yıllarda azalma göstermiş olmakla birlikte yılların tümüne bakıldığında nihayetinde artmıştır. 2000 yılında 513 kg olan atık miktarı 2021 yılında 530 olmuştur (URL-22, 2023).



Şekil 15. 2000-2021 yıllarında Avrupa Birliği üyesi 27 ülkenin hane halklarında kişi başına düşen ortalama atık miktarı (kilogram) (URL-22, 2023)

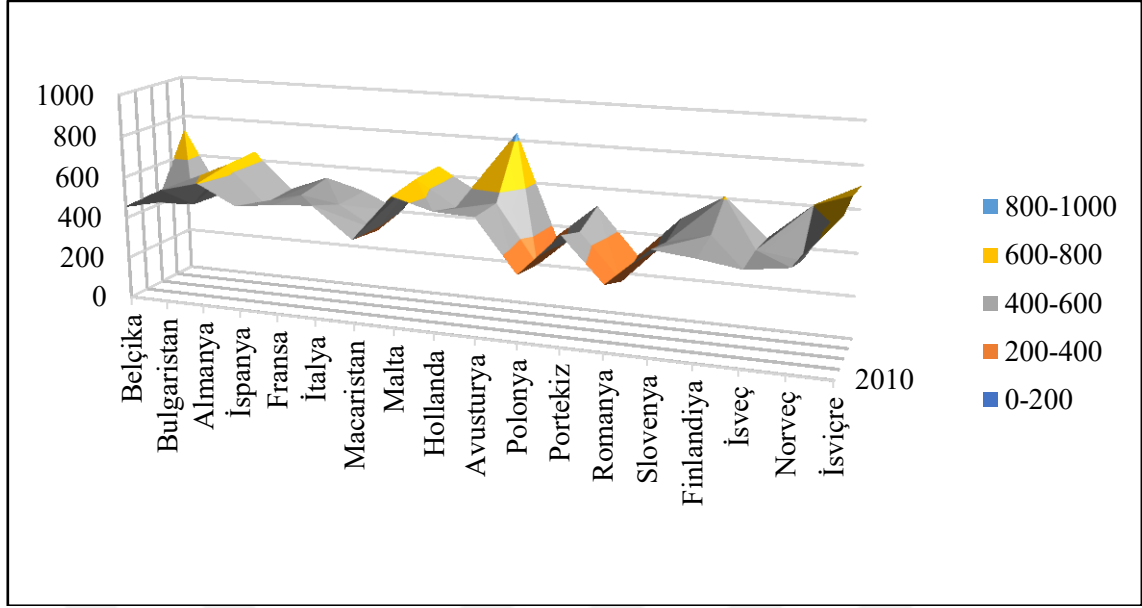
Şekil 16'daki grafikte Avrupa Birliğine üye 18 ülkeden alınan verilerle 2010, 2015 ve 2020 yıllarında belediye hane halklarında oluşan kişi başı atık miktarı kilogram cinsinden verilmiştir. Atık miktarları hesaplanırken belediye yetkilileri tarafından veya belediye adına çalışan kurumlar tarafından toplanmış atıklar, yani atık yönetim sistemleri aracılığıyla bertaraf edilen atıklar değerlendirilmiştir. Farklı kaynaklardan gelen benzer atıklar dahil edilse de çoğunlukla hane halkları tarafından üretilen atıklar hesaplanmıştır. 2010 ve 2015 yılları karşılaştırıldığında 18 ülke arasından 13 ülkenin atık miktarında azalma gözlemlenmiştir. Buna karşın 2015 yılından 2020'ye gelindiğinde, atık miktarında daha önce azalma gözlenen 13 ülkeden yalnızca 1 ülkenin, bu yıllar arasında toplamda 3 ülkenin atık miktarlarında azalma meydana gelmiştir. Tüm yıllarda oluşan atık miktarında sürekli azalma gözlenen tek ülke Bulgaristan olmuştur. Buna karşın tüm yıllarda oluşan atık miktarında sürekli artış gösteren 3 ülke bulunmaktadır. Bunlar Almanya, Malta ve Finlandiya'dır. Bununla beraber 2010'dan 2020'ye iki ülkenin atık miktarında 1,3 kat artış, bir ülkede yaklaşık 1,5 kat artış ve bir ülkede yaklaşık 1,6 kat artış gözlenmiştir. 18 ülkede

oluşan atıkların tamamı için kişi başına düşen ortalama atık miktarı 2010 yılında yaklaşık olarak 505 kg, 2015 yılında 476 kg, 2020 yılında 537 kg olmuştur (URL-22, 2023).



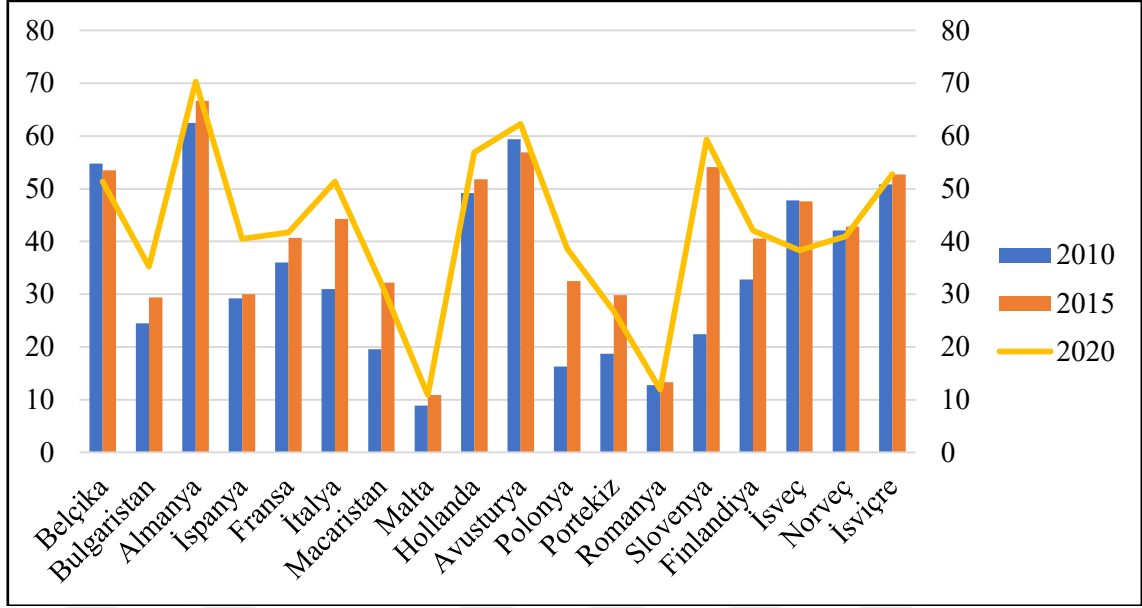
Şekil 16. 2010, 2015 ve 2020 yıllarında Avrupa ülkelerinde hane halklarında kişi başı düşen atık miktarı (kilogram) (URL-22, 2023)

Şekil 17’de Avrupa Birliği üye ülkeleri arasında bulunan 18 ülkenin 2010, 2015 ve 2020 yıllarında hane halklarında oluşan ve belediyeler tarafından toplanan atıkların kişi başına düşen atık miktarları verilmiştir. Yılların tümüne bakıldığında en fazla 400-600 kg aralığında atık oluştuğu gözlenmiştir. 2010’da 13 ülke bu aralıkta kalırken 2015’te ülke sayısı 12’ye, 2020’de 9’a düşmüştür. Buna karşın 600-800 kg aralığında yer alan ülke sayısı yıllar geçtikçe artmıştır. Bununla beraber 2020 yılında 1 ülkenin kişi başına düşen atık miktarı 800-1000 kg aralığına ulaşmıştır. Sonuç olarak ülkelerin genelinde kişi başına düşen atık miktarı artmıştır. Seçilen yıl aralıklarında kişi başına düşen atık miktarı 0-200 kg aralığında olan bir ülke olmamıştır (URL-22, 2023).



Şekil 17. 2010, 2015 ve 2020 yıllarında Avrupa ülkelerinde hane halklarında kişi başına düşen atık miktarı (kilogram) (URL-22, 2023)

Şekil 18’de 2010, 2015 ve 2020 yıllarında Avrupa’da bulunan 18 ülkedeki belediyeler tarafından toplanan atıkların içerisindeki geri dönüştürülmüş atıkların payı yüzdelik olarak gösterilmiştir (Geri dönüşüm, malzeme geri dönüşümü, kompostlaştırmayı ve anaerobik sindirimi içermektedir). Atıklar arasındaki geri dönüştürülmüş atıkların payı ülkelerin tümünde artış göstermiştir. 2010 yılında geri dönüştürülmüş atık payı %34, 2015 yılında %40 ve 2020 yılında %42 olmuştur. Almanya’da oluşan atık miktarı da sürekli artış gösterse dahi geri dönüştürülmüş atık payı %60 ile %70 arasında seyretmiştir. Atık miktarında sürekli artış gösteren ülkeler arasında olan İsveç’in ortalama geri dönüştürülmüş atık payı %45,5 olmakla beraber geri dönüştürülmüş atık oranı ortalamanın üzerinde olmuştur. Buna rağmen yine atık miktarında sürekli artış Malta ülkesinde toplam atıkların içerisindeki geri dönüştürülmüş atık payı %10,2 olarak ortalamanın çok daha aşağı seviyelerinde kalmıştır ve diğer ülkeler arasında en düşük orana sahiptir. Bu da geri dönüşüm açısından Malta’da atık yönetiminin verimliliğinin artırılması gerektiğini göstermektedir (URL-23, 2023).



Şekil 18. Avrupa ülkelerinde 2010, 2015 ve 2020 yıllarında belediye atıkları içerisindeki geri dönüştürülmüş atıkların payını gösteren grafik (%) (URL-23, 2023)

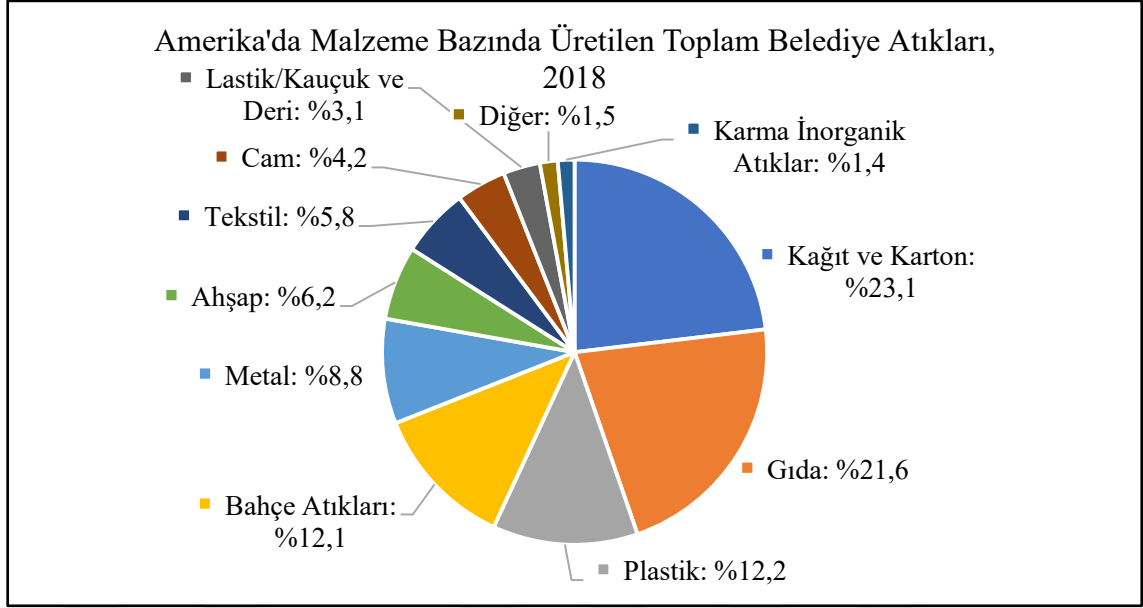
Bu bölümün devamında, Web of Science veri tabanından elde edilen veriler kapsamında geri dönüştürülmüş malzemeler üzerine yayımlanan çalışmaların en çok olduğu 5 ülkenin atık yönetim sistemleri, atık oluşum ve geri dönüşüm verileri ile kanun, hüküm ve yönetmelikleri hakkında bilgiler ve istatistikler hakkında bilgi verilecektir. Web of Science veri tabanında geri dönüştürülmüş malzemeler üzerine en fazla çalışma yayımlayan ilk 5 ülke sırasıyla Çin, Amerika, Almanya, Hindistan ve Japonya olmuştur.

Çin’de katı atıkların yönetimi Çevresel Kirliliğin Önlenmesi ve Kontrolünde Katı Atıklar kanununa tabiidir (URL-24, 2023). Katı atıklar endüstriyel katı atık, evsel atık, bina atıkları, tarımsal atıklar ve tehlikeli atıklar olmak üzere 5 sınıfa ayrılmaktadır. Ülke içinde oluşan atıkların yönetiminin yanında, çevresel kirlilikte yüksek etkisi olan yabancı atıkların ithalatının yasaklanması için 2017 yılında yabancı atıkların yurtiçi ithalatının yasaklanması adına bir uygulama planı açıklanmıştır. Bunun yanında Nisan 2020’de yenilenen yasa ile plastik poşet gibi doğada ayrışmayan tek kullanımlık plastik ürünlerin satışı ve kullanımının yasaklanacağı ve kısıtlanacağı belirtilmiştir. Bununla beraber geri dönüştürülebilir, geri kazanımı kolay ve biyolojik olarak bozulabilen alternatif ürünlerin teşvik edileceği açıkça belirtilmiştir (URL-19, 2023). Son yıllarda katı atık kirliliğini önleme ve kontrol etme amacıyla adımlar atan Çin, ‘sıfır atık şehir’ konseptini de dünyaya duyurmuştur. Sıfır atık şehir konsepti, bir kentin döngüsel gelişiminde gerekli olmakla birlikte toplumu çevre dostu bir yaşam tarzını benimsemeye, katı atık üretimini ve kaynak

kullanımını azaltmayı teşvik eden bir konsepttir (Gong vd., 2022). Kasım 2016'da Çin'de ilan edilen Yıllık Ekolojik Çevre Koruma Planı'na göre, endüstriyel katı atıktan yararlanım oranının 2020 yılına kadar %73'e çıkarılması hedeflenmiştir. Ancak 2019 yılında açıklanan raporda 200 büyük ve orta büyüklükteki şehirde 2018 yılındaki yararlanım miktarları açıklandığında, oluşan 1,55 milyar ton endüstriyel atıktan yararlanım 860 milyon ton olmuştur. Toplam 46,43 milyar ton endüstriyel tehlikeli atık oluşmuştur ve geri dönüştürülen atık miktarı 23.673 milyon ton olmuştur. Buna göre oluşan atıklardan toplam yararlanım oranı %55,4 civarında kalmıştır (URL-19, 2023). 2030 yılına kadar Çin'de oluşan belediye atıklarının yaklaşık 323 milyar ton olacağı varsayılmaktadır (Kurniawan vd., 2022).

Amerika'da atık yönetimi Çevreyi Koruma Ajansı kamu kurumu bünyesinde yönetilmektedir (URL-25, 2023). Çevre Koruma Ajansı'nın yanında tıbbi atık gibi bazı atıkların yönetimiyle alakalı Hastalık Kontrol Merkezi, Gıda ve İlaç Bakanlığı gibi farklı kurumların da yönetmelikleri mevcuttur (URL-26, 2023). Geçtiğimiz son 35 yılda Amerika'daki atık yönetimi yaklaşımları, malzemenin yaşam döngüsünün doğal kaynaklara, insan ve çevre sağlığına etkilerine odaklanıldığı 'sürdürülebilir malzemelerin yönetimi' yaklaşımını benimsemiştir. Malzemelerin kullanımı ve yönetimi hususundaki güncel çalışmalarla Birleşik Devletler Çevre Koruma Kurumu ilgilenmektedir (URL-20, 2023).

Şekil 19'da 2018 yılında Amerika'da oluşan belediye atıklarının malzeme cinsine göre dağılımı gösterilmiştir. 2018'de oluşan belediye atık miktarı yaklaşık 292,4 milyar ton olmuştur. Bu atıkların çoğunu yaklaşık olarak %23,1 ile kâğıt ve karton atıkları, %21,6 ile gıda gibi organik maddeler ve %12,2 ile plastik atıklar oluşturmaktadır. En fazla kâğıt ve karton atığının olduğu belediye atıkları arasında en az oluşan atık %1,4 ile çeşitli inorganik atıklar olmuştur. Geriye kalan belediye atıklarını bahçe atıkları, metal, ahşap, cam atıklar ile tekstil, lastik/kauçuk ve deri atıkları ile diğer atıklar oluşturmaktadır (URL-11, 2022). Amerika Birleşik Devletleri'nde, malzeme imalatı için harcanan enerjinin, imalat sanayinde harcanan enerjinin yarısına tekabül ettiği tahmin edilmektedir (Callister, 2013).



Şekil 19. 2018 yılında Amerika’da toplam belediye atıklarının malzeme cinsine göre dağılımı (URL-11, 2022)

Geri dönüşüm birçok iş kapısı oluşturmakta ve bu sayede ekonomiye katkı sağlamaktadır. ABD’de yayınlanan 2020 yılı Geri Dönüşüm Ekonomik Bilgileri raporunda, geri dönüşümün ve geri dönüştürülmüş ürünlerin ABD ekonomisinde önemli bir rol oynadığı ve istihdam/işletme, gelir ve vergiler üzerinde önemli olumlu etkileri olduğu vurgulanmıştır. Örneğin toplanan ve geri dönüştürülen her 1.000 ton geri dönüştürülebilir atık 1,17 iş kapısı, 65.230 ABD doları maaş ve 9.420 ABD doları vergi geliri oluşmaktadır (URL-9, 2022). Tablo 8’de 2021 yılında ABD’de işletme, gelir ve vergi geliri olmak üzere üç alanda atıkların geri dönüştürülmesinden elde edilen kazançlar gösterilmiştir.

Tablo 8. 2012 yılında ABD’de atıkların geri dönüştürülmesinde elde edilen kazançlar (URL-9, 2022)

	Brüt toplam
İşletme	681000 yeni işletme
Gelir	37,8 milyar dolar kazanç
Vergi	5,5 milyar dolar vergi geliri

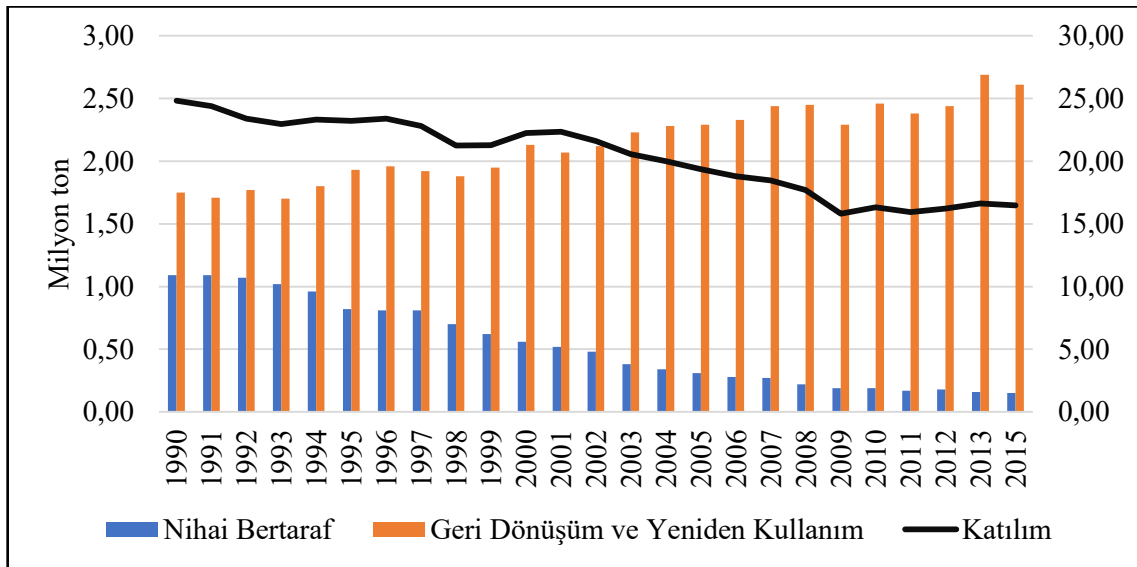
Almanya’da atık yönetimi Federal Çevre ve Doğayı Koruma, Nükleer Güvenlik ve Tüketiciyi Koruma Bakanlığı tarafından yönetilmektedir (URL-27, 2023). Geri dönüşüm söz konusu olduğunda Almanya bir dünya lideri olarak görülmektedir. Bunun sebebi

Almanya'nın atık yönetim sistemleri ve atıkların kaynağında ayrıştırılması politikalarının diğer dünya devletlerine göre daha verimli ve çevreci uygulamalar çerçevesinde oluşturulmuş olmasıdır. Hükümetin güçlü politikaları ile kamusal bilincin atıkların geri dönüşümü üzerine yüksek olması da Almanya'nın geri dönüşümde bir zirve kabul edilmesini sağlamıştır. Atık oluşumunun önce kaynağında oluşumunun engellenmesi en yüksek önceliğe sahip olan Almanya'da, toplam geri dönüşüm oranı %98,4 civarındadır (İgini, 2023; URL-21, 2023). Günlük hayatta geri dönüşümün bir örneği olarak kişiler bir ürünü satın alırken eğer depozito ödeniyorsa, o ürünler geri dönüşüm noktalarına teslim edildiğinde depozito ücretleri geri alınmaktadır. Yaygın geri dönüşüm noktaları sayesinde vatandaşın elindeki atık konumuna gelen ürünü ve malzemeyi geri dönüştürmesi adına erişilebilirlik artmıştır. Bu sayede günlük hayatta geri dönüşümün uygulanmasına kolaylık sağlanmıştır. Ayrıca tek kullanımlık plastik şişelerin depozito ücreti, tekrar kullanılabilen cam ve plastik şişelere göre daha fazladır. Bu sebep, toplumu tek kullanımlık ürünleri daha az kullanıp, daha fazla geri dönüştürmesine teşvik etmektedir (İgini, 2023).

Hindistan'ın atık yönetimi birden fazla birim tarafından yönetilmektedir. Yönetmelikler ve Çevre, Orman ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Hindistan Hükümeti, Merkezi Kirlilik Kontrol Kurulu ve farklı eyaletlerin kontrol kurulları atık yönetiminin uygulanmasında ilgili kurum ve kuruluşlardır (Khandelwal & Jain, 2023). Hindistan 12 Ağustos 2021 tarihinde radikal bir karar alarak önemli bir çevre kirleticisi olan tek kullanımlık plastiklerin kullanımını 1 Temmuz 2022 itibarıyla yasaklamıştır. İlgili karar Plastik Atıkların Yönetimi Yönetmeliğinde bildiri olarak yayınlanmıştır (Ministry of Environment, Forest and Climate Change, 2023). Atık yönetiminde kaynağında ayrı toplanan atıkların önemi sebebiyle bazı şehir ve bölgelerde evsel tehlikeli atıklar ayrı poşetlerde toplanmaktadır (Ministry of Environment, Forest and Climate Change, 2023). Dünya'da gittikçe daha büyük bir sorun haline gelen elektrikli ve elektronik atıklar Hindistan'da da 2017'den 2020 yılına kadar neredeyse 1,5 kat artmıştır. Buna göre Hindistan'da 2017-2018 yılları arasında 708.445 ton, 2018-2019 yılları arasında 771.215 ton ve 2019-2020 yılları arasında 1.014.961,2 ton elektrikli elektronik atık meydana gelmiştir. Elektrikli ve elektronik atıkların kısa sürede neredeyse 1,5 kat artması Hindistan'da bu atıkların yönetiminin önemini artırmıştır (Ministry of Environment, Forest and Climate Change, 2023).

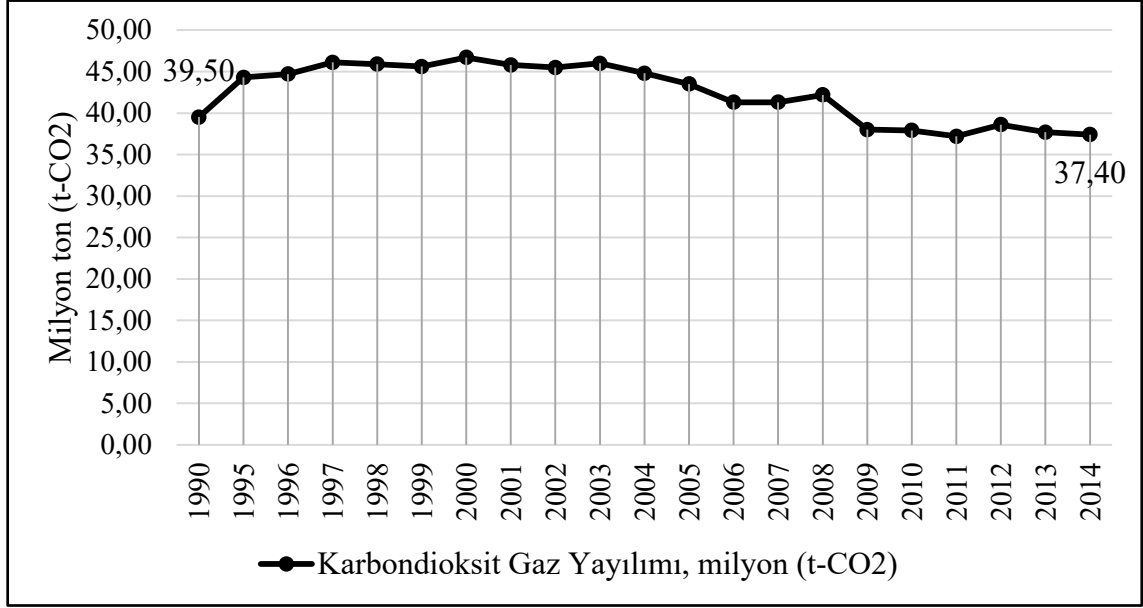
Japonya'da atık yönetimi Çevre Bakanlığı tarafından yönetilmektedir (URL-28, 2023) ve atıklar ayrı ayrı sınıflandırılmaktadır. Buna göre atıklar, endüstriyel aktivitelerden

oluşan endüstriyel atıklar ve konut, küçük ticari birim, ofis gibi yerlerde oluşan faaliyetler sonucu atılan ve toplanan belediye atıklarından oluşur (Amemiya, 2018). Çevreci politikalara önem veren Japon hükümeti, zararlı sera gazı oluşumlarına dair hedeflerini sıfıra indirme olarak açıklamıştır. Bu hedefler doğrultusunda Japonya’da karbondioksit gaz yayılımının 2030 yılına kadar, 2013 yılında oluşan gaz emisyonu miktarının %46’sı kadar azaltılması, 2050 yılına kadar da sıfıra indirilmesi hedeflenmektedir. Aynı zamanda gıda tüketim ve atık oluşum miktarlarının 2000 yılına kıyasla yarı yarıya inmesi hedeflenmektedir. Ayrıca plastiklerin yaşam döngüsü boyunca döngüsellüğünün sürekli olması adına gerekli uygulamaların teşvik edilmesi için 1 Nisan 2022’de ‘Plastikler için Döngüsel Kaynak Teşvik Yasası’ yürürlüğe girmiştir. Yasaya göre ilgili tüm kurumlar 3R yenilenebilir atık yönetimi prensiplerine göre ürün tasarımından atık bertarafına kadar plastiklerin döngüsellüğünü korumakla yükümlü olmuşlardır (Ministry of the Environment, 2023). Çevre Bakanlığının 2017 yılında yayımlanan raporuna göre, 1990-2015 yılları arasında ülke çapında malzeme döngüsüne katılan ürünler, kaynaklar vb. ile toplamda oluşan son atık miktarı çoğu zaman azalmıştır. Buna karşın geri dönüştürülen ve yeniden kullanılan atık miktarı zamanla artmıştır. Şekil 20’de Japonya’da 1990-2015 yılları arasında oluşan atıkların nihai bertarafı, geri dönüşüm ve yeniden kullanım miktarları ile malzeme döngüsüne katılım miktarı milyon ton cinsinden gösterilmektedir.



Şekil 20. Japonya’da 1990-2015 yılları arasında oluşan atıkların nihai bertarafı, geri dönüşüm ve yeniden kullanım miktarları ile malzeme döngüsüne katılım miktarı (milyon ton) (Ministry of the Environment Government of Japan Environmental Policy Bureau, 2023)

Şekil 21’de Japonya’da yine aynı rapora göre malzeme akış göstergelerindeki değişikliklere göre atık sektöründe oluşan karbondioksit gaz yayılımının 1990-2014 yılları arasındaki değişimi gösterilmiştir. Buna göre karbondioksit gaz yayılımında yaşanan artış ve azalmalar nihayetinde azalma ile sonuçlanmıştır (Ministry of the Environment Government of Japan Environmental Policy Bureau, 2023).



Şekil 21. Japonya’da 1990-2014 yılları arasında atık sektöründe oluşan karbondioksit gaz yayılım miktarları (Ministry of the Environment Government of Japan Environmental Policy Bureau, 2023)

1.5.2. Türkiye’de Atıkların Yönetimi ve Geri Dönüşüm Verileri

Çalışmanın bu bölümünde Türkiye’deki atık yönetimi mevzuatından, atık yönetimi yönetmeliği ve atık yönetiminde mevcut diğer yönetmelikler, uygulamalar, Türkiye’deki durum ile atık yönetiminde ve geri dönüşümünde raporlanan veriler incelenmiştir. Akabinde atık yönetiminde teşvik amaçlı yapılan uygulamalar ile atıkların yönetiminden elde edilebilecek potansiyel kazanımlardan bahsedilmiştir. Veriler elde edilirken özellikle Türkiye İstatistik Kurumu internet sayfası, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının paylaştığı Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı ile Avrupa Birliği’ne bağlı Eurostat veri tabanından yararlanılmıştır. Türkiye İstatistik Kurumu internet sayfası, devlete ait istatistiksel verilerin paylaşıldığı resmi bir platformdur.

Ülkemizde atık yönetimi mevzuatında en başta 1983 yılında yayınlanan ve çevrenin korunumunu sağlayan 2872 sayılı Çevre Kanunu bulunmaktadır (Çevre Kanunu, 1983). Tablo 9’da Türkiye Atık Yönetimi Mevzuatı içerisinde bulunan kanun ve yönetmelikler, yürürlüğe girdiği tarih itibariyle gösterilmektedir. 2015 yılında yayınlanan 29314 sayılı Atık Yönetimi Yönetmeliği’ne göre atık yönetiminde amaç, atıkların kaynağında azaltılarak, atık oluşumundan atıkların bertarafına değin her aşamada ve geri dönüşüm uygulamalarında insan sağlığı ve çevrenin korunumuna dikkat edilmesidir. Ülkemizde atık yönetimi mevzuatında, Çevre Kanunu ve Atık Yönetimi Yönetmeliği’ne ek olarak, atık yönetimine bağlı başka yönetmelikler de bulunmaktadır ve atıkların yönetimi mevzuatının AB ile uyumu Bakanlıkça kontrol edilmektedir. Ayrıca mevzuatın AB mevzuatı ile denk olması adına çalışmalar yapılmaktadır. Buna bağlı olarak Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından hazırlanan Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı da Türkiye atık yönetimi mevzuatı ile AB kurallarının uyumluluğu çerçevesinde hazırlanmıştır. Tüm bu kanun ve yönetmeliklerin uygulanmasında Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlükleri, belediyeler ve bunların yetkilendirdiği kurum ve kuruluşlar sorumluluk taşımaktadır. Atıkların yönetimi ile mevcut durumda Türkiye’nin orta ve uzun vade hedeflerinden başlıcaları, 2023 yılında oluşan atıkların %35’inin geri dönüştürülerek üretim sürecine yeniden kazandırılması ile inşaat ve yıkıntı atıkları yönetiminin daha verimli hale getirilmesidir. Atıkların kaynağında ayrı toplanmasının yaygınlaştırılması için de yerel yönetimde belediyeler teşvik edilmektedir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2023).

Tablo 9. Türkiye’de yıllara göre yayımlanan atık yönetimi mevzuatı kanun ve yönetmelikleri (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2023)

Çevre Kanunu (2872, 1983)
Büyükşehir Belediyesi Kanunu (5216, 2004)
Belediye Kanunu (5393, 2005)
Atık Yönetimi Yönetmeliği (2015)
Maden Atıkları Yönetmeliği (2015)
Atık Getirme Merkezi Tebliği (2014)
Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği (2012)
Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (2005-2007-2011)
Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik (2010)
Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik (2010)
Ömrünü Tamamlamış Araçların Kontrolü Hakkında Yönetmelik (2009)
Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği (2008)
Poliklorlu Bifenil ve Poliklorlu Terfenilerin Kontrolü Hakkındaki Yönetmelik (2007)
Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği (2006)
Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (2017)
Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (2004)
Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği (2015)
Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği (2004)
Atık Getirme Merkezi Tebliği (2014)
Kompost Tebliği (2015)
Mekanik Ayırma, Biyokurutma, Biyometanizasyon Tesisleri ile Fermente Ürün Yönetimi Tebliği (2015)
Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği (2014)
Bazı Tehlikesiz Atıkların Geri Kazanımı Tebliği (2011)
Atık Ara Depolama Tesisleri Tebliği (2011)
Atıkların Karayolunda Taşınmasına İlişkin Tebliği (2015)
Tanker Temizleme Tesisleri Tebliği (2009)
Ömrünü Tamamlamış Araçların Depolanması, Arındırılması, Sökümü ve İşlenmesine İlişkin Teknik Usuller Tebliği (2011)

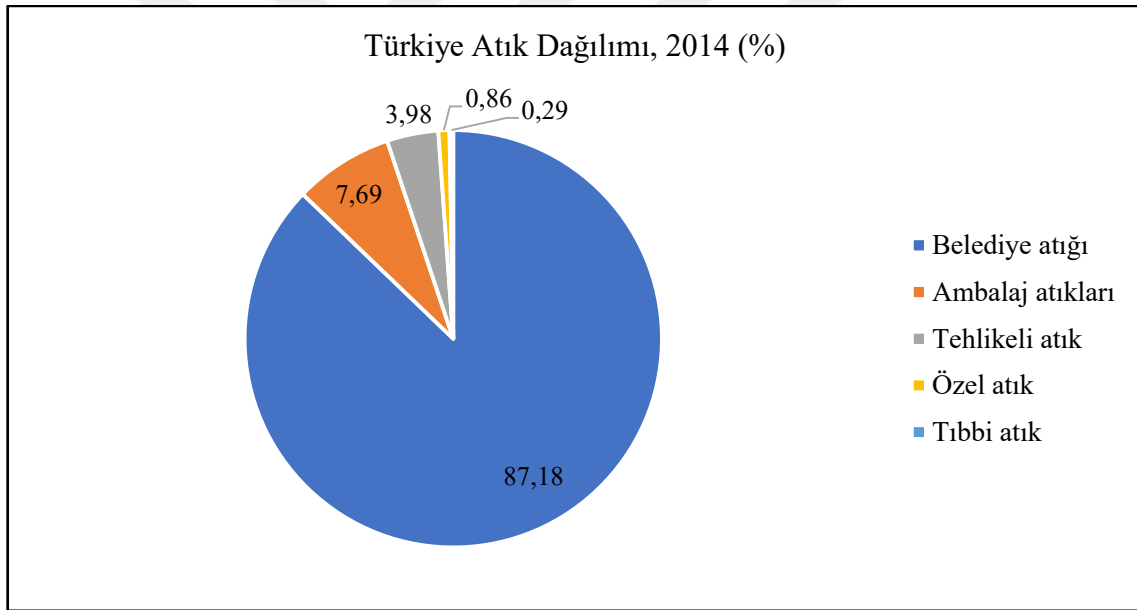
Ülkemizde bulunan atık yönetimi mevzuatına ek olarak gönüllülük esasına göre uygulanan Sıfır Atık Yönetmeliği bulunmaktadır. Sıfır Atık Yönetmeliği ile atık yönetiminin daha ileri bir seviyeye taşınmasıyla beraber hammadde ve doğal kaynaklar ile insan ve çevre sağlığının korunması hedeflenmekte ve toplumda yaygınlaşması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda sıfır atık yönetim sistemine dahil olmayı hedefleyen kişiler, kurum ve kuruluşlar için gerekli esaslar yönetmelik bünyesinde belirlenmiştir. Sıfır atık yönetim sistemi genel esaslarından başlıcaları atık oluşumunun önce kaynağında önlenmesi, önlenmesinin mümkün olmadığı durumlarda atıkların yine kaynağında

azaltılması ile ürün ve malzemelerin yeniden kullanım olanaklarının değerlendirilmesidir. Bunun yanında atıkların maddesel veya enerji geri kazanımı amacıyla kullanılarak ekonomiye kazandırılmasının öncelikli tercih edilmesi ve düzenli depolamaya gönderilen atık miktarının azaltılması Sıfır Atık Yönetmeliği esaslarındandır (Sıfır Atık Yönetmeliği, 2019).

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığına bağlı, atık yönetimi ve geri dönüşümün teşviki açısından uygulanan birçok çalışma bulunmaktadır. Sıfır atık yönetiminin teşviki ile danışmanlığı veya çocuklar için hazırlanan sosyal yarışmalar bunlardan bazılarıdır. Sıfır atık yönetim sisteminde, sistemi kurmakla yükümlü olanlar ile gönüllü kurmak isteyenler için Bakanlıkça belirlenen puanlama kriterleri kapsamında platin belge almak adına danışmanlık hizmeti alımı bulunmaktadır (URL-42, 2023). Danışmanlık hizmeti almak isteyen ilgili kişi ve kurumlar için görevlendirmeler içeren kılavuzlar yine bakanlık tarafından hazırlanıp yayınlanmaktadır. Kılavuzda turizm tesisleri, sıfır atık mavi alanlar (limanlar, marinalar, kıyı otelleri ve plaj işletmeleri için), sağlık kuruluşları, organize sanayi bölgeleri ve sanayi tesisleri, mahalli idareler, kırsal alanlar vb. birçok alanda sunulmuş sıfır atık uygulama kriterleri açıklanmıştır. Bununla beraber bakanlık ve mahalli idareler gibi birimlerin sıfır atık yönetim sistemi uygulanmasındaki görevleri belirtilmiştir. Genel bilgiler, yapılacak faaliyet ve planlamalar ile izleme ve geliştirme esasları ayrıca kılavuz kapsamında yer almaktadır. Danışmanlık hizmeti sayesinde danışmanlık hizmetini alan gerçek ve tüzel kişilerde çevre bilincinin artması ve yaygınlaşması ayrıca hedeflenmektedir (URL-44, 2023). Ayrıca bakanlık tarafından yıllardır çocuklar arasında ‘Geri Dönüştürülebilir Atık Yarışması’ düzenlenmektedir. Ağaç yaşken eğilir ilkesiyle yarışma sayesinde çocuklarda geri dönüşüm ve sıfır atık konusunda bilincin artması hedeflenmektedir. Yapılan son yarışmaya 10 bin okuldan 120 bin eser ile katılım sağlanmıştır (URL-45, 2023).

Ayrıca ülkemizde TÜÇA kapsamında ‘depozito yönetim sistemi’ hazırlanmış olup, bu sistemin uygulamalarına ilişkin usul ve esaslar TÜÇA resmî web sitesinde yayınlanmaktadır. Depozito yönetim sisteminde sürdürülebilirlik, çevre kirliliğinin önüne geçilmesiyle beraber tek kullanımlık ambalaj atıklarının ekonomik bir biçimde geri dönüşümünü desteklemek amaçlanmaktadır. Ek olarak depozito yönetim sistemi dahilinde depozito iade makineleri çeşitli yerlerde faaliyet göstermekte ve yaygınlaşması amaçlanmaktadır (URL-66, 2024).

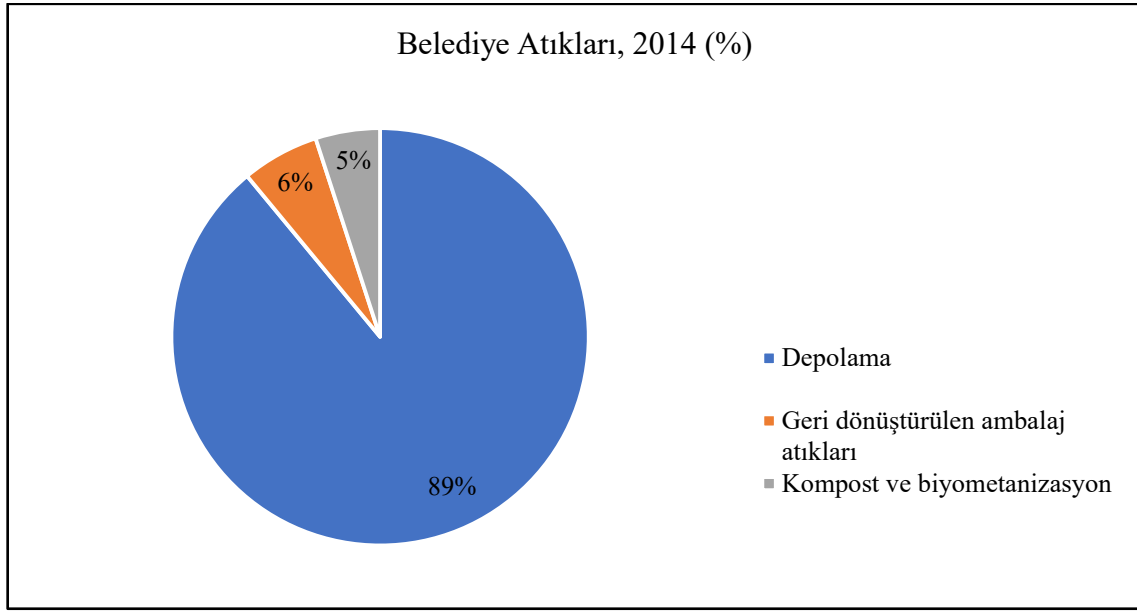
Türkiye’de 2014 yılında inşaat ve yıkıntı atığı, hafriyat ve maden sektörü atıkları ile tehlikesiz atıklar hariç toplam 32 milyon ton civarında (31.115.327 ton) atık oluşmuştur (URL-12, 2022). Oluşan toplam atık miktarları içerisinde %87’ye yakın bir oran ve 27.126.138 ton miktarı ile en fazla atık, tehlikesiz olan ve hane halklarından kaynaklanan belediye atıkları olmuştur. Bunlar kaynağında ayrı toplanmayan atıklardır. Şekil 22’de 2014 yılında Türkiye’de oluşan atıkların cinsine göre yüzdelik dağılımları gösterilmiştir. İkinci en fazla oluşan atık, %8’e yakın bir oranla kaynağında ayrı toplanan geri dönüştürülebilir ambalaj atıkları olmuştur. Atık yönetimi ile belediye atıklarının %64’ü düzenli depolama alanlarına gönderilmiş olup %6’sı geri kazanılmıştır. Geriye kalan %30’u ise düzensiz döküm yapılarak rastgele alanlara bırakılmıştır (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2023).



Şekil 22. 2014 yılında Türkiye’de oluşan atıkların cinsine göre yüzdelik dağılımları (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2023)

Şekil 23’te Türkiye’de 2014 yılında oluşan tüm belediye atıklarının bertaraf edilme yöntemlerine göre dağılımı gösterilmiştir. Buna göre belediye atıklarının %89’luk büyük bir kısmı depolama yöntemiyle bertaraf edilmiştir. Belediye atıklarının toplamda sadece %11’lik bir kısmı geri dönüştürülmüştür. Geri dönüştürülen atıkların %6’sını ambalaj atıkları, %5’ini ise kompostlama ve biyometanizasyon yöntemiyle geri dönüştürülen atıklar oluşturmuştur. Depolama alanlarına gönderilerek bertaraf edilen atık miktarına oranla geri

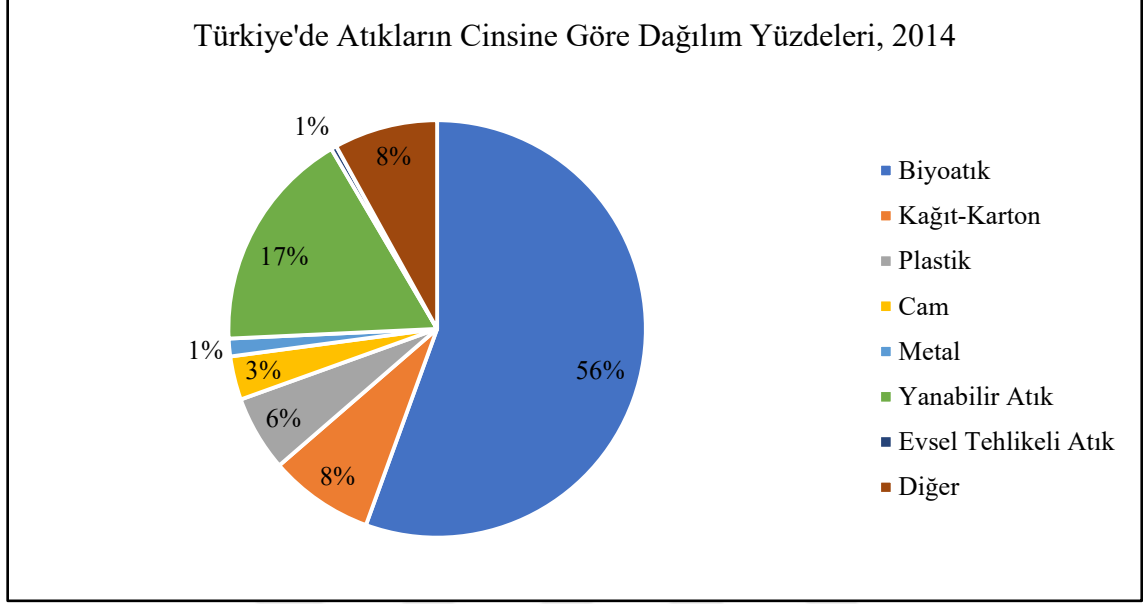
dönüştürülen atık miktarı çok aşağı seviyelerde kalmıştır. Buna karşın geri dönüşüm sektörünün ilerlemesi ve verimliliğinin artması adına geri dönüşüm sektörüne olan yatırım zaman içerisinde artmıştır. Buna bağlı olarak ambalaj atıklarının geri dönüşümünü sağlayan işletme sayısı 2003 yılında 350 işletme ile kayıtlara geçmişken bu sayı 2014 yılında ciddi bir artışla 25.488 olarak kaydedilmiştir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2023).



Şekil 23. 2014 yılında oluşan belediye atıklarının bertaraf edilme yöntemine göre dağılımı (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2023)

Şekil 24’te 2014 yılında Türkiye’de meydana gelen atıkların cinsine göre dağılımları yüzdelik olarak verilmiştir. Buna göre oluşan atıkların yarısından fazlasını biyolojik atıklar oluşturmuştur. Biyolojik atıklar genel olarak kompost yapılarak geri dönüştürülmeye uygun atıklardır. Buna göre ülkede meydana gelen atıkların aslında yarısı kompostlama ile geri dönüştürülerek çeşitli alanlarda tekrar kullanılma potansiyeline sahiptir. Örneğin kompostlama yapılan atıklar tarımsal faaliyetlerde gübreleme amaçlı kullanılabilir. En verimli şekilde kompost yapılabilmesi için de biyolojik atıkların depolama alanlarına gönderilmeden kaynağında ayrı toplanıp ilgili kompostlama tesislerine gönderilmesi gerekmektedir. Biyolojik atıklardan sonra en fazla %17’lik bir oran ile yanabilir atıklar meydana gelmiştir. Yanabilir atıklar enerji elde edilme amacıyla geri kazandırılabilir. Geriye kalan geri dönüştürülebilir atıklar %18’lik bir dilime

sahiptir ve bunlar kâğıt-karton, plastik, cam ve metal atıklardan oluşmaktadır (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2023).



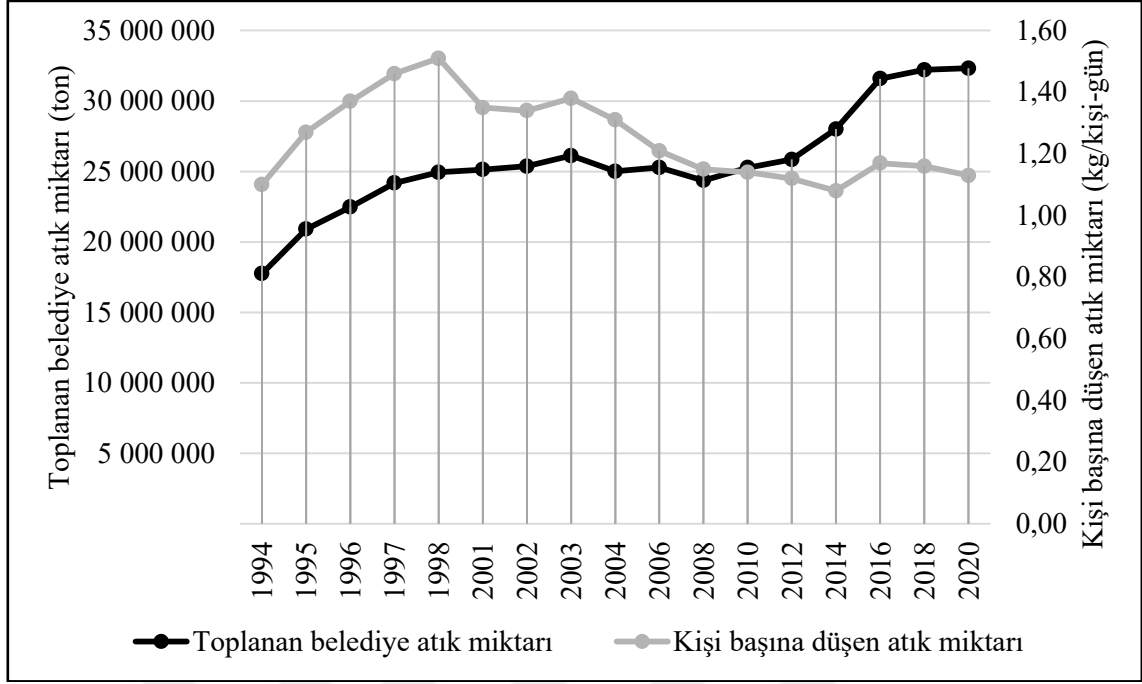
Şekil 24. Türkiye’de 2014 yılında oluşan toplam atığın cinsine göre dağılımı (miktarlar yuvarlanmıştır) (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2023)

Tablo 10’da Türkiye’de 2018 ve 2020 yılında oluşan toplam atık miktarı, tehlikeli ve tehlikesiz olma cinsine ve oluştuğu kaynağın yerine göre belirtilmektedir. 2018 yılında oluşan toplam 94,8 milyon olan atık miktarı %10 civarı bir artış göstererek 2020 yılında 104,8 milyon ton olmuştur. Oluşan atıkların içerisinde 2018 ve 2020 yılı karşılaştırıldığında tehlikesiz atık miktarında azalma olmasına karşın tehlikeli atık miktarında 2 katı gibi ciddi bir artış yaşanmıştır. En fazla atık hane halklarında, en az atık sağlık kuruluşlarında meydana gelmiştir (URL-12, 2022).

Tablo 10. 2018 ve 2020 yıllarında ton cinsinden Türkiye’de oluşan atık miktarları (URL-12, 2022)

	Toplam Atık Miktarı		Tehlikeli Atık Miktarı		Tehlikesiz Atık Miktarı	
	2018	2020	2018	2020	2018	2020
İmalat sanayi işleri	22.881.144	23.867.866	3.677.320	4.597.274	19.203.824	19.270.593
Termik santraller	26.127.134	24.375.356	13.805	10.012	26.113.329	24.365.343
Maden işletmeleri	17.387.029	27.581.875	11.176.581	26.044.730	6.210.448	1.537.144
Organize sanayi bölgeleri	286.843	279.067	111.733	116.720	175.110	162.347
Sağlık kuruluşları	89.454	109.683	86.916	106.570	2538	3113
Hane halkı	28.099.214	28.635.018	12.218	1352	28.086.996	28.633.665
Toplam	94.870.818	10.4848.864	15.078.573	30.876.658	79.792.245	73.972.206
*Hesaplama yapılırken madencilik sektörü için dekapaj malzemesi/pasa hariç tutulmuştur.						

Şekil 25’te 1994 yılı ile 2020 yılları arasında ve bu yıllarda toplanan belediye atık miktarları ile kişi başına düşen atık miktarları gösterilmiştir. Belediyelerde oluşan atık miktarları incelendiğinde, Türkiye’de 2020 yılında atık yönetimini gerçekleştiren belediyelerde 32,3 milyon ton atık toplandığı görülmektedir. Toplanan 32,3 milyon atığın %69,4’ü düzenli depolama tesislerine, %17’si belediye çöplüklerine ve %13,2’si geri dönüşüm tesislerine gönderilirken, %0,4’ü ise açıkta yakılarak, gömülerek, dereye veya bazı arazilere dökülerek bertaraf edilmiştir. 2014 yılında belediye atıklarının %89’u depolama yöntemiyle bertaraf edilirken, 2014 yılına kıyasla 2020 yılında düzenli depolama ile bertaraf edilen atık miktarında oransal olarak azalma yaşandığı görülmektedir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2023; URL-12, 2022).



Şekil 25. Türkiye’de 1994 ile 2020 yılları arasında toplanan belediye atık miktarları ile kişi başına düşen atık miktarı (URL-12, 2022)

1994 yılında 17,8 milyon ton olan atık miktarı 2003 yılına kadar sürekli artarak 2003 yılında 26,1 milyon tona yükselmiştir. Atık miktarı 1 milyon ton civarında düşerek 2004 yılında 25 milyon ton olmuştur. 2010 yılına kadar zaman zaman artıp azalarak seyir gösteren grafikte 2010 yılında toplanan belediye atık miktarı 25,3 milyon ton olmuştur ve sürekli bir artış göstererek 2020 yılında 32,3 milyon ton seviyesine ulaşmıştır. Nihayetinde 1994 yılından 2020 yılına kadar toplanan atık miktarı neredeyse 2 katına ulaşmıştır. Buna karşın kg bazında kişi başına düşen günlük atık miktarı 1994’ten 1998 yılına kadar artmış olup 2002 yılına kadar düşmüştür. 1994’te 1,10 kg olan kişi başı atık miktarı 1998 yılında 1,51 kg, 2002 yılında 1,34 kg olmuştur. 2002 yılından itibaren 2020’ye kadar kişi başı düşen atık miktarı çoğunlukla azalarak, 2018 yılında 1,16 kg, 2020 yılında 1,13 kg olmuştur (URL-12, 2022).

Tablo 11’de 2014 yılında Türkiye’de coğrafi bölgeler baz alınarak hesaplanan kişi başına düşen atık miktarları gösterilmiştir. Kişi başına düşen atık miktarının en fazla olduğu bölgemiz Marmara bölgesi olmuştur. Nüfus sayısına bakıldığında da en fazla nüfusun Marmara bölgesinde olduğu görülmektedir. Kişi başına düşen atık miktarı ile nüfusun en az olduğu bölgenin de Doğu Anadolu bölgesi olduğu görülmektedir. İç Anadolu bölgesindeki nüfus sayısının Ege bölgesindeki nüfus sayısından fazla olmasına

karşın Ege bölgesinde kişi başına düşen atık miktarı İç Anadolu bölgesine kıyasla daha fazladır. Bu da göstermektedir ki kişi başına düşen atık miktarı yalnızca nüfus yoğunluğuyla, yerleşik nüfus sayısı ile ilgili değil, bölgedeki sanayi yoğunluğu, gezi ve iş seyahatleri gibi sebeplerden mevsimsel değişiklik gösteren nüfus sayısı ile de ilgili olmaktadır. Bu çalışmanın hazırlandığı Trabzon ilinin de içerisinde bulunduğu Karadeniz bölgesi, kişi başına düşen atık miktarında ortalamanın altında kalmıştır. Bölgeler arasında kişi başına düşen atık miktarında ise en düşük ikinci sıradadır (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2023).

Tablo 11. Türkiye’de belediye atıklarının coğrafi bölgeler bazda dağılımı, 2014 (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2023)

Bölgeler	Atık miktarı (ton/yıl)	Nüfus	Kişi başına düşen atık miktarı (kg/kişi*gün)
Marmara	9.653.673	23.608.079	1,03
İç Anadolu	4.054.158	12.381.363	0,83
Ege	3.848.265	10.023.549	1,00
Akdeniz	3.346.951	9.906.771	0,90
Güneydoğu Anadolu	2.528.014	8.250.718	0,81
Karadeniz	2.102.063	7.597.794	0,75
Doğu Anadolu	1.593.015	5.927.630	0,70
Toplam	27.126.138	77.695.904	

Tablo 12’de 2018 ve 2020 yılında Doğu Karadeniz ve Trabzon özelinde ile Türkiye’de toplanan atık miktarı ve kişi başı ortalama atık miktarı karşılaştırılmıştır. Belediyeler tarafından toplanan atık miktarı ülke genelinde artış göstermesine karşın Doğu Karadeniz bölgesi ve Trabzon şehrinde toplanan atık miktarı azalma göstermiştir. 2018 ve 2020 yılında kişi başına düşen ortalama atık miktarları karşılaştırıldığında, Türkiye geneli dahil Doğu Karadeniz ve Trabzon özelinde atık miktarlarının her üç durumda azaldığı görülmektedir. Ülkenin genelinde atık miktarının artmasına rağmen kişi başı ortalama atık miktarının düşmesi nüfus sayısının artması ile ilişkilidir (URL-60, 2023).

Tablo 12. 2018 ve 2020 yıllarında Doğu Karadeniz ve Trabzon'da belediyeler tarafından toplanan atık ve kişi başı oluşan ortalama atık miktarı (URL-60, 2023)

	2018		2020	
	Kişi başı ortalama atık miktarı (kg)	Toplanan atık miktarı (ton)	Kişi başı ortalama atık miktarı (kg)	Toplanan atık miktarı (ton)
Türkiye	1,16	32.209.000	1,13	32.324.000
Doğu Karadeniz	0,99	795.000	0,92	758.000
Trabzon	0,81	237.000	0,76	217.000

Ülkemizde atık yönetiminde verimliliği artırmak amacıyla geçmişten bugüne yatırımlar yapılmıştır. Örneğin, atıkların bertaraf edilmesi ve geri dönüşümü, ekonomiye yeniden kazandırılması adına açılan tesislerin sayısı zamanla artmıştır. Tablo 13'te Türkiye'de 2018 ve 2020 yılında faaliyet gösteren atık geri dönüşüm ve atık bertaraf tesisleri gösterilmiştir. 2018 yılında faaliyet gösteren toplam 2223 atık bertaraf ve atık geri dönüşüm tesisi bulunmaktaydı. Faaliyet gösteren tesis sayısı zamanla yaklaşık %25 artarak 2020 yılında 2752 olmuştur. Atık yönetiminde faaliyet gösteren tesislerin sayıca artması sayesinde bu tesislerde işlem gören atık miktarı da doğrusal olarak artmıştır. 2018'de yaklaşık 105 milyon ton atık işlem görmüşken 2020'de işlem gören atık miktarı yaklaşık %22 artarak toplam 127,4 milyon ton olmuştur. 127,4 milyon ton atığın %61,5'i (78,3 milyon ton) depolanarak bertaraf edilmiş veya yakılarak enerjiye çevrilmiştir. Atıkların %38,5'i (49,1 milyon ton) atık geri dönüşüm tesislerinde işlem görerek ekonomiye geri kazandırılmıştır (URL-12, 2022).

Tablo 13. Türkiye atık geri dönüşüm ve atık bertaraf tesislerinin veri göstergeleri, 2018, 2020 (URL-12, 2022)

	2018		2020	
	Tesis sayısı	İşlem gören atık miktarı (ton)	Tesis sayısı	İşlem gören atık miktarı (ton)
Atık bertaraf ve geri dönüşü tesisleri (toplam)	2223	104.452.603	2752	127.401.232
Atık bertaraf tesisleri	166	56.372.769	184	78.333.403
Düzenli depolama tesisi	159	55.878.883	174	77.762.423
Yakma tesisi	7	493.885	10	570.980
Atık geri dönüşüm tesisleri	2057	48.079.834	2568	49.067.829
Kompost tesisi	8	138.054	9	127.046
Beraber yakma tesisi	40	1.069.360	50	1.298.579
Diğer geri dönüşüm tesisleri	2009	46.872.420	2509	47.642.204

Atık geri dönüşüm tesis sayısı atık bertaraf tesislerine karşı sayıca üstün olmasına rağmen geri dönüşüm miktarı, atıkların geri dönüşüm harici bertaraf edilme miktarından daha aşağı seviyelerde kalmıştır. 2018 yılında 166 olan atık bertaraf tesisleri sayısı yaklaşık %11 artarak 2020 yılında 184 olmuştur. Buna karşın 2018 yılında 2057 olan atık geri dönüşüm tesisleri sayısı yaklaşık %25 artarak 2020 yılında 2568 olmuştur. (URL-12, 2022).

Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı'nın (2023) yayınlandığı an itibarıyla Türkiye'de 2023 yılında 4,2 milyon ton ambalaj atığı oluşmuştur. Yerel yönetimde belediye yönetimleri tarafından kaynağında ayrı toplanmış ambalaj atıkları ile havaalanı, sanayi ve yörede bulunan komşu sınır dışından toplanan ambalaj atık miktarı 2,4 milyon ton olmuştur. 2023 yılında toplumsal bilincin artması ile belediyeler tarafından kaynağında ayrı toplanan atıkların verimliliğinin artırılması sayesinde kaynağında ayrı toplanan atıkların 4,6 milyon ton olması hedeflenmektedir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2023).

Atıklar potansiyel ikincil hammadde kaynaklarıdır. Bununla ilgili olarak bakanlığa bağlı çevrimiçi bir sitede bir atık sayacı bulunmaktadır. Atık sayacında belirli miktarlarda atık geri dönüştürüldüğünde, bu atıklardan yaklaşık olarak sağlanabilecek geri kazanımlar öğrenilmektedir. Tablo 14'te atık sayacından alınan veriler gösterilmiştir. Veriler 1000 kg cam, metal, plastik ve kâğıt atıklarından elde edilebilecek kazançlar üzerinden hesaplanmıştır. 1 ton cam atık toplandığında yaklaşık 1,2 ton, 1 ton metal atık toplandığında 1,3 ton hammadde tasarrufu sağlanabilmektedir. 1 ton atık malzeme bazında 4 malzeme karşılaştırıldığında enerji tasarrufu açısından en çok plastik atıklardan, en az cam atıklardan enerji tasarrufu elde edilebildiği görülmektedir. 1 ton plastik atık için 5774 kWh enerji, 1 ton kâğıt atık için 4100 kWh enerji tasarrufu sağlanırken, 1 ton metal atık için 642 kWh 1 ton cam atık için ise 42 kWh enerji tasarrufu sağlanabilecektir. Ayrıca her 1 ton kâğıt atık için dünyamızın oksijen kaynağı olan ağaçlardan 17 tanesinin kesilmekten kurtarılacağı görülmektedir (URL-43, 2023).

Tablo 14. Cam, metal, plastik ve kâğıt atıklarından elde edilebilecek kazançlar (URL-43, 2023)

Atıklardan Elde Edilebilecek Kazançlar (1000 kg için)						
	Hammadde Tasarrufu (ton)	Enerji Tasarrufu (kWh)	Azalan Sera Gazı Yayılmı (kg)	Kazanılan Depolama Alanı (m3)	Kurtarılan Ağaç (adet)	Petrol Tasarrufu (varil)
Cam	1,20	42	30	1,50	-	-
Metal	1,30	642	95	3	-	-
Plastik	-	5774	41	2,30	-	16,30
Kâğıt	-	4100	177	2,50	17	-

Sonsuz bir döngüde geri dönüştürülme potansiyeline sahip cam atıklar için, 1 ton cam atık ile karma olarak yaklaşık 1,2 ton hammadde tasarrufu ile 42 kWh enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Ayrıca 30 kg daha az sera gazı salınımı olmaktadır ve 1,50 m3 depolama alanından kazanç sağlanmaktadır (URL-43, 2023). Türkiye’de toplam cam geri kazanımına bakıldığında cam geri dönüşümünden elde edilen kazanım tüm cam atığının %40’ı civarında olmaktadır ve 2018 yılına kadar yılda yaklaşık 6500 ton atık cam geri kazanım tesislerinde işlenerek geri kazanılmıştır (Gökçe, 2022).

Sıfır atık yönetim sistemini benimsemiş olan işletmelerce uygulanan atık yönetim sistemleri ile atık yönetimi sonucunda elde edilen geri dönüşüm ve geri dönüşüm sonucu oluşan geri kazanım miktarları, resmi makamlarca verisel olarak kaydedilmektedir. Kaydedilen veriler incelendiğinde, atıkların geri dönüşümleri sayesinde geri kazanım oranının zamanla arttığı görülmektedir. Sıfır atık yönetim sistemi mevcut raporlarına göre ülkemizde geri dönüştürülmüş atıklardan geri kazanım oranı (187);

- 2017 yılında %13,
- 2021 yılında %27,
- 2022 yılında ise %0,13 olmuştur. Bununla beraber atık yönetiminde verimliliğin artırılarak 2035 yılında geri kazanım oranının %60’a çıkarılması hedeflenmektedir.

2017 yılında Sıfır Atık projesi başladığından beri Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından lisans verilmiş işletmelerde toplam 45,5 milyon ton geri kazanılabilir atık geri dönüştürülerek ekonomiye kazandırılmıştır. Var olan atıkların geri dönüşümüyle sınırlı kalınmamış, ileride oluşacak atıklar da düşünülerek 19 milyon kişiye sıfır atık konusunda eğitimler verilmiştir. Bu sayede toplumda çevre bilincinin artmasına katkıda bulunulmuştur (URL-47, 2023).

Sıfır Atık Bilgi Sistemine giriş yapan kuruluşların beyanına göre, 2021 yılındaki geri dönüştürülen atıklar sonucunda (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2022);

- 118.497 ton kâğıt,
- 8305 ton plastik,
- 11.156 ton cam,
- 13.623 ton metal,
- 4218 ton bitkisel atık yağ geri kazanılmıştır.

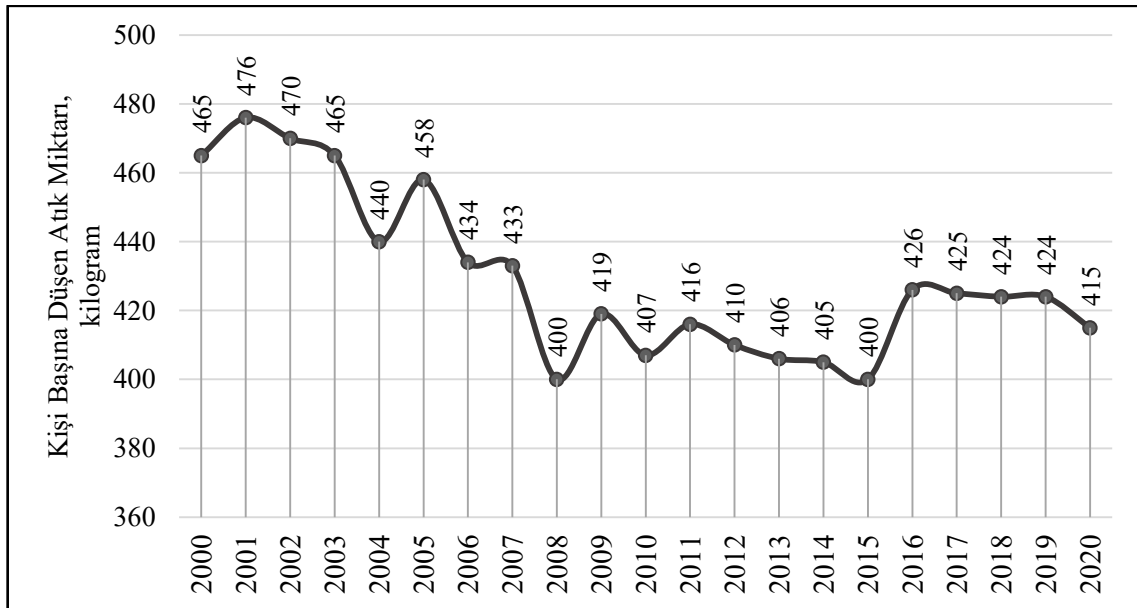
Geri dönüştürülen atıklar sayesinde 22.943 ton sera gazı salınımı önlenmiştir. Bunun yanında 374.814 metreküp depolama alanından tasarruf edilmiştir. Depolama alanlarından tasarruf edilmesi sayesinde doğada yeni depolama alanlarının inşa edilme ihtiyacının ve var olan depolama alanlarının azalması sağlanacaktır. Ayrıca ileriki yıllarda sıfır atık projesi sayesinde ülkemizde oluşan toplam atığın %35'inin ekonomiye geri kazandırılması hedeflenmektedir. İl bazında geri dönüştürülen atıklara bakıldığında 2018 yılı itibariyle Türkiye'nin nüfusu en fazla olan ili olan İstanbul'da üretilen günlük 19.500 ton atığın %27,2'si, 2022 yılı itibariyle geri kazandırılmıştır (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2022).

Tablo 15'te bakanlığın hazırladığı sıfır atık kitabından alınan verilerle, atıkların geri dönüşümü sonucu farklı geri kazanım oranlarına göre, geri kazanılması muhtemel geri dönüştürülmüş malzeme miktarları verilmiştir. Resmi makamlar tarafından hazırlanan ve yürütülen atık yönetim sistemlerinin verimliliği ile bireylerin atık oluşum ve atıkların ayrıştırılmasındaki davranışları, ileriki yıllarda ülkenin tümünde oluşacak atık miktarı ve atıkların dönüşümünde geri kazandırılacak olan potansiyel atık miktarında belirleyici olmaktadır. Sıfır atık yönetim sistemiyle beraber Türkiye'de atık yönetimleri istikrarlı bir şekilde devam ettiğinde, istenen hedeflere varılması sonucunda atıklar geri dönüştürüldüğünde kazanılacak olan atık miktarları mevcut durumların analizi sonucu öngörülmektedir. Örneğin 2030 yılında oluşması muhtemel atıkların %35'i geri dönüştürüldüğünde, 15,5 milyon m³ atığın geri kazandırılması, 2040 yılında ise 17,2 milyon m³ atığın geri kazandırılması sağlanabilecektir (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2022).

Tablo 15. 2030 ve 2040 yılında Türkiye için geri dönüştürülmüş atıkların içerisindeki geri kazanım oranı karşısında kazanılacak potansiyel geri dönüştürülmüş malzeme miktarının milyon m³ cinsinden değeri (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2022)

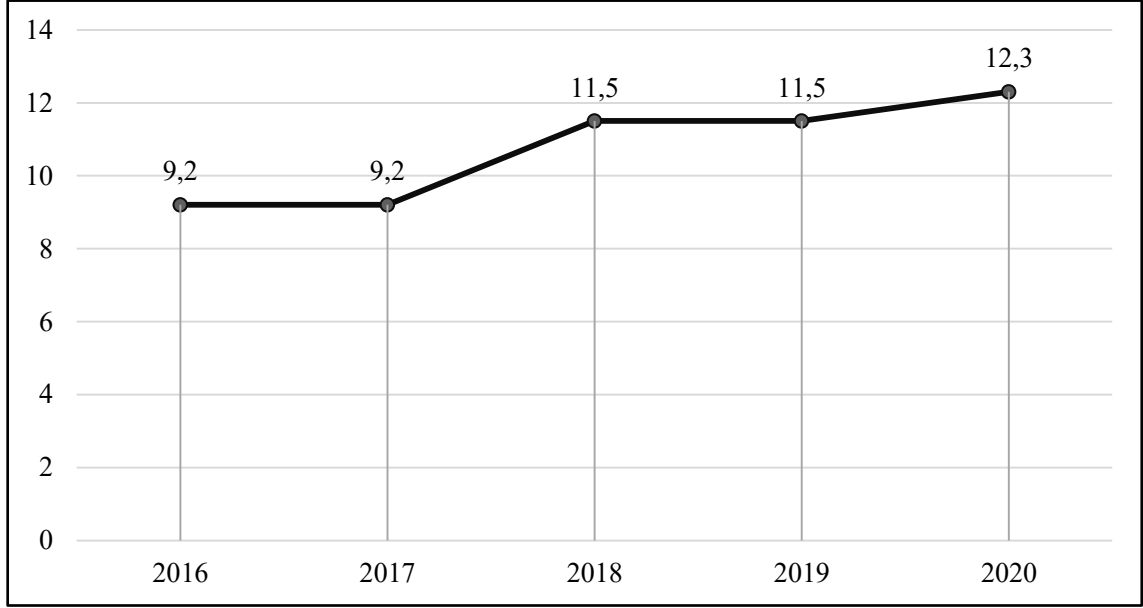
Geri kazanım oranı – geri dönüştürülmüş malzeme miktarı (milyon m3)					
	15%	20%	25%	30%	35%
2030 yılı için	6,6	8,8	11,0	13,3	15,5
2040 yılı için	7,4	9,8	12,3	14,7	17,2

Türkiye, Avrupa Birliği aday üye konumunda bir ülkedir. Bu sebeple Avrupa Birliği tarafından ülkemizdeki atık yönetim sistemleri ile alakalı veriler kaydedilip istatistikler oluşturulmaktadır. Şekil 26’da 2000 yılından 2020 yılına kadar Türkiye’de belediyeler tarafından toplanan atıklar arasından hane halklarında oluşan atık miktarlarının kişi başına düşen yaklaşık atık miktarı kilogram cinsinden gösterilmiştir. Şekildeki grafiğe göre kişi başına düşen atık miktarında 2000 yılından 2020 yılına kadar genel bir düşüş gözlenmektedir. 2000 yılında 465 kg kişi başına düşen atık miktarı 2005 yılına kadar yaklaşık %1,5, 2005 yılından 2010 yılına kadar %11 civarında, 2010 yılından 2015 yılına kadar yaklaşık %2 azalmış olup 2015 yılından 2020 yılına kadar yaklaşık %7 artış göstermiştir. 2000 yılından 2020 yılına kadar olan değişime bakıldığında, kişi başına düşen atık miktarı toplamda %10,7 azalmıştır (URL-22, 2023).



Şekil 26. Türkiye’de 2000 ile 2020 yılları arasında toplanan hane halkları cinsinden belediye atıklarından kişi başına düşen atık miktarı (kilogram) (URL-22, 2023)

Şekil 27’de Eurostat verileri kapsamında Türkiye’de 2016 ile 2020 yıllarında belediye atıkları içerisindeki geri dönüştürülmüş atıkların payı gösterilmektedir. Grafiğe bakıldığında 2016 yılından 2020 yılına kadar yaklaşık %3’lük bir artış görülmektedir. Bu artış ülkemizdeki atık yönetim sistemleri ile geri dönüşüm politika ve uygulamalarının olumlu sonuçlar verdiğinin bir kanıtı niteliğindedir (URL-23, 2023).



Şekil 27. Türkiye’de 2016 ile 2020 yıllarında belediye atıkları içerisindeki geri dönüştürülmüş atıkların payını gösteren grafik (%) (URL-23, 2023)

1.6. Atıklardan Geri Dönüştürülmüş Yapı Malzemelerinin Elde Edilmesi

Atıklar aynı zamanda ikincil hammadde kaynaklarıdır ve geri dönüştürüldüklerinde birçok malzemenin hammaddesini oluşturma potansiyeline sahiptir. Çalışmanın bu bölümünde atıklardan geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin elde edilmesini konu alan çalışmalardan kısaca bahsedilecektir.

Geri dönüştürülmüş yapı malzemeleri birçok farklı atık kaynağından elde edilebilmektedir. İnşaat ve yıkım atıkları bu kaynaklar arasında geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin üretimi için büyük bir potansiyele sahiptir. Bir çalışmada atık harç, tortu, tuğla ve betonlardan geri dönüştürülmüş beton, geri dönüştürülmüş agrega veya hafif agregalı (lightweight block) üretildiğinden bahsedilmiştir (Lei vd., 2020)). Başka bir çalışmada ise, atık katılaşmış beton macunu veya harcın geri dönüştürülerek alkali ile

aktifleştirilmiş betonda hammadde olarak kullanılabileceği de gözlemlenmiştir (Miao vd., 2015)).

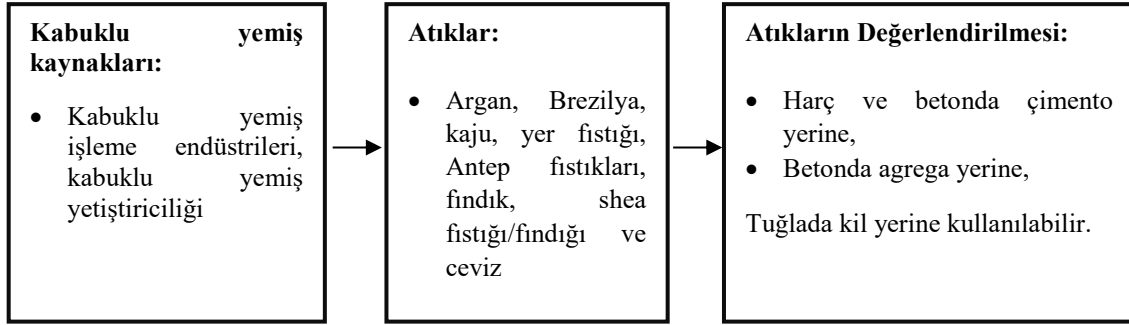
Yapı sektöründe plastik kullanımına sıklıkla rastlanmaktadır. Plastik atıklar doğada çözünmesi en zor atıklardan biri olmasına rağmen yapıların inşası sırasında sıklıkla kullanılmaktadır. Plastiğin tek bir bileşen olarak kullanıldığı veya farklı bileşimlerde oluşturularak üretildiği çeşitli malzemeler bulunmaktadır. Bitüm, geosentetik, kapı paneli, yalıtım malzemesi ve çimentolu kompozit gibi malzemeler bunlara örnektir. Atıkların geri dönüştürülerek atıklardan yapı malzemeleri üretimi ve kullanımı sayesinde geleneksel yöntemlerle yapı malzemelerinin çıkarılması ve taşınmasından doğan zararın ve çevrede oluşan kirliliğin azalması sağlanacaktır (Nyika & Dinka, 2022).

Akustik panel üretiminde atık kâğıt, kumaş ve yün liflerinin kullanımını inceleyen bir çalışmada, çalışma kapsamında yapılan deneylerde üretilen akustik panellerin özellikleri değerlendirilmiştir. Deney sonuçlarına göre geri dönüştürülmüş akustik panellerin akustik performansı ekstrüde polistiren (XPS) ile karşılaştırılabilir seviyededir. Bununla beraber çevresel etkileri önemli derecede düşüktür (Buratti vd., 2016).

Atıklardan geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin elde edilmesini konu alan farklı birkaç çalışmada mermer atıklarının beton harcı üretiminde çimento yerine kullanılabileceği (Lezzerini vd., 2022), atık cam agrega içeren beton blokların (Alpaslan, 2018) veya atık kauçuk içeren betonların üretilebileceği (Abo Gheda, 2021), ayrıca yüksek fırın baca tozu atığı ile düşük yoğunluklu polietilen atık içeren kompozit bir malzemenin üretilebileceği (Tuna Kayılı, 2016) deneysel çalışmalarla kanıtlanmıştır.

2021 yılında organik atıkların yapı malzemesi üretiminde kullanılabileceğini öngören bir çalışmada, tarımsal atıkların yapı malzemesi olarak kullanılması üzerine deneyler yapılmıştır. Çalışmanın amacı tarım endüstrisinde oluşan yüksek miktarda kalıntı ve atıkların yakılması veya çöpe atılmasından ziyade geri dönüştürülerek yapı sektöründe yeniden kullanılabilirliğini araştırmaktır. Bu kapsamda birtakım deneylerin yapıldığı çalışma sonuçlarına göre, deneyde kullanılan tarımsal kuruyemiş atıklarının fiziksel ve mekanik özellikleri değerlendirilmiş olup, yapı malzemesi üretiminde bir potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir. Şekil 28’de çalışma kapsamında yapılan deneyde kullanılan atıklar, alınan kaynaklar ve atıkların değerlendirilmesi verilmiştir. Buna göre tuğla, harç ve beton gibi üç grup malzeme üretimi hedeflenmiştir. Kuruyemiş atıklarının karıştırılarak üretildiği tuğla, harç ve betonun fiziksel özellikleri belirlenerek yönetmelikte bulunan ilgili standartlar ile karşılaştırılmıştır. Araştırmacı tarafından literatürde gözden geçirilen

bilgilere göre, kuruyemiş atıklarıyla geliştirilen malzemelerin çoğu standartlara uygundur ve kullanımı yaygın olan geleneksel inşaat malzemeleri yerine kullanılabilecek potansiyele sahip malzemelerdir (Jannat vd., 2021).



Şekil 28. Kabuklu kuruyemiş atıklarından yapı malzemelerinin elde edilme süreci (Jannat vd., 2021)

1.7. Mimari Yapılarda Geri Dönüştürülmüş Malzeme Kullanımının Avantaj ve Dezavantajları

Herhangi bir malzeme kullanımında olacağı gibi, geri dönüştürülmüş malzeme kullanımının da her zaman bir avantajı ve dezavantajı olacaktır. Mimari yapılarda geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı tercih edilirken tasarımcının bu malzemeleri tercih etmede sahip olacağı avantajları veya karşılaşacağı dezavantajlı durumları bilmesi daha sağlam, çevreci ve ekonomik kararlar vermesini sağlayacaktır. Tasarımcıya bir rehber olması amacıyla mimari yapılarda geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin kullanımının avantaj ve dezavantajları bu başlık altında derlenmiştir.

Dünya’da oluşan atıklar arasında en büyük paya inşaat ve yıkım atıkları sahiptir. İnşaat ve yıkım atıklarının miktarı ve içerdiği malzeme çeşitliliği bu atıkların geri dönüşüm sektörü açısından potansiyel bir kaynak olmasına sebep olmaktadır. İnşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşümünde en yaygın kullanılan yöntemlerden biri atıkların agrega olarak yeniden kullanılması şeklindedir ve bu kullanım çevrenin ve kaynakların korunumunda önemli bir rol oynamaktadır (Abdelshafy & Walther, 2022). Çünkü sürekli yeni yapıların inşa edildiği düşünüldüğünde inşaat sektöründe agrega ihtiyacı zamanla artmaktadır. Örneğin 2014 yılında betonarme yapılar için kişi başına düşen agrega ihtiyacı Avrupa Birliği’nde 5.2 ton, ABD’de 9 ton ve Çin’de 12 ton olmuştur (Hackenhaar vd.,

2019). Aşağıda inşaat ve yıkım atıkları başta olmak üzere atıkların geri dönüştürülerek mimari yapılarda kullanımının avantajları maddeler halinde sıralanmıştır:

- Hazır beton üretim sürecinde kullanımının artması adına inşaat sektörü kendi atıklarını üretim sürecine tekrar dahil etmek için enerji ve kaynak yatırımı yapmaktadır (Fraile-Garcia vd., 2017).
- Mermer atığının beton harcında çimento yerine kullanılması üzerine yapılan bir çalışmada, farklı oranlarda ince atık mermer tozu beton harcına katılmıştır. Çimento miktarının %5, %10, %15, %20 ve %25'i oranında ince atık mermer tozu ile 28 gün süreli kür süresinde yapılan harç karışımlarına ilişkin veriler toplanmıştır. Toplanan verilerde ince atık mermer tozu oranı arttıkça tek eksenli basınç dayanımı değerlerinde azalma kaydedilmiştir. Buna rağmen çimentonun %25'ine kadar atık mermer tozuyla çimento miktarı değiştirildiğinde tek eksenli basınç dayanımının 43 MPa değerinin biraz üzerinde olan bir basınç dayanımı değerinde, yapılarda da kullanılabilen harçlar elde edilmiştir. Atık mermer tozunu azami miktarda kullanabilmek çevre kirliliğinin azalmasını sağlayacaktır (Lezzerini vd., 2022).
- Yapı malzemelerinin geri dönüşümünün verimli bir şekilde tasarım ve uygulama süreçlerinin tümünde teşvik edilmesinde, ekonomik sonuçlar önemli bir rol oynamaktadır. Bu sebeple daha ekonomik durumlarla sonuçlanan avantajlı durumların öne çıkarılması önemlidir. Geri dönüşümün daha fazla zaman aldığı ancak daha ekonomik olduğu durumlar olabilir. İnşaat ve yıkım işlerinden elde edilecek tüm atıkların depolama alanlarına taşınmasından ziyade malzemelerin olduğu yerde tasnif edilmesi veya tamamen toplanıp ayrıştırıldıkları bir tesise gönderilmesi şeklinde yönetimi geri dönüşüm sektörü için daha verimli bir yöntemdir. Yüklenicilerin, inşaat ve yıkım atıklarının bu şekilde yönetimini tercih ettiklerinde depolama ücretlerinden tasarruf etmesi ve hükümet tarafından sağlanan birtakım teşviklerden yararlanması sağlanmaktadır. Örneğin Massachusetts'te beton blokların depolama alanlarına götürülerek bertaraf edilmesi için ton başına yaklaşık 140 dolar alınmaktadır. Aynı malzemeyi geri dönüştürmenin bedeli ise yalnızca 21 dolardır. Betonun yanında alçıpan, metal ve camın maliyetleri de düşünülecek olursa, bir projede projenin boyutuna bağlı olarak binlerce dolar tasarruf edilebilir. Bir de Ohio'nun Columbus şehrindeki Lazarus binasının yenileme çalışmalarında neredeyse 5000 pound çelik, 2000

pound beton ve Ohio depolama alanlarındaki enkaz atıklarından elde edilen yüklü miktarda zemin kaplaması, tavan kaplaması ve çeşitli ahşap malzemeler geri dönüştürülerek kullanılmıştır. Bu yoğun geri dönüşüm süreci sayesinde, Lazarus binasının yenilenmesinde 25 milyon dolardan fazla tasarruf sağlanmıştır (Overstreet, 2023).

- Yeniden kullanılan veya geri dönüştürülmüş inşaat malzemeleri ile inşaat malzemelerinin geri dönüşümü sayesinde, birincil kaynaklardan üretilen malzemelere kıyasla atmosfere salınan zararlı karbon gazı yayılımı azalmaktadır (Liu & Leng, 2022).

Atıkların geri dönüşümü potansiyel olarak ekonomik ve çevresel faydalar barındırır dahi, binaların yıkımı, yıkım atıklarının ayrıştırılması, taşınması, işlenmesi ve yeni malzemelere dönüştürülmesi süreçleri için dikkate alınması gereken lojistik maliyetler ve çevresel etkiler bulunmaktadır.

Kimyasal yöntemlerle geri dönüştürülemeyen malzemeler için, fiziksel yöntemlerle geri dönüşüm sağlanabilmektedir. Malzemenin veya ürünün ufalanarak, sıkıştırılarak dolgu malzemesi olarak kullanılması, olduğu haliyle mimari yapılarda cephede bir kaplama elamanı olarak yeniden kullanılması gibi durumlar, fiziksel yöntemlerle geri dönüşüme birer örnektir. Örneğin bir yapıdan elde edilen pencerelerin veya mutfak dolaplarının yeniden kullanılması, yıkım atıklarının kırılarak ufalanması ve aynı inşaatda dolgu malzemesi olarak kullanılması asgari düzeyde yöntemler kullanılarak sonuçlanabilirken, yıkım atıklarından elde edilen atıkların geri dönüşüm tesislerine gönderilerek burada fiziksel ve kimyasal işlemlerden geçerek geri dönüştürülmesi ve ilgili malzeme üretim tesislerine gönderilerek yeni bir malzeme olarak ekonomiye tekrar kazandırılması daha fazla yöntem ve maliyet ile mümkün olmaktadır. Ayrıca Braungart & McDonough, çoğu geri dönüşüm sürecinin zamanla malzemenin kalitesini azalttığını öne sürmektedir (20). Aşağıda atıkların geri dönüştürülerek mimari yapılarda kullanımının dezavantajları maddeler halinde sıralanmıştır:

- 2021’de yayımlanan bir yüksek lisans tezinde atık kauçuğun beton üretiminde kullanılması araştırılmıştır. Bu kapsamda hazırlanan beton numunelerinde kullanılan kauçuk miktarı artırıldıkça beton yüzeyinde çatlak oluşumları gözlemlenmiştir (Abo Gheda, 2021).
- Atık betonlar kullanılarak elde edilen agregaların betonda kullanılmasıyla yapılan bir araştırmada, birincil kaynaklardan elde edilen agregaların kullanıldığı betonlar,

atık agregaların kullanıldığı betonlarla karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre kullanılabilir beton numuneleri elde edilse de betonda atık agrega oranı arttıkça betonun dayanıklılığının düştüğü görülmüştür (Calixto vd., 2022).

- Yapılan bazı çalışmalarda, geri dönüştürülmüş malzemelerin agrega olarak kullanımının mümkün olduğu kanıtlanmıştır. Ancak kullanılan atık malzemenin beton içerisindeki oranı, agregaların safsızlıklar içermesi veya atık malzemenin cinsinin betondaki dayanım özelliklerini olumsuz yönde etkileyebileceği görülmüştür (Altun & Oltulu, 2020; Alwaeli vd., 2019; Halbiniak vd., 2019; Jang & So, 2020; Jaskowska-Lemanska, 2019; Miraldo vd., 2021).

Bu bölümde verilen bilgilere göre, geri dönüştürülmüş malzeme kullanımının avantaj ve dezavantajları aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir. Buna göre geri dönüştürülmüş malzeme kullanımının avantajları:

- Hammadde kaynaklarının korunumu
- Oluşan atık yığınının azalması
- Depolama alanlarının daha az kullanılması ile doğada daha fazla alan kazanımı ve toprağa, havaya, suya karışan zararlı maddelerin, kirliliğin azalması
- İş kolu oluşturması
- Yerel kaynaklardan elde edilen malzeme kullanımı sayesinde o bölgedeki ekonomiye olumlu katkı sağlaması
- Karbon ayak izinin azalması. Üretimden, nakliye masraflarının ve taşımacılıktan kaynaklı muhtemel zararlı gaz yayılımının azalması
- Enerji tasarrufu olarak sıralanmaktadır.

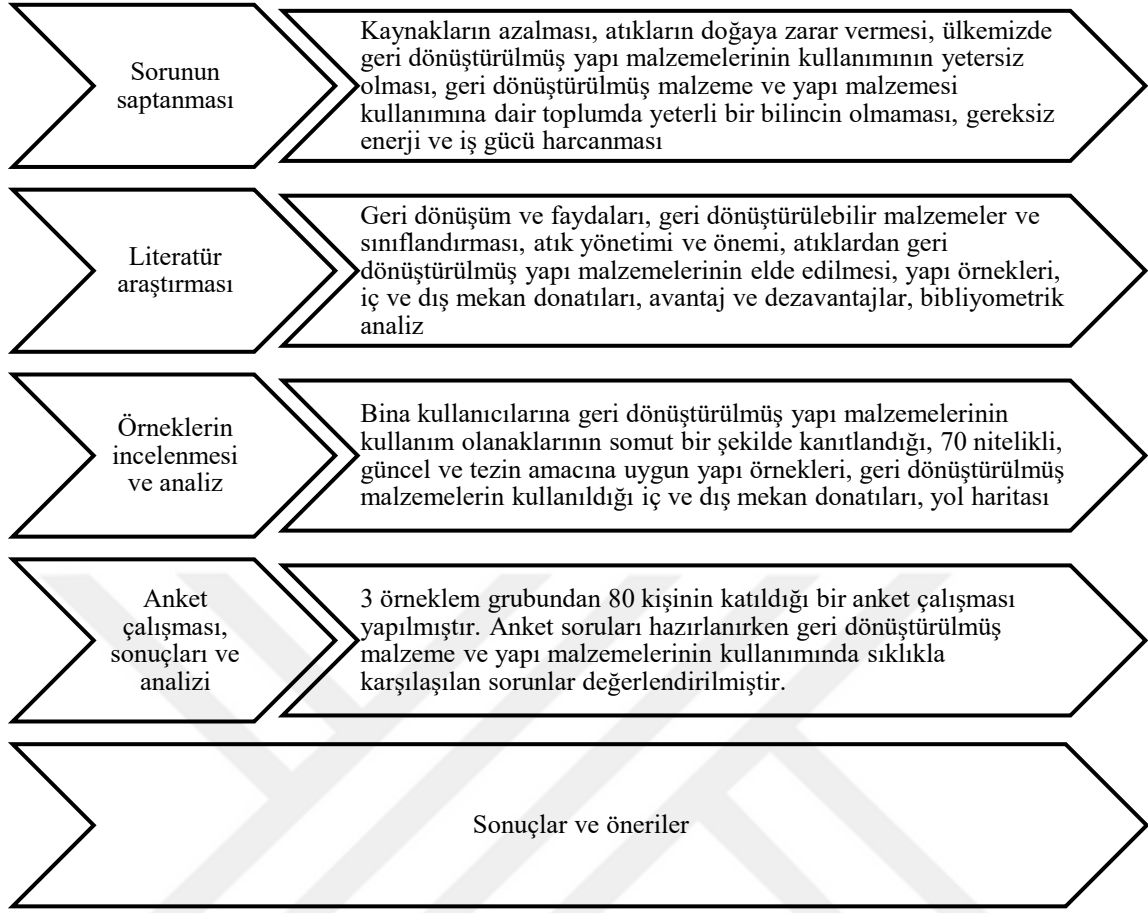
Geri dönüştürülmüş malzeme kullanımının dezavantajları ise:

- Düşük dayanıklılık
- Oluşan yeni ürünün her zaman hammaddeden elde edilen ürüne göre aynı istenilen sonuçları vermemesi
- Ekonomik sebepler
- Karbon ayak izinin artması
- Farklı bileşime sahip malzemelerin geri dönüşümünün zor olması veya hiç olmaması
- Geri dönüştürülmüş malzeme pazarının yaygın olmaması olarak sıralanmaktadır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Yöntem

Bu tezin amacı, mimari yapılarda geri dönüştürülmüş yapı malzemesi kullanımının yaygınlaşmasını sağlayarak, birincil hammadde kaynaklarına olan talebi azaltmak ve toplumdaki çevre bilincini artırmaktır. Çalışma 3 aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada Web of Science (WOS) veri tabanı ve YÖK Ulusal Tez Merkezi Veri Tabanı verileri kullanılarak kapsamlı bir literatür araştırması ve bu araştırmaya dayalı bibliyometrik bir analiz gerçekleştirilmiştir. İkinci aşamada, geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin mimari yapılarda kullanım örnekleri ile geri dönüştürülmüş malzemelerin iç ve dış mekân donatılarında kullanım örnekleri incelenmiş ve analizleri yapılmıştır. Bunun amacı okuyucuya mimari yapılarda ve günlük hayatta geri dönüştürülmüş yapı malzemesi ve malzemelerin kullanımının ne kadar yaygın olduğunu kanıtlamaktır. Kullanım örneklerinin incelenmesinin ardından 3. aşamada, akademisyen, alanında uzman kişiler ve bina kullanıcılarından oluşan 80 kişilik 3 örneklem grubu ile temelde 3 sorudan oluşan bir anket çalışması yapılmıştır. Anket çalışmasının amacı örneklem grupları içerisindeki katılımcıların geri dönüştürülmüş malzeme bilgisi ile geri dönüştürülmüş malzeme ve yapı malzemesi kullanımı hakkındaki fikirlerini öğrenip bunları analiz etmektir. Ayrıca anket çalışmasından elde edilen veriler kullanılarak Türkiye’deki durum, bilgi seviyesi, eksiklikler vb. sorunlar tespit edilmeye çalışılmıştır. Son olarak anket çalışmasının sonuçları değerlendirilmiş ve analiz edilmiştir. Literatür, yapı analizleri ve anket çalışmasından elde edilen sonuçlardan faydalanılarak tez çalışması sonucunda konu ile ilgili bir yol haritası oluşturulmuştur. Yol haritası ile okuyuculara konu ile ilgili özet bilginin etkili bir şekilde aktarılması hedeflenmiştir. Şekil 29’ da çalışmanın yöntemi maddeler halinde özetlenmiştir.



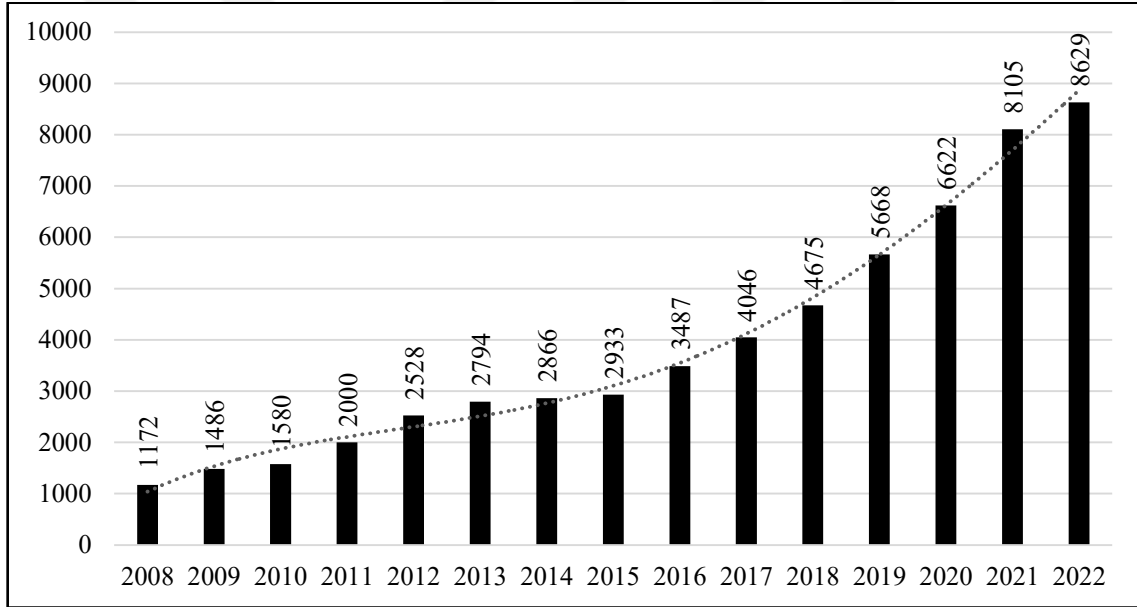
Şekil 29. Çalışmanın yöntemi

2.2. Literatür Araştırması

Bu tezin hazırlanması sürecinde farklı birçok kaynaktan yararlanılmıştır. Tezin özgünlüğüne atıfta bulunmak, geri dönüştürülmüş malzemelerin mimarlık alanında ve mimari yapılarda kullanımının bilim dünyasındaki yerini göstermek adına bibliyometrik analiz hazırlanarak bu başlık altında incelenmiştir. Bibliyometrik analiz için ülkemizde bulunan YÖK Ulusal Tez Merkezi Veri Tabanında ‘geri dönüştürülmüş malzeme, atık malzemeler’ anahtar kelimeleri ile ‘tümü’ aranılacak alanda arama yapılarak ulaşılan tezler ile Web of Science veri tabanında bulunan ‘recycled materials (geri dönüştürülmüş malzemeler)’ anahtar kelimesiyle arama yapılarak ulaşılan yayınlar incelenmiştir. Web of Science veri tabanından bibliyometrik analiz için incelenen yayınlar, yayımlanan ilk yayından 2023 yılına kadar (09.09.2023) olacak şekilde sınırlandırılmıştır.

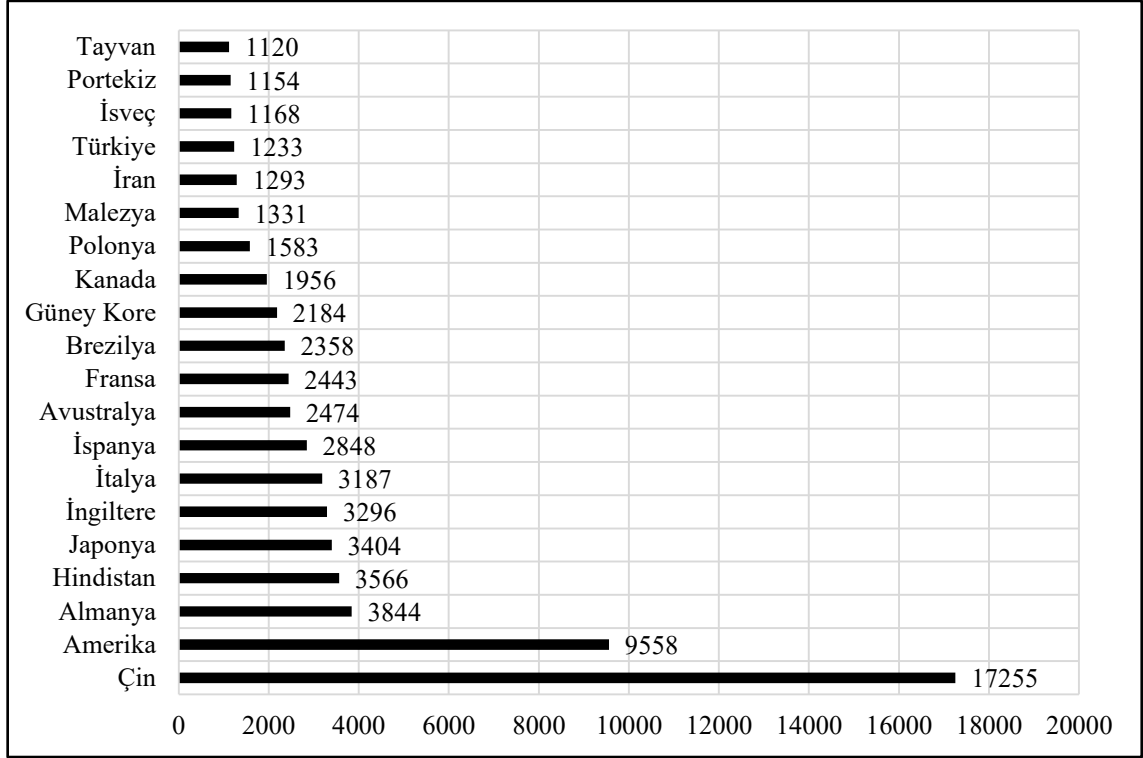
Web of Science veri tabanında ‘recycled materials’ anahtar kelimesi kullanılarak yılların tümünde ve tüm alanlarda arama yapılmıştır. Yapılan arama sonucunda toplam

69.307 yayının sisteme kayıtlı olduğu görülmüştür. 2023'e kadar yayımlanan yayınlar arasında son 15 yılda yayımlanan yayınların yıl bazında nicel dağılımı Şekil 30'da gösterilmiştir. 2008 yılından itibaren 2023 yılına kadar yapılan çalışmaların sayısında devamlı bir artış gözlenmiştir. 2008 yılında 1172 olan çalışma sayısı 5 yıl içinde iki katından biraz fazla artarak 2012 yılında 2528 olmuştur. Bu sayı 2017 yılında neredeyse iki katına çıkarak 4046 olmuştur ve 2017'den sonra hızla yükselip 2022 yılında 8629 olmuştur. 2008'de 1172 ile başlayan yayın sayısı yaklaşık 7,5 kat artarak 2022 yılında 8629'a ulaşmıştır. Bu sonuç geri dönüştürülmüş malzemeler ile alakalı çalışmaların sürekli olarak arttığını, özellikle son yıllarda geri dönüştürülmüş malzemeye olan alanın karşılaştırmalı olarak arttığını göstermektedir.



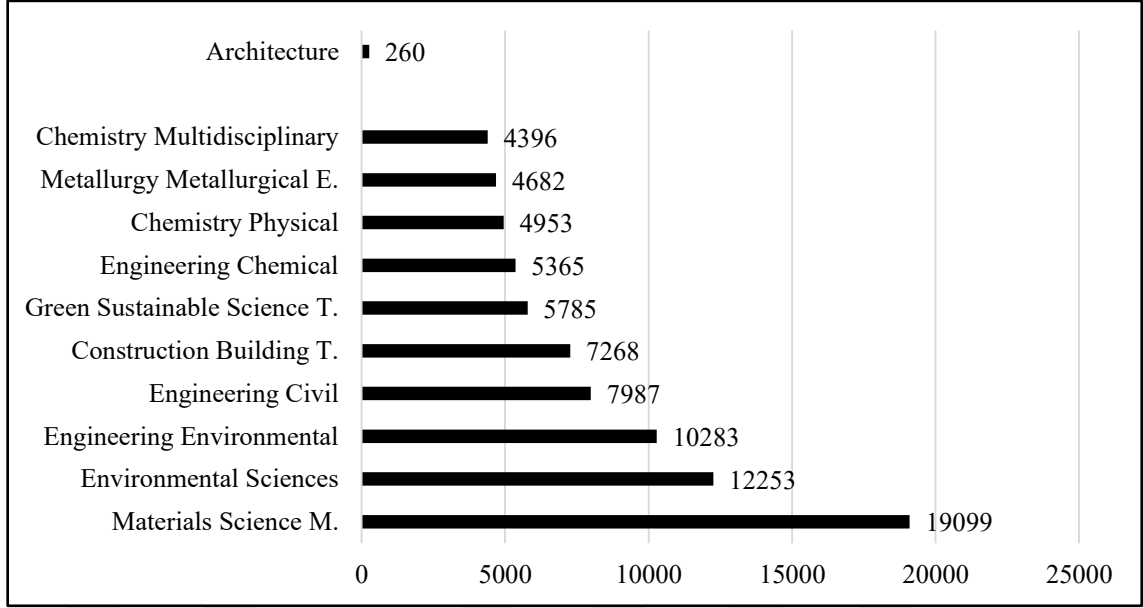
Şekil 30. Web of Science veri tabanında yayımlanan yayın sayısının yıl bazında nicel dağılımı

Şekil 31'de tüm alanlarda yapılan aramalar sonucu yayınların son 15 yılda en çok yayımlandığı ilk 20 ülkenin, yayın sayısına göre analizi gösterilmiştir. Birinci sırada Çin bulunmaktadır ve çalışmaların yaklaşık %25'ini Çin'de yayımlanan yayınlar oluşturmaktadır. İkinci sırada yaklaşık %14 ile Amerika bulunmaktadır. Sonrasında gelen 5 ülkede yayımlanan yayınların oranları %4,6 ile %5,5 arasında değişmektedir. Türkiye %1,8 ile 17. sırada bulunmaktadır.



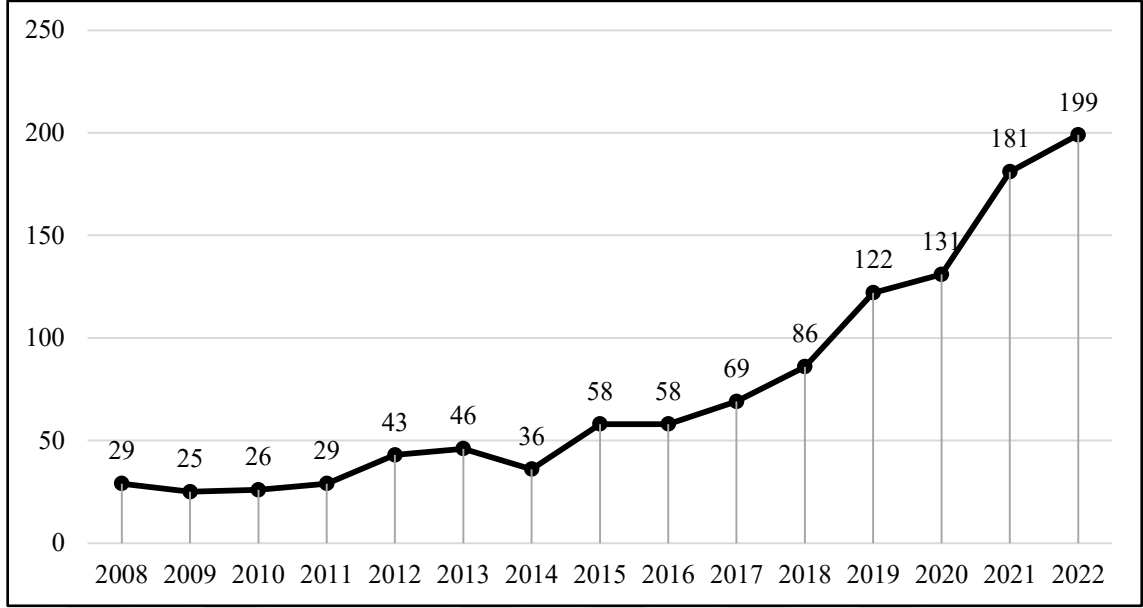
Şekil 31. Web of Science veri tabanında yayımlanan yayın sayısının en çok olduğu ilk 20 ülkenin analizi

Şekil 32’de yayınların alt kategori sınıflandırmalarına göre yıl sınırı olmaksızın nicel dağılımı gösterilmiştir. En çok malzeme bilimi alanında çalışma yayımlanmıştır ve çalışmaların tümünün %27,5’ini oluşturmaktadır. İnşaat mühendisliği ile inşaat ve yapım teknolojileri alanında yayınlanan çalışmalar tüm çalışmaların %10,5 ile %11,5’ini oluşturmaktadır. Mimarlık alanında yayımlanan çalışmaların oranı yalnızca %0,4 olmuştur.



Şekil 32. Web of Science veri tabanında yayımlanan yayın sayısının seçili kategoriler bazında nicel dağılımı

Geri dönüştürülmüş malzemeleri konu alan çalışmalar arasında 2023 yılına kadar Türkiye’de yayımlanan çalışmaların sayısı 1233 olmuştur. Türkiye özelinde 2008 ile 2022 arasındaki 15 yıla ait çalışmaların nicel dağılımı Şekil 33’te gösterilmiştir. Buna göre 2008’den 2022’ye sürekli bir artış olmadığı, farklı yıllar arasında azalma olduğu görülmüştür. Bununla beraber nihayetinde 2008 yılından 2022 yılına kadar yaklaşık %15 artış gözlenmiştir.



Şekil 33. Web of Science veri tabanında, geri dönüştürülmüş malzeme üzerine Türkiye’de yapılan çalışmaların yıllar bazında gösterimi

Web of Science veri tabanında mimarlık kategorisinde yayımlanan 260 yayın arasından en alakalı ve en güncel 25 yayın seçilerek bu yayınlar daha detaylı incelenmiştir. İncelenen yayınların kısa özetleri çıkarılarak Tablo 16’da bu özetlere yer verilmiştir.

Tablo 16. Web of Science veri tabanında bulunan yayınların özetleri

Yazar	Konu
Giuseppe Trinchese, Alessia Verniero, ve Gregorio García López de la Osa (Trinchese vd., 2022)	Çalışma kapsamında incelenen örnek binanın yıkımından arta kalan betonun, dış mekân yer zemininde parke taşı olarak kullanılabilirliği laboratuvar testlerinde değerlendirilmiştir. Deney sonuçlarında elde edilen yıkıntı beton atıklarının granülometrisi, beton atıklardan üretilen malzemelerin, araç sürülmeyen yollarda döşeme kaplaması veya binaların farklı alanlarında kaplama malzemesi olarak kullanımına uygun olduğunu göstermiştir.
TamilSalvi Mari, Jin Liew ve Veronica Ng (Mari vd., 2023)	Sütunlu yapıların inşasında yenilikçi malzeme ve inşaat yapım tekniklerini kullanmayı etkileyen tercihler üzerine mimarlar ile görüşmeler gerçekleştirmiştir. Görüşme yapılan mimarlar, sütunlu yapıların inşasını teşvik etmek amacıyla geri dönüştürülmüş malzeme kullanımını önermiştir. Bununla birlikte karma geri dönüştürülmüş malzemelerin daha yüksek yapısal özelliklere ve işleve sahip olduğu için daha tercih edilebilir olduğunu da ifade etmişlerdir.
Mónica Alexandra Muñoz Veloza, Maria Caterina Dadati, Roberto Giordano ve Lorenzo Savio (Muñoz Veloza vd., 2022)	COVID 19 pandemi sonrası şehirlerin bu tür hastalıklara karşı kırılgan olduğunu ve sebebin yeşil alanların eksikliği, yüksek kirlilik seviyeleri ve artan aşırı insan nüfusunun kentsel ısıyı artırması olduğunu belirtmiştir. Çalışma kapsamında, şartların makul olmadığı mahallelerde kullanılmak üzere düşük teknoloji ve düşük maliyetli iki iklimlendirme sistemi üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu sistemlerin temel düzeyde binalarda, kapsamlı düzeyde mahallelerde fayda sağlayacak şekilde geri dönüştürülmüş malzeme içerikli üretilmesi hedeflenmiştir.
Ke Liu, ve Jiawei Leng (Liu & Leng, 2022)	Çin’de yayımlanan bir makalede, binalarda düşük karbon gazı yayılımlarının sağlanması için örnek bir bina üzerinden öneriler sunulmuştur. Makalede elde edilen verilere göre malzeme üretiminden kaynaklanan karbon gazı yayılımlarının malzeme taşımacılığından çok daha yüksek olduğu, betonarme binalarda çelik ve betonun en fazla karbon gazı yayılımı yapan malzemeler olduğu hesaplanmıştır. Sonuçlara göre inşaat malzemelerinin yeniden kullanımı ve geri dönüştürülmesi karbon gazı yayılımlarının azaltılmasında öncelikli olarak değerlendirilmesi gerektiği önerilmiştir.
Jeffersson Calixto, Doris Esenarro, Willie Rojas ve Ciro Rodriguez (Calixto vd., 2022)	Konferans bildirisi araştırmasında, çevre kirliliğinde başı çeken sebeplerden biri olarak gösterilen inşaat ve yıkıntı atıklarının, geri dönüştürülmüş malzeme olarak kullanılmasını amaçlamışlardır. Sonuçlara göre beton hazırlanırken kullanılan geri dönüştürülmüş agrega oranı arttıkça betonun dayanıklılığının düştüğü görülmüştür. Buna rağmen kullanılacak yere göre güvenlik faktörünü geçen, yeterli basınç dayanımına ulaşan bir beton elde edilebileceği kaydedilmiştir.
Merve Tuna Kayılı ve Gülser Çelebi (Tuna Kayılı & Çelebi, 2021)	Araştırma makalesinde, demir çelik endüstrisinde ortaya çıkan atık yüksek fırın baca tozu ve plastik endüstrisinden oluşan plastik atıklar kullanılarak sürdürülebilir kompozit bir malzeme üretilmesine odaklanılmıştır. Geri dönüştürülmüş düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) için fırın baca tozu dolgu malzemesi olarak kullanıldığında, üretilen malzemenin, epoksi, poliüretan gibi polimer bazlı kompozit zemin kaplama malzemelerine göre daha az gömülü enerjiye sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca kompozit malzemenin suya zararlı malzeme yayılımı yapmadığı ve toplamda daha az uçucu organik bileşik içerdiği görülmüştür. Bu sonuçlar itibarıyla üretilen kompozit malzemenin, yapılarda zemin kaplaması olarak kullanıldığında hammadde tasarrufuna, iç mekân hava kalitesine ve geri dönüşüme katkı sağlayabileceği önerilmiştir.
Figen Çelik ve Şayeste Tülin Görgülü (Çelik & Görgülü, 2021).	‘Havalimanı Terminal Binalarında Sürdürülebilirliğin LEED Sertifikası Çerçevesinde İrdelenmesi’ adlı makaleye göre, yeşil bina derecelendirme sistemlerinden LEED sertifikası alabilmek için mevcut kriterlerden bazıları inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüştürülmesi ve geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı ile alakalıdır. Makalede verilen bilgilere göre, LEED sertifikasına sahip San Francisco Uluslararası Havalimanı Terminal 2 Binası inşa edilirken inşaat ve yıkıntı atıklarının %90’ı geri dönüştürülerek tekrar kullanılmıştır. Ayrıca Adnan Menderes Havalimanı Terminal binası inşaat atıklarının %95’i inşaat sahasında dolgu olarak kullanılmıştır. Bununla birlikte eski terminal binasından çıkan mekanik, elektronik malzeme ve birtakım ekipmanlar farklı havalimanlarında kullanılmak üzere demonte edilmiştir.

Tablo 16'nın devamı

Yazar	Konu
Alexandre Carbonnel, Hugo Pérez, María Ignacia Lucareza, Daniel Escobara, María Paz Jiménez, Dayana Gavilanes (Carbonnel vd., 2021).	İnşaat malzemelerinin geliştirilmesi adına plastiklerin ileri dönüşümünün çalışıldığı bu deneysel araştırmaya göre, fotokatalitik potansiyele sahip geri dönüştürülmüş polietilen tereftalatın (PET), inşaat ve mimarlık sektöründe kullanılabilecek malzeme üretimi olarak yeterince değerlendirilmediği vurgulanmıştır. Deney sonuçlarında kimyasal katkılı geri dönüştürülmüş PET'in fotokatalitik özelliği sahip olduğu görülmüştür.
Muhammet Gökhan Altun, Meral Oltulu (Altun & Oltulu, 2020).	Birincil kaynaktan üretilen agrega yerine geri dönüştürülmüş agrega kullanımının çevreye olan katkısına vurgu yapılan çalışmada, geri dönüştürülmüş agregaya eklenen polipropilen ve çelik liflerin, agregaların mekanik özelliklerine olan etkisi incelenmiştir. Beton üretiminde kullanılan iri agregalara farklı oranlarda eklenen geri dönüştürülmüş agrega miktarı arttıkça mekanik özelliklerde azalma görülmüştür. Sonuçlara göre geri dönüştürülmüş agrega miktarı azaltılıp polipropilen ve çelik liflerin birlikte eklendiği durumlarda beton, karşılaştırmalı olarak en iyi mekanik performansı göstermiştir.
Ester Pujadas-Gispert, Mohammed Alsailani, K.C.A. van Dijk, A.D.K. Rozema, J.P. ten Hoope, C.C. Korevaar, S.P.G. Moonen (Pujadas-Gispert vd., 2020)	İnşaat sektöründeki enerji tüketiminin iyileştirilme potansiyelinin yüksek olduğuna vurgu yapılan bu çalışmada, havalandırılmalı cephenin tasarım, inşaat ve ısı performanslarının değerlendirilmesi rapor edilmektedir. Cephenin kaplama malzemesi farklı malzemelerle birlikte geri dönüştürülmüş kumaş içermektedir. Değerlendirilen cephe tasarımının yazların sıcak, kışların ılıman geçtiği yerlerde umut vadettiği görülmüştür.
Faiz Uddin Ahmed Shaikh, Anwar Hosan, ve Wahidul K. Biswas (Shaikh vd., 2020)	Betonarme üretiminde geri dönüştürülmüş agregaların farklı oranlarda kullanımını inceleyen araştırma makalesinde, ekolojik çevreye olumlu yönde etkili olabilecek bir oran bulunmuştur. Maliyet olarak daha ekonomik olan bu yöntem ile çevreye olan zararlı etki azaltılabilecektir. Makalede ayrıca bu oran ile betonarme üretimi sayesinde yeni iş imkanları sunulacağı, hammadde kaynak korunumu ve biyolojik çeşitliliğe katkı sağlanacağı belirtilmiştir.
Hongseok Jang, Seungyoung So (Jang & So, 2020)	Çalışma kapsamında sera gazı yayılımlarının bir ürünü olan granül fırın cürufunun beton üretiminde farklı oranlarda çimento yerine kullanılması deneysel olarak incelenmiştir. Deneyin amacı, uygun bir aktivatör miktarıyla fırın cürufu kullanımı ile yüksek dayanımlı buhar kürlü beton üretiminde çimento miktarının azaltılmasıdır. Bu kapsamda hem çevresel hem ekonomik olarak daha uygun bir oran keşfedilmiştir.
Mihkel Soolepp, Aime Ruus, Nele Nutt, Jane Raamets ve Ardo Kubjas (Soolepp vd., 2020)	Çalışma kapsamında atık kağıtların geri dönüştürülerek sıva yapımında kullanılması araştırılmıştır. Araştırma sürecinde farklı üretim yöntemleri ve kâğıt çeşitleri ile numuneler elde edilerek bu numunelerin higrotermal özellikleri incelenmiştir. Buna göre buruşturma tekniği ile yazıcı kağıdından üretilen kâğıt sıvanın özellikleri en iyi sonucu vermiştir.
Fadai A., Stephan D. (Fadai & Stephan, 2019)	Birincil yapıların ekolojik performanslarını ve geri dönüşüm potansiyellerinin incelendiği bir konferans bildirisinde, malzeme ve bileşen seçiminde malzemenin diğer özelliklerinin yanında geri dönüşüm yöntemi ve yeniden kullanılabilirlik özelliği de önemli olduğu bildirilmiştir. Bu sebeple planlamanın en başında çevreci, geri dönüştürülmüş malzemelerin seçiminin hesaba katılmasının önemli olduğu vurgulanmıştır.
I C Hackenhaar, R P Waskow, R Tubino ve A Passuello (Hackenhaar vd., 2019)	Brezilya'da bina yaşam döngüsü sona erdiğinde oluşacak inşaat ve yıkım atıklarının değerlendirilmesine öneri sunulmasıyla alakalı hazırlanan bir konferans bildirisinde, inşaat ve yıkım atıklarının kaba, ince ve karışık agrega olarak değerlendirildiğinden bahsedilmektedir.

Tablo 16'nın devamı

Yazar	Konu
F Heisel, K Schlesier ve D E Hebel (Heisel vd., 2019)	Geri dönüştürülmüş ve yeniden kullanılmış malzemelerin döngüsel olma potansiyelini inşaat sektörü üzerinde inceleyen konferans bildirisinde Almanya'da bir pavilyon yapısı incelenmiştir. Pavilyon binası yapımında geri dönüştürülmüş cam ve yeniden kullanılmış çelik taşıyıcılar kullanılmıştır. Yapı hizmet ömrünü tamamladığında yeniden sökülebilir özelliktedir ve kullanılan elemanlar döngüsel sistemde yeniden yapı inşasında kullanılabilir olacaktır.
K Huang, T Ding, J Xiao ve A Singh (Huang vd., 2019)	Konferans bildirisinde bina yıkım sürecindeki işlemlerin, geri dönüştürülmüş agregalarda doğal agregalarla karşılaştırıldığında daha düşük özelliklere sahip olduğundan bahsedilmiştir. Bu özellikler daha düşük yoğunluk, daha yüksek gözeneklilik, silt içeriği, su emme kapasitesi ve kırılma indeksi özellikleridir. Bildirinin devamında geri dönüştürülmüş agregaların üretimindeki güncel, iyileştirilmiş yöntemlerden bahsedilmektedir; fiziksel, kimyasal, karbonlaştırma ve nano teknoloji.
D Schwede (Schwede, 2019)	Konferans bildirisinde, yapı bilgi modellemesinde (BIM) geri dönüştürülebilirliğin optimizasyonu için yazarın deyimiyle yapılan 'RecyclingGraph' uygulaması tartışılmıştır. Bu uygulamada yapıların ve yapı bileşenlerinin geri dönüştürülme yeteneği değerlendirilmektedir.
J Xiao, A D Singh, Z Duan, Y Pan ve J Qin (Xiao vd., 2019)	Geri dönüştürülmüş betonun gelişimi üzerine hazırlanan konferans bildirisinde, şehirleşmeyle birlikte artan inşaat ve yıkım atıklarından geri dönüştürülmüş agregaların elde edilip bunlarla geri dönüştürülmüş beton elde edilmesinin çevreci malzeme kullanımında ve sürdürülebilir inşaat sektöründe önemli bir yeri olduğundan bahsedilmektedir.
Mohamed Alwaeli, Jacek Golaszewski, Jan Pizon, Ada Andrzejewska, Patryk Szwan, Karolina Ceglaz, Wojciech Buchta, Tomasz Jachnik ve Jakub Złotos (Alwaeli vd., 2019)	Döngüsel ekonomi konseptine uygun olarak metalurji endüstrisinden ortaya çıkan çamur karışımı şeklinde atığın beton agregalarında kumun yerine kullanımını tartışan konferans bildirisinde, metalurjiden elde edilen çamurumsu atığın %30 oranında kum ile değişiminde beton üretilebileceği belirtilmektedir.
Jacek Halbiniak, Bogdan Langier ve Maciej Major (Halbiniak vd., 2019)	Daha önce parçalanmış seramik saksı atıklarının beton karışımında kullanılmasıyla oluşan dayanım özelliklerinin incelendiği bir çalışmanın sonuçlarının tartışıldığı konferans bildirisinde, çimento ağırlığında %10 ve %20 oranında seramik tozu içeren betonların, seramik tozunu içermeyen kontrol betonuna göre daha yüksek basınç dayanımına sahip olduğu belirtilmektedir.
Justyna Jaskowska-Lemanska (Jaskowska-Lemanska, 2019)	Safsızlık içeren geri dönüştürülmüş agregaların özelliklerini analiz etme adına hazırlanan konferans bildirisinde safsızlık içermeyen geri dönüştürülmüş agrega kontrol grubu ile %5 oranında farklı malzemelerle safsızlık içeren geri dönüştürülmüş agrega içeren beton bloklar hazırlanmıştır. Sonuçlara göre safsızlık içeren geri dönüştürülmüş agregalarla üretilen beton numunelerinin, safsızlık içermeyen geri dönüştürülmüş agregalarla üretilen beton numunelerine göre daha az basınç dayanımına sahip olduğu belirtilmektedir.
Roman Kinasz, Vitaliy Bilozir, Roman Shmyh, Volodymyr Bilozir ve Ivanna Bidenko (Kinasz vd., 2019)	PET şişelerin granül haline getirilerek beton karışımı içerisinde kullanılmasıyla elde edilen betonların eğilme mukavemet değerlerinin karşılaştırıldığı konferans bildirisinde, %1,5 oranından %15'e kadar artırılan PET granül oranıyla birlikte beton numunelerinde eğilme mukavemetinin arttığı görülmektedir.
Mohammed Seddik Meddah (Meddah, 2019)	Pencere atıklarının ince agrega olarak beton içerisinde kum yerine kullanılmasını tartışan konferans bildirisinde, hazırlanan beton numunelerinin ilk hali ile katılmış halinin özellikleri karşılaştırılmıştır. Atık camlar kum yerine kullanılırken %10, %20 ve %30 oranlarında değiştirilmiştir. Basınç, eğilme ve kopma mukavemetlerinde azalış gözlemlenirken betonun gözenekli yapısı ile su emme kapasitesinde artış gözlemlenmiştir.

Tablo 16'nın devamı

Yazar	Konu
Gilberto Martinez-Arguelles, Margareth Dugarte Coll, Luis Guillermo Fuentes Pumarejo, Edgar Humberto Sanchez Cotte, Hugo Rondon, Carlos Albeiro Pacheco, Julian Yepes Martinez ve Ricardo Gabriel Lagares Espinoza (Martinez-Arguelles vd., 2019)	Bu konferans bildirisinde, sıcak asfalt karışımında doğal agrega yerine geri dönüştürülmüş beton agregalarının kullanılması durumunda beton agregaların potansiyel özellikleri incelenmiştir. Çalışma dahilinde deneyler yapılmıştır ve beton agregaların fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri değerlendirilmiştir. Deney sonuçlarına göre, daha önce yıkılan bir yoldan elde edilen agregalarla üretilen beton agregaların, doğal agregalar yerine kullanılabileceği öne sürülmüştür.

Tablo 16'da özetleri verilen çalışmalar incelendiğinde, genellikle beton ve betonun bileşenleri üzerinde yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. 25 yayının %52'sinde beton çalışılmıştır. Bu çalışmaların %77'sinde de deney beton üzerinde deneyler yapılmıştır. Deneysel çalışmalarda betonda kullanılan agregaların cinsi, miktarı, safsızlığı veya granülometrisi test edilmiştir. Beton içerisindeki geri dönüştürülmüş malzeme cinsi değiştirilirken inşaat ve yıkıntı atıkları, atık yüksek fırın baca tozu, düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) atıkları, granül fırın cürufu, metalurji endüstrisi atıkları, atık seramik saksı tozu ve atık granül polietilen tereftalat (PET) kullanılmıştır.

Yayınların tümüne bakıldığında; %60'ında deneye bağlı çalışma, %4'ünde görüşme, %36'sında ise yalnızca literatüre dayalı teorik çalışma yapılmıştır.

Türkiye'de Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi internet sitesinde 'geri dönüştürülmüş malzeme, atık malzemeler' anahtar kelimeleri ile tezlerin tamamı arasında arama yapıldığında toplam 359 tez bilgisine ulaşılmıştır. Bu tezlerin %12'sini 'geri dönüştürülmüş malzeme', %88'ini 'atık malzemeler' oluşturmaktadır. 'Geri dönüştürülmüş malzeme'lerin %14'ünü mimarlık tezleri, 'atık malzemeler' sonuçlarının %4'ünü mimarlık tezleri oluşturmaktadır (URL-56, 2023). Tablo 17'de Türkiye'de YÖK Ulusal Tez Merkezi Veri Tabanına kayıtlı tezlerin sayıca gösterimi verilmiştir.

Tablo 17. Türkiye’de YÖK Ulusal Tez Merkezi Veri Tabanına kayıtlı tezlerin sayıca gösterimi

	Mimarlık			Diğer			Toplam
	Yüksek Lisans	Doktora	Sanatta yeterlik	Yüksek Lisans	Doktora	Sanatta yeterlik	
Geri dönüştürülmüş malzeme	5	1	-	29	8	-	43
Atık malzemeler	11		1	242	59	3	316

YÖK Ulusal Tez Merkezi Veri Tabanına ulaşılan tezler arasında, mimarlık konusunu içeren toplam 13 yüksek lisans ve doktora tezi seçilerek daha detaylı incelenmiştir. İncelenen tezlerin kısa özetleri çıkarılarak Tablo 18’de bu özetlere yer verilmiştir.

Tablo 18. Türkiye’de YÖK Ulusal Tez Merkezi Veri Tabanında mimarlık konusunu içeren kayıtlı ve erişilebilir doktora ve yüksek lisans tezleri

Yazar	Konu
Merve TUNA KAYILI (Tuna Kayılı, 2016)	Yüksek fırın baca tozu ile atık polietilenin bir arada kullanılarak üretildiği kompozit malzemenin yapılarda kullanılabilirliğinin incelendiği tez çalışmasında, demir çelik sektörü atıklarından yüksek fırın baca tozu ile düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) atıklarını kullanarak kompozit bir malzeme üretilmiştir. Üretilen malzemenin zemin kaplama malzemesi olarak kullanılabilmesi önerilen malzemenin, epoksi, PVC, poliüretan gibi plastik esaslı zemin kaplama malzemelerine alternatif olabileceği gösterilmiştir.
Güliz ERDİK ALDIRMAZ (Erdik Aldırmaz, 2018)	Tez çalışmasında inşaat ve yıkıntı atıklarının geri dönüşüm potansiyelinin yüksek olduğuna, geri dönüştürülebilir ve geri dönüştürülmüş malzeme olarak kullanım olanaklarına dikkat çekilmiştir.
Yekta ALPASLAN (Alpaslan, 2018)	Geri dönüştürülmüş cam atıkların yapı malzemesi olarak kullanımının irdelendiği tez çalışmasında, geri dönüştürülmüş malzeme kullanımının artırılması amacıyla geri dönüştürülmüş cam atıkların beton içerisinde kullanılması deneysel olarak incelenmiştir. Tez kapsamında yapılan çalışmalarda, cam içeren ve cam içermeyen örnekler fiziksel ve mekanik özellikleri bakımından incelenmiştir. Buna göre agrega olarak kullanılan cam içeren beton blokların iç ve dış mekân duvar malzemesi olarak kullanılabilmesi görülmüştür.
Malak Abo GHEDA (Abo Gheda, 2021)	Tez çalışmasında kauçuklu beton imalatında kullanılan malzemelerin mekanik özelliklerinin incelenmesi amacıyla geri dönüştürülmüş kauçuk içeren beton numuneler hazırlanmış olup, hazırlanan numunelerin normal betona göre kıyaslanması, araştırılması, incelenmesi yapılmıştır. Numunelere atık malzemeler de geri dönüştürülerek dahil edilmiştir.
Yusuf Çınar (Çınar, 2023)	Sürdürülebilir yapı malzemelerinin mimari tasarımdaki rolünün incelendiği tez kapsamında, geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen sürdürülebilir yapı malzemeleri incelenmiştir.
Muhammet Halit Alkadri (Alkadri, 2022)	Geri dönüştürülmüş atık kâğıt içeren kerpiç tuğlanın afet sonrası barınaklarında kullanılması amacıyla yapısal özelliklerinin incelendiği tez çalışmasında hazırlanan kerpiç tuğla numunelerinin dayanım özellikleri simüle edilmiştir. Buna göre bina üzerindeki stresin azaldığı fark edilmiştir.
Merve Özcan (Özcan, 2023)	Atık malzemelerin geri dönüştürülerek yapı kabuğunda kullanımının örnekler üzerinden incelendiği tez çalışmasında, atık malzemelerin yapı sektöründe büyük bir potansiyel kullanım imkanının olduğu sonucuna varılmıştır.
Özge Zeynep Öcal (Öcal, 2022)	Yenilebilir atıklardan oluşan biyoplastiklerin mimarlık ve tasarım alanında kullanımındaki beklentileri inceleyen tez çalışmasında yapılan araştırmalar sonucu biyoplastiklerin ürün tasarımında kullanılabilirliği ve yapılarda dayanıklı olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 16'in devamı

Yazar	Konu
Dilara Tüfekçioğlu (Tüfekçioğlu, 2021)	Artık-fire-hatalı üretim kabul edilen endüstriyel üretim atıklarının geri dönüştürülerek mekân tasarımı sürecinde yeniden kullanılmasını araştıran tez çalışmasında, örnek yapı birimi üzerinden bu atıkların yeniden kullanılabilceği gösterilmiş olup, örnek yapının özellikleri disiplinler arası platformda tartışmaya sunulmuştur.
Aysun Çebi (Çebi, 2019)	Çok katlı konutlarda sürdürülebilir tasarım yaklaşımlarının mimarlık kapsamında uygulama örnekleri üzerinden incelendiği tez çalışmasında, geri dönüştürülmüş malzeme kullanımının daha sürdürülebilir ve doğayla, çevreyle daha uyumlu olduğu vurgulanmıştır.
Seda Kıpırtı (Kıpırtı, 2019)	Çocuk oyun alanı tasarımlarının mekânsal kurgu açısından değerlendirildiği tez çalışmasında, atıkların geri dönüştürülerek hem yapılarda hem de öğrenciler tarafından üretilen eşyalarda kullanımın çevreye ve toplum hafızasına olan önemi vurgulanmıştır.
Özlem Yaşar (Yaşar, 2016)	Tez çalışmasında atık malzemeler ile doğal puzolanik madenlerin bir arada kullanılarak su yalıtım malzemesi üretimi amaçlanmıştır. Üretilen yalıtım malzemesinin özellikleri tartışılmıştır.
Selim Koca (Koca, 2010)	Tez çalışmasında yapı sektöründe prefabrike beton üretiminde atıkların geri dönüştürülüp kullanımının teşvik edilmesi ile toplumda farkındalık oluşturulması, çalışmanın amaçlarındandır.

Tablo 18'de özetleri verilen tez çalışmalarının tamamının ortak özelliği atık malzemelerin geri dönüşümünden bahsetmesidir. Öte yandan tezlerin %38'inde atık malzemelerin geri dönüştürülerek yapı malzemesi üretiminde kullanılması amacıyla numuneler hazırlanmış, deneyler yapılmış, kimyasal ve mekanik özellikleri değerlendirilmiştir. %62'sinde ise geri dönüştürülmüş atık içeren yapı malzemelerinin örnekler üzerinden kullanımı incelenmiş, bu malzemelerin kullanımının doğaya ve çevreye olan olumlu katkılarından bahsedilmiştir.

2.3. Geri Dönüştürülmüş Malzemelerin Mimari Yapılarda Kullanım Örneklerinin İncelenmesi

Çalışma kapsamında atıklardan elde edilen geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin yapılarda kullanıldığı yapı örnekleri ile iç ve dış mekân donatılarında geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanıldığı malzeme ve ürünler incelenmiştir. Yapı örneklerinde geri dönüştürülmüş malzemenin mimari yapılarda farklı yerlerde farklı amaçlarla kullanılabileceği görülmüştür. Geri dönüştürülmüş malzemelerin yapının taşıyıcısında bir bileşen olarak, zemin veya duvar kaplaması olarak veya yalıtım malzemesi olarak kullanıldığı örnekler olduğu gibi iç mekânda bir aydınlatma unsuru, oturma birimi olarak kullanıldığı örnekler de mevcuttur. Ayrıca örnekler incelenirken, yapılarda kullanılan geri

dönüştürülmüş malzemelerin, yapıda kullanılmadan önce ne amaçla kullanıldığı, hangi hammaddeden üretildiği veya oluştuğu da incelenmiştir.

Geri dönüştürülmüş malzemelerin yapılarda kullanılması sayesinde birincil kaynaklardan elde edilen hammadde kullanımının azalması yanında farklı yararları da bulunmaktadır. Yenilenme çalışmalarında özellikle yapıların yıkımı esnasında inşaat sahasında yapılacak verimli bir yönetimle birçok materyal yeniden işlevlendirilip kolaylıkla tekrar kullanılabilir. Hammadde kaynaklarının korunumu yanında bu uygulamalar sayesinde malzemelerin taşınması esnasında oluşacak kirliliğin ve harcanan insan gücünün de azalması sağlanmaktadır.

İç ve dış mekân donatıları geri dönüştürülmüş malzeme içeriği bakımından incelendiğinde, birçok malzeme ve üründe geri dönüştürülmüş malzeme içeriğine rastlanmıştır. Bunun yanında bazı ürünlerin tamamen başka bir malzeme veya üründen geri dönüştürülerek elde edildiği örneklerle rastlanmıştır.

2.3.1. Geri Dönüştürülmüş Yapı Malzemelerinin Mimari Yapılarda Kullanımının İncelenmesi

Geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin mimari yapılarda kullanımının incelenmesindeki asıl amaç, okuyucuya ve dolayısıyla bina kullanıcılarına geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin kullanım olanaklarının kanıtları ile somut olarak ifade edilme gerekliliğidir. Kullanım potansiyelinin daha çok anlaşılmasıyla bu malzemelerin kullanımının yaygınlaşmasına katkıda bulunulacağı düşünülmüştür.

Çalışma kapsamında geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin mimari yapılarda kullanıldığı 70 örnek incelenmiştir ve bu örnekler Tablo 19’da gösterilmiştir. İncelenen yapı örnekleri seçilirken nitelikli, güncel ve tezin amacına uygun olarak geri dönüştürülmüş malzemelerin yapının çeşitli yerlerinde kullanıldığı örnekler olmasına dikkat edilmiştir. Yapılar sınıflandırılırken, geri dönüştürülmüş malzemelerin yapıda kullanıldığı yer dikkate alınmıştır. Buna göre yapılar 6 sınıfta incelenmiştir. Bunlar;

- Duvarlarda kullanım.
- Çatıda kullanım.
- Taşıyıcı olarak kullanım.
- Zeminde kullanım.
- Karma kullanım.

- Yapının kendisi olarak kullanımıdır.

Duvarda kullanım: Duvarda donatı elemanı, yalıtım katmanı, duvar kaplama malzemesi vb. kullanımlar, duvarda kullanım kapsamında değerlendirilmiştir.

Çatıda kullanım: Çatıda donatı elemanı, yalıtım katmanı, çatı kaplama malzemesi vb. kullanımlar çatıda kullanım içerisinde değerlendirilmiştir.

Taşıyıcı olarak kullanım: Yapının taşıyıcısı olarak, taşıyıcıda kullanılan malzeme veya malzeme bileşeni olarak kullanımlar taşıyıcı olarak kullanım içerisinde değerlendirilmiştir.

Zeminde kullanım: Zemin kaplaması, zeminde yalıtım malzemesi vb. kullanımlar zeminde kullanım içerisinde değerlendirilmiştir.

Karma kullanım: Yapının birden fazla kısmında ve bununla beraber iç mekân donatılarında geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanıldığı durumları kapsamaktadır. Örneğin bunun gibi veya bununla sınırlı kalmayacak şekilde, çatıda ve duvarda kullanım örneklerinin aynı yapıda bulunması halinde, o yapı karma kullanım içerisinde değerlendirilmiştir.

Yapının kendisi olarak kullanımı: Yapının neredeyse tamamının tek bir sistem veya malzemedan oluştuğu durumları temsil etmek için kullanılmıştır. Pavilyonlar ve konteyner dönüşümleri bu sınıfa örnektir.

Yapı örnekleri; kullanım yeri, yapı ismi, yapı görselleri başlıklarında ilgili tabloda analiz edilmiş olup yapılarla ilgili verilmesi gerekli bilgiler notlar/açıklamalar başlığında verilmiştir. Yapılar tabloda yıl sıralamasına göre listelenmiştir.

Tablo 19. Geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin mimari yapılarda kullanım örnekleri

Kullanım Yeri	Yapı İsmi	Görsel	Notlar/Açıklama
DUVAR	Housing Coöperation de Warren (Pintos, 2023)		Amsterdam, Hollanda'da bulunan ve 2023 yılında Natrified Architecture tarafından projesi hazırlanan konutun cephe kaplaması, bakım gerektirmeyen Azobe ağacından yapılmış koruyucu duvarların geri dönüştürülmesiyle oluşturulmuştur. Ayrıca geri dönüştürülmüş Basralocus ağacından direkler balkon çıkmalarında kullanılmıştır.
	LI City Study (Shuangyu, 2023)		2023 yılında Çin'in Changzhou kentinde Greater Dog Architects tarafından inşa edilen kütüphanenin cephesinde yeniden boyanmış, sıkıştırılmış ve geri dönüştürülmüş gri ahşap karolar kullanılmıştır.
	Schwalbe Hybrid Building (Pintos, 2023)		Almanya'nın Reichshof kentinde 2023 yılında Archiproba tarafından tasarlanan ofis binasının bazı duvarlarında geri dönüştürülmüş kauçuk kullanılmıştır. Endüstriyel binalar arasında beşikten beşiğe ilkesini benimseyen az yapıdan biridir. Projede kullanılan malzemelerin %98'i geri dönüştürülebilir olmasının yanında beton ve çeliğin %100'ü geri dönüştürülebilir. Şirketin taşıdığı değerleri ve arkasındaki insanların bisiklet tutkusunu mekâna çevirmeyi hedefleyen mimarlar, çoğunlukla doğal, geri dönüştürülmüş ve geri dönüştürülebilir malzemeler kullanmayı gerekli görmüştür.
	Boobun Pocket Café (Owoo, 2023)		2023'te Tayland'da CUP Scale Studio tarafından tasarlanan kafenin cephe kaplamasının büyük bir kısmı kafenin sahibi tarafından toplanan, kırmızı tonlarında bir renge sahip tropikal cins parkelerden oluşmaktadır.

Tablo 19'un devamı

Kullanım Yeri	Yapı İsmi	Görsel	Notlar/Açıklama
DUVAR	19 Waterloo Street (Last, 2023)		2023'te Avustralya'nın Sydney kentinde inşa edilen karma yapının cephe kaplamasında geri kazandırılmış kırık tuğla kullanılmıştır.
	Digital House (Pintos, 2023)		Dijital ev, Almanya'nın Wismar kentinde 2022 yılında Julian Krüger + Benjamin Kemper tarafından tasarlanmıştır. Yapının dışı tamamen geri dönüştürülmüş alüminyum plakalardan kaplanmıştır ve plakaların tasarımı dijital ortamda parametrik hesaplamalarla yapılmıştır. Geçmeli yapı sistemini benimseyen Dijital Ev projesinde alüminyum plakalar lazerle kesilmiştir ve birleşimi için gerekli tüm detayları içermektedir. Yapıda kullanılan ahşap taşıyıcı paneller de aynı şekilde hiçbir alet edevat gerektirmeden inşa edilebilir olarak tasarlanmıştır. Bu sayede yapıyı inşa etmek de istendiğinde veya ihtiyaç halinde söküp tekrar inşa etmek de mümkün kılınmıştır.
	Nightingale Ballarat Residential Building (İpekçi vd., 2017)		Breathe Architecture tarafından tasarlanan ve 2021'de Avustralya'nın Ballarat şehrinde inşa edilen yapının kemerli cephesi, Ballarat'ta bulunan bir yıkım sahasından elde edilen kırmızı tuğlalarla inşa edilmiştir. Sıfır karbondioksit yayılımını amaçlayan proje Avustralya'nın konutlar için enerji verimliliği derecelendirme sistemi olan NATHERS sisteminden 10 üzerinden 8+ derecelendirmesine sahiptir.
	Vila Madalena Office (Morcira, 2022)		LCAC Arquitetura tarafından 2021 yılında Brezilya'da inşa edilen Vila Madalena ofisinin duvarlarında, ısı yalıtımını destekleme amaçlı geri dönüştürülmüş plastikten elde edilen PET malzeme kullanılmıştır.

Tablo 19'un devamı

Kullanım Yeri	Yapı İsmi	Görsel	Notlar/Açıklama
DUVAR	ReEmber Playland (Pintos, 2022)		2021 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde i/thee tarafından tasarlanan bir çocuk oyun parkının içerisinde bulunan duvar tasarımlarında geri dönüştürülmüş köpük malzeme kullanılmıştır.
	Cheops Observatory Residence (Pintos, 2022)		Mısır'ın Gize kentinde bulunan ve 2020 yılında Studio Malka Architecture tarafından inşa edilen konutta, yeniden işlevlendirilen geleneksel pencere iskeletleri yapının cephesinde kullanılmıştır.
	Carlsberg Group Central Office (URL-61, 2023)		Danimarka'nın Kopenhag kentinde bulunan ve 2020 yılında yenilenen yapının dış cephesinde geri dönüştürülmüş bakır ve bambu kullanılmıştır.
	Cnr Virginia House (Abdel, 2022)		2020'de Sydney, Avustralya'da Architect Prineas tarafından inşa edilen konutun iç ve dış duvarlarında geri dönüştürülmüş kırmızı tuğla kullanılmıştır.
	Gawthorne's Hut (Abdel, 2023)		Avustralya'nın New South Wales eyaletinde yer alan Mudgee kasabasında 2020'de Cameron Anderson Architects tarafından tasarlanan bir konut projesinde geri dönüştürülmüş atık tuğlalar, iç mekânda duvar kaplamasında kullanılmıştır.
	Icoaré House (Moreira, 2022)		2020'de, aste arquitectura tarafından Portekiz'de inşa edilen yapının duvarlarında bulunan ısı yalıtım malzemesinin bileşenlerinden biri, geri dönüştürülmüş kâğıttan yapılan selüloz kağıdıdır.

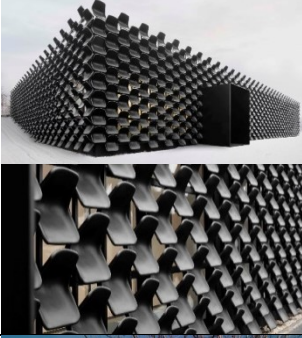
Tablo 19'un devamı

Kullanım Yeri	Yapı İsmi	Görsel	Notlar/Açıklama
DUVAR	Fuelle Roga House (Ott, 2022)		Paraguay'da 2019 yılında OMCM arquitectos tarafından yapılan konut yenileme projesinde, eski evin neredeyse %70'inin yıkılması gerekmiştir. Azalt, yeniden kullan ve geri dönüştür ilkelerini göz önüne alarak hareket eden tasarımcılar, evin tadilatı sırasında açığa çıkan inşaat yıkıntı atıklarının bir kısmını geri dönüştürerek duvar tasarımlarında kullanmıştır.
	Angatuba House (Pereira, 2022)		2018 yılında Brezilya'nın São Paulo kentinde bir konut yapısının yenilenme çalışmalarını messina rivas üstlenmiştir. Yapının yenilenmesi sırasında inşaat yıkıntı atıklarından elde edilen tuğlalar, yapının iç ve dış duvarlarında kullanılmıştır.
	The Beehive (González, 2023; Maiztegui, 2022; URL-29, 2023)		Mimar Luigi Rosselli ve Raffaello Rosselli'nin birlikte çalıştığı, Surry Hills Avustralya'da bulunan ve 2017 yılında inşa edilen The Beehive ofis projesinde, atıklardan toplanan terakota kiremitler, cephe tasarımında güneş kırıcı olarak kullanılmıştır. Her yerde kolayca bulunması sebebiyle seçilen terakota kiremitler, Avustralya inşaat ve yıkıntı atıklarının neredeyse yarısını oluşturmaktadır. Tasarımcılar, geri dönüştürülmüş malzeme kullanımını sonradan değerlendirmek yerine tasarımın en başında düşünmüştür. Bununla birlikte yerel zanaatkar Callum Coombe ile 1:1 ölçeğinde prototiplerle çalışarak cephe tasarımını önceden analiz etmişlerdir. Terakota malzemenin yeniden kullanımı sifıra yakın enerji harcanmasını sağlayarak inşaat işlerinden kaynaklı olumsuz etkilerin düşürülmesini sağlamıştır. Çıkan sonuç sayesinde yeniden kullanıma olan olumsuz bakış açısı pozitif yönde etkilenmiştir.

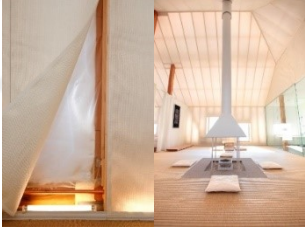
Tablo 19'un devamı

Kullanım Yeri	Yapı İsmi	Görsel	Notlar/Açıklama
DUVAR	Goat House (Pintos, 2023)		2017 yılında Yalın Mimarlık tarafından Türkiye’de inşa edilen konutun yapımında beton dökmek için kullanılan ahşap kalıplar geri dönüştürülerek evin cephesindeki kepenklerde kullanılmıştır.
	Hotel Nobu Shoreditch (Coulleri, 2023)		İngiltere’nin Londra şehrinde bulunan otel binası 2017 yılında inşa edilmiştir. Yeniden şekillendirilen karma tipteki kiremitler iç mekân duvar kaplamasında kullanılmıştır.
	Naju Art Museum (URL-37, 2022)		Naju sanat müzesi, Hyunje Joo_Baukunst tarafından 2017 yılında tasarlanan geçici bir yapıdır. Cephe kaplaması geri dönüştürülmüş 1500 yapısal yarı saydam plastik sepetten oluşmaktadır. Bina 2 yıl içinde yıkıldığında kullanılan sepetlerin yeniden kullanılabileceği belirtilmiştir.
	Bima Microlibrary (URL-36, 2023)		2016 yılında SHAU Bandung tarafından Bandung, Endonezya’da inşa edilen kütüphanenin cephe kaplamasında geri dönüştürülmüş 2000 adet plastik dondurma kabı kullanılmıştır. 2000 plastik dondurma kabının nasıl yerleştirileceği düşünülürken, açık kapların ‘0 (sıfır)’ kapalı kapların ‘1 (bir)’ olarak kullanılıp ikili kod sisteminde bir mesaj verilebileceği fark edilmiştir. Projenin de destekçisi olan Bandung Belediye Başkanının önerisiyle ikili kod sisteminde kütüphane cephesine ‘kitaplar dünyaya açılan penceredir’ yazılmıştır.

Tablo 19'un devamı

Kullanım Yeri	Yapı İsmi	Görsel	Notlar/Açıklama
DUVAR	Gallery of Furniture (URL-35, 2022)		2016 yılında Çek Cumhuriyeti'nde CHYBIK+KRISTOF tarafından inşa edilen sanat galerisinin cephesinde, geri dönüştürülmüş 900'den fazla siyah plastik koltuk kullanılmıştır.
	PROA House (Coulleri, 2023)		PROA House, 2016 yılında İspanya'nın Cortelazor kentinde inşa edilmiştir. Binanın bir kısmında cephe kaplaması olarak geri dönüştürülmüş kiremitler kullanılmıştır.
	Clay Roof House (URL-30, 2023)		Malezya'nın Petaling Jaya kentinde bulunan bir konut, DRTAN LM Architect tarafından 2015 yılında yenilenmiştir. Yenileme çalışmaları sırasında binanın cephe kaplamasında kullanılan eski kiremitler sökülerek cephede hareketli güneş kırıcılar olarak yeniden kullanılmıştır.
	The Circular Pavilion (URL-38, 2022)		2015'te Paris, Fransa'da Encore Heureux Architects tarafından inşa edilen pavilyonda 180 adet eski ahşap kapı, yapının cephe kaplamasını oluşturmuştur. Yalıtım malzemesi olarak da eski bir marketten çıkarılan mineral yün kullanılmıştır.

Tablo 19'un devamı

Kullanım Yeri	Yapı İsmi	Görsel	Notlar/Açıklama
DUVAR	Kamikatz Public House (Castro, 2022)		Hiroshi Nakamura & NAP tarafından 2015 yılında Japonya'da inşa edilen halk merkezinin cephesinde, terk edilmiş evlerden elde edilen ahşap pencere çerçeveleri düzenlenerek yeniden kullanılmıştır.
	PET pavilion (Santos, 2022)		2014 yılında Hollanda'da Project.DWG + LOOS.FM tarafından geçici bir bina olarak tasarlanan pavilyonun bir duvarında 40000'den fazla plastik PET şişe kullanılmıştır.
	Même-Experimental House (URL-33, 2022)		2011 yılında Japonya'da bir yerleşim yeri olan Taiki'de Kengo Kuma & Associates tarafından tasarlanan deneysel konutun duvarlarında yalıtım malzemesi olarak atık PET şişeler kullanılmıştır.
	Hard Rock Cafe Facade (URL-34, 2022)		2011'de Tayland'ın Bangkok kentinde Hard Rock Cafe içerisindeki sahne duvarı Hard Rock Cafe Facade / Architectkidd & Prinda Puranananda tarafından geri dönüştürülmüş malzeme kullanılarak tasarlanmıştır. Gösteri sahnesinin duvarı katı modüller halinde yeniden dökülmüş geri dönüştürülmüş alüminyum plakalardan yapılmıştır.
	8 B Nave (Coulleri, 2023)		İspanya'nın Madrid şehrinde bulunan mezbaha binası Arturo Franco tarafından tasarlanmış olup 2009 yılında inşa edilmiştir. Harap haldeki eski bir binanın çatısındaki kiremitler sökülüp bir araya getirilmiş ve bina içerisinde duvar kaplamaları olarak kullanılmıştır.

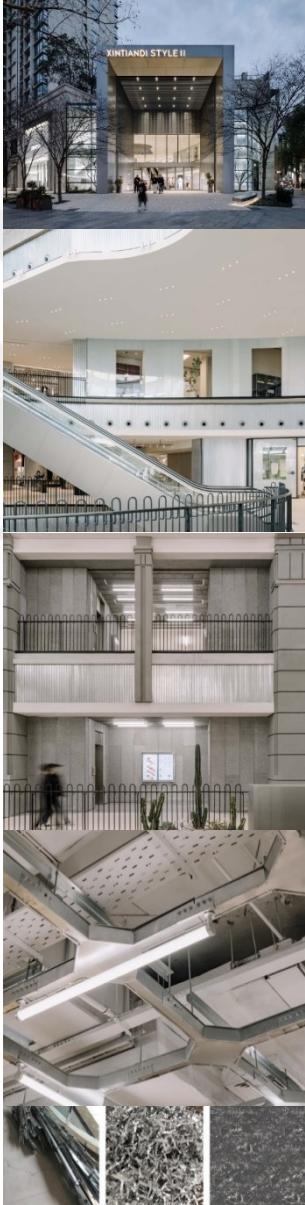
Tablo 19'un devamı

Kullanım Yeri	Yapı İsmi	Görsel	Notlar/Açıklama
ÇATI	Shwasam Multipurpose Hall (Abdel, 2024)		Hindistan'da ShriAbodes mimarlık ofisi tarafından tasarlanan ve 2023'te inşa edilen kültür merkezinin çatısında, geri dönüştürülmüş Mangalore kiremitleri, Mangalore şehrine özgü yerel bir malzeme, kullanılmıştır.
	House of the Flying Beds (Santibañez, 2022)		Ekvador'da 2017 yılında AL BORDE tarafından yenilenen konut projesinin çatı kaplamasında geri dönüştürülmüş tekerlek lastikleri ve cam kullanılmıştır.
TAŞIYICI	Sueños con Fiber/ Timber, Earth/Concrete (Coulleri, 2023)		2022'de Meksika'da Grupo Mota-Engil ve MIT Leventhal Center of Advanced Urbanism tarafından inşa edilen pavilyonun taşıyıcılarında, ülkede daha önce ünlü olan 'La Feria's Montaña Rusa' adlı hız treninden kalma ahşaplar geri dönüştürülerek kullanılmıştır.
	Recygénie (URL-55, 2023)		Yapımı devam eden 220 birimli konut kompleksinin tamamında kullanılan beton geri dönüştürülmüş malzemeden üretilmiştir. Dünyanın tamamen geri dönüştürülmüş betondan inşa edilen ilk betonarme yapısıdır. 6000 ton hammadde bu sayede korunmuştur.
	Jonas' Residential Building (Pintos, 2023)		Orange Architects tarafından 2022 yılında tasarlanan konut, Hollanda'nın Amsterdam kentinde inşa edilmiştir. İnşa sırasında kullanılan malzemelerin karbon ayak izi devamlı kontrol edilmiştir ve kullanılan beton CSC sertifikasına sahiptir. Ayrıca beton agregasının (granulate) en az dörtte biri inşaat yapım atıklarından elde edilen geri dönüştürülmüş malzeme içermektedir. Bunun yanında yapı BREEAM olağanüstü (outstanding) sertifikasına sahiptir.
	Living at the Old Indoor Pool (Pintos, 2022)		Almanya'da bulunan ve 2019 yılında UTA Architekten und Stadtplaner firmasına ait olan, çeşitli ev tipolojilerinde yaşama imkânı sunan bu konut projesinin taşıyıcısında geri dönüştürülmüş beton kullanılmıştır.

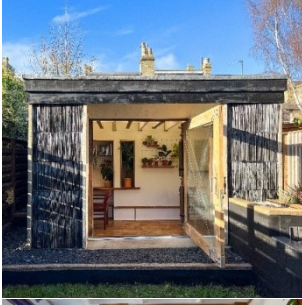
Tablo 19'un devamı

Kullanım Yeri	Yapı İsmi	Görsel	Notlar/Açıklama
TAŞIYICI	Napo Native Fauna Center Tower (Zapico, 2023)		2015 yılında Ekvador'da inşa edilen halk merkezinin taşıyıcılarında yeniden işlevlendirilen/geri dönüştürülen petrol sondaj boruları kullanılmıştır. Geri dönüştürülen metal sondaj boruları depreme dayanıklıdır ve güçlü rüzgarlara karşı dirençlidir.
	Recycled Palette Pavilion (Laylin, 2022)		Avatar Architettura tarafından tasarlanan ve 2012 yılında İtalya'da inşa edilen pavilyonda, ahşap paletler yeniden şekillendirilerek yapının taşıyıcı sistemini oluşturmuştur.
ZEMİN	Eco Oasis House (Abdel, 2023)		I-Con Architects and Urban Planners tarafından tasarlanan ve 2021 yılında Hindistan'ın Rajkot şehrinde inşa edilen Eco Oasis Evinin iç mekandaki zemin kaplamasının tamamı geri dönüştürülmüş taş parçaları içeren mozaikle (terrazzo) kaplanmıştır.
	From the House to the Plaza (URL-32, 2022)		2016 yılında Şili'de eski bir evde bulunan kiremitler söküldükten sonra yapı yıkılarak, sökülen kiremitler yine aynı yerde yer kaplaması olarak yeniden kullanılmıştır. Daha önce evin dış mutfağında kullanılan bir araba kasnağına da kiremitlerin arasında yer şöminesi sınırı olarak yeniden işlev kazandırılmıştır.

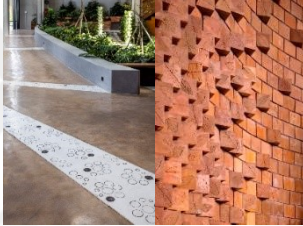
Tablo 19'un devamı

Kullanım Yeri	Yapı İsmi	Görsel	Notlar/Açıklama
ZEMİN	Ecobarrio en Mallorca (Coulleri, 2023)		2011 yılında İspanya'da yerel yıkıntı atıklarından toplanan kiremitler kamusal alanda yer kaplama malzemesi olarak yeniden kullanılmıştır.
KARMA KULLANIM	Xintiandi Style II Shopping Center (URL-41, 2023)		2023 yılında Çin'in Şanghay kentinde bulunan bir alışveriş merkezi AIM Architecture tarafından yenilenmiştir. Yeniden kullanım, geri dönüşüm ve azaltma yenileme çalışmalarında tasarımcılara ilham olmuştur. Alışveriş merkezinin tamamında bu konseptler geri dönüştürülmüş ve geri dönüştürülebilir malzeme kullanımı ile sürdürülebilir çözümler ile kendini göstermiştir. Bina yıkımı birçok atığın oluşmasına sebep olur. Sürdürülebilir bir tasarım stratejisiyle hareket eden AIM Architecture, bir yandan alışveriş merkezinin karakterini yansıtan en önemli kısımları korurken bir yandan da binanın yıkılan kısımlarından sebep oluşan atıkların kırılmasını, yeniden birleştirilmesini ve farklı biçim ve şekillerde yeniden kullanılmasını sağlamıştır. Şantiye alanındaki tüm malzemeler yeni yüzeylere, mobilyalara ve nesnelere dönüştürülmüştür. Zemin kat geri dönüştürülmüş alüminyum odalardan oluşan bir mekâna dönüşmüş gibidir.

Tablo 19'un devamı

Kullanım Yeri	Yapı İsmi	Görsel	Notlar/Açıklama
KARMA KULLANIM	The Garden Retreat / TEDS (Last, 2023)	 	2023 yılında İngiltere'nin Cambridge şehrinde The Environmental Design Studio tarafından tasarlanan ve 15 metrekareden oluşan stüdyonun yapımında kullanılan malzemelerin en az %85'i geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilmiştir. Eski bir dükkâna ait olan ahşap kapı çerçeveleri stüdyonun kapısında, yenilenmiş bir evden atılan döşeme tahtaları stüdyonun zemininde yeniden kullanılmıştır. Ayrıca stüdyodaki birçok mobilya da geri dönüştürülen, yeniden kullanılan mobilyalardan oluşmaktadır.
	Kithara Music Kiosk / TO Arquitectura (Mazade, 2023)	 	2022 yılında Meksika'da TO Arquitectura tarafından tasarlanan yapının tonoz çatısı ve duvarları geri dönüştürülmüş taş malzeme ile inşa edilmiştir. Ayrıca ahşap parçalar kesilip şekil verilerek zemindeki girişin önünde bulunan iki geniş kapının üzerine ahşap karo döşenmiş algısı verilerek yerleştirilmiştir. Yapıda kullanılan malzemeler proje ekibine yerel halk tarafından bağışlanarak elde edilmiştir.
	Taihang Xinyu Art Museum (Shuangyu, 2023)	 	Çin'in Anyang şehrinde Wang Chong Studio tarafından 2022'de inşa edilen müzenin cephesi ve çatısında çok sayıda eski taş levhalar toplanıp geri dönüştürülerek kullanılmıştır. Levhaların kalınlığı 4 cm, boyutları yaklaşık 60x80 cm'dir. Toplam 70 ton ağırlığında 1600 adet levha kullanılmıştır.

Tablo 19'un devamı

Kullanım Yeri	Yapı İsmi	Görsel	Notlar/Açıklama
KARMA KULLANIM	Eco-cycle Pavilion, 4P's Restaurants (Abdel, 2023)	   	Sürdürülebilirliğe ve geri dönüşüme yönelik çeşitli yaklaşımlar sergileyen Eco-cycle restoranı, Takashi Niwa Architects tarafından 2022 yılında Vietnam'da inşa edilmiştir. Üretimden tüketime değin sürdürülebilir döngüyü çeşitli seviyelerde sağlamayı çalışmışlardır. Sürdürülebilir bir yaklaşımla geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanımı ve bitki bahçesinde eğitici-eğlenceli bir yaklaşımla organik ve sağlıklı yiyeceklerin üretilmesi sayesinde restoranın çevresel etkisi asgari seviyelere indirilmiştir. Bununla beraber restoranda atık ayırma ve katı kompostlama yapılmaktadır. Restoran girişinde restorana gelenleri karşılayan, geri dönüştürülmüş plastikten üretilen büyük bir banko bulunmaktadır. Geri dönüştürülmüş plastikten üretilen dolaplar da restoranda kullanılmaktadır. Ayrıca cam şişeler zemin kaplamasında, geri dönüştürülmüş tuğlalar duvarda, geri dönüştürülmüş çelik merdiven korkuluklarında, dayanıklı ahşaptan üretilen teknelerden elde edilen ahşaplar kapı ve masalarda, geri dönüştürülmüş beton bloklar iç mekandaki bahçede kullanılmıştır.
	Langeveld Building (Pintos, 2023)	  	Rotterdam Erasmus Üniversitesi'ne bağlı Langeveld binası, 2022 yılında Paul de Ruiter Architects tarafından tasarlanmıştır. Dünyadaki en sürdürülebilir binalardan biri olarak BREEAM olağanüstü (outstanding) sertifikası alma hakkını kazanmıştır. Doğal ışık ve havalandırmayı kullanma özelliklerinin yanında bu yeni üniversite binası inşa bakımından döngüsel bir sisteme sahiptir. İnşa sırasında mümkün olduğunda geri dönüştürülmüş malzeme kullanılmıştır. Başka binaların yıkımından elde edilen yıkıntı malzemeler yeniden kullanılmış olup kullanılan malzemeler de biyo-bazlı malzemelerdir. Ayrıca kullanılan her malzemeye dijital malzeme pasaportu verilip malzemeler kaydedilmiştir. Bu sayede malzemelere ileride yeniden kullanım potansiyeli sağlanmıştır. Langeveld binası tüm bu özellikler BREEAM olağanüstü (outstanding) sertifikası almıştır.

Tablo 19'un devamı

Kullanım Yeri	Yapı İsmi	Görsel	Notlar/Açıklama
KARMA KULLANIM	New Nature Store (Abdel, 2023)		2022 yılında İstanbul'da Salon Alper Derinboğaz tarafından tasarlanan dükkânın içerisinde farklı yerlerde geri dönüştürülmüş malzeme kullanılmıştır. Projenin amaçlarından biri de kumaş işleme süreçleri ve mimarlık uygulamalarından arta kalan malzemelerin geri dönüştürülerek yeniden kullanılmasıdır. Zemin kaplamasında geri dönüştürülmüş metal içeren terrazzo karolar kullanılmıştır. Uçak kanadından yeşil bir oturma birimi tasarlanmıştır. Atık kumaşlardan 'dondurma' tekniğiyle tabureler elde edilmiştir. Üretim süreci sonucunda elde edilen plastik ambalaj poşetleri geri dönüştürülerek, bunlardan epoksi reçineli raflar üretilmiştir. Bu raflar dükkânın duvarlarında kullanılmıştır.
	KAARYASHALA Office (Abdel, 2023)		Hindistan'ın Surat kentinde 2021 yılında inşa edilmiş olan ofis AANGAN Architects tarafından tasarlanmıştır. Tasarımın bir amacı da insanları köye taşınmayı düşünmeye teşvik etmek ve geri dönüşüm ve ileri dönüşüm fikirlerine inandırmaktır. Başlangıç noktası olarak arazide yer alan eski ofisten kalanların kullanımı alınmıştır. Geri dönüşüm, yeniden kullanım ve ileri dönüşüm fikirleri, yapı inşası için yer seçiminden malzeme seçiminin en ince ayrıntısına kadar devam etmiştir. Yapılardan uygulamalardan bazıları şunlardır: İnşaat atıklarından elde edilen geri dönüştürülmüş tuğlalar kullanılmıştır. Eski binadan kalan inşaat atıkları dolgu malzemesi olarak kullanılmıştır. Saha içerisinden ve dışarisinden elde edilen eski ahşapların kapı ve pencere çerçeveleri ile kepenklerinde kullanımı. Ana zemin kaplamasında atık beyaz mermer tozu ve atık tuğla tozu kullanılarak elde edilen tuğla kullanılmıştır. Giriş kapısında eski ahşaplar kullanılmıştır. İç mekandaki kullanılan mobilyaların %60'ı eski ofisten yeniden işlevlendirilerek, %20'si geri dönüştürülmüş veya ileri dönüştürülmüş mobilyalardan oluşturulmuştur.

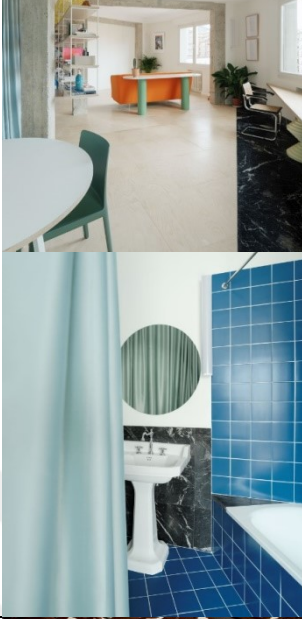
Tablo 19'un devamı

Kullanım Yeri	Yapı İsmi	Görsel	Notlar/Açıklama
KARMA KULLANIM	KAARYASHALA Office (Abdel, 2023)		Duvarı oluşturulan sanatsal grafik tasarımı atık kontrplak ve atık kumaştan yapılmıştır. Atık kumaşlardan aydınlatma donatısı elde edilmiştir. Peyzaj tasarımında geri dönüştürülmüş eski saksı ve kurtarılan bitkiler, yeniden kullanılan kota taşı ve yerinde dökülen betondan arta kalan kumlar kullanılmıştır. Resepsiyonun arkasında eski çatıdan elde edilen kiremitler kullanılmıştır.
	LG Thing House (Moreira, 2022)		Estudio Guto Requena + Pax Arquitetura tarafından 2021 yılında Brezilya'nın São Paulo şehrinde inşa edilen yapının çatısı ve cephesi geri dönüştürülmüş kâğıttan elde edilen su geçirmez bitkisel elyaf kiremitlerle kaplanmıştır.
	Tekuni 2 Apartments (Abdel, 2022)		2021'de DDAP Architect tarafından Endonezya'nın Kuta köyündeki bir konut inşa edilirken, yapı sahibinin deposunda bulunan ahşap, seramik, granit, mermer gibi birçok ürün kullanılmıştır. Bunun yanında cam tıbbi ürün şişeleri ile havuz etrafında bir duvar oluşturulmuştur.
	The Brook House (Abdel, 2022)		Avustralya'da 2021 yılında small. Tarafından inşa edilen konut projesinde, beton ve galvanizli çelik detaylar boyunca, bina yıkımından arta kalan geri dönüştürülmüş ahşap malzeme kullanılmıştır. Girişteki merdivende kullanılan beton malzeme, yakınlarda atıl halde bulunan inek yalıkları geri dönüştürülerek elde edilmiştir.

Tablo 19'un devamı

Kullanım Yeri	Yapı İsmi	Görsel	Notlar/Açıklama
KARMA KULLANIM	Hotel Tepoztlán (Ott, 2022)		Otel Tepoztlán, Meksika'da, Taller Carlos Marín + Pasquinel Studio tarafından 2020 yılında inşa edilmiştir. Yapının inşası sırasında kullanılan ahşap kaynaklı araçlar (kalıp vb.) korkuluk, mobilya, kapı ve zemin döşemesi için geri dönüştürülerek tekrar kullanılmıştır.
	Sml. House (Pintos, 2022)		Polonya'da 2020 yılında blsk. Studio tarafından inşa edilen konut projesinin yalıtım malzemelerinde geri dönüştürülmüş malzeme kullanılmıştır. Ana bileşeni atık polistiren olan zemin yalıtım katmanı olarak 12 cm kalınlığında geri dönüştürülmüş sıvı poliüretan kullanılmıştır. Ayrıca çatı ve çatı katının ısı yalıtımı için geri dönüştürülmüş kâğıttan elde edilen selüloz kullanılmıştır.
	Nepal School Extension, Shiladevi Primary School Dhoksan (Pintos, 2023)		2019'da Nepal'de supertecture gUG tarafından bir okul binası genişletilmiştir. Himalaya dağ köyünde bulunan bu ilkokulun genişletilme projesinde, her odanın farklı bir yapı şeklinde inşa edilmesine karar verilmiştir. Bu yapıların her birinde depremde zarar görmüş yapı sahiplerinden bağışlarla alınan tuğla, taş ve 700 adet pencere kullanılmıştır.

Tablo 19'un devamı

Kullanım Yeri	Yapı İsmi	Görsel	Notlar/Açıklama
KARMA KULLANIM	Apartamento ready-made (Ott, 2022)		Bilbao, İspanya'da bulunan ve 2019 yılında azab firması tarafından yenilenen bir konut projesinde, daha önce mutfakta bulunan siyah mermer (Marquina mermeri), geri dönüştürülerek yer ve duvar kaplaması olarak yeniden kullanılmıştır.
	Bricks@47 House (Abdel, 2023)		Hindistan'da Design Plus tarafından 2019 yılında yapılan konutun inşası sırasında oluşan inşaat ve yıkıntı atıklarının neredeyse %60'ının depolama alanlarına gönderilmemesi sağlanmıştır. İnşaat sırasında kullanılan ahşap panellerin çoğu geri dönüştürülerek yapı içerisinde farklı yerlerde kullanılmıştır.
	Özgüven Architecture HQ (González, 2023)		Özgüven Mimarlığın yine kendi için 2018 yılında Ankara'da tasarladığı genel merkezleri içerisinde bulunan mobilyalarda ve iç mekân tasarımında geri dönüştürülmüş malzemeler kullanılmıştır. Çoğunlukla geri dönüştürülmüş çelik tercih edilmiştir. Ayrıca firma mimarlık ve mühendislik uygulamalarında karbon ayak izini azami seviyede indirmeyi hedeflemiştir.

Tablo 19'un devamı

Kullanım Yeri	Yapı İsmi	Görsel	Notlar/Açıklama
KARMA KULLANIM	Villa Cerro Corá House (Coulleri, 2023)		2018 yılında Paraguay'da inşa edilen ve çeşitli malzemenin geri dönüştürüldüğü bu konut projesinde, eski tuğlalardan yeni bir duvar inşa edildi ve eski fayanslardan cephede dikey bir bahçe oluşturuldu. Ayrıca payandalar lentolara ve eski kapılar yeni masalara dönüştürüldü.
	Zero Waste Bistro Restaurant (Howarth, 2022)		2018'de New York, ABD'de Linda Bergroth tarafından tasarlanan restoranın duvarı geri dönüştürülmüş kartonlardan inşa edilmiştir. Masa tablaları ise kendisi de tamamen geri dönüştürülebilen geri dönüştürülmüş plastikten üretilen bir malzemeden yapılmıştır.
	Café KOI (Coulleri, 2023)		Vietnam'da bulunan ve Farming Architects tarafından tasarlanan KOI kafe 2017 yılında inşa edilmiştir. KOI kafe eski bir apartman binasından dönüştürülmüştür ve çatıdan mobilyalara kadar tüm malzemeler yeniden işlevlendirilmiş malzemelerdir. Cephe kaplamasında ve duvarlarda geri dönüştürülmüş kiremit kullanılmıştır.

Tablo 19'un devamı

Kullanım Yeri	Yapı İsmi	Görsel	Notlar/Açıklama
KARMA KULLANIM	China Academy of Arts' Folk Art Museum (Coulleri, 2023)		Çin'in Zhejiang eyaletinin Hangzhou kentinde bulunan müze 2015 yılında Kengo Kuma & Associates tarafından tasarlanmıştır. Yerel konutlardan elde edilen eski kiremitler hem çatı kaplaması olarak hem de güneş kırıcılar olarak kullanılmıştır. Kiremit boyutlarının farklılığı sayesinde yapı, zeminle doğal bir bütünlük sağlamaktadır.
	Vegan House (Hernández, 2022)		2014 yılında Vietnam'da Block Architects tarafından inşa edilen konutta kullanılan eşyaların çoğu işlevsel olarak geri dönüştürülmüş mobilyalardır. Binanın sahibi daha proje başlamadan evvel farklı kişilerden birçok eşya toplamıştır. Vietnam'da uzun yıllar doğal havalandırma özelliği sebebiyle kullanılan eski ahşap pencereler cephe tasarımında kullanılmıştır. Bu pencerelerin etrafındaki çelik çerçeveler de yeniden işlevlendirilmiş çeliktir. Eski bir çatıdan elde edilen çeliklerle de konut içerisindeki merdivenlerden biri inşa edilmiştir.

Tablo 19'un devamı

Kullanım Yeri	Yapı İsmi	Görsel	Notlar/Açıklama
KARMA KULLANIM	Upcycle House (URL-31, 2023)	    	Nyborg, Danimarka'da bulunan ve 2013 yılında Lendager Arkitekter firmasına ait olan deneysel konut projesinin çeşitli yerlerinde geri dönüştürülmüş ve ileri dönüştürülmüş (upcycled) malzemeler kullanılmıştır. Potansiyel karbon yayılımını işlenmiş, geri ve ileri dönüştürülmüş malzemelerle azaltmanın hedeflendiği projede hiçbir ekstra maliyet olmadan %86 karbondioksit tasarrufu sağlanmıştır. Taşıyıcı yapı iki prefabrik nakliye konteynerinden oluşmaktadır. Çatı ve cephe kaplaması geri dönüştürülmüş alüminyum soda kutularından elde edilen malzemeden yapılmıştır. Cephedeki paneller geri dönüştürülmüş granül kâğıt içermektedir. Mutfak zemini mantar tıpa artıklarıyla kaplanmıştır ve banyo karoları geri dönüştürülmüş camdan üretilmiştir.
	Recycled Materials Cottage (URL-39, 2022)	 	Juan Luis Martínez Nahuel tarafından 2008 yılında Şili'de geri dönüştürülmüş malzemelerin farklı yerlerde kullanıldığı bir kır evi tasarlanmıştır. Eski bir verandadan alınan camlı kapılar kır evinin ana cephe kaplaması, eski bir evden getirilen okaliptüs ve rauli parke zeminleri de zemin kaplaması oldu. Ayrıca geçici bir sergide kullanılan çelik kiriş ve parçalar kır evinin taşıyıcılarında kullanılmıştır.

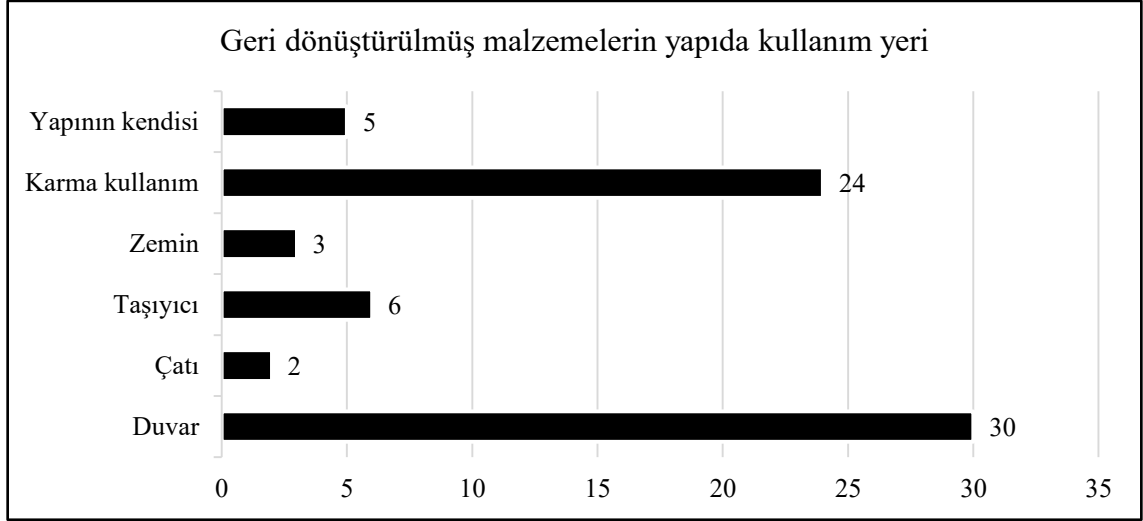
Tablo 19'un devamı

Kullanım Yeri	Yapı İsmi	Görsel	Notlar/Açıklama
YAPININ KENDİSİ	Re-Emerge (Cutieru, 2022)		Tamamen yenilenmiş kerestenin kullanıldığı pavilyon/pavyon, 2021 yılında Londra, İngiltere'de EmTech ve Hassell Studio iş birliğinde tasarlanmıştır. Ayrıca yapı söküldüğünde kerestelerin bir kısmı ofis binasında yeniden kullanılmak üzere, geri kalanının kereste geri dönüşüm tesislerine gönderilmesi planlanmıştır.
	Café Konteyner (Pintos, 2022)		2021'de Collarch tarafından Prag, Çek Cumhuriyeti'nde inşa edilen kafe, geri dönüştürülmüş nakliye konteynırlarından oluşan geçici bir yapıdır.
	Bedsprings in Luxury Pavilion (Thorns, 2022)		2017 yılında Dubai, Birleşik Arap Emirlikleri'nde Fahed + Architects tarafından, atılmış eski yatak yaylarının işlevsel olarak geri dönüşümüyle (yeniden kazanım), içinde gezilebilen geçici bir yapı/kabuk/pavilyon/pavyon inşa edilmiştir.
	Head in the Clouds (Porada, 2022)		2013 yılında STUDIOKCA tarafından tasarlanan ve New York, ABD'de geçici olarak inşa edilen pavilyon, geri dönüştürülmüş 53780 plastik şişeden yapılmıştır.
	DasParkHotel (URL-40, 2022)		Avusturya'da bulunan otel, beton boruların yeniden işlevlendirme ile konaklama birimlerine dönüştürülmesiyle ortaya çıkmıştır.

Tablo 19’da görüldüğü üzere geri dönüştürülmüş yapı malzemeleri yapının farklı yerlerinde kullanım olanağına sahiptir. Yapının taşıyıcısında bir bileşen olarak, zeminde, duvarda veya çatıda bir kaplama malzemesi olarak veya yalıtım katmanında bir bileşen olarak karşımıza çıkabilmektedir. Aynı zamanda geri dönüştürülmüş malzemelerin yapının bütününe oluşturan bir kabuk sistemini oluşturduğu durumlar da tespit edilmiştir. Bunun yanında mimari yapıların inşaat sürecinde yalnızca yapım sırasında değil, yenileme çalışmalarında atıkların yeniden kullanımı şeklinde geri dönüşümünün de mümkün olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak yenileme çalışmalarında yıkım işlemleri gerçekleştiğinde ortaya çıkan atıklar yenileme çalışmaları dahilinde tekrar kullanılmıştır.

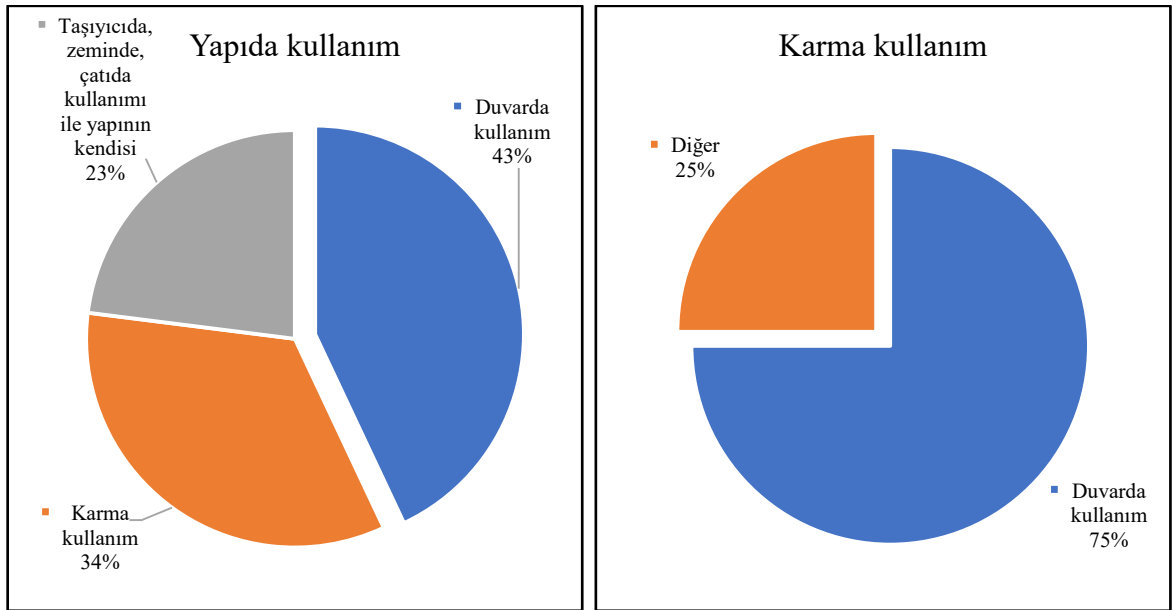
Malzemeler çeşitli yerlerden elde edilmiştir. Eski binalardan arta kalan malzemelerin olduğu örnekler bulunduğu gibi yaygın bir kullanım ve geri dönüşüm imkânı olan pet şişelerin de yapının birçok farklı yerinde kullanıldığı örnekler tespit edilmiştir. Çalışmanın devamında hazırlanan grafik ve tablolar üzerinden incelenen yapı ve yapı malzemesi örneklerinin analizleri yapılmıştır. Ek Tablo 1’de geri dönüştürülmüş malzemelerin yapılarda kullanım yeri, proje adı, geri dönüştürülen malzeme, geri dönüştürülen malzemenin kullanım şekli, projenin niteliği, yer ve yıl şeklinde daha detaylı sınıflandırmada gösterilmektedir.

Geri dönüştürülmüş malzemelerin yapılarda yalnızca duvarda kullanıldığı 30, karma kullanıldığı 24, taşıyıcı olarak kullanıldığı 6, yapının kendisi olarak kullanıldığı 5, zeminde kullanıldığı 3, çatıda kullanıldığı 2 yapı örneği bulunmaktadır. İncelenen 70 yapının % 43’ünü yani neredeyse yarısını duvarda kullanım, %34’ünü karma kullanım oluşturmaktadır. Geri dönüştürülmüş malzemelerin taşıyıcı olarak kullanılması, zeminde ve çatıda kullanımı ile yapının kendisi olarak kullanılması yapısal örneklerin tamamının %23’ünü oluşturmaktadır. Şekil 34’te geri dönüştürülmüş malzemelerin incelenen yapılarda kullanım yerine göre sayıca incelemesi gösterilmektedir.



Şekil 34. Geri dönüştürülmüş malzemelerin incelenen yapılarda kullanım yerinin kullanım sayısına göre incelemesi

Geri dönüştürülmüş malzemenin incelenen yapıların %43'ünde yalnızca duvarda kullanıldığı örneklerin yanında, karma kullanım sınıflandırmasında bulunan örneklerin %75'inde de duvarda kullanım örneği bulunmaktadır. Şekil 35'te duvarda kullanım miktarının incelenen yapıların tamamındaki kullanım ile karma kullanımdaki oranının karşılaştırmalı olarak incelemesi gösterilmiştir.



Şekil 35. Duvarda kullanım miktarının incelenen yapıların tamamındaki kullanım ile karma kullanımdaki oranının karşılaştırmalı incelemesi

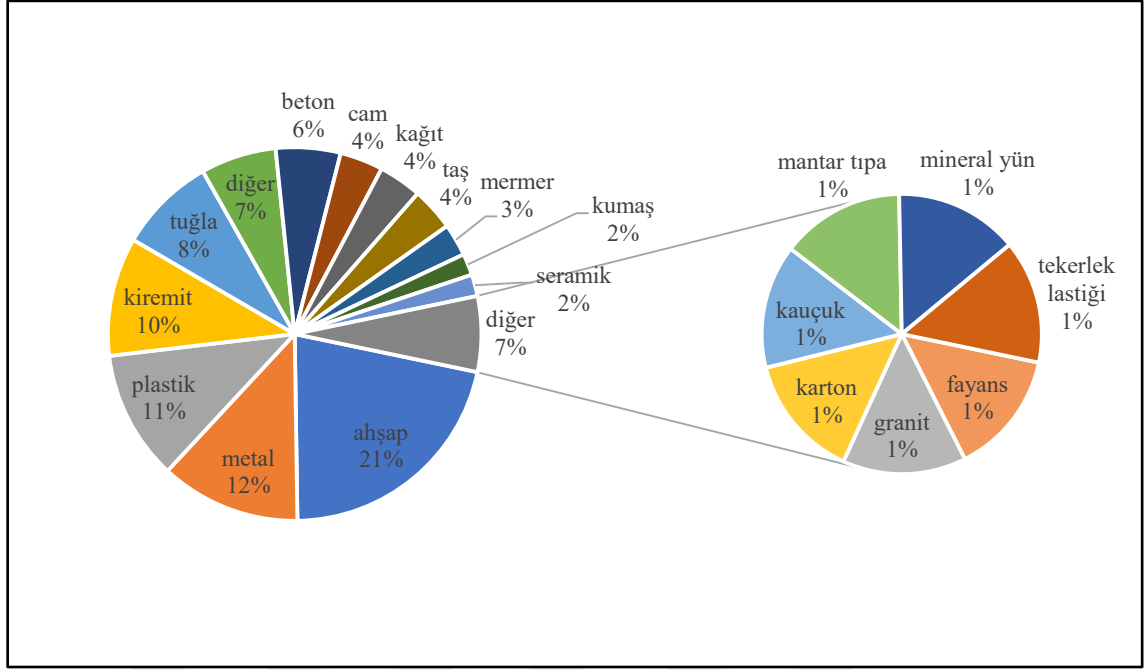
Tablo 20’de yapılarda kullanılan geri dönüştürülmüş malzemelerin malzeme cinsine göre incelemesi gösterilmektedir. Yapı örneklerinde kullanılan malzemelerin cinsine göre belirtildiği malzemeler derlenip tabloda gösterilmiştir. Yapı bilgilerinde her malzemenin detayı verilmemiştir. Örneğin geri dönüştürülmüş metalin kullanıldığı yapılarda metalin de cinsi her durumda belirtilmemiştir. Buna rağmen metalin kaynağının alüminyum veya bakır olduğunun belirtildiği yapı örnekleri de mevcuttur. Bu durum plastik, ahşap vb. malzemeler için de geçerlidir. Sınıflandırmalar yapılırken bu ayrıma dikkat edilmiştir. Malzemelerin belirtilmediği durumlar ‘diğer’ olarak ifade edilmiştir.

Tablo 20. Yapılarda kullanılan geri dönüştürülmüş malzemelerin malzeme cinsine göre incelemesi

Duvar	Ahşap, metal, plastik, kiremit, tuğla, kauçuk, kâğıt, alüminyum, bakır, bambu, seramik, PET, mineral yün
Çatı	Kiremit, tekerlek lastiği, cam
Taşıyıcı	Ahşap, metal, beton, diğer
Zemin	Taş, kiremit
Karma Kullanım	Ahşap, metal, plastik, taş, beton, cam, kiremit, tuğla, kâğıt, kumaş, mermer, seramik, granit, fayans, karton, mantar tıpa, alüminyum, çelik, poliüretan, diğer
Yapının Kendisi	Ahşap, metal, plastik, beton

Çalışmanın daha önceki başlıklarında incelenen yaygın geri dönüştürülebilir malzemelerle birlikte başka malzemelerin de yapının farklı kısımlarında kullanıldığı görülmüştür. Ahşap, metal, plastik, cam, beton gibi sık karşılaşılan geri dönüştürülebilir, malzemelerin yanında mermer, granit, mantar tıpa, tekerlek lastiği ve poliüretan gibi malzemelerin yapılarda kullanıldığı görülmüştür.

Şekil 36’da incelenen yapıların tamamında kullanılan geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanım yoğunluğuna göre incelemesi gösterilmiştir. Yapılarda en çok geri dönüştürülmüş ahşabın, ikinci olarak geri dönüştürülmüş metalin kullanımı gözlenmiştir.



Şekil 36. İncelenen yapıların tamamında kullanılan geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanım yoğunluğuna göre incelemesi

Yapı örneklerinin tamamı incelendiğinde, atıkların farklı şekillerde geri dönüştürülerek yeniden kullanıldığı tespit edilmiştir. Yenileme çalışmalarında mevcut eski yapılardan sökülerek kullanılan malzemeler veya yapım ve yıkım çalışmalarından elde edilen atıklar, geri dönüşüm tesislerine gönderilerek işlenip yeniden hammadde olarak piyasaya sürülen atıklara karşın daha az aşamadan ve süreçten geçmektedir. Bu sayede uygulama giderleri hariç yalnızca yıkım ve nakliye maliyeti olduğundan ayrıca daha ekonomiktir. Yapı örnekleri incelendiğinde bu duruma uygun malzeme kullanımlarına rastlanmıştır. Bulunduğu yörede sıkça kullanılan kiremitlerin, yıkım çalışmalarından elde edilerek başka yapıların cephesinde kullanılması, yeni yapılan binanın yakınlarında yıkılan binalardan elde edilen pencerelerin cephede kullanılması ve yapım esnasında kullanılan kalıpların aynı binada geri dönüştürülerek binanın kapılarında kullanılması bu kullanım şekline birer örnektir.

Dünyada en çok çıkan atıklardan biri olmasına rağmen, işlenmesi, geri dönüştürülmesi ve farklı şekillerde kullanımının kısıtlı olması sebebiyle betonun kullanıldığı yapı örnekleri sayıca azdır. En çok agrega olarak kullanımına rastlanmıştır. Buna karşın dünyada en çok çıkan atık olması ve yıkımlar sebebiyle değerlendirilme

gerekliliğinden kaynaklı beton üzerine yapılan çalışmalara literatürde sık rastlanmaktadır. İlerleyen çalışmalarda betonun kullanım olasılıklarının artacağı düşünülmektedir.

2.3.2. Geri Dönüştürülmüş Malzemelerin İç ve Dış Mekân Donatılarında Kullanımının İncelenmesi

Geri dönüştürülmüş malzemelerin mimari yapılarda yapı malzemesi olarak kullanımının yanında iç ve dış mekân donatısı olarak kullanımı da mevcuttur ve bu çalışma kapsamında 20 donatı örneği incelenmiştir. Örnekler Tablo 21’de gösterilmiştir. Örnekler seçilirken malzemenin kullanımında farklılığı öne çıkaran unsurlara dikkat edilmiştir. Bunun yanında tablo hazırlanırken iç ve dış mekân donatı ürünlerinde geri dönüştürülmüş malzeme ile geri dönüştürülmüş malzemenin kullanım şekline, malzemenin geri dönüşüm sürecine ve son ürünün ne olduğuna dair detaylara ayrıca değinilmiştir.

Tablo 21. Geri dönüştürülmüş malzemelerin iç ve dış mekân donatılarında kullanım örnekleri

Görsel	Geri Dönüştürülen Malzeme	Son Ürün	Geri Dönüşüm Süreci
	Metal (Alüminyum)	Metal zincir	En az %20'si geri dönüştürülmüş malzeme içeren bileşimin %99,7'si alüminyumdur. İç ve dış mekân kullanımına uygundur (URL-48, 2023).
	Plastik	Lamba	Çoğunluğu plastik su şişelerinden elde edilen tamamı geri dönüştürülmüş malzemeden elde edilen keçeden üretilmiş bir sarkıt lambadır (URL-49, 2023).
	Kumaş (Pamuk)	Akustik panel	Sesin yansımısını ve istenmeyen gürültüyü azaltan, geri dönüştürülmüş pamuktan elde edilen akustik paneldir (URL-50, 2023).

Tablo 21'in devamı

Görsel	Geri Dönüştürülen Malzeme	Son Ürün	Geri Dönüşüm Süreci
	Plastik (PET)	Akustik panel	Keçeden yapılan akustik panellerin en az %50'si, birinci üretim PET malzeme ile küçük parçalara ayrılmış PET şişelerin birleşiminden oluşmaktadır (URL-51, 2023).
	Plastik, ahşap	Cephe kaplama paneli	Geri dönüştürülmüş plastik ve ahşap talaşından oluşturulmuş kompozit cephe kaplama panelleridir (URL-52, 2023).
	Kiremit	Kitaplık	Atıklardan toplanan terakota kiremitlerden binanın kütüphanesinde kitaplık yapılmıştır (Maiztegui, 2022).
	Metal (Alüminyum)	Akustik panel	%20'den %100'e kadar geri dönüştürülmüş alüminyumdan, tamamıyla geri dönüştürülebilen alüminyum köpük akustik paneller üretilmektedir. İç ve dış mekân kullanımına uygundur (ALUSION, 2023).
	Seramik, porselen	Zemin ile duvar kaplama karoları	LEED sertifikası da bulunan, zemin ile duvar kaplamasında kullanılan seramik veya porselen karolar üreten firmanın ürünlerinde geri dönüştürülmüş malzeme kullanılmaktadır. Zemin karoları içeriğinde %49'a kadar, duvar kaplama karoları içeriğinde %50'ye kadar geri dönüştürülmüş malzeme bulunmaktadır (Aparici, 2023; Aparici, 2023).

Tablo 21'in devamı

Görsel	Geri Dönüştürülen Malzeme	Son Ürün	Geri Dönüşüm Süreci
	Metal (Paslanmaz çelik)	Evye, batarya vb. armatür ürünleri	Firmanın ürettiği ürünler, %60'ı geri dönüştürülmüş paslanmaz çelik içeren %100 geri dönüştürülebilir paslanmaz çelik armatür ürünleridir (URL-53, 2023).
	Seramik	Lavabo	Firma tarafından tamamen geri dönüştürülmüş seramikten üretilen lavabo, dünyada ilk %100 geri dönüştürülen seramikten üretilen lavabo olma özelliği taşımaktadır (URL-62, 2024).
	Plastik	Masa	Denizden çıkarılan plastik atıklar ile masa tasarlanmıştır (Demirel, 2022).
	Plastik, metal (Alüminyum)	Masa, sandalye	Geri dönüştürülmüş atıklardan modüler mobilya koleksiyonu oluşturuldu. Bu mobilyaların her biri iki parçaya ayrılan 'kırılmış' görünümü kazanmaktadır (Günel, 2022).
	Plastik	Bank	Plastik atıklar geri dönüştürülerek bank şeklinde kent mobilyaları üretilmiştir (Bartolini, 2022).
	Ahşap	Bank	Ahşap paletlerden taşınabilir, açılır kapanır banklar kent mobilyası olarak üretilmiştir. Bankların kolay hareket ettirilebilmesi için altına 3 adet tekerlek monte edilmiştir (Wang, 2022).

Tablo 21'in devamı

Görsel	Geri Dönüştürülen Malzeme	Son Ürün	Geri Dönüşüm Süreci
	Kâğıt	Sehpa, bank	Hamur haline getirilen gazeteler tutkal ile karıştırılıp tuğla şekli aldırılmıştır. Mermer yüzeyli, kâğıt dokulu ve dayanıklı bu tuğlalar ile sehpa, oturma bankları yapılmıştır (Demirel, 2022).
	Plastik	Güneş enerji paneli	Geri dönüştürülmüş plastikten güneş enerji paneli döşeme sistemi oluşturulmuştur. Depolanan güneş enerjisini elektrik enerjisine çevirerek banklarda oturanların cep telefonlarını şarj edebilecek niteliktedir (Özurgancı, 2022).
	Ahşap (Bambu)	Bank	Geçici bir süreliğine inşa edilen bir pavilyonun taşıyıcısında kullanılan bambu parçalar, yapının yıkılacağı zaman sökülüştür. Bambular söküldükten sonra kent içerisinde oturma birimlerine dönüştürülmüştür. Kent donatısına dönüştürülmesi planlanan bambular, bir sandalye ile aynı ölçekte olması için 550 mm'lik bambular kullanılmıştır (Shuangyu, 2023).
	Plastik	Zemin kaplaması	Zeminde bisiklet yolu inşa edilirken geri dönüştürülmüş lastik atıklar kullanılmıştır (Özurgancı, 2022).
	Metal, beton, tuğla gibi yapısal ürünler	Mekân tasarım ürünü	Bina bileşenlerini kurtarmayı hedefleyen firma bu bileşenlerden tasarım ürünleri oluşturmakta ve sergilemektedir (Cutieru, 2022).
	Plastik	Bank	Plastik atıklardan kent içerisinde kullanılmak üzere oturma birimleri şeklinde banklar üretilmiştir (Özurgancı, 2022).

Geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen iç ve dış mekân donatıları, Tablo 21'de gösterildiği şekilde birçok farklı şekillerde karşımıza çıkmaktadır. Donatı örneklerinde görüldüğü üzere geri dönüştürülmüş malzemeler donatı ürünlerinin hem bir parçası olabilmekte hem de tamamını oluşturabilmektedir.

Ek Tablo 2’de geri dönüştürülmüş malzemelerin iç ve dış mekân donatılarında kullanımı geri dönüştürülen malzeme ve son ürün şeklinde gösterilmiştir. Tabloda da görüldüğü üzere atık kumaş, plastik ve metal geri dönüştürülerek akustik panel, atık plastik geri dönüştürülerek lamba, atık seramik, porselen ve plastik geri dönüştürülerek zemin kaplamaları üretilmektedir. Ayrıca atık ahşap, plastik ve kâğıt geri dönüştürülerek oturma birimleri, atık plastik geri dönüştürülerek güneş enerji paneli, atık seramik, metal geri dönüştürülerek lavabo, metal evye ve batarya vb. armatür ürünleri gibi birçok seçenekte ürünün üretildiği görülmektedir.

2.4. Anket Çalışması

Tez kapsamında literatürde yer alan geri dönüştürülebilir ve geri dönüştürülmüş malzeme kullanımına dair incelenen veriler değerlendirilmiştir. Geri dönüştürülmüş malzeme ve yapı malzemelerinin kullanımına dair sıklıkla karşılaşılan sorunlar saptanmıştır. Değerlendirmeler sonucunda geri dönüştürülmüş malzeme kullanımındaki sorunlar ele alınarak 3 sorudan oluşan bir anket hazırlanmıştır. Öncelikle ankete katılan katılımcıların temelde geri dönüştürülebilir malzeme bilgisinin ölçülmesi hedeflenmiştir. Bu sebeple aslında tamamı yeniden kullanım imkanına sahip, kimyasal ve/veya fiziksel yollarla geri dönüştürülebilir olan 20 malzeme listelenerek aralarından çoklu seçim yapılması istenmiştir. 20 malzeme içerisinde metal, plastik, ahşap gibi genel malzemeler; çelik, PET, bambu gibi aynı malzemelerin alt sınıfında olan malzemeler de mevcuttur. İki sınıflandırmanın aynı anda verilmesinin amacı bir şekilde genel olarak malzemenin geri dönüşebildiğini bilen katılımcıların, aynı yerde daha alt sınıflarda malzemenin geri dönüşebilirliğini bilip bilmediğinin ölçülebilmesidir. Hazırlanan cevaplar haricinde katılımcıların kısaca yanıt verebilecekleri diğer seçeneği de cevapların devamında ayrıca eklenmiştir.

İkinci ve üçüncü sorular kendi içerisinde 10 ayrı değerlendirmeye sahip olacak şekilde hazırlanmıştır. İkinci soru geri dönüştürülmüş malzeme kullanımında literatürde sıklıkla karşılaşılan sorunlar derlenerek hazırlanmıştır. Sorular likert ölçeği kullanılarak hazırlanmıştır. Katılımcıların görüşlerini her bir basamakta 5 ölçekten birinin öncelik sıralamasına göre seçerek belirtmeleri istenmiştir. Üçüncü soruda geri dönüştürülmüş malzeme kullanımının artırılması amacıyla ikinci soruyla bağlantılı çözüm önerileri sunulmuştur. Katılımcıların yine görüşlerini her basamakta ayrı ayrı belirtmesi istenmiştir.

Tablo 22’de ankete katılım sağlayan örneklem grupları içerisindeki katılımcıların dağılımı verilmiştir.

Tablo 22. Ankete katılım sağlayan örneklem grupları içerisindeki katılımcıların dağılımını gösteren tablo

Örneklem grubu	Katılımcı sayısı (kişi)
Akademisyenler	17
Alanında uzman kişiler (mimar, mühendis. vb.)	34
Bina kullanıcıları	29
Toplam	80

Ankete 3 örneklem grubundan 80 kişi tarafından katılım sağlanmıştır. Örneklem grubu olarak akademisyenler, alanında uzman kişiler ve bina kullanıcıları seçilmiştir. Akademisyenler arasından 17 kişi, alanında uzman kişiler tarafından 34 kişi ve bina kullanıcısı olarak 29 kişi katılım sağlamıştır.

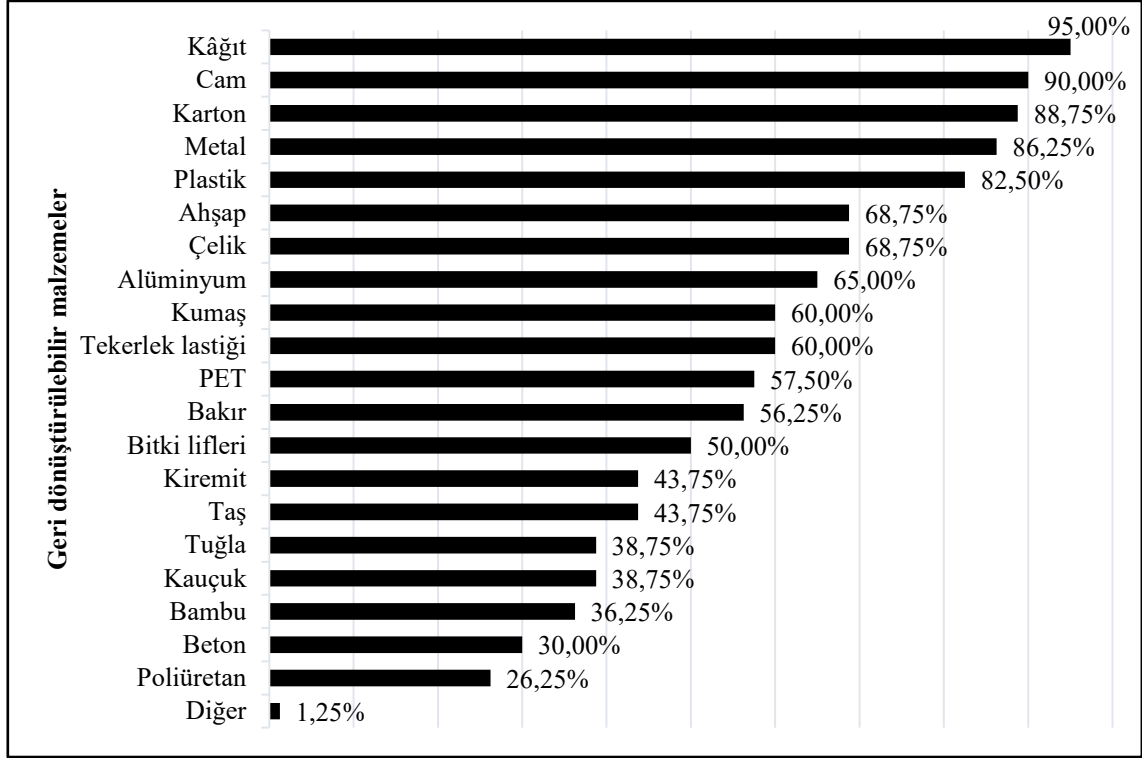
2.4.1. Anket Çalışması Sonuçları ve Analizi

Aşağıdaki Tablo 23’te örneklem grubu içerisinde yer alan katılımcıların geri dönüştürülebilir malzeme seçimleri sayıca yer almaktadır. Ayrıca tabloda katılımcıların yaptığı seçimlerin 3 örneklem grubu içerisindeki dağılımı yüzde (%) olarak gösterilmiştir.

Tablo 23. Anket katılımcılarının geri dönüştürülebilir malzeme seçimlerinin sayıca gösterimi

Geri dönüştürülebilir malzemeler	Akademisyenler (kişi)	1.grup (%) dağılım	Alanında uzman kişiler (kişi)	2.grup (%) dağılım	Bina kullanıcıları (kişi)	3.grup (%) dağılım
Metal	17	100	28	82,35	24	82,75
Plastik	14	82,35	26	76,47	26	89,65
Beton	12	70,58	9	26,47	3	10,34
Ahşap	14	82,35	26	76,47	15	51,72
Cam	17	100	29	85,29	26	89,65
Kâğıt	17	100	31	91,17	28	96,55
Karton	17	100	29	85,29	25	86,2
Alüminyum	11	64,7	22	64,7	19	65,51
Kumaş	15	88,23	19	55,88	14	48,27
Bitki lifleri	12	70,58	15	44,11	13	44,82
Kiremit	13	76,47	12	35,29	10	34,48
Bakır	8	47,05	19	55,88	18	62,06
Tekerlek lastiği	14	82,35	17	50	17	58,62
PET	12	70,58	19	55,88	15	51,72
Tuğla	13	76,47	11	32,35	7	24,13
Kauçuk	6	35,29	15	44,11	10	34,48
Çelik	15	88,23	21	61,76	19	65,51
Poliüretan	4	23,52	11	32,35	6	20,68
Taş	11	64,7	16	47,05	8	27,58
Bambu	8	47,05	13	38,23	8	27,58
Diğer:	0	0	1	2,94	0	0

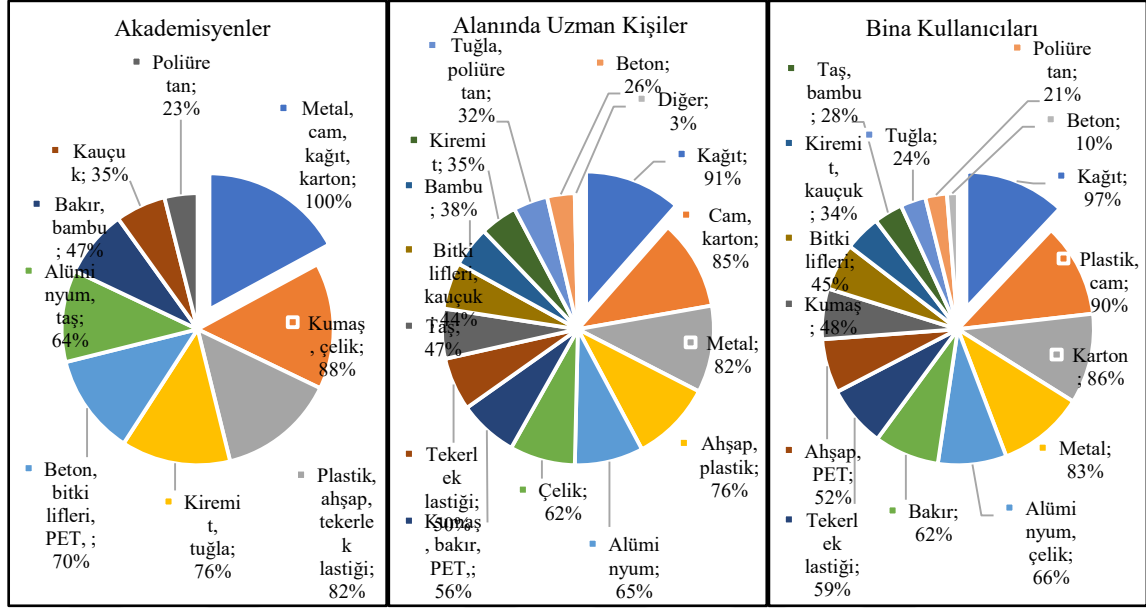
Ankete katılan katılımcıların tamamının yaptığı geri dönüştürülebilir malzeme seçimlerine bakıldığında, katılımcıların %95'i tarafından en fazla kâğıt seçilmiştir. %90 ile cam en fazla ikinci, %88,75 ile karton en fazla üçüncü seçilmiştir. En az seçilen malzemeler arasında ilk olarak %27,50 ile poliüretan, ikinci olarak %31,25 ile beton, %36,25 ile bambu yer almaktadır. Katılımcılardan yalnızca bir kişi 'diğer' seçeneğine ekleme yaparak ayrıca katılım sağlamıştır. Alanında uzman kişiler örneklem grubuna ait katılımcının belirttiği geri dönüştürülebilir malzemeler alçı panel, gaz beton ve seramik malzemeleridir. Bir örneklem grubunda bulunan her katılımcının aynı malzemenin geri dönüştürülebilir olduğu kararına vardığı durumlara az rastlanmıştır. Şekil 37'de geri dönüştürülebilir malzemeler arasından anket katılımcıları tarafından seçim yapılan malzemelerin yüzdelik gösterimi verilmiştir.



Şekil 37. Geri dönüştürülebilir malzemeler arasından anket katılımcıları tarafından seçim yapılan malzemelerin yüzdelik gösterimi

En az geri dönüştürülebilir ikinci malzeme olarak seçilen beton, inşaat ve yıkım atıklarında en fazla oluşan atıklardan biridir. Geri dönüştürülebilirlik yüzdesi fazla olan beton atıklar, dekoratif amaçlı kullanımlardan taşıyıcı elemanlara katılabilmesine kadar pek çok alanda kullanılabilmektedir. Ayrıca geri dönüştürülebilir en değerli demir dışı metal olan ve ambalaj sektöründe sıkça kullanılan bir malzeme olan alüminyum, katılımcıların %65'i tarafından seçilerek geri dönüştürülebilir malzemeler arasında altıncı sırada yer almıştır.

Tez kapsamında incelenen yapı örneklerinde kullanılan geri dönüştürülmüş malzemeler ile anketin birinci sorusunda kullanılan malzemeler karşılaştırıldığında, anket katılımcıları tarafından % 95'lik bir çoğunlukla seçilen kâğıdın yapılarda yalnızca %5'lik bir kullanım oranına sahip olduğu saptanmıştır. Buna karşılık yapılarda kullanım oranı en fazla olan ahşap, anket katılımcılarının %68,75'i tarafından seçilmiştir. Bu açıdan bakıldığında katılımcıların inşaat malzemelerini temel alarak cevaplamadıkları sonucuna varılmaktadır. Şekil 38'de Akademisyenler, alanında uzman kişiler ve bina kullanıcıları örneklem grupları için geri dönüştürülebilir malzeme seçimlerinin yüzdelik gösterimi bulunmaktadır. Malzeme seçimlerinde yüzdelik sayılar yuvarlanmıştır.



Şekil 38. Akademisyenler, alanında uzman kişiler ve bina kullanıcıları için geri dönüştürülebilir malzeme seçimlerinin yüzdelik gösterimi (sayılar yuvarlanmıştır)

Akademisyenlerden oluşan örneklem grubunun %100'ü tarafından yalnızca 4 malzemenin geri dönüştürülebilir olduğu kanısına varılmıştır. Bunlar metal, cam, kâğıt ve karton olmuştur. %50'nin üzerinde seçim yapılan malzemelerin devamında %88 ile kumaş ve çelik, %82 ile plastik, ahşap ve tekerlek lastiği, %76 ile kiremit ve tuğla, %70 ile beton, bitki lifleri ve PET, %64 alüminyum ve taş bulunmaktadır. Örneklem grubunun %50'sinin daha azı tarafından seçim yapılan malzemeler ise %47 ile bakır ve bambu, %35 ile kauçuk olmuştur. %23 ile en az seçilen malzeme plastik bazlı bir polimer olan poliüretan olmuştur. Katılımcılar tarafından ayrıca bir geri dönüştürülebilir malzeme önerilmemiştir.

Uzman kişilerden oluşan örneklem grubunda %100 oranında seçilen bir geri dönüştürülebilir malzeme olmamıştır. Öte yandan en fazla seçilen malzeme %91 ile kâğıt olmuştur. %50'nin üzerinde seçim yapılan diğer malzemeler %85 ile cam ve karton, %82 ile metal, %76 ile ahşap ve plastik, %65 ile alüminyum, %62 ile çelik ve %56 ile kumaş, bakır ve PET olmuştur. Örneklem grubunun %50'si tarafından tekerlek lastiği seçilmiştir. Örneklem grubunun %50'sinin daha azı tarafından seçim yapılan malzemeler ise %47 ile taş, %44 ile bitki lifleri ve kauçuk, %38 ile bambu, %35 ile kiremit, %32 ile tuğla ve poliüretan olmuştur. %26 ile en az seçilen malzeme beton olmuştur. Katılımcıların yalnızca %3'ü tarafından diğer seçeneğine ayrıca ekleme yapılmıştır. Ekleme yapılan malzemeler alçı panel, gaz beton ve seramik malzemeleridir.

Bina kullanıcılarından oluşan örneklem grubunda da %100 oranında seçilen bir geri dönüştürülebilir malzeme olmamıştır. Örneklem grubu katılımcıları tarafından %97 ile en fazla kâğıt seçilmiştir. Devamında %90 ile plastik ve cam, %86 ile karton, %83 ile metal, %66 ile alüminyum ve çelik, %62 ile bakır, %59 ile tekerlek lastiği, %52 ile ahşap ve PET seçilmiştir. Örneklem grubunun %50'sinin daha azı tarafından seçim yapılan malzemeler ise %48 ile kumaş, %45 ile bitki lifleri, %34 ile kiremit ve kauçuk, %28 ile taş ve bambu, %24 ile tuğla, %21 ile poliüretan olmuştur. %10 ile en az seçilen malzeme beton olmuştur. Katılımcılar tarafından ayrıca bir geri dönüştürülebilir malzeme önerilmemiştir.

Anketin ikinci ve üçüncü sorusu daha önce bahsedildiği üzere kendi içerisinde alt sorularda farklı farklı değerlendirmeler içermektedir. Buna göre ikinci soruda katılımcılar tarafından küresel çapta geri dönüştürülmüş malzeme kullanımında dikkat çeken sorunların likert ölçeği bazında değerlendirmeleri beklenmiştir. Değerlendirme ölçütü olarak sorulara ağırlık sırasına göre 1 ile 5 arasında bir değer verilmiştir. Katılımcılar adına olumlu cevaplar için 'katılıyorum ve kesinlikle katılıyorum', olumsuz cevaplar adına 'katılmıyorum ve kesinlikle katılmıyorum' hesaplanmıştır. 'Nötr' cevaplar tarafsız kabul edilmiştir.

Tablo 24'te anket katılımcılarının tümü için, anketin ikinci sorusu olan geri dönüştürülmüş malzeme kullanımına dair dikkat çeken sorunlara verilmiş cevapların kişi sayısı bazında gösterimi verilmiştir.

Tablo 24. Anket katılımcılarının geri dönüştürülmüş malzeme kullanımına dair dikkat çeken sorunlara verilmiş cevapların kişi sayısı bazında gösterimi

Soru	Cevaplar (kişi)				
	1	2	3	4	5
Bilgi eksikliği. Geri dönüşüm uygulamalarında görev alan sorumluların, geri dönüştürülebilir malzemeler ve avantajları hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması.	1	3	14	25	37
Toplumsal bilincin oluşmaması. Kişilerin geri dönüşümün çevreye ve ekonomiye sağladığı katkıyla ilgilenmemesi.	-	1	4	25	50
Birincil kaynaktan (hammaddeden) üretilen ürünün daha ucuz olması.	6	16	32	16	10
Kullanıcının geri dönüştürülmüş malzemeye karşı olumsuz yaklaşımı.	11	12	15	28	14
Erişilebilir olmaması. Üretim yapan veya ithal eden firmaların sayıca yetersiz olması.	-	5	13	37	25
Erişilebilir olmaması. Üretilen veya ithal edilen malzemelerin/ürünlerin sayıca yetersiz olması.	1	5	20	35	26
Geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen ürünlerin, hammaddeden üretilene kıyasla daha kalitesiz olması.	8	25	25	16	6
İnşaat ve yıkım işlerinde atık yönetiminin yetersiz olması.	-	4	7	29	40
Hanelerde, kurum ve kuruluşlarda geri dönüşümün (kaynağında ayrıştırılmasının) tercihe bağlı bir seçenek olması.	2	3	10	32	33
Geri dönüştürülen malzemenin/ürünün kaynağının bilinmemesi.	3	12	31	21	13
Diğer	4				

Aşağıdaki grafik ve tablolarda tez kapsamında hazırlanan ikinci soru olan ‘geri dönüştürülmüş malzeme kullanımına dair dikkat çeken sorunların 80 katılımcı için verilen cevapların tek tek değerlendirmesi ile örneklem grupları özelinde değerlendirmesi gösterilmektedir. Tablo 25’te geri dönüştürülmüş malzeme kullanımındaki dikkat çeken sonuçların seçiminde anket katılımcılarının tamamı için verilen cevapların yüzdelik gösterim grafikleri bulunmaktadır.

Tablo 25. Geri dönüştürülmüş malzeme kullanımındaki dikkat çeken sorunlara verilen cevapların yüzdelik gösterim grafiklerini içeren tablo

Soru	Cevap Analizi												
Bilgi eksikliği. Geri dönüşüm uygulamalarında görev alan sorumluların, geri dönüştürülebilir malzemeler ve avantajları hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cevap</th> <th>Yüzdelik</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1: Kesinlikle katılmıyorum</td> <td>1,25</td> </tr> <tr> <td>2: Katılmıyorum</td> <td>3,75</td> </tr> <tr> <td>3: Nötr</td> <td>17,5</td> </tr> <tr> <td>4: Katılıyorum</td> <td>31,25</td> </tr> <tr> <td>5: Kesinlikle katılıyorum</td> <td>46,25</td> </tr> </tbody> </table>	Cevap	Yüzdelik	1: Kesinlikle katılmıyorum	1,25	2: Katılmıyorum	3,75	3: Nötr	17,5	4: Katılıyorum	31,25	5: Kesinlikle katılıyorum	46,25
Cevap	Yüzdelik												
1: Kesinlikle katılmıyorum	1,25												
2: Katılmıyorum	3,75												
3: Nötr	17,5												
4: Katılıyorum	31,25												
5: Kesinlikle katılıyorum	46,25												
Toplumsal bilincin oluşmaması. Kişilerin geri dönüşümün çevreye ve ekonomiye sağladığı katkıyla ilgilenmemesi	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cevap</th> <th>Yüzdelik</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1: Kesinlikle katılmıyorum</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2: Katılmıyorum</td> <td>1,25</td> </tr> <tr> <td>3: Nötr</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>4: Katılıyorum</td> <td>31,25</td> </tr> <tr> <td>5: Kesinlikle katılıyorum</td> <td>62,5</td> </tr> </tbody> </table>	Cevap	Yüzdelik	1: Kesinlikle katılmıyorum	0	2: Katılmıyorum	1,25	3: Nötr	5	4: Katılıyorum	31,25	5: Kesinlikle katılıyorum	62,5
Cevap	Yüzdelik												
1: Kesinlikle katılmıyorum	0												
2: Katılmıyorum	1,25												
3: Nötr	5												
4: Katılıyorum	31,25												
5: Kesinlikle katılıyorum	62,5												
Birincil kaynaktan (hammaddeden) üretilen ürünün daha ucuz olması	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cevap</th> <th>Yüzdelik</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1: Kesinlikle katılmıyorum</td> <td>7,5</td> </tr> <tr> <td>2: Katılmıyorum</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>3: Nötr</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>4: Katılıyorum</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>5: Kesinlikle katılıyorum</td> <td>12,5</td> </tr> </tbody> </table>	Cevap	Yüzdelik	1: Kesinlikle katılmıyorum	7,5	2: Katılmıyorum	20	3: Nötr	40	4: Katılıyorum	20	5: Kesinlikle katılıyorum	12,5
Cevap	Yüzdelik												
1: Kesinlikle katılmıyorum	7,5												
2: Katılmıyorum	20												
3: Nötr	40												
4: Katılıyorum	20												
5: Kesinlikle katılıyorum	12,5												

Tablo 25'in devamı

Soru	Cevap Analizi												
Kullanıcının geri dönüştürülmüş malzemeye karşı olumsuz yaklaşımı	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cevap</th> <th>Oran (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1: Kesinlikle katılmıyorum</td> <td>13,75</td> </tr> <tr> <td>2: Katılmıyorum</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>3: Nötr</td> <td>18,75</td> </tr> <tr> <td>4: Katılıyorum</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>5: Kesinlikle katılıyorum</td> <td>17,5</td> </tr> </tbody> </table>	Cevap	Oran (%)	1: Kesinlikle katılmıyorum	13,75	2: Katılmıyorum	15	3: Nötr	18,75	4: Katılıyorum	35	5: Kesinlikle katılıyorum	17,5
Cevap	Oran (%)												
1: Kesinlikle katılmıyorum	13,75												
2: Katılmıyorum	15												
3: Nötr	18,75												
4: Katılıyorum	35												
5: Kesinlikle katılıyorum	17,5												
Erişilebilir olmaması. Üretim yapan veya ithal eden firmaların sayıca yetersiz olması	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cevap</th> <th>Oran (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1: Kesinlikle katılmıyorum</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2: Katılmıyorum</td> <td>6,25</td> </tr> <tr> <td>3: Nötr</td> <td>16,25</td> </tr> <tr> <td>4: Katılıyorum</td> <td>46,25</td> </tr> <tr> <td>5: Kesinlikle katılıyorum</td> <td>31,25</td> </tr> </tbody> </table>	Cevap	Oran (%)	1: Kesinlikle katılmıyorum	0	2: Katılmıyorum	6,25	3: Nötr	16,25	4: Katılıyorum	46,25	5: Kesinlikle katılıyorum	31,25
Cevap	Oran (%)												
1: Kesinlikle katılmıyorum	0												
2: Katılmıyorum	6,25												
3: Nötr	16,25												
4: Katılıyorum	46,25												
5: Kesinlikle katılıyorum	31,25												
Erişilebilir olmaması. Üretilen veya ithal edilen malzemelerin/ürünlerin sayıca yetersiz olması	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cevap</th> <th>Oran (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1: Kesinlikle katılmıyorum</td> <td>1,25</td> </tr> <tr> <td>2: Katılmıyorum</td> <td>6,25</td> </tr> <tr> <td>3: Nötr</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>4: Katılıyorum</td> <td>43,75</td> </tr> <tr> <td>5: Kesinlikle katılıyorum</td> <td>23,75</td> </tr> </tbody> </table>	Cevap	Oran (%)	1: Kesinlikle katılmıyorum	1,25	2: Katılmıyorum	6,25	3: Nötr	25	4: Katılıyorum	43,75	5: Kesinlikle katılıyorum	23,75
Cevap	Oran (%)												
1: Kesinlikle katılmıyorum	1,25												
2: Katılmıyorum	6,25												
3: Nötr	25												
4: Katılıyorum	43,75												
5: Kesinlikle katılıyorum	23,75												
Geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen ürünlerin, hammaddeden üretilene kıyasla daha kalitesiz olması	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cevap</th> <th>Oran (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1: Kesinlikle katılmıyorum</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>2: Katılmıyorum</td> <td>31,25</td> </tr> <tr> <td>3: Nötr</td> <td>31,25</td> </tr> <tr> <td>4: Katılıyorum</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>5: Kesinlikle katılıyorum</td> <td>7,5</td> </tr> </tbody> </table>	Cevap	Oran (%)	1: Kesinlikle katılmıyorum	10	2: Katılmıyorum	31,25	3: Nötr	31,25	4: Katılıyorum	20	5: Kesinlikle katılıyorum	7,5
Cevap	Oran (%)												
1: Kesinlikle katılmıyorum	10												
2: Katılmıyorum	31,25												
3: Nötr	31,25												
4: Katılıyorum	20												
5: Kesinlikle katılıyorum	7,5												

Tablo 25'in devamı

Soru	Cevap Analizi												
İnşaat ve yıkım işlerinde atık yönetiminin yetersiz olması	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Oran (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1: Kesinlikle katılmıyorum</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2: Katılmıyorum</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>3: Nötr</td> <td>8,75</td> </tr> <tr> <td>4: Katılıyorum</td> <td>36,25</td> </tr> <tr> <td>5: Kesinlikle katılıyorum</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Oran (%)	1: Kesinlikle katılmıyorum	0	2: Katılmıyorum	5	3: Nötr	8,75	4: Katılıyorum	36,25	5: Kesinlikle katılıyorum	50
Kategori	Oran (%)												
1: Kesinlikle katılmıyorum	0												
2: Katılmıyorum	5												
3: Nötr	8,75												
4: Katılıyorum	36,25												
5: Kesinlikle katılıyorum	50												
Hanelerde, kurum ve kuruluşlarda geri dönüşümün (kaynağında ayrıştırılmasının) tercihe bağlı bir seçenek olması	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Oran (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1: Kesinlikle katılmıyorum</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td>2: Katılmıyorum</td> <td>3,75</td> </tr> <tr> <td>3: Nötr</td> <td>12,5</td> </tr> <tr> <td>4: Katılıyorum</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>5: Kesinlikle katılıyorum</td> <td>41,25</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Oran (%)	1: Kesinlikle katılmıyorum	2,5	2: Katılmıyorum	3,75	3: Nötr	12,5	4: Katılıyorum	40	5: Kesinlikle katılıyorum	41,25
Kategori	Oran (%)												
1: Kesinlikle katılmıyorum	2,5												
2: Katılmıyorum	3,75												
3: Nötr	12,5												
4: Katılıyorum	40												
5: Kesinlikle katılıyorum	41,25												
Geri dönüştürülen malzemenin/ürün ün kaynağının bilinmemesi	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Oran (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1: Kesinlikle katılmıyorum</td> <td>3,75</td> </tr> <tr> <td>2: Katılmıyorum</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>3: Nötr</td> <td>38,75</td> </tr> <tr> <td>4: Katılıyorum</td> <td>26,25</td> </tr> <tr> <td>5: Kesinlikle katılıyorum</td> <td>16,25</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Oran (%)	1: Kesinlikle katılmıyorum	3,75	2: Katılmıyorum	15	3: Nötr	38,75	4: Katılıyorum	26,25	5: Kesinlikle katılıyorum	16,25
Kategori	Oran (%)												
1: Kesinlikle katılmıyorum	3,75												
2: Katılmıyorum	15												
3: Nötr	38,75												
4: Katılıyorum	26,25												
5: Kesinlikle katılıyorum	16,25												

Katılımcıların tamamı geri dönüştürülmüş malzeme kullanımının az olmasındaki veya yeterli seviyede olmamasının yaklaşık olarak %94'lük bir oranla malzemenin geri dönüşümü sayesinde çevreye ve ekonomiye sağladığı faydanın toplum bilincinde yeterince yer etmemesini sebep göstermiştir. Bunun yanında %50'nin üzerinde ortak kanıya varılan diğer sorunlar sırasıyla %86,25 ile 'inşaat ve yıkım işlerinde atık yönetiminin yetersiz olması', %81,25 ile 'Hanelerde, kurum ve kuruluşlarda geri dönüşümün (kaynağında ayrıştırılmasının) tercihe bağlı bir seçenek olması', %77,50 ile 'erişilebilir olmaması, üretim yapan veya ithal eden firmaların sayıca yetersiz olması' ve 'bilgi eksikliği, geri dönüşüm uygulamalarında görev alan sorumluların, geri dönüştürülebilir malzemeler ve avantajları hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması', %67,50 ile 'erişilebilir olmaması.

Üretilen veya ithal edilen malzemelerin/ürünlerin sayıca yetersiz olması', %52,50 ile 'kullanıcının geri dönüştürülmüş malzemeye karşı olumsuz yaklaşımı' şeklinde olmuştur.

Geri dönüştürülmüş malzeme kullanımında teşkil eden en etkisiz sorunun ise %27,50'lik bir katılımı ile 'geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen ürünlerin, hammaddeden üretilene kıyasla daha kalitesiz olması' şeklinde olmuştur. Katılımcıların %41,25'i bunu reddetmektedir. Katılımcıların %31,25'i nötr seçeneğini tercih ederek bu konuda tarafsız kaldığını belirtmiştir.

Katılımcıların en tarafsız kaldığı sebep %40 ile 'birincil kaynaktan (hammaddeden) üretilen ürünün daha ucuz olması' şeklinde olmuştur.

Katılımcıların %5'i diğer seçeneğine listede olmayan sebeplerle öznel düşüncelerini baz alarak ekleme yapmışlardır.

Diğer yanıtlar:

- Yaşam piramidinin altında bir ülkeyiz. Sıra bu konulara gelemedi. Eğitim seviyemiz düşük.
- Toplumsal bilinçsizlik ve tüketim alışkanlığı.
- Dönüştürülmüş malzeme kullanımında organizasyon eksikliği, yani bu işi rahatça yapabileceğimiz organizasyon yapılarının oluşmaması.
- Türkiye'de ve dünyada insanların 'bilinçli' olarak geri dönüştürülemeyen veya dönüştürülmemiş malzeme kullanmalarındaki asıl sebep sektöre yön veren, yani üretici firmalardan dolayıdır. Dönüştürülebilir malzeme olmak 'daha çok para dönüştürmek' demek firmalar için. Muadilleri ile aynı fiyatta olduktan sonra çevreci ürünlerin kullanımının %70 artacağı kanısındayım.

Tablo 26'da anket çalışmasının ikinci sorusu ve akademisyenler örneklem grubu içerisindeki katılımcıların anketin ikinci sorusuna verdiği cevaplar bulunmaktadır.

Tablo 26. Akademisyenler örneklem grubunun anketin ikinci sorusuna verdiği cevaplar

Soru	Cevaplar (kişi)				
	1	2	3	4	5
Bilgi eksikliği. Geri dönüşüm uygulamalarında görev alan sorumluların, geri dönüştürülebilir malzemeler ve avantajları hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması.	-	-	4	5	8
Toplumsal bilincin oluşmaması. Kişilerin geri dönüşümün çevreye ve ekonomiye sağladığı katkıyla ilgilenmemesi.	-	-	-	5	12
Birincil kaynaktan (hammaddeden) üretilen ürünün daha ucuz olması.	2	2	11	1	1
Kullanıcının geri dönüştürülmüş malzemeye karşı olumsuz yaklaşımı.	1	2	7	6	1
Erişilebilir olmaması. Üretim yapan veya ithal eden firmaların sayıca yetersiz olması.	-	1	4	7	5
Erişilebilir olmaması. Üretilen veya ithal edilen malzemelerin/ürünlerin sayıca yetersiz olması.	-	1	6	6	4
Geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen ürünlerin, hammaddeden üretilene kıyasla daha kalitesiz olması.	1	9	4	-	3
İnşaat ve yıkım işlerinde atık yönetiminin yetersiz olması.	-	1	-	6	10
Hanelerde, kurum ve kuruluşlarda geri dönüşümün (kaynağında ayrıştırılmasının) tercihe bağlı bir seçenek olması.	1	1	-	6	9
Geri dönüştürülen malzemenin/ürünün kaynağının bilinmemesi.	-	1	12	3	1
Diğer	1				

Akademisyenlerin geri dönüştürülmüş malzeme ve dolayısıyla yapı malzemelerinin kullanımındaki sorunlara verdiği cevaplarda, en büyük sorun olarak geri dönüşümün çevreye ve ekonomiye sağladığı katkının toplumda bir bilinç oluşturmadığı kanısına varılmıştır. İnşaat ve yıkım işlerindeki yetersiz yönetim en büyük ikinci sorun olarak seçilmiştir. Ortak bir kararla üçüncü ve dördüncü sorun olarak geri dönüşüm uygulamalarında görev alan sorumluların yeterli bilgiye sahip olmadığı ve hanelerde, kurum ve kuruluşlarda geri dönüşüm amaçlı atıkların kaynağında ayrıştırılmasının tercihe bağlı olması seçilmiştir.

Akademisyenler tarafından en az sorun teşkil edilen seçenek olarak geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen ürünlerin daha kalitesiz olması ve birincil hammadde kaynaklarından üretilen ürünlerin daha ucuz olması seçilmiştir. Ankete katılan akademisyenlerden bir kişi listede yer almayan bir sebep ile ayrıca katılım sağlamıştır.

Tablo 27’de anket çalışmasının ikinci sorusu ve alanında uzman kişiler örneklem grubu içerisindeki katılımcıların anketin ikinci sorusuna verdiği cevaplar bulunmaktadır.

Tablo 27. Alanında uzman kişiler örneklem grubunun anketin ikinci sorusuna verdiği cevaplar

Soru	Cevaplar (kişi)				
	1	2	3	4	5
Bilgi eksikliği. Geri dönüşüm uygulamalarında görev alan sorumluların, geri dönüştürülebilir malzemeler ve avantajları hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması.	1	2	4	14	13
Toplumsal bilincin oluşmaması. Kişilerin geri dönüşümün çevreye ve ekonomiye sağladığı katkıyla ilgilenmemesi.	-	-	3	11	20
Birincil kaynaktan (hammaddeden) üretilen ürünün daha ucuz olması.	2	7	12	9	4
Kullanıcının geri dönüştürülmüş malzemeye karşı olumsuz yaklaşımı.	5	7	4	12	6
Erişilebilir olmaması. Üretim yapan veya ithal eden firmaların sayıca yetersiz olması.	-	3	3	15	13
Erişilebilir olmaması. Üretilen veya ithal edilen malzemelerin/ürünlerin sayıca yetersiz olması.	1	2	7	18	6
Geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen ürünlerin, hammaddeden üretilene kıyasla daha kalitesiz olması.	5	9	11	9	-
İnşaat ve yıkım işlerinde atık yönetiminin yetersiz olması.	-	1	2	14	17
Hanelerde, kurum ve kuruluşlarda geri dönüşümün (kaynağında ayrıştırılmasının) tercihe bağlı bir seçenek olması.	-	-	5	16	13
Geri dönüştürülen malzemenin/ürünün kaynağının bilinmemesi.	1	5	10	10	8
Diğer	2				

Alanında uzman kişilerin cevapları incelendiğinde, en büyük sorun teşkil eden sebebin geri dönüşümün çevre ve ekonomiye sağlayacağı potansiyel katkının toplum bilincinde bir yer etmemesi olduğu belirtilmiştir. Devamında inşaat ve yıkım işlerindeki atık yönetiminin yetersizliği ile hanelerde, kurum ve kuruluşlarda tercihe bağlı olarak geri dönüşüm amaçlı atıkların kaynağında ayrıştırılması belirtilmiştir.

Alanında uzman kişiler tarafından en az sorun teşkil eden sorunların ise geri dönüştürülmüş malzemedan üretilen ürünlerin birincil hammadde kaynaklarından üretilen ürünlere kıyasla daha kalitesiz olması ile birincil hammadde kaynaklarından üretilen ürünün daha ucuz olması yönündedir. Ankete katılan alanında uzman kişilerden iki kişi listede yer almayan bir sebep ile ayrıca katılım sağlamıştır.

Tablo 28’de anket çalışmasının ikinci sorusu ve bina kullanıcıları örneklem grubu içerisindeki katılımcıların anketin ikinci sorusuna verdiği cevaplar bulunmaktadır.

Tablo 28. Bina kullanıcıları örneklem grubunun anketin ikinci sorusuna verdiği cevaplar

Soru	Cevaplar (kişi)				
	1	2	3	4	5
Bilgi eksikliği. Geri dönüşüm uygulamalarında görev alan sorumluların, geri dönüştürülebilir malzemeler ve avantajları hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması.	-	1	6	6	16
Toplumsal bilincin oluşmaması. Kişilerin geri dönüşümün çevreye ve ekonomiye sağladığı katkıyla ilgilenmemesi.	-	1	1	9	18
Birincil kaynaktan (hammaddeden) üretilen ürünün daha ucuz olması.	2	7	9	6	5
Kullanıcının geri dönüştürülmüş malzemeye karşı olumsuz yaklaşımı.	5	3	4	10	7
Erişilebilir olmaması. Üretim yapan veya ithal eden firmaların sayıca yetersiz olması.	-	1	6	15	7
Erişilebilir olmaması. Üretilen veya ithal edilen malzemelerin/ürünlerin sayıca yetersiz olması.	-	2	7	11	9
Geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen ürünlerin, hammaddeden üretilene kıyasla daha kalitesiz olması.	2	7	10	7	3
İnşaat ve yıkım işlerinde atık yönetiminin yetersiz olması.	-	2	5	9	13
Hanelerde, kurum ve kuruluşlarda geri dönüşümün (kaynağında ayrıştırılmasının) tercihe bağlı bir seçenek olması.	1	2	5	10	11
Geri dönüştürülen malzemenin/ürünün kaynağının bilinmemesi.	2	6	9	8	4
Diğer	1				

Bina kullanıcıları örneklem grubu cevapları incelendiğinde, en büyük sorun olarak geri dönüşümün çevre ve ekonomiye sağlayacağı potansiyel katkının toplum bilincinde bir yer etmemesi olduğu görülmüştür. Geri dönüşüm uygulamalarında görev alan sorumluların yeterli bilgiye sahip olmaması ikinci sorun olarak, inşaat ve yıkım işlerindeki atık yönetiminin yetersizliği ise üçüncü sorun olarak seçilmiştir.

Bina kullanıcıları tarafından birincil hammadde kaynaklarından üretilen ürünlerin ucuz olması ile geri dönüştürülen malzeme ve ürünlerin geri dönüştürülmeden önceki halinin bilinmemesi en az öneme sahip sorun olarak seçilmiştir. Ankete katılan bina kullanıcılarından bir kişi listede yer almayan bir sebep ile ayrıca katılım sağlamıştır.

Anketin üçüncü sorusunda, geri dönüştürülmüş malzeme kullanımındaki sorunların değerlendirilmesinden sonra bu sorunlara karşılık sunulan çözümlerin değerlendirilmesi istenmiştir. Çözümler sayesinde geri dönüştürülebilir malzeme ve akabinde mimari alanda geri dönüştürülmüş yapı malzemesi kullanımındaki sorunların bertaraf edilmesi ve kullanımının artırılması amaçlanmaktadır. Anket katılımcılarının olası çözümleri yine likert ölçeği bazında değerlendirilmesi beklenmiştir.

Tablo 29’da anket katılımcılarının tümü için, anketin üçüncü sorusu olan geri dönüştürülmüş malzeme kullanımında uygulanabilecek çözümlere dair verilmiş cevapların kişi sayısı bazında gösterimi verilmiştir.

Tablo 29. Anket katılımcılarının geri dönüştürülmüş malzeme kullanımında uygulanabilecek çözümlere dair verilmiş cevapların kişi sayısı bazında gösterimi

Soru	Cevaplar (kişi)				
	1	2	3	4	5
Kurum ve kuruluşlar tarafından seminerler, çalıştaylar, konferanslar düzenlenebilir, yayın organlarından daha çok faydalanılabilir.	-	2	9	23	46
Toplumsal bilincin oluşması adına konuya duyarlı veya ilgili olmayan kişilere geri dönüşümün sürekliliği için çevreye, doğaya, insanlığa ve ekonomiye dair faydalarının sürekli anlatılması.	-	2	10	23	45
Devlet teşvikleri ile malzemeyi geri dönüştüren, ikincil kaynak olarak üreten firmalara destek sağlanabilir.	1	1	7	17	54
Kullanıcıya geri dönüştürülmüş malzemenin kullanıldığı ve estetik görüldüğü, dayanıklı olduğunu kanıtlayan örnekler gösterilip ikna edilebilir.	1	2	5	26	46
Geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen yapı malzemesi ve çeşitli ürünleri üreten firmaların sayıca artması.	-	-	6	26	48
Firmaların geri dönüştürülmüş malzemeden ürettiği ürün ve malzemelerin sayısı ve çeşidini artırması	-	-	6	30	44
Geri dönüştürülmüş ürün ve malzemelerin kalitesinin artırılması	-	-	9	17	54
İnşaat ve yıkım işlerinde atık yönetiminin teşvik edilmesi veya zorunlu hale getirilmesi.	-	1	11	16	52
Hanelerde, kurum ve kuruluşlarda geri dönüşümün (kaynağında ayrıştırılmasının) zorunlu hale getirilmesi.	1	1	11	20	47
Geri dönüştürülen malzemelerin/ürünlerin kaynağının açıkça belirtilmesi.	1	3	12	29	35
Diğer	5				

Aşağıdaki grafik ve tablolarda tez kapsamında hazırlanan üçüncü soru olan ‘geri dönüştürülmüş malzeme kullanımında uygulanabilecek çözümlerin 80 katılımcı için verilen cevapların tek tek değerlendirmesi ile örneklem grupları özelinde değerlendirmesi gösterilmektedir. Tablo 30’da geri dönüştürülmüş malzeme kullanımında uygulanabilecek muhtemel çözümlere dair anket katılımcılarının tamamı için verilen cevapların yüzdelik gösterim grafikleri bulunmaktadır.

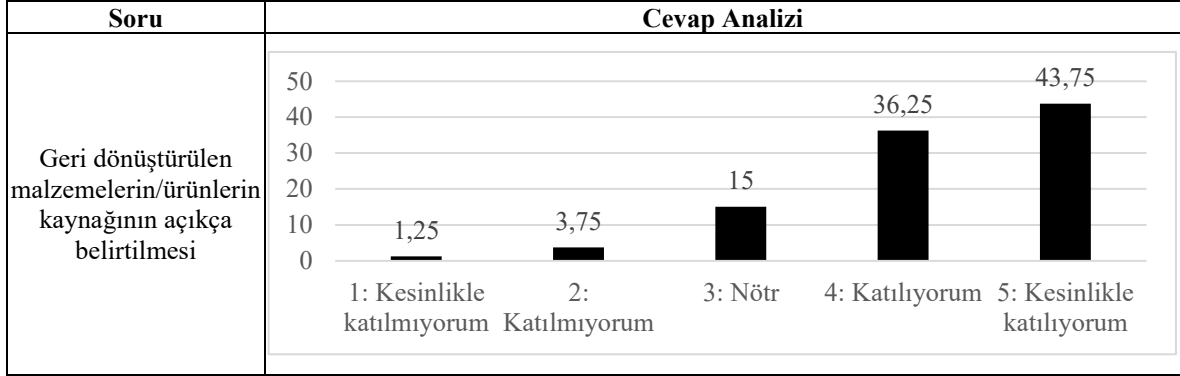
Tablo 30. Geri dönüştürülmüş malzeme kullanımında uygulanabilecek muhtemel çözümlere dair verilen cevapların yüzdelik gösterim grafiklerini içeren tablo

Soru	Cevap Analizi												
Kurum ve kuruluşlar tarafından seminerler, çalıştaylar, konferanslar düzenlenebilir, yayın organlarından daha çok faydalanılabilir	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cevap Kategorisi</th> <th>Yüzdelik Gösterim (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1: Kesinlikle katılmıyorum</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2: Katılmıyorum</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td>3: Nötr</td> <td>11,25</td> </tr> <tr> <td>4: Katılıyorum</td> <td>28,75</td> </tr> <tr> <td>5: Kesinlikle katılıyorum</td> <td>57,5</td> </tr> </tbody> </table>	Cevap Kategorisi	Yüzdelik Gösterim (%)	1: Kesinlikle katılmıyorum	0	2: Katılmıyorum	2,5	3: Nötr	11,25	4: Katılıyorum	28,75	5: Kesinlikle katılıyorum	57,5
Cevap Kategorisi	Yüzdelik Gösterim (%)												
1: Kesinlikle katılmıyorum	0												
2: Katılmıyorum	2,5												
3: Nötr	11,25												
4: Katılıyorum	28,75												
5: Kesinlikle katılıyorum	57,5												
Toplumsal bilincin oluşması adına konuya duyarlı veya ilgili olmayan kişilere geri dönüşümün sürekliliği için çevreye, doğaya, insanlığa ve ekonomiye dair faydalarının sürekli anlatılması	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cevap Kategorisi</th> <th>Yüzdelik Gösterim (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1: Kesinlikle katılmıyorum</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2: Katılmıyorum</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td>3: Nötr</td> <td>12,5</td> </tr> <tr> <td>4: Katılıyorum</td> <td>28,75</td> </tr> <tr> <td>5: Kesinlikle katılıyorum</td> <td>56,25</td> </tr> </tbody> </table>	Cevap Kategorisi	Yüzdelik Gösterim (%)	1: Kesinlikle katılmıyorum	0	2: Katılmıyorum	2,5	3: Nötr	12,5	4: Katılıyorum	28,75	5: Kesinlikle katılıyorum	56,25
Cevap Kategorisi	Yüzdelik Gösterim (%)												
1: Kesinlikle katılmıyorum	0												
2: Katılmıyorum	2,5												
3: Nötr	12,5												
4: Katılıyorum	28,75												
5: Kesinlikle katılıyorum	56,25												
Devlet teşvikleri ile malzemeyi geri dönüştüren, ikincil kaynak olarak üreten firmalara destek sağlanabilir	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cevap Kategorisi</th> <th>Yüzdelik Gösterim (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1: Kesinlikle katılmıyorum</td> <td>1,25</td> </tr> <tr> <td>2: Katılmıyorum</td> <td>1,25</td> </tr> <tr> <td>3: Nötr</td> <td>8,75</td> </tr> <tr> <td>4: Katılıyorum</td> <td>21,25</td> </tr> <tr> <td>5: Kesinlikle katılıyorum</td> <td>67,5</td> </tr> </tbody> </table>	Cevap Kategorisi	Yüzdelik Gösterim (%)	1: Kesinlikle katılmıyorum	1,25	2: Katılmıyorum	1,25	3: Nötr	8,75	4: Katılıyorum	21,25	5: Kesinlikle katılıyorum	67,5
Cevap Kategorisi	Yüzdelik Gösterim (%)												
1: Kesinlikle katılmıyorum	1,25												
2: Katılmıyorum	1,25												
3: Nötr	8,75												
4: Katılıyorum	21,25												
5: Kesinlikle katılıyorum	67,5												
Kullanıcıya geri dönüştürülmüş malzemenin kullanıldığı ve estetik görüldüğü, dayanıklı olduğunu kanıtlayan örnekler gösterilip ikna edilebilir	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cevap Kategorisi</th> <th>Yüzdelik Gösterim (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1: Kesinlikle katılmıyorum</td> <td>1,25</td> </tr> <tr> <td>2: Katılmıyorum</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td>3: Nötr</td> <td>6,25</td> </tr> <tr> <td>4: Katılıyorum</td> <td>32,5</td> </tr> <tr> <td>5: Kesinlikle katılıyorum</td> <td>57,5</td> </tr> </tbody> </table>	Cevap Kategorisi	Yüzdelik Gösterim (%)	1: Kesinlikle katılmıyorum	1,25	2: Katılmıyorum	2,5	3: Nötr	6,25	4: Katılıyorum	32,5	5: Kesinlikle katılıyorum	57,5
Cevap Kategorisi	Yüzdelik Gösterim (%)												
1: Kesinlikle katılmıyorum	1,25												
2: Katılmıyorum	2,5												
3: Nötr	6,25												
4: Katılıyorum	32,5												
5: Kesinlikle katılıyorum	57,5												

Tablo 30'un devamı

Soru	Cevap Analizi												
Geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen yapı malzemesi ve çeşitli ürünleri üreten firmaların sayıca artması	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cevap</th> <th>Oran (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1: Kesinlikle katılmıyorum</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2: Katılmıyorum</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3: Nötr</td> <td>7,5</td> </tr> <tr> <td>4: Katılıyorum</td> <td>32,5</td> </tr> <tr> <td>5: Kesinlikle katılıyorum</td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table>	Cevap	Oran (%)	1: Kesinlikle katılmıyorum	0	2: Katılmıyorum	0	3: Nötr	7,5	4: Katılıyorum	32,5	5: Kesinlikle katılıyorum	60
Cevap	Oran (%)												
1: Kesinlikle katılmıyorum	0												
2: Katılmıyorum	0												
3: Nötr	7,5												
4: Katılıyorum	32,5												
5: Kesinlikle katılıyorum	60												
Firmaların geri dönüştürülmüş malzemeden ürettiği ürün ve malzemelerin sayısı ve çeşidini artırması	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cevap</th> <th>Oran (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1: Kesinlikle katılmıyorum</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2: Katılmıyorum</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3: Nötr</td> <td>7,5</td> </tr> <tr> <td>4: Katılıyorum</td> <td>37,5</td> </tr> <tr> <td>5: Kesinlikle katılıyorum</td> <td>55</td> </tr> </tbody> </table>	Cevap	Oran (%)	1: Kesinlikle katılmıyorum	0	2: Katılmıyorum	0	3: Nötr	7,5	4: Katılıyorum	37,5	5: Kesinlikle katılıyorum	55
Cevap	Oran (%)												
1: Kesinlikle katılmıyorum	0												
2: Katılmıyorum	0												
3: Nötr	7,5												
4: Katılıyorum	37,5												
5: Kesinlikle katılıyorum	55												
Geri dönüştürülmüş ürün ve malzemelerin kalitesinin artırılması	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cevap</th> <th>Oran (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1: Kesinlikle katılmıyorum</td> <td>1,25</td> </tr> <tr> <td>2: Katılmıyorum</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3: Nötr</td> <td>11,25</td> </tr> <tr> <td>4: Katılıyorum</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>5: Kesinlikle katılıyorum</td> <td>67,5</td> </tr> </tbody> </table>	Cevap	Oran (%)	1: Kesinlikle katılmıyorum	1,25	2: Katılmıyorum	0	3: Nötr	11,25	4: Katılıyorum	20	5: Kesinlikle katılıyorum	67,5
Cevap	Oran (%)												
1: Kesinlikle katılmıyorum	1,25												
2: Katılmıyorum	0												
3: Nötr	11,25												
4: Katılıyorum	20												
5: Kesinlikle katılıyorum	67,5												
İnşaat ve atık işlerinde atık yönetiminin teşvik edilmesi veya zorunlu hale getirilmesi	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cevap</th> <th>Oran (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1: Kesinlikle katılmıyorum</td> <td>1,25</td> </tr> <tr> <td>2: Katılmıyorum</td> <td>1,25</td> </tr> <tr> <td>3: Nötr</td> <td>13,75</td> </tr> <tr> <td>4: Katılıyorum</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>5: Kesinlikle katılıyorum</td> <td>63,75</td> </tr> </tbody> </table>	Cevap	Oran (%)	1: Kesinlikle katılmıyorum	1,25	2: Katılmıyorum	1,25	3: Nötr	13,75	4: Katılıyorum	20	5: Kesinlikle katılıyorum	63,75
Cevap	Oran (%)												
1: Kesinlikle katılmıyorum	1,25												
2: Katılmıyorum	1,25												
3: Nötr	13,75												
4: Katılıyorum	20												
5: Kesinlikle katılıyorum	63,75												
Hanelerde, kurum ve kuruluşlarda geri dönüşümün zorunlu hale getirilmesi	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cevap</th> <th>Oran (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1: Kesinlikle katılmıyorum</td> <td>1,25</td> </tr> <tr> <td>2: Katılmıyorum</td> <td>1,25</td> </tr> <tr> <td>3: Nötr</td> <td>13,75</td> </tr> <tr> <td>4: Katılıyorum</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>5: Kesinlikle katılıyorum</td> <td>58,75</td> </tr> </tbody> </table>	Cevap	Oran (%)	1: Kesinlikle katılmıyorum	1,25	2: Katılmıyorum	1,25	3: Nötr	13,75	4: Katılıyorum	25	5: Kesinlikle katılıyorum	58,75
Cevap	Oran (%)												
1: Kesinlikle katılmıyorum	1,25												
2: Katılmıyorum	1,25												
3: Nötr	13,75												
4: Katılıyorum	25												
5: Kesinlikle katılıyorum	58,75												

Tablo 30'un devamı



Yukarıda verilen geri dönüştürülmüş malzeme kullanımında uygulanabilecek muhtemel çözüm senaryolarına bakıldığında, verilen 10 alternatif çözüm önerisi için katılımcıların hepsinin %80 ve üzerinde çözüm yöntemlerinin tamamının uygulanabilir olduğu yönünde karar vermiştir.

Katılımcıların tamamı tarafından uygulanması en uygun iki çözüm önerisi olarak %92,50'lik bir oranla geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen yapı malzemesi vb. ürünleri üreten firmaların sayıca artması ile bu ürünlerin çeşit ve sayısının artması tercih edilmiştir. Bu da bize önerilen çözümlerin başında malzemeye ve ürüne olan sayıca ve çeşit imkânı olarak ulaşılabilirliğin olduğunu göstermektedir. Böylelikle kullanıcılar birincil hammadde kaynaklarından üretilen malzemeye karşın geri dönüştürülmüş yapı malzemelerine yöneldiğinde daha fazla alternatif arasından seçim yapabileceklerdir. Üçüncü olarak en uygulanabilir çözüm önerisi tercihi %90'lık bir katılımı kullanıcıya geri dönüştürülmüş malzemenin kullanıldığı ve estetik görüldüğü, dayanıklı olduğunu kanıtlayan örneklerin gösterilmesi olmuştur. Bu kullanıcının somut örnekler ile fikrini değiştirebileceği algısı oluşturmaktadır.

Katılımcıların tamamı tarafından en az tercih edilen çözüm önerisi seçeneği %80 ile geri dönüştürülen malzeme ve ürünlerin, geri dönüştürülmeden önceki halinin belirtilmesi olmuştur. Bu da kullanıcının en az geri dönüştürülen malzemelerin kaynağına önem verdiğini göstermektedir.

Anket katılımcılarının çözüm önerilerinin tümüne %80 ve %80'in üzerinde katıldığı duruma karşılık katılımcıların en fazla olumsuz yönde katıldığı çözüm önerisi %5 ile, yine olumlu olarak katılımın en az sağlandığı, geri dönüştürülen malzemenin ve ürünlerin kaynağının belirtilmediği durumlar olmuştur. Bunun haricinde katılımcıların olumsuz hiçbir görüş belirtmediği 2 seçenek dahi mevcuttur. Bunlar en fazla olumlu katılımın

olduğu geri dönüştürülmüş malzeme tedariği sağlayan firmaların ve malzemelerin sayıca artması çözümleridir.

Katılımcıların en fazla tarafsız kaldığı çözüm önerisi ise geri dönüştürülen ürünlerin ve malzemelerin kaynağının açıkça belirtilmesi seçeneği olmuştur.

Katılımcıların %6,25'i diğer seçeneğine listede olmayan çözüm önerileriyle öznel düşüncelerini baz alarak ekleme yapmışlardır.

Diğer yanıtlar:

- Geri dönüşüm merkezleri insanların erişebileceği mesafede olmalı. Marketlerde vs. noktalarda atık malzemeyi alan karşılığında da ücretini iade eden platformlar kurulmalıdır.
- Halk bilinçlendirilmeli. Bu tüketim çılgınlığının sonu olduğunu düşünüyorum. Enkaz ve çöp yığını bir ülke haline geleceğiz. Örneğin kâğıt atıkları ve pil atıkları konusunda çok ciddi derecede geri dönüşüme kazandırmak için çabalıyorum. Tabi ki bunu bilinçlendirmeler sayesinde öğrendim. Örneğin gittiğim dükkanlarda bulunan atık pil kutuları dikkatimi çekmişti. Bir de yıl sonu devletin “kitapları geri getirin ve geri dönüşüme kazandırılın” mottosuyla elde etmişim.
- Bu konuya ilişkin dersler, ortaöğretim düzeyindeki öğrencilere zorunlu ders olarak verilebilir. Buna ek olarak mimarlık, iç mimarlık ve inşaat disiplinleri başta olmak üzere lisans ve lisansüstü eğitim programlarına, yukarıda bahsi geçen konuyla ilişkili zorunlu dersler eklenebilir.
- Geri dönüşüm her ne kadar inkâr edilemez bir öneme sahip olsa da bu önem zorunlulukla değil bilinçlendirme, eğitim ve teşvikle insanlara yansıtılmalıdır.
- Geri dönüşümün ülke ekonomisine katkısı uzun vadede olmaktadır. İnsanlar yalnızca mimaride değil her türlü alış-verişinde ilk kendi ekonomisini düşünür. Bu elbette yanlıştır. Dünya yalnızca insanların değil tüm canlılarındandır. Geri dönüşüm hakkında bilgilendirmede ilk yaklaşım ‘daha yaşanılabilir bir çevre’ olmalıdır.

Tablo 31’de anket çalışmasının üçüncü sorusu ve akademisyenler örneklem grubu içerisindeki katılımcıların anketin üçüncü sorusuna verdiği cevaplar bulunmaktadır.

Tablo 31. Akademisyenler örneklem grubunun anketin üçüncü sorusuna verdiği cevaplar

Soru	Cevaplar (kişi)				
	1	2	3	4	5
Kurum ve kuruluşlar tarafından seminerler, çalıştaylar, konferanslar düzenlenebilir, yayın organlarından daha çok faydalanılabilir.	-	-	3	3	11
Toplumsal bilincin oluşması adına konuya duyarlı veya ilgili olmayan kişilere geri dönüşümün sürekliliği için çevreye, doğaya, insanlığa ve ekonomiye dair faydalarının sürekli anlatılması.	-	-	1	5	11
Devlet teşvikleri ile malzemeyi geri dönüştüren, ikincil kaynak olarak üreten firmalara destek sağlanabilir.	-	-	1	3	13
Kullanıcıya geri dönüştürülmüş malzemenin kullanıldığı ve estetik görüldüğü, dayanıklı olduğunu kanıtlayan örnekler gösterilip ikna edilebilir.	-	2	-	5	10
Geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen yapı malzemesi ve çeşitli ürünleri üreten firmaların sayıca artması.	-	-	2	3	12
Firmaların geri dönüştürülmüş malzemeden ürettiği ürün ve malzemelerin sayısı ve çeşidini artırması	-	-	1	6	10
Geri dönüştürülmüş ürün ve malzemelerin kalitesinin artırılması	-	-	2	4	11
İnşaat ve yıkım işlerinde atık yönetiminin teşvik edilmesi veya zorunlu hale getirilmesi.	-	-	1	3	13
Hanelerde, kurum ve kuruluşlarda geri dönüşümün (kaynağında ayrıştırılmasının) zorunlu hale getirilmesi.	-	-		4	13
Geri dönüştürülen malzemelerin/ürünlerin kaynağının açıkça belirtilmesi.	-	-	1	10	6
Diğer	-				

Akademisyenlerin çözüm önerilerine verdiği cevaplara bakıldığında, en iyi çözümün hanelerde, kurum ve kuruluşlarda atıkların kaynağında ayrıştırılmasının zorunlu hale getirilmesi olduğu görülmektedir. Bunun yanında ortak bir kararla ikinci ve üçüncü olarak tercih edilebilecek en iyi seçeneklerin kurum ve kuruluşlar tarafından daha fazla bilgi sağlanması ile inşaat ve yıkım işlerindeki atık yönetiminin teşvik edilmesi veya zorunlu hale getirilmesi gibi yapılabilecek iyileştirmeler olduğuna karar verilmiştir. Geri dönüştürülen malzeme ve ürünlerin kaynağının belirtilmesi ile kullanıcının geri dönüştürülmüş malzeme ve ürünlerin birincil kaynaktan üretilenlere kıyasla daha kaliteli ve dayanıklı olduğunun ispatının çözüm önerilerinde en az etkili olan seçenekler olduğu kanısına varılmıştır. Cevapların ortalamasının hepsi 4 ortalamanın üzerindedir. Akademisyenler tarafından çözüm önerilerine ayrıca bir ekleme yapılmamıştır.

Tablo 32’de anket çalışmasının üçüncü sorusu ve alanında uzman kişiler örneklem grubu içerisindeki katılımcıların anketin üçüncü sorusuna verdiği cevaplar bulunmaktadır.

Tablo 32. Alanında uzman kişiler örneklem grubunun anketin üçüncü sorusuna verdiği cevaplar

Soru	Cevaplar (kişi)				
	1	2	3	4	5
Kurum ve kuruluşlar tarafından seminerler, çalıştaylar, konferanslar düzenlenebilir, yayın organlarından daha çok faydalanılabilir.	-	1	2	11	20
Toplumsal bilincin oluşması adına konuya duyarlı veya ilgili olmayan kişilere geri dönüşümün sürekliliği için çevreye, doğaya, insanlığa ve ekonomiye dair faydalarının sürekli anlatılması.	-	2	3	10	19
Devlet teşvikleri ile malzemeyi geri dönüştüren, ikincil kaynak olarak üreten firmalara destek sağlanabilir.	-	1	2	8	23
Kullanıcıya geri dönüştürülmüş malzemenin kullanıldığı ve estetik görüldüğü, dayanıklı olduğunu kanıtlayan örnekler gösterilip ikna edilebilir.	-	-	-	13	21
Geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen yapı malzemesi ve çeşitli ürünleri üreten firmaların sayıca artması.	-	-	1	12	21
Firmaların geri dönüştürülmüş malzemeden ürettiği ürün ve malzemelerin sayısı ve çeşidini artırması	-	-	2	13	19
Geri dönüştürülmüş ürün ve malzemelerin kalitesinin artırılması	-	-	2	5	27
İnşaat ve yıkım işlerinde atık yönetiminin teşvik edilmesi veya zorunlu hale getirilmesi.	-	-	5	4	25
Hanelerde, kurum ve kuruluşlarda geri dönüşümün (kaynağında ayrıştırılmasının) zorunlu hale getirilmesi.	-	1	4	7	22
Geri dönüştürülen malzemelerin/ürünlerin kaynağının açıkça belirtilmesi.	-	1	4	12	17
Diğer	3				

Alanında uzman kişilerin çözüm önerilerine verdiği cevaplara bakıldığında, uygulanabilecek en iyi çözümün geri dönüştürülmüş ürün ve malzemelerin kalitesinin artırılması olduğu görülmektedir. Devamında kullanıcıya geri dönüştürülmüş malzemenin kullanıldığı, estetik ve dayanıklılık bakımından dikkat çekici örneklerin gösterildiği durumlar tercih edilmiştir. En fazla üçüncü uygulanabilir çözüm yöntemleri ise ortak bir tercih oranıyla geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen yapı malzemesi tedariki yapan firmaların sayıca artması ile inşaat ve yıkım işlerindeki atık yönetiminin teşvik edilmesi veya zorunlu hale getirilmesi olmuştur. Uygulanabilir çözümlerden en az etkili olacağı düşünülen çözüm önerisi ise geri dönüştürülmüş malzemenin/ürünlerin kaynağının açıkça belirtilmesi olmuştur. Cevapların ortalamasının hepsi 4 ortalamasının üzerindedir. Alanında uzman kişiler örneklem grubuna dahil 3 katılımcı listede yer almayan çözüm önerilerini belirterek ankete katılım sağlamıştır.

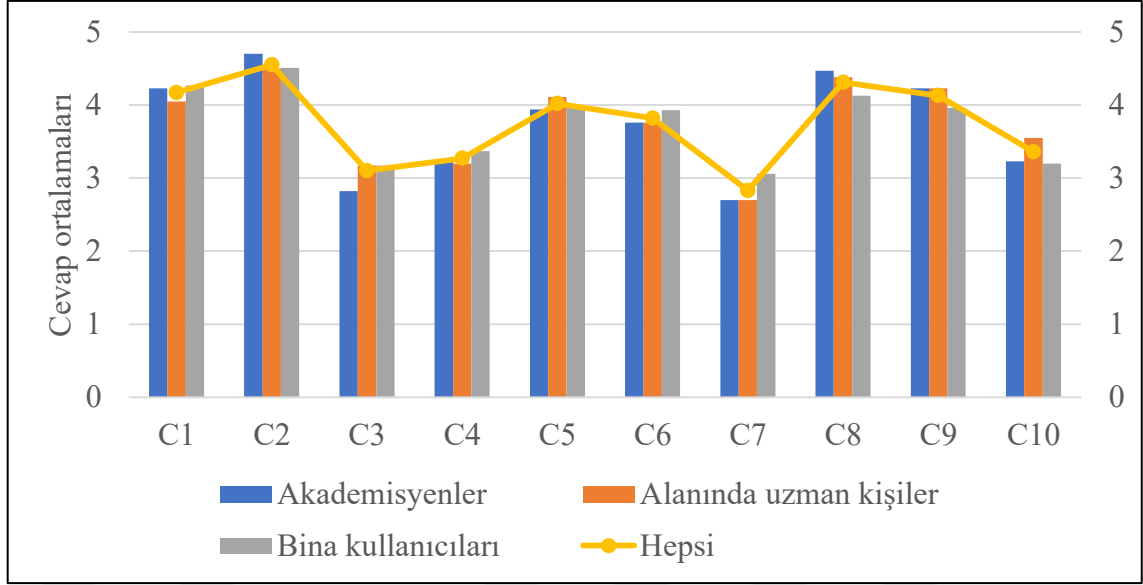
Tablo 33'te anket çalışmasının üçüncü sorusu ve bina kullanıcıları örneklem grubu içerisindeki katılımcıların anketin üçüncü sorusuna verdiği cevaplar bulunmaktadır.

Tablo 33. Bina kullanıcıları örneklem grubunun anketin üçüncü sorusuna verdiği cevaplar

Soru	Cevaplar (kişi)				
	1	2	3	4	5
Kurum ve kuruluşlar tarafından seminerler, çalıştaylar, konferanslar düzenlenebilir, yayın organlarından daha çok faydalanılabilir.	-	2	4	9	15
Toplumsal bilincin oluşması adına konuya duyarlı veya ilgili olmayan kişilere geri dönüşümün sürekliliği için çevreye, doğaya, insanlığa ve ekonomiye dair faydalarının sürekli anlatılması.	-	-	6	8	15
Devlet teşvikleri ile malzemeyi geri dönüştüren, ikincil kaynak olarak üreten firmalara destek sağlanabilir.	1	-	4	6	18
Kullanıcıya geri dönüştürülmüş malzemenin kullanıldığı ve estetik görüldüğü, dayanıklı olduğunu kanıtlayan örnekler gösterilip ikna edilebilir.	1	-	5	8	15
Geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen yapı malzemesi ve çeşitli ürünleri üreten firmaların sayıca artması.	-	-	3	11	15
Firmaların geri dönüştürülmüş malzemedan ürettiği ürün ve malzemelerin sayısı ve çeşidini artırması	-	-	3	11	15
Geri dönüştürülmüş ürün ve malzemelerin kalitesinin artırılması	-	-	5	8	16
İnşaat ve yıkım işlerinde atık yönetiminin teşvik edilmesi veya zorunlu hale getirilmesi.	-	1	5	9	14
Hanelerde, kurum ve kuruluşlarda geri dönüşümün (kaynağında ayrıştırılmasının) zorunlu hale getirilmesi.	1	-	7	9	12
Geri dönüştürülen malzemelerin/ürünlerin kaynağının açıkça belirtilmesi.	1	2	7	7	12
Diğer	2				

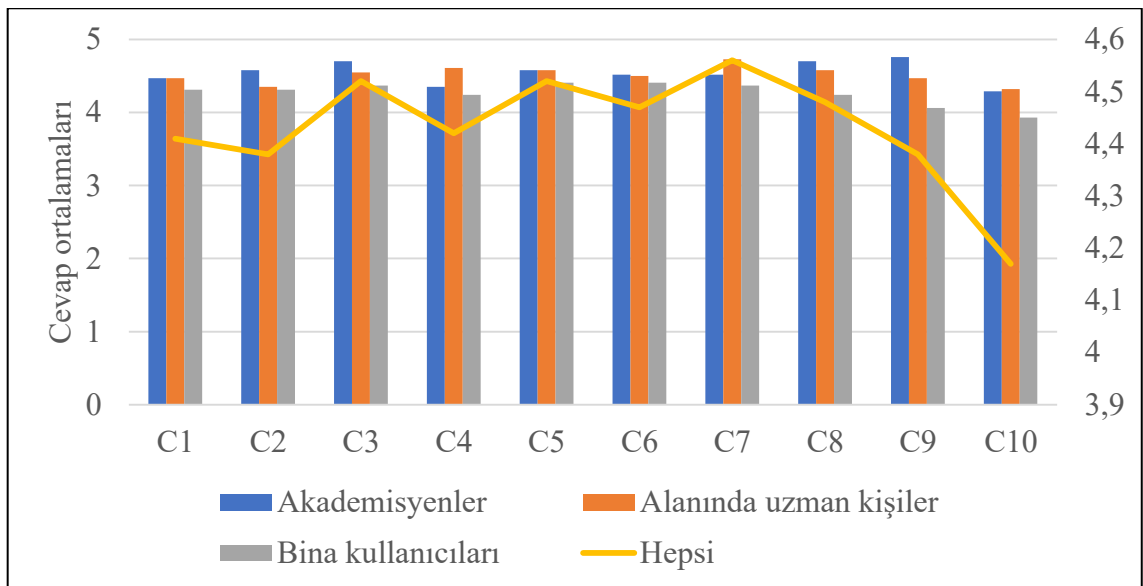
Bina kullanıcılarının geri dönüştürülmüş malzeme kullanımındaki sorunlara karşılık uygulanabilecek muhtemel çözüm yöntemlerine verilen cevaplarına bakıldığında, uygulanabilecek en uygun yöntem olarak ortak bir tercih yüzdesiyle geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen yapı malzemesi vb. ürünleri üreten firmaların sayıca artması ile bu ürünlerin çeşit ve sayısının artmasının seçildiği görülmektedir. Bu tercih katılımcıların tamamının ortak verdiği kararlar aynıdır. Uygulanabilirliği en yüksek diğer yöntemlerin yine ortak bir tercih yüzdesiyle devlet teşviklerinin malzemenin geri dönüşümünü sağlayan firmalara desteği ile geri dönüştürülmüş ürün ve malzemelerin kalitesinin artırılması olarak seçildiği görülmektedir. Cevapların ortalamasının hepsi 1 yöntem hariç 4 ortalamanın üzerindedir. En az uygulanabilecek çözüm yöntemi olarak 4 ortalamanın aşağısında kalan tek çözüm yöntemi olan geri dönüştürülmüş malzemelerin kaynağının açıkça belirtildiği durumlar olmuştur. Bina kullanıcıları örneklem grubuna dahil 2 katılımcı, listede yer alan muhtemel çözümler haricinde fikirlerini belirterek ankete katılım sağlamıştır.

Aşağıdaki Şekil 39 ve Şekil 40'ta örneklem gruplarına ait cevapların ortalaması gösterilmektedir. Buna göre cevapların karşılaştırması yapılmıştır.



Şekil 39. Tüm katılımcılar için anketin ikinci sorusuna verilen cevapların ortalaması

Anketin ikinci sorusu olan sebeplere verilen cevapların tümü incelendiğinde, örneklem gruplarının beşinci ve altıncı sırada yer alan sebeplere verdikleri cevaplarda diğer cevaplara göre daha benzer düşüncelere sahip olduğu görülmektedir. Bu sebepler geri dönüştürülmüş malzemenin erişilebilir olmadığı yönündedir. Bununla birlikte sebeplere verilen cevapların ortalamalarının, seçenekler bazında değişkenlik gösterse dahi örneklem grupları bazında benzer tercihlerin yapıldığı görülmektedir.



Şekil 40. Tüm katılımcılar için anketin üçüncü sorusuna verilen cevapların ortalaması

Çözüm önerilerine verilen cevapların tümü incelendiğinde, geri dönüştürülmüş malzeme kullanımında ne gibi sorunlar olduğu önemli olmaksızın önerilebilecek tüm çözümlerin uygulanabilir olduğu ve olumlu yönde katkı sağlayacağı, faydalı olacağı yönünde çıkarım yapılmaktadır. Geri dönüştürülmüş malzeme ve yapı malzemesi kullanımında uygulanabilecek çözümler söz konusu olduğunda örneklem gruplarından bağımsız katılımcıların tamamı bütüncül bir şekilde olumlu olarak en uygulanabilir gördükleri çözüm önerilerine olumsuz yönde hiçbir fikir belirtmemiştir.

2.5. Geri Dönüştürülmüş Malzeme Kullanımı Tercihinde İzlenecek Yol Haritası

Literatür, yapı analizleri ve anket çalışmasından elde edilen sonuçlardan faydalanılarak, okuyucuların tasarımlarında, projelerinde ve yenileme çalışmalarında geri dönüştürülmüş malzeme kullanmak istediklerinde izleyebileceği bir yol haritası hazırlanmıştır.

Tablo 34’te yapılarda kullanılan geri dönüştürülmüş malzemeler ve kullanım yerleri verilmiştir. Ek Tablo 1 ve yapılarda kullanılan ve aynı zamanda literatür kapsamında incelenen geri dönüştürülebilir malzemeler referans alınarak hazırlanmıştır. Ek Tablo 1’de olduğu gibi yapılarda kullanılan geri dönüştürülmüş ve çoğunlukla geri dönüştürülebilir olan malzemeler, yapıda bulunduğu kısımlara göre işaretlenmiştir. Ancak bununla sınırlı kalınmamış olup, karma kullanımda bulunan yapı örneklerinin verilerinde, yapının belirli kısımlarında kullanımı belirtilmiş olan malzemeler de sınıflandırmaya dahil edilmiştir. Örneğin karma kullanım sınıflandırmasına dahil olan bir yapıda duvarda ve çatıda kullanılan geri dönüştürülmüş malzeme belirli ancak yalnızca duvar veya çatıda kullanımda mevcut olmayan bir geri dönüştürülmüş malzeme ise, Tablo 34’te duvar ve çatı sınıflandırmasında ayrı ayrı işaretlenmiştir. Bu sayede yapının tüm kısımlarında kullanılacak malzemeler, bir bütün olarak sınıflandırılmış şekilde listelenmesi hedeflenmiştir.

Tablo 34. Yapılarda kullanılan geri dönüştürülmüş malzemeler ve kullanım yerleri

Yapıda bulunduğu kısımlar		Yapının kendisi																														
		Karma kullanım																														
		Zemin																														
		Taşıyıcı																														
		Çatı																														
		Duvar																														
		Geri dönüştürülebilir malzemeler	Ahşap	Metal	Plastik	Kiremit	Tuğla	Beton	Cam	Kâğıt	Taş	Mermer	Kumaş	Seramik	Fayans	Granit	Karton	Kauçuk	Mantar tıpa	Mineral yün	Tekerlek lastiği	Alüminyum	Çelik	PET	Bakır	Bambu	Poliüretan	Diğer				
Geri Dönüştürülebilir Malzemelerin Yapılarda Kullanımı																																

Tablo 35’te yapının tasarım aşamasında, kullanımı sırasında, yapının yaşam döngüsü sona erdiğinde ve genel olarak geri dönüştürülmüş malzeme kullanımında seçim kriterleri sırasında geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı tercih ediminde izlenebilecek yol haritası hazırlanmıştır.

Tablo 35. Geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı tercihinde izlenecek yol haritası

	Tasarım Aşaması	Kullanım Aşaması	Yaşam Döngüsü Sonrası
HEDEF	Geri dönüştürülebilir ve geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı	Yenileme ve tadilat çalışmalarında geri dönüştürülmüş malzeme seçimi	Verimli ve etkili atık yönetimleri uygulanması
ÇÖZÜM	- Yapım, yenileme ve tadilat projelerinin tasarım aşamalarında, projede kullanılacak malzemeler belirlenirken geri dönüştürülebilir ve geri dönüştürülmüş malzemeler tercih edilebilir. - Bu hedefle literatürde bulunan yaygın geri dönüştürülebilir malzemeler ve yapı malzemeleri ile yapılan çalışmalarda incelenen örnek yapılarda kullanılan malzemeler ve kullanım yerleri incelenebilir. - Kullanılacak malzemelerin veya ürünlerin, ‘geri dönüştürülmüş malzeme’ içeriğine dikkat edilebilir.	- Yenileme ve tadilat çalışmaları sırasında yapılan yıkım çalışmalarında çıkarılan malzeme ve donatı elemanlarının tekrar kullanım özelliği dikkate alınmalıdır. Bu sebeple yıkımın en az hasarla, yeniden kullanım imkânı en üst seviyede olacak şekilde yapılabilir. - Ortaya çıkacak atıkların ayrıştırılması ve yeniden kullanım imkanları tespit edilebilir. - Ayrıştırılan atıkların aynı inşaat sahasında yeniden kullanımı şeklinde veya harç içerisinde dolgu malzemesi olarak, yeni bir işlev kazandırılarak vb. şekillerde geri dönüşümü değerlendirilebilir. - Kullanılacak yeni malzemelerin veya ürünlerin, ‘geri dönüştürülmüş malzeme’ içeriğine dikkat edilebilir.	- Yıkım çalışmalarında çıkarılan malzeme ve donatı elemanlarının tekrar kullanım özelliği dikkate alınmalıdır. Yıkımın en az hasarla gerçekleştirilmesi, atıkların yeniden kullanım ihtimalini artırabilir. - Yıkım çalışmaları sırasında ortaya çıkan atıkların yönetimi için bir ekip kurulabilir ve bu ekip atık yönetimini gerçekleştiren kurum ve kuruluşlar ile irtibat halinde olabilir. - Oluşan atıklar ayrıştırılarak bu atıkların bir künyesi oluşturulabilir. Oluşturulan künyeler sayesinde atıkların farklı inşaat sahalarında kullanım imkanları, geri dönüşüm tesislerinde değerlendirilme imkanları ve depolama alanlarına gönderimi daha kolay ve hızlı bir şekilde olabilir. - Dünyada ve ülkemizde öne çıkan atık yönetim yönetmelikleri ve uygulamaları takip edilebilir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında, geri dönüştürülmüş malzemelerin yapının farklı kısımlarında yapı malzemesi olarak kullanımı Tablo 19’da incelenen yapı örnekleri üzerinden gösterilmiştir. İncelenen örneklerde görüldüğü üzere yapılarda; duvarda, zeminde, çatıda, taşıyıcıda ve bununla sınırlı kalmayacak şekilde yapıların birden fazla bölümünde veya tümünde geri dönüştürülmüş malzemeler kullanılabilmektedir.

Çalışmanın giriş kısmında verilen literatür bilgilerinde yer alan yaygın geri dönüştürülebilir malzemelerden olan kâğıt, plastik, cam, alüminyum, metal, tekerlek lastiği gibi malzemeler ile geri dönüştürülebilir yapı malzeme ve bileşenlerinden olan beton, tuğla, kiremit, taş, mermer, seramik gibi birçok malzemenin yapı örneklerinde ve Tablo 21’de gösterilen iç ve dış mekân donatı ürünlerinde kullanıldığı görülmüştür.

Atıklar birbirinden farklı yöntemlerle yeniden üretim döngüsüne katılabilmektedir. Yerinde yeniden kullanım şeklinde geri dönüşüm, kimyasal ve/veya fiziksel süreçlerden geçen atığın yeni bir malzeme olarak geri dönüşümü gibi yöntemler buna örnektir. İncelenen yapı örneklerinde özellikle yenileme çalışmalarında atık malzemenin değerlendirildiği durumlar ile farklı yöntemlerden elde edilen geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı görülmüştür.

Atıklardan elde edilebilecek potansiyel kazanımlar yalnızca sözel ifadelerle değil, sayısal verilerle de ifade edildiğinde geri dönüşümün faydaları hakkında toplumdaki bireyler arasında daha somut bir fikir oluşacaktır. Örneğin belirli miktarda atık geri dönüştüğünde hangi miktarlarda kazanım sağlanacağı bilgisi ile zihinlerde geri dönüşümün sonuçları daha netlik kazanacaktır. Ülkemizde Bakanlığa bağlı çevrimiçi bir sitede bununla alakalı bir sayaç bulunmaktadır.

İncelenen her örnekte geri dönüştürülmüş malzemenin elde edilme yöntemine detaylı değinilmemiştir. Atıkların geri dönüşüm süreçleri, geri dönüşümün yapıldığı yere veya atık maddenin işlenme şekline göre karşılaştırmalı olarak diğerinden daha uzun veya kısa olabilmektedir. Bu durum geri dönüştürülmüş malzeme ve yapı malzemesi kullanımında birincil kaynaklardan elde edilen malzemelere karşın malzeme kullanımındaki avantaj ve dezavantajları karşılaştırmalı olarak değerlendirmede daha net sonuçlara varılmasını sağlayacaktır. Örneğin, atığın oluştuğu yerde aynı haliyle veya az müdahaleyle yeniden kullanılması, atığın geri dönüşüm tesislerinde işlenip tekrar hammadde olarak

kullanılmasına göre daha kısa sürmektedir ve bu da geri dönüşümde en tercih edilen, kolay ve ekonomik durumlardan birisidir. Tablo 19’da ve Tablo 21’de görüldüğü üzere inşaat sürecinde kullanılan kalıpların aynı inşaatteki yapıda kapı, pencere elemanı olarak kullanılması, eski metal petrol borularının yapı taşıyıcı elemanı olarak kullanımı veya inşaat yapım işlerinde birer atığa dönüşen seramik, tuğla, kiremit vb. malzemelerin harç içinde bileşen olarak kullanılması veya dekor ürünü olarak kullanılması gibi durumlar atığın oluştuğu yerde geri dönüştürülüp yapı malzemesi olarak yeniden kullanıldığı haline örnektir.

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde geri dönüştürülmüş malzemenin yapılarda kullanım imkânının deneysel yollarla araştırıldığı görülmüştür. Deneylerde çoğunlukla malzemenin standartlarda yer alan özelliklere uygunluğu araştırılmaktadır. Uygun olacağı düşünülen durumlarda ise birincil kaynaklara göre tercih edilme olasılığının artması hedeflenerek daha fazla deney yapılmaktadır. Bu durumda yine malzeme kullanımındaki avantaj ve dezavantajlar ön plana çıkmaktadır.

Anket soruları hazırlanırken, yapılan çalışmalarda teyit edilen son yıllarda geri dönüşüm ve geri dönüştürülmüş malzeme kullanımına yönelik artan durumun, toplumdaki yansımalarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Literatür araştırılırken geri dönüştürülebilir malzemeler hakkında çok fazla sınıflandırma yapıldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca bir malzeme geri dönüştürülebilir olsa da bazı durumlar sebebiyle malzemenin bu özelliğini yitirebileceği görülmüştür. Geri dönüştürülebilir malzeme bilgisinin ölçülmesi hedeflenen anketin birinci sorusunda verilen cevaplara göre, katılımcıların tüm malzemeler üzerinde net bir fikre, bütüncül bir bilince sahip olmadığı düşünülmektedir. Anket sorularına verilen yanıtlar değerlendirildiğinde, katılımcıların toplum bilincinin artması ve bu konuda yapılan çalışmaların artırılması gerektiği kanısına varıldığı düşünülmektedir.

Anketin birinci sorusunda katılımcılar tarafından en az geri dönüştürülebilir ikinci malzeme olarak seçilen beton, inşaat ve yıkım atıklarında en fazla oluşan atıklardan biridir. Geri dönüştürülebilme imkânı bir hayli fazla olan beton atıklar geri dönüştürülerek dekoratif amaçlı, taşıyıcı elemanı olarak, beton içerisinde agrega olarak ve iç ve dış mekân donatısı olarak pek çok alanda kullanıldığı görülmüştür. Buna bağlı olarak literatür araştırmasında incelenen verilerde en fazla beton üzerine yayınların olduğu saptanmıştır ve çoğunlukla inşaat ve yıkıntı atıklarından agregaların elde edildiği deneyleri içeren çalışmaların yapıldığı yayınlar gözlemlenmiştir. Ayrıca geri dönüştürülebilir en değerli demir dışı metal olan ve ambalaj sektöründe sıkça kullanılan bir malzeme olan alüminyum,

anket katılımcılarının %80'i tarafından seçilerek geri dönüştürülebilir malzemeler arasında altıncı sırada yer almıştır.

Tez kapsamında 70 yapı örneği incelenmiştir. İncelenen yapı örneklerinde kullanılan geri dönüştürülmüş malzemelerin yapıdaki yeri ve türleri belirlenmiştir. Buna göre anket katılımcıları tarafından %95'lik bir çoğunlukla seçilen kâğıdın, yapıların yalnızca %5'inde kullanıldığı saptanmıştır. Buna karşılık yapılarda kullanım oranı en fazla olan ahşabın (%32), anket katılımcılarının %70'i tarafından seçildiği görülmüştür. Bu sonuçlar, anket katılımcılarına göre bir malzemenin geri dönüştürülebilirliğinin fazla olmasının, yapılarda da aynı oranda kullanılacağı kanısına varıldığını düşündürmektedir. Ancak Şekil 36 ve Şekil 37'de bulunan analizlerde, yapılarda aynı oranda kullanımın olmadığı görülmüştür. Seçim yapılırken inşaat sektöründe durumun dikkate alınmadığı sonucuna varılabilir.

Anket katılımcılarının %91,25'i, geri dönüştürülmüş malzeme kullanımını teşvik etmek için uygulanabilecek muhtemel çözüm önerilerinden 'Kullanıcıya geri dönüştürülmüş malzemenin kullanıldığı ve estetik görüldüğü, dayanıklı olduğunu kanıtlayan örnekler gösterilip ikna edilebilir.' seçeneğini seçmiştir. Her kesimden kullanıcıların geri dönüştürülmüş malzeme kullanımındaki olanak ve seçenekleri somut bir örnek üzerinde gördüğünde, daha tatminkâr olacakları ve geri dönüştürülmüş malzemeler ile yapı malzemelerini tercih edeceklerinde bu yönde daha olumlu kararlar vereceği düşünülmektedir. Tez kapsamında geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin kullanımının incelenmesine de bu sebeple karar verilmiştir.

Atıklar geri dönüşerek tamamen farklı bir malzeme olarak ve bir malzeme bileşeni olarak karşımıza çıkabilmektedir. Örneklerde incelenen geri dönüştürülmüş yapı malzemeleri ile iç ve dış mekân donatılarının tamamı veya bir kısmının geri dönüştürülmüş malzemedan oluştuğu görülmüştür.

Atıkların kaynağı önemli olmaksızın birçok alternatiften geri dönüştürülmüş yapı malzemesi elde edilebilmektedir. İnşaat yapım ve yıkım atıkları, belediye atıkları ve tarımsal atıklar gibi farklı çok sayıda kaynaktan elde edilen atıklar geri dönüştürülerek ikincil hammadde kaynağı olarak yapı malzemesi üretiminde yeniden kullanılabilir.

Çalışma kapsamında literatürde incelenen örneklerde görüldüğü üzere, yapı sektöründe yerinde yeniden kullanım ve diğer geri dönüşüm yöntemleri ciddi bir potansiyele sahiptir. Bununla beraber inşaat ve yıkım atıklarının, geri dönüştürülmüş yapı malzemeleri üretiminde önemli bir atık kaynağı olduğu saptanmıştır. Anketin üçüncü sorusunda yer alan ve anket katılımcılarının tamamı tarafından, inşaat ve yıkım işlerinde

atık yönetiminin zorunlu olması, %80'in üzerinde olumlu bir görüş almıştır. İnşaat ve yıkım işlerinde atık yönetiminin zorunlu olması sayesinde hafriyat atıklarından elde edilen geri dönüştürülmüş malzeme miktarının artacağı düşünülmektedir.

Tez kapsamında edinilen bilgilere göre bazı durumlarda malzeme fiziksel ve kimyasal süreçlerden defalarca geçip geri dönüştürüldüğünde kalitesi de zamanla düşmektedir. Anket katılımcıları çözüm önerilerinde geri dönüştürülmüş malzemelerin kalitesinin artırılması yönündeki öneriye her ne kadar ortalama bir cevap vermiş olsalar da mevcut sorunlarda verilen cevaplara bakıldığında %40'ı olumsuz, %32,5'i nötr ve %26,25'i olumlu yanıt vermiştir. Geri dönüştürülmüş malzemelerin kalitesinin geri dönüştürüldükçe artıp azalacağına dair bir görüşün toplumda net olmadığı düşünülmektedir.

Literatür verileri incelendiğinde Türkiye'de ve dünyada geri dönüştürülmüş malzeme ve yapı malzemesi kullanımında son yıllarda yapılan çalışmaların arttığı görülmüştür. Bunun öncelikli sebeplerinin hızla azalan birincil hammadde kaynakları ve artan atıkların çevreye verdiği zarar sonucunda önlem alınması ve daha verimli adımlar atılması gerektiği fikrinin yer aldığı düşünülmektedir.

Daha verimli adımların atılmasının bir destekleyicisi olarak yapılan çalışmaların artmasının yanında yapılan teşvikler de önem arz etmektedir. Avrupa Komisyonu tarafından yayınlanan raporda, atıklardan geri kazanım oranının az olduğu ülkelerin, geri kazanım oranları kendilerinden daha çok olan ülkelerin politikalarını incelemeleri ve gerekli uyarlamaları yapmaları gerektiği önerilmektedir. Benzer bir sebeple bu çalışmada Avrupa'da ve dünyada bazı ülkelerde bulunan atık yönetim sistemleri incelenmiştir.

Geri dönüştürülmeden depolanan veya geri dönüşemeyen atıklar, atık yönetimi yöntemlerinden olan enerji geri kazanımı ile yakılmakta ve bu atıklardan enerji elde edilmektedir. Enerji geri kazanımı atık yönetiminde en son tercih edilen seçeneklerden biridir. Geri dönüşümü mümkün olmayan veya geri dönüştürülmesi hammaddeye göre dezavantajlı konumda olan malzemelerin kullanılması aslında birincil kaynakların hızla tükenmesine sebep olmaktadır. Bu sebeple atık bertaraf yöntemlerinden olan düzenli depolama ve yakma işlemlerinin mümkün olan en üst seviyede azaltılması ile geri dönüşümün artırılması önemlidir.

Düzensiz döküm yapılarak geri dönüştürülme, geri kazanma ihtimalinin düştüğü atıklar, atık yönetiminde eksikliklerin olduğunu göstermektedir. Düzensiz dökülen atıkların yönetimi ile oluşan diğer atıklar içerisinde bulunan geri dönüştürülebilen ambalaj atıkları

yani cam, plastik, metal, kâğıt/karton ve ahşap malzemeler kaynağında ayrı toplandığında, oluşan toplam atık miktarı içerisindeki geri dönüştürülebilen atık yüzdesi de artacaktır.

Verimli ve etkili bir geri dönüşüm döngüsü için atık yönetiminde atığın önce kaynağında azaltılması sonra kaynağında ayrıştırılması önemlidir. Geri dönüştürülmüş malzeme kullanımının önünde dikkat çeken sorunlara bakıldığında, anket katılımcılarının tamamı tarafından yaklaşık %82'lik bir katılımı hanelerde ve kurumlarda atıkların kaynağında ayrıştırılmasının tercihe bağlı bir seçenek olması gösterilmektedir. Hanelerde ve kurumlarda atıkların kaynağında ayrıştırılmasının zorunlu hale getirilmesine ise yaklaşık %84 oranında katılmaktadırlar.

Tüm bu bilgiler ışığında, bu konuda çalışma yapacak araştırmacıların ve uygulayıcıların hangi malzemeyi nerede kullanabileceği, hangi aşamada neyi hedefleyeceği ve bu hedeflere nasıl ulaşabileceği gibi konularda bilgi sahibi olması gerekliliği açıktır. Bu bağlamda tez kapsamında yapılan çalışmalardan faydalanılarak Tablo 34 ve Tablo 35 hazırlanmıştır. Bu tablolarda, öncelikle literatür kapsamında incelenen geri dönüştürülebilir malzemelerin yapılarda kullanım olanakları, mimari yapılarda geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin kullanımının incelendiği analizler sentezlenerek listelenmiştir. Tablo 34 incelenerek geri dönüştürülebilir malzemeler olan ahşap, metal, plastik, alüminyum, kâğıt, beton vb. malzemelerin geri dönüşümü ile yapıların duvar, çatı vb. kısımlarında kullanım imkanları görülmektedir. Bunun devamında Tablo 35 incelendiğinde, bir mimari proje hazırlanırken projenin tasarım aşamasında, yapı inşa edildiğinde yapının kullanım aşamasında ve yapının yaşam döngüsü sona erdiğinde yapılacak yıkım çalışmaları sırasında geri dönüştürülebilir veya geri dönüştürülmüş malzeme seçimleri ve verimli, etkili atık yönetimleri hedeflendiğinde uygulanabilecek çözüm önerileri maddeler halinde özetlenmiştir. Buradan yola çıkılarak, hazırlanan bu tablolar, mimari yapılarda geri dönüştürülmüş malzemelerin yapı malzemesi olarak kullanımını hedefleyen araştırmacılar ve uygulayıcılar açısından bir rehber niteliği taşımaktadır.

4. SONUÇLAR

Çalışma sonucunda, Türkiye’de geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin kullanımının arttırılmasının önündeki en büyük engelin, konu ile ilgili toplumsal bilincin henüz yeterince oluşmaması olarak görülmüştür. Bu bilincin arttırılması için şüphesiz kamu ve özel sektör kurumlarının koordinasyon içinde çalışması, akademisyenlerin konu ile ilgili yaptıkları çalışma sayılarını arttırması ve konu ile ilgilenen tüm uzmanlarla birlikte toplumda bu malzemeler ile inşa edilmiş yapıların tanıtılması gereklidir. Toplumsal bilincin oluşturulması ile geri dönüştürülmüş yapı malzemeleri ile yapılmış yapı sayısında artış görüleceği ve bu artışın çevresel açıdan büyük fayda sağlayacağı açıktır.

İncelenen verilerde mimari yapılarda birçok alternatifi olduğu gözlenen geri dönüştürülmüş malzemenin, birincil hammadde kaynaklarından üretilen malzemeler yerine kullanılabileceği ortaya konulmuştur. Yapıların inşası ve donatıların üretimi sırasında geri dönüştürülmüş malzeme kullanımının nihayetinde 2 sebeple tercih edildiği sonucuna varılmıştır:

- Çevresel/ekolojik kaygı
- Çevresel ve ekonomik kaygı

Literatürde, geri dönüştürülebilir malzeme kullanımının, geri dönüştürülmüş malzeme üretimi ve kullanımı artışına olumlu katkı sağlayacağı görülmüştür. Bunun yanında, geri dönüştürülebilir malzeme kullanımının birçok avantajı vardır. En önemli iki avantajı aşağıdaki gibidir:

- Atıkların geri dönüştürülme olasılığının artması
- Geri dönüştürülen atık miktarının artması

Hızla azalan birincil kaynaklar ve sürekli artan atıkların, çevreye verdiği zararlar sebebiyle geri dönüştürülmüş malzemeler ve malzemelerin kullanımı ile ilgili çalışmalar son yıllarda hızla artmaktadır. Bir malzemenin geri dönüştürülerek kullanımı demek o malzemenin önce atığa dönüşmesi demektir. Atıklar potansiyel ikincil hammadde kaynaklarıdır. Geri dönüştürülmüş malzeme ve yapı malzemesi üretiminde birçok kaynaktan yararlanılmaktadır. Tarımsal atıklar gibi organik atıkların yapı malzemesi olarak kullanımını araştıran çalışmaların da mevcut olduğu görülmüştür.

Geri dönüştürülmüş yapı malzemesi üretiminde hafriyat atıkları ciddi bir potansiyele sahiptir ve dünyada en fazla oluşan yapısal atıklardan olan beton ile ilgili yapılan literatür çalışmaları, diğerlerine oranla daha fazladır. Beton deneyleri çoğunlukla beton içerisinde geri dönüştürülmüş malzemelerin agrega olarak kullanımı üzerine yoğunlaşmıştır. En fazla beton üzerine çalışmaların yapılmasına rağmen kullanımda en az tercih edilen malzemelerden biridir. Kullanım örneklerinde betonun ve hafriyat atıklarının dolgu malzemesi olarak kullanımına daha çok rastlanmıştır.

Atık sayacı sayesinde atıklardan elde edilebilecek potansiyel kazanımların yalnızca sözel ifadelerle değil, sayısal verilerle desteklenmesi sayesinde toplumdaki bireyler arasında somut bir fikir oluşmaktadır. Yerinde yeniden kullanım şeklinde geri dönüştürülen atıklarda yaşanan süreç, atığın geri dönüşüm tesislerinde işlenip tekrar hammadde olarak kullanılmasına göre daha kısa sürmektedir ve bu da geri dönüşümde en tercih edilen, kolay ve ekonomik durumlardan birisidir. İnşaat sahaları yerinde yeniden kullanım için en uygun ortamlardan birisidir. Yapım ve yıkımlardan oluşan atıkların inşaat sahası içerisinde dolgu malzemesi olarak sıklıkla kullanımı, inşaatlarda geri dönüşümün yaygın kullanımına örnektir. Geçici yapıların bir kısmında, yapının yıkımı sonrasında parçalarının kullanımına tasarım aşamasında karar verilmiştir. Yıkımı da yeniden kullanıma uygun olacak titizlikte yapılmaktadır. Yapıların yıkımından elde edilen malzemelerin yeniden kullanımının temiz ve işlevsel olabilmesi için, malzemenin en uygun biçimde atığa dönüşmesi gerekmektedir. Daha fazla iş gücü anlamına gelse de bütüne bakıldığında nakliye masrafları, yeni malzeme satın alımı gibi birçok duruma göre daha ekonomiktir.

İncelenen yapılarda geri dönüştürülmüş malzemelerin yapıda en fazla duvarda kullanıldığı, buna bağlı olarak geri dönüştürülmüş malzemeler kullanılacak olduğunda yapıda kullanım yeri olarak en fazla duvarda kullanımın tercih edildiği görülmektedir. Atıkların kaynağında ayrıştırılması geri dönüşüm döngüsünün etkili ve verimli şekilde ayrıştırılması için çok önemlidir. Ayrıştırılan atıklar geri dönüşüm tesislerinde işlendikten sonra ilgili üretici firmalara gönderilip orada yapı malzemesi olarak yeniden üretilmektedir. Yapılan araştırmalarda, geri dönüştürülmüş malzemeler ve geri dönüştürülebilir malzeme kullanımı incelendiğinde, ülkemizde geri dönüştürülmüş malzemedan daha çok geri dönüştürülebilir malzeme kullanımının revaçta olduğu tespit edilmiştir. Ülkelerin atık yönetimleri, WOS verileri ve hem dünyadan hem de ülkemizden geri dönüştürülmüş malzeme içeren kullanım örnekleri incelendiğinde, ülkemizin geri

dönüştürülmüş malzeme kullanımında daha geride görünmektedir ancak son yıllarda bu durum değişmekte, olumlu yönde hızla artmaktadır. Düzensiz döküm yapılarak geri dönüştürülme, geri kazanma ihtimalinin düştüğü atıklar, atık yönetiminde eksikliklerin olduğunu göstermektedir. Atık yönetiminde enerji geri kazanımı son tercih edilen seçeneklerden biridir. Geri dönüştürülmeden depolanan veya geri dönüşemeyen atıkların bir kısmı, enerji geri kazanımı amacıyla yakılmaktadır. Geri dönüşümü mümkün olmayan veya geri dönüştürülmesi hammaddeye göre dezavantajlı konumda olan malzemelerin kullanılması birincil kaynakların hızla tükenmesine sebep olmaktadır.

Anket katılımcıları tarafından seçilen geri dönüştürülebilir malzemeler sayıca sıralandığında, ortaya çıkan sonuçlarla bu malzemelerin yapılarda kullanımı farklı oranlarda değişmektedir. Bir malzemenin geri dönüştürülebilirliğinin toplumda yaygın şekilde kabul görmesi demek inşaat malzemesi olarak daha yaygın kullanımı olduğu anlamına gelmemektedir.

Geri dönüştürülmüş malzeme ve yapı malzemesi kullanımının yaygınlaşması için olası çözüm önerilerinin tümünün desteklenmesi gereklidir. Anket sonuçlarına göre geri dönüştürülmüş malzeme ve yapı malzemesi kullanımının yaygınlaşmasına en çok katkıda bulunacak ve farkındalığı artıracak olan çözümlerin:

- Geri dönüştürülmüş malzeme üretimi yapan firmaların sayıca artması,
- Üretilen geri dönüştürülmüş malzeme sayısının artması,
- Geri dönüştürülmüş malzeme ve yapı malzemesinin kullanıldığı, inşa edilmiş yapı ve ürünlerin tanıtımının yapılması olduğu sonucuna varılmıştır.

5. ÖNERİLER

Tez çalışmasından elde edilen verilerden yola çıkarak geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin kullanımının artırılmasının birçok açıdan fayda sağlayacağı açıktır. Bunun için birçok yöntem mevcuttur. Bu yöntemler aşağıda kapsamlı bir şekilde önerilmiştir.

Geri dönüştürülebilir malzemelerle inşa edilen yapıların tanıtımı artırılmalıdır. Kullanıcılara geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin kullanım olanakları tanıtılmalıdır. Bu amaçla basın yayın organları ve çevrimiçi platformlar kullanılabilir. İlgili otoriteler tarafından seminer, konferans vb. düzenlenebilir. Geri dönüştürülmüş malzeme içeren ürünlerin kullanımı artırılmalı, mevcut üretilen ürünlerin tanıtımı yapılmalı, yaygınlaştırılmalıdır. İnşaat ve yapı sektöründeki yetkili kişilerin yapıların tasarımı ve inşası sırasında geri dönüştürülmüş malzeme ve yapı malzemesi kullanımını hesaba katmaları kullanımın yaygınlaşmasını sağlayacaktır. Geçici yapılar tasarlanırken yapının yıkım sonrası düşünülmeli ve yeniden kullanılacak şekilde tasarlanması ve inşası yapılmalıdır. Kullanılan geri dönüştürülmüş malzemeler geri dönüştürülebilir olduğunda, yapının yıkıldığı zaman tekrar kullanımı kolaylaşacaktır. Yerinde tekrar kullanılan malzemelerin sayesinde de hammadde ihtiyacı azalacaktır. İnşaat ve yıkım işlerinde atık yönetimi zorunlu hale getirilmelidir. İnşaat sırasında atık malzemelerin künyeleri oluşturulabilir. Atıklar değerlendirileceği zaman künyelere bakılarak seçim yapılması ve malzemenin uygulanması daha hızlı ve kolay olacaktır. Künyesi oluşturulan atıkların geri dönüştürülerek kullanımını yaygınlaştırmak amacıyla çevrimiçi platformlar oluşturulabilir. İnşaat yüklenicileri, firmalar gibi ilgili kişi ve kurumlar bu platformlardan geri dönüştürülmüş, geri dönüştürülebilir malzemeye hızlıca ulaşabilirler.

Atıkların kaynağında ayrıştırılması zorunlu hale getirilmelidir. Geri dönüştürülebilir atıkların kaynağında ayrı toplanması sayesinde geri dönüştürülebilir atıkların geri dönüşümü ile geri kazanımı da daha hızlı ve ekonomik olacaktır. Atıklardan üretilen geri dönüştürülmüş malzeme ve yapı malzemelerin sayısı ve çeşidi artırılmalıdır. Daha fazla alternatif sayesinde kullanıcıların birincil hammadde kaynaklarından üretilen malzemeye karşın geri dönüştürülmüş yapı malzemelerine yönelimi artacaktır. Ülkelerin atık yönetim verilerine göre geri dönüşümde ve atıklardan geri kazanım oranında ülkemizden daha iyi olan ülkelerin atık yönetimlerinde dikkat çeken uygulamalar, imkân dahilinde ülkemize uyarlanabilir. Düzensiz dökülen atıkların yönetimi ile oluşan diğer atıklar içerisinde

bulunan geri dönüştürülebilir ambalaj atıkları yani cam, plastik, metal, kâğıt/karton ve ahşap malzemeler kaynağında ayrı toplandığında, oluşan toplam atık miktarı içerisindeki geri dönüştürülebilir atık yüzdesi de artacaktır. Geri dönüştürülebilir malzeme kullanımı ile atıkların geri dönüşümü artmalı, düzenli depolama ve yakma işlemlerinin mümkün olan en üst seviyede azalması gereklidir.

Geri dönüştürülebilir malzemeler farklı sebeplerle geri dönüştürülebilir özelliğini kaybetmektedir. Bu sebeple atıklar ayrıştırılırken atığın geri dönüştürülebilir özelliğini koruyacak şekilde toplama noktalarına bırakılması gerekmektedir. Geri dönüştürülebilir ve geri dönüştürülmüş malzemelerin yapının tüm kısımlarında kullanımı hedeflenmelidir.



6. KAYNAKLAR

- Abdel, H. (2022, Ekim 28). *ArchDaily*. Tekuni 2 Apartments / DDAP Architect: <https://www.archdaily.com/978245/tekuni-2-apartments-ddap-architect> adresinden alınmıştır.
- Abdel, H. (2022, Ekim 28). *ArchDaily*. The Brook House / small.: <https://www.archdaily.com/976086/the-brook-house-small> adresinden alınmıştır.
- Abdel, H. (2022, Kasım 2). *ArchDaily*. Cnr Virginia House / Architect Prineas: <https://www.archdaily.com/989454/cnr-virginia-house-architect-prineas> adresinden alınmıştır.
- Abdel, H. (2023, Ağustos 20). *ArchDaily*. Eco Oasis House / I-Con Architects and Urban Planners: <https://www.archdaily.com/1004521/eco-oasis-house-i-con-architects-and-urban-planners> adresinden alınmıştır.
- Abdel, H. (2023, Haziran 22). *ArchDaily*. Bricks@47 House / Design Plus: <https://www.archdaily.com/1002447/bricks-at-47-house-design-plus> adresinden alınmıştır.
- Abdel, H. (2023, Ocak 10). *ArchDaily*. Gawthorne's Hut / Cameron Anderson Architects: <https://www.archdaily.com/972140/gawthornes-hut-cameron-anderson-architects> adresinden alınmıştır.
- Abdel, H. (2023, Temmuz 12). *ArchDaily*. New Nature Store / Salon Alper Derinbogaz: <https://www.archdaily.com/1000935/new-nature-store-salon-alper-derinbogaz> adresinden alınmıştır.
- Abdel, H. (2023, Temmuz 3). *ArchDaily*. Eco-cycle Pavilion, 4P's Restaurants / Takashi Niwa Architects: <https://www.archdaily.com/1003155/eco-cycle-pavilion-4ps-restaurants-takashi-nishitani-architects> adresinden alınmıştır.
- Abdel, H. (2023, Temmuz 8). *ArchDaily*. KAARYASHALA Office / AANGAN Architects: <https://www.archdaily.com/1000208/kaaryashala-office-aangan-architects> adresinden alınmıştır.
- Abdel, H. (2024, Mayıs 4). *ArchDaily*. Shwasam Multipurpose Hall / ShriAbodes: <https://www.archdaily.com/1016150/shwasam-multipurpose-hall-shriabodes> adresinden alınmıştır.
- Abdelshafy, A. & Walther, G. (2022). Using Dynamic-Locational Material Flow Analysis to Model the Development of Urban Stock. *Building Research & Information*, 51(1), 5-20. doi: <https://doi.org/10.1080/09613218.2022.2142495>
- Abo Gheda, M. (2021). *Kauçuklu Beton İmalatında Kullanılan Malzemelerin Mekanik Özelliklerinin Normal Betona Göre İncelenmesi*. İstanbul Aydın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

- Akhshik, M., Panthapulakkal, S., Tjong, J. & Sain, M. (2018). A Comparative Life Cycle Assessment Based Evaluation of Greenhouse Gas Emission and Social Study: Natural Fibre versus Glass Fibre Reinforced Plastic Automotive Parts. *International Journal of Global Warming*, 15(3), 350-369. doi: <https://doi.org/10.1504/IJGW.2018.093125>
- Akhtar, A. & Sarmah, A.K. (2018). Construction and Demolition Waste Generation and Properties of Recycled Aggregate Concrete: A Global Perspective. *Journal of Cleaner Production*, 186, 262-281. Elsevier.
- Alkadri, M. H. (2022). *Atık Kâğıt İçeriği ile Kerpiç Tuğlanın Yapısal Özelliklerinin Afet Sonrası Barınaklarda Kullanılmasına Yönelik Değerlendirilmesi*. Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Alpaslan, Y. (2018). *Geri Dönüştürülmüş Cam Atıklarının Yapı Malzemesi Olarak Kullanımının İrdelenmesi*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Altun, M. G. & Oltulu, M. (2020). Effect of Different Types Of Fiber Utilization on Mechanical Properties of Recycled Aggregate Concrete Containing Silica Fume. *Journal of Green Building*, 15(1), 119-136. doi: <https://doi.org/10.3992/1943-4618.15.1.119>
- ALUSION. (2023, Eylül 9). *ALUSION*. Architectural Stabilized Aluminum Foam: http://www.alusion.com/files/Brochure_AlusionTM_Feb2020.pdf adresinden alınmıştır.
- Alwaeli, M., Golaszewski, J., Pizon, J., Andrzejewska, A., Szwan, P., Ceglarz, K., Buchta, W., Jachnik, T. & Zlotos, J. (2019). Metallurgical Sludge as Sand Replacement and Constituent of Crushed Concrete Aggregate. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 603(3), 032087. doi: <http://doi.org/10.1088/1757-899X/603/3/032087>
- Amemiya, T. (2018). Current State and Trend of Waste and Recycling in Japan. *International Journal of Earth & Environmental Sciences*, 3, 3:IJEES-155. doi: <https://doi.org/10.15344/2456-351X/2018/155>
- Aparici. (2023, Eylül 9). *Aparici*. Floor Tiles General Catalogue 2023: <https://www.aparici.com/r/folletos/catalogo-FLOOR.pdf> adresinden alınmıştır.
- Aparici. (2023, Eylül 9). *Aparici*. Wall Tiles General Catalogue 2023: <https://www.aparici.com/r/folletos/catalogo-WALL.pdf> adresinden alınmıştır.
- Avrupa Komisyonu. (2015). *Communication from the Commission to the European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Closing the Loop - An EU Action Plan for the Circular Economy*. Brussels.
- Balbay, Ş., Sarıhan, A. & Avşar, E. (2021). Dünya’da ve Türkiye’de “Döngüsel Ekonomi / Endüstriyel Sürdürülebilirlik” Yaklaşımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 27, 557-569.

- Baldé, C. P., D'Angelo, E., Luda, V., Deubzer, O. & Kuehr, R. (2022). *Global Transboundary E-waste Flows Monitor 2022*. unitar
- Baldé, C. P., Wang, F., Kuehr, R. & Huisman, J. (2015). *The Global E-waste Monitor – 2014*. United Nations University. Bonn
- Bartolini, O. (2022, Ağustos 3). *ArchDaily*. Hong Kong Architects Convert Plastic Waste into Public Benches to Combat Pollution: <https://www.archdaily.com/958314/hong-kong-architects-convert-plastic-waste-into-public-benches-to-combat-pollution> adresinden alınmıştır.
- Buratti, C., Belloni, E., Lascaro, E., Lopez, G. A. & Ricciardi, P. (2016). Sustainable Panels with Recycled Materials for Building Applications: Environmental and Acoustic Characterization, *Energy Procedia*, 101, 972-979, doi: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.11.123>.
- Calixto, J., Esenarro, D., Rojas, W. & Rodriguez, C. (2022). Influence of the Use of Recycled Coarse Aggregates on the Compressive Strength for the Production of Concrete of 350 kg/cm². *Proceedings of 2021 4th International Conference on Civil Engineering and Architecture*, 201, s. 193-206. Singapore. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-16-6932-3_17
- Callister, W. D. (2013). *Malzeme Bilimi ve Mühendisliği*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Carbonnel, A., Pérez, H., Lucares, M. I., Escobar, D., Jiménez, M. P. & Gavilanes, D. (2021). Upcycling Plastic Waste for the Development of Construction Materials. *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment*, (2), 170–176. doi: <https://doi.org/10.13128/techne-10704>
- Castro, F. (2022, Ekim 28). *ArchDaily*. Kamikatz Public House / Hiroshi Nakamura & NAP: <https://www.archdaily.com/892767/kamikatz-public-house-hiroshi-nakamura-and-nap> adresinden alınmıştır.
- Cengiz, A. E., Karadağ, A. A. & Alpay, C. O. (2014). Çevre Dostu Binalar: Yeşil Binalar. *Uluslararası Hakemli Tasarım ve Mimarlık Dergisi*, 1(1), 24-33.
- Clayton, K. C. & Huie, J. M. (1973). *Solid Wastes Management: The Regional Approach*. Cambridge: Ballinger Publishing Company.
- Coulleri, A. (2023, Temmuz 8). *ArchDaily*. Sueños con Fiber/Timber, Earth/Concrete / Grupo Mota-Engil + MIT Leventhal Center of Advanced Urbanism: <https://www.archdaily.com/994308/suenos-con-fiber-timber-earth-concrete-grupo-mota-engil-plus-mit-leventhal-center-of-advanced-urbanism> adresinden alınmıştır.
- Cui, J. & Forssberg, E. (2003). Mechanical Recycling of Waste Electric and Electronic Equipment: A Review. *Journal of Hazardous Materials*, 99(3), 243-263. Elsevier.
- Cutieru, A. (2022, Ağustos 16). *ArchDaily*. Towards a Common Practice of Material Recycling: <https://www.archdaily.com/944297/towards-a-common-practice-of-material-recycling> adresinden alınmıştır.

- Cutieru, A. (2022, Ağustos 7). *ArchDaily*. Towards a Common Practice of Material Recycling: <https://www.archdaily.com/944297/towards-a-common-practice-of-material-recycling> adresinden alınmıştır.
- Cutieru, A. (2022, Ağustos 8). *ArchDaily*. The Architectural Association's EmTech and Hassel Design Pavilion Using Reclaimed Timber: <https://www.archdaily.com/972425/the-architectural-associations-emtech-and-hassel-design-pavilion-using-reclaimed-timber> adresinden alınmıştır.
- Cutieru, A. (2022, Aralık 18) *ArchDaily*. A Guide to Design for Disassembly: <https://www.archdaily.com/943366/a-guide-to-design-for-disassembly> adresinden alınmıştır.
- Çebi, A. (2019). *Sürdürülebilir Mimarlık Kapsamında Günümüz Çok Katlı Konut Binalarında Tasarım Yaklaşımları ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi*. Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Çelik, F. & Görgülü, Ş. T. (2021). Havalimanı Terminal Binalarında Sürdürülebilirliğin LEED Sertifikası Çerçevesinde İrdelenmesi, *MEGARON*, 16(2), 336-349 doi: <https://dx.doi.org/10.14744/megaron.2021.62447>
- Çınar, Y. (2023). *Sürdürülebilir Yapı Malzemelerinin Mimari Tasarımdaki Rolü*. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Burdur.
- Deloitte. (2017). *Study on Resource Efficient Use of Mixed Wastes, Improving Management of Construction and Demolition Waste*. Final Report. Avrupa Komisyonu.
- Demirel, B. (2022, Ağustos 1). *İçmimarlık Dergisi*. Kâğıt Tuğla: <https://www.icmimarlikdergisi.com/2016/10/12/kagit-tugla/> adresinden alınmıştır.
- Demirel, B. (2022, Ağustos 3). *İçmimarlık Dergisi*. Plastik Atıklar Kullanılarak Tasarlanan Masa: GYRO: <https://www.icmimarlikdergisi.com/2016/11/21/plastik-atiklar-kullanilarak-tasarlanan-masa-gyro/> adresinden alınmıştır.
- Erdik Aldırmaz, G. (2018). *Türkiye’de İnşaat ve Yıkıntı Atıkları Yönetim Sisteminin Mevcut Durumunun Değerlendirilmesi*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Fadai, A. & Stephan, D. (2019). Ecological Performance and Recycling Options of Primary Structures. *Sustainable Built Environment D-A-Ch Conference 2019 (SBE19 Graz)*, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 323, 012133. Graz. doi: <http://doi.org/10.1088/1755-1315/323/1/012133>
- Fraile-Garcia, E., Ferreira-Cabello, J., López-Ochoa, L. M. & López-González, L. M. (2017). Study of the Technical Feasibility of Increasing the Amount of Recycled Concrete Waste Used in Ready-Mix Concrete Production. *Materials*, 10(7), 817. doi: <https://doi.org/10.3390/ma10070817>

- Gong, P., Wang, L., Liu, X. & Wei, Y. (2022). The Value of Social Media Tool for Monitoring and Evaluating Environment Policy Communication: A Case Study of the 'Zero-Waste City' Initiative in China. *Energy, Ecology and Environment*, 7, 614-629 doi: <https://doi.org/10.1007/s40974-022-00251-8>
- González, M. F. (2023, Ocak 10). *ArchDaily*. The Beehive / Luigi Rosselli + Raffaello Rosselli: <https://www.archdaily.com/893997/the-beehive-luigi-rosselli-plus-raffaello-rosselli> adresinden alınmıştır.
- González, M. F. (2023, Temmuz 12). *ArchDaily*. Özgüven Architecture HQ / Ozgüven Architecture: <https://www.archdaily.com/911780/ozguven-architecture-hq-ozguven-architecture> adresinden alınmıştır.
- Gökçe, S. (2022, Aralık 19). *sıfıratikco*. Atık Camların Geri Dönüşüm Serüveni Nasıldır?: <https://sifiratik.co/2018/10/12/atik-camlarin-geri-donusum-sureci-nasildir/> adresinden alınmıştır.
- Green Seal Environmental. (2022, Kasım 24). CT. Construction and Demolition Waste Characterization and Market Analysis: https://portal.ct.gov/-/media/deep/waste_management_and_disposal/solid_waste_management_plan/cmmsfinal2016constructionanddemolitionwastecharacterizationstudypdf.pdf adresinden alınmıştır.
- Gündüzalp, A. A. & Güven, S. (2016). Atık, Çeşitleri, Atık Yönetimi, Geri Dönüşüm ve Tüketici: Çankaya Belediyesi ve Semt Tüketicileri Örneği, *Hacettepe Üniversitesi Sosyolojik Araştırmalar E-Dergisi*, 1-19.
- Günel, Ç. M. (2022, Ağustos 3). *İçmimarlık Dergisi*. Geri Dönüştürülmüş Atıklardan Kırılmış Mobilya Koleksiyonu: Fractured: <https://www.icmimarlikdergisi.com/2018/03/22/geri-donusturulmus-atiklardan-kirilmis-mobilya-koleksiyonu-fractured/> adresinden alınmıştır.
- Hackenhaar, I. C., Waskow, R. P., Tubino, R. & Passuello, A. (2019). Life Cycle Assessment Applied to Construction and Demolition Waste Treatment: Proposal of a Brazilian Scenario. *Sustainable Built Environment D-A-Ch Conference 2019 (SBE19 Graz), IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 323, 012054. Graz. doi: <http://doi.org/10.1088/1755-1315/323/1/012054>
- Halbiniak, J., Langier, B. & Major, M. (2019). Analysis of the Impact of Filler in the Form of Shredded Ceramic Waste on Selected Properties of a High-Strength Concrete Composite. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 603(3), 032056. doi: <http://doi.org/10.1088/1757-899X/603/3/032056>
- Heidari, R., Yazdanparast, R. & Jabbarzadeh, A. (2019). Sustainable Design of a Municipal Solid Waste Management System Considering Waste Separators: A Real-World Application, *Sustainable Cities and Society*, 47(101457).
- Heisel, F., Schlesier, K. & Hebel, D. E. (2019). Prototypology for a Circular Building Industry: The Potential of Re-used and Recycled Building Materials. *Sustainable Built Environment D-A-Ch Conference 2019 (SBE19 Graz), IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 323, 012023. Graz. doi: <http://doi.org/10.1088/1755-1315/323/1/012023>

- Hernández, D. (2022, Ekim 28). *ArchDaily*. Vegan House / Block Architects: <https://www.archdaily.com/641621/vegan-house-block-architects> adresinden alınmıştır.
- Howarth, D. (2022, Kasım 2). *Dezeen*. Zero Waste Bistro installation provides circular-economy model at WantedDesign: <https://www.dezeen.com/2018/05/21/zero-waste-bistro-installation-circular-economy-linda-bergroth-wanted-design-manhattan/> adresinden alınmıştır.
- Huang, K., Ding, T., Xiao, J. & Singh A. (2019). Modification on Recycled Aggregates and its Influence on Recycled Concrete. *Sustainable Built Environment D-A-Ch Conference 2019 (SBE19 Graz), IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 323, 012136. Graz. doi: <http://doi.org/10.1088/1755-1315/323/1/012136>
- Igini, M. (2023, Haziran 5). *EARTH*. How Waste Management in Germany is Changing the Game: <https://earth.org/waste-management-germany/> adresinden alınmıştır.
- ISPRA. (2022, Kasım 12). *Isprambiente*. Report on Municipal Waste: https://www.isprambiente.gov.it/files2023/pubblicazioni/rapporti/rapportorifiutiurbani_ed-2022_n-381-bis_versionedati-di-sintesi_en_05_04_2023-1.pdf adresinden alınmıştır.
- İpekçi, C. A., Coşgun, N. & Tıkansak Karadayı, T. (2017). İnşaat Sektöründe Geri Kazanılmış Malzeme Kullanımının Sürdürülebilirlik Açısından Önemi. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 10(2), 43-50.
- İsmail, M. M. & Dinçer, İ. (2023). Development and Evaluation of an Integrated Waste to Energy System Based on Polyethylene Plastic Wastes Pyrolysis for Production of Hydrogen Fuel and Other Useful Commodities. *Fuel*, 334(1), 126409. Elsevier. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.126409>
- Jang, H. & So, S. (2020). Characteristics of Slag Activated Phc-Pile With Reduced Cement Content. *Journal of Green Building*, 15(4), 117-126. doi: <https://doi.org/10.3992/jgb.15.4.117>
- Jannat, N., Latif Al-Mufti, R., Hussien, A., Abdullah, B. & Cotgrave, A. (2021). Utilisation of Nut Shell Wastes in Brick, Mortar and Concrete: A Review. *Construction and Building Materials*, 293, 123546. Elsevier. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123546>
- Jaskowska-Lemanska, J. (2019). Impurities of Recycled Concrete Aggregate - Types, Origin and Influence on the Concrete Strength Parameters. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 603(4), 042056. doi: <http://doi.org/10.1088/1757-899X/603/4/042056>
- Johari, A., Ahmed, S. I., Hashim, H., Alkali, H. & Ramli, M. (2012). Economic and Environmental Benefits of Landfill Gas From Municipal Solid Waste in Malaysia, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(5), 2907-2912. Elsevier. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.02.005>

- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P. & Woerden, F. (2023, Mayıs 29). *ESPAS*. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050: <https://espas.secure.europarl.europa.eu/orbis/system/files/generated/document/en/211329ov.pdf> adresinden alınmıştır.
- Khandelwal, S. & Jain, M. (2023, Haziran 6). *Lawrbit*. Environmental Protection Laws in India: <https://www.lawrbit.com/article/environmental-protection-laws-in-india/> adresinden alınmıştır.
- Kıptır, S. (2019). *Çocuk Oyun Alanları Tasarımlarının Mekânsal Kurgu Açısından Değerlendirilmesi; Maltepe - Kadıköy Kıyı Şeridi Örneği*. Maltepe Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Kinasz, R., Bilozir, V., Shmyh, R., Bilozir, V. & Bidenko, I. (2019). Examination of Concrete Elements Bending Strength Reinforced by Polyethylene Terephthalate (PET) Waste. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 603(4), 042041. doi: <http://doi.org/10.1088/1757-899X/603/4/042041>
- Kirchherr, J., Reike, D. & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the Circular Economy: An Analysis of 114 Definitions. *Resources, Conservation & Recycling*, 127(C), 221-232. Elsevier.
- Koca, S. (2010). *Prefabrike Beton Endüstrisinde Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm Olanakları*. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Kukreja, R. (2022, Aralık 9) *Conserve Energy Future*. 35 Most Common Recyclable Materials That Can Be Easily Recycled: <https://www.conserve-energy-future.com/recyclingmaterial.php> adresinden alınmıştır.
- Kurniawan, T. A., Liang, X., O'Callaghan, E., Goh, H., Othman, M. H. D., Avtar, R. & Kusworo, T. D. (2022). Transformation of Solid Waste Management in China: Moving towards Sustainability through Digitalization-Based Circular Economy. *Sustainability*, 14(4), 2374. doi: <https://doi.org/10.3390/su14042374>
- Last, K. (2023, Kasım 11). *Dezeen*. Reclaimed Materials Form "Playful and Textured" Facade of Sydney House: <https://www.dezeen.com/2023/11/07/19-waterloo-street-sjb-reclaimed-materials/> adresinden alınmıştır.
- Last, K. (2023, Kasım 11). *Dezeen*. Stacks of Reclaimed Slate Form Facade of The Garden Retreat: <https://www.dezeen.com/2023/10/29/the-garden-retreat-environmental-design-studio/> adresinden alınmıştır.
- Laylin, T. (2022, Ekim 28). *Inhabitat*. Avatar Architettura's Recycled Pallet Pavilion Pops up in Italy: <https://inhabitat.com/avatar-architetturas-recycled-pallet-pavilion-pops-up-in-italy/> adresinden alınmıştır.
- Lei, J., Huang, B. & Huang, Y. (2020). Chapter 6 - Life Cycle Thinking for Sustainable Development in the Building Industry. *Life Cycle Sustainability Assessment for Decision-Making*, 125-138. Elsevier. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818355-7.00006-3>

- Lezzerini, M., Luti, L., Aquino, A., Gallelo, G. & Pagnotta, S. (2022). Effect of Marble Waste Powder as a Binder Replacement on the Mechanical Resistance of Cement Mortars. *Applied Sciences*, 12(9), 4481. doi: <https://doi.org/10.3390/app12094481>
- Liu, K. & Leng, J. (2022). Quantitative Research on Embodied Carbon Emissions in the Design Stage: A Case Study from an Educational Building in China, *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 21(4), 1182-1192, doi: <https://doi.org/10.1080/13467581.2022.2046003>
- Lubonja, O. & Dervishi, A. (2019). Use of Recyclable Materials in the Interior Design. *European Journal of Economic and Business Studies*, 5(2). doi: 10.26417/ejes.v5i2.p79-100
- Maiztegui, B. (2022, Kasım 19). *ArchDaily*. Recycling Tiles: 15 Examples of Repurposed Tiles in Walls, Facades, Flooring, and Furniture: <https://www.archdaily.com/943890/recycling-tiles-15-examples-of-repurposed-tiles-in-walls-facades-flooring-and-furniture> adresinden alınmıştır.
- Mari, T., Liew, J. & Ng, V. (2023). Re-establishing Traditional Stilt Structures in Contemporary Architecture—The Possibilities. *Archnet-IJAR*, 17(1), 88-108. doi: <https://doi.org/10.1108/ARCH-12-2021-0353>
- Martinez-Arguelles, G., Coll, M. D., Pumarejo, L. G. F., Cotte, E. H. S., Rondon, H., Pacheco, C. A., Martinez, J. Y. & Espinoza, R. G. L. (2019). Characterization of Recycled Concrete Aggregate as Potential Replacement of Natural Aggregate in Asphalt Pavement. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 471, 102045. doi: <http://doi.org/10.1088/1757-899X/471/10/102045>
- Mazade, K. (2023, Kasım 11). *Dezeen*. TO Arquitectura Creates Vaulted Mexico City Music School From Reclaimed Masonry: <https://www.dezeen.com/2023/10/11/to-arquitectura-kithara-school-reclaimed-masonry/> adresinden alınmıştır.
- Meddah, M. S. (2019). Use of Waste Window Glass as Substitute of Natural Sand in Concrete Production. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 603(3), 032011. doi: <http://doi.org/10.1088/1757-899X/603/3/032011>
- Miao, X. H., Fang, Y. H., Gong, Y. F., Gu, Y. M. & Zhu, C. H. (2015) Recycling Waste Hardened Mortar and Paste From Concrete to Produce Cement: State of the Art, *Materials Research Innovations*, 19, 121-124. doi:10.1179/1432891715Z.0000000001463
- Ministry of Environment, Forest and Climate Change. (2023, Haziran 6). *Moef*. Domestic Hazardous Waste Management in Cities: <https://moef.gov.in/wp-content/uploads/2022/03/Domestic-hazardous-waste-management-in-cities.pdf> adresinden alınmıştır.
- Ministry of Environment, Forest and Climate Change. (2023, Haziran 6). *Moef*. E-Waste Management: <https://moef.gov.in/wp-content/uploads/2022/03/E-Waste-management.pdf> adresinden alınmıştır.

- Ministry of Environment, Forest and Climate Change. (2023, Haziran 6). *Moef*. Policy on Plastic Waste Handling. Delhi. <https://moef.gov.in/wp-content/uploads/2022/03/Policy-on-plastic-waste-handling.pdf> adresinden alınmıştır.
- Ministry of the Environment Government of Japan Environmental Policy Bureau. (2023, Haziran 6). *Env*. Annual Report on Environmental Statistics 2017: https://www.env.go.jp/en/statistics/contents/2017/E2017_all.pdf adresinden alınmıştır.
- Ministry of the Environment. (2023, Haziran 6). *Env*. Annual Report on the Environment in Japan 2022: <https://www.env.go.jp/content/000176328.pdf> adresinden alınmıştır.
- Miraldo, S., Lopes, S., Pacheco-Torgal, F. & Lopes, A. (2021). Advantages and Shortcomings of the Utilization of Recycled Wastes as Aggregates in Structural Concretes. *Construction and Building Materials*, 298, 123729. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123729>
- Moreira, S. (2022, Kasım 2). *ArchDaily*. Icoaré House / aste arquitetura: <https://www.archdaily.com/988483/icoare-house-aste-arquitetura>, adresinden alınmıştır.
- Moreira, S. (2022, Kasım 3). *ArchDaily*. Vila Madalena Office / André Ávila Arquitetura + Luis Canepa Arquitetos: <https://www.archdaily.com/988929/vila-madalena-office-lcac-arquitetura> adresinden alınmıştır.
- Moreira, S. (2022, Kasım 7). *ArchDaily*. LG Thinq House / Estudio Guto Requena + Pax Arquitetura: <https://www.archdaily.com/979864/casa-lg-thinq-estudio-guto-requena-plus-pax-arquitetura> adresinden alınmıştır.
- Muñoz Veloza, M. A., Dadati, M. C., Giordano, R. & Savio, L. (2022). Water Security: The “New Normality” of Informal Settlements. Nature-Based Solutions as Sustainable Mitigation and Adaptation Strategies. *VITRUVIO - International Journal of Architectural Technology and Sustainability*, 7(1), 62-77. doi: <https://doi.org/10.4995/vitruvio-ijats.2022.17437>
- Nyika, J. & Dinka, M. (2022). Recycling Plastic Waste Materials for Building and Construction Materials: A Minireview. *Materials Today: Proceedings*, 62(6), 3257-3262. Elsevier. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.226>
- Oikonomou, N. D. (2005). Recycled Concrete Aggregates. *Cement and Concrete Composites*, 27(2), 315-318. Elsevier.
- Ott, C. (2022, Kasım 1). *ArchDaily*. Apartamento ready-made / azab: <https://www.archdaily.com/933173/apartamento-ready-made-azab> adresinden alınmıştır.
- Ott, C. (2022, Kasım 1). *ArchDaily*. Hotel Tepoztlán / Taller Carlos Marín + Pasquinel Studio: <https://www.archdaily.com/941774/hotel-tepoztlán-taller-carlos-marín-plus-pasquinel-studio> adresinden alınmıştır.
- Ott, C. (2022, Kasım 2). *ArchDaily*. Fuelle Roga House / OMCM arquitectos: <https://www.archdaily.com/930649/fuelle-roga-house-omcm-arquitectos> adresinden alınmıştır.

- Overstreet, K. (2023, Ağustos 15). *ArchDaily*. What Does it Cost to Recycle Building Materials?: <https://www.archdaily.com/996805/what-does-it-cost-to-recycling-building-materials> adresinden alınmıştır.
- Owoo, B. (2023, Kasım 11). *Dezeen*. Curved Walls of Reclaimed Wood Enclose Boobun Pocket Cafe in Thailand: <https://www.dezeen.com/2023/11/11/boobun-pocket-cafe-cup-scale-studio-thailand/> adresinden alınmıştır.
- Öcal, Ö. Z. (2022). *Biyoplastiklerin Mimarlık ve Tasarım Alanında Kullanımına Yönelik Beklentiler*. İstanbul Aydın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Özcan, M. (2023). *Atık Malzemelerin Yapı Kabuğunda Kullanım Olanaklarının İncelenmesi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Özurgancı Eşkin, P. (2022, Temmuz 17). *Ekolojist*. Geri Dönüşüm Projeleri: <https://ekolojist.net/geri-donusum-projeleri/> adresinden alınmıştır.
- Pereira, M. (2022, Kasım 2). *ArchDaily*. Angatuba House / messina | rivas: <https://www.archdaily.com/931520/angatuba-house-messina-rivas> adresinden alınmıştır.
- Pintos, P. (2022, Ağustos 3). *ArchDaily*. Café Kontejner / Collarch: <https://www.archdaily.com/971604/cafe-kontejner-collarch> adresinden alınmıştır.
- Pintos, P. (2022, Ağustos 3). *ArchDaily*. Living at the Old Indoor Pool / UTA Architekten und Stadtplaner: <https://www.archdaily.com/966991/living-at-the-old-indoor-pool-uta-architekten-und-stadtplaner> adresinden alınmıştır.
- Pintos, P. (2022, Ekim 28). *ArchDaily*. ReEmber Playland / i/thee: <https://www.archdaily.com/971260/reember-playland-i-thee> adresinden alınmıştır.
- Pintos, P. (2022, Kasım 1). *ArchDaily*. Cheops Observatory Residence / Studio Malka Architecture: <https://www.archdaily.com/935191/cheops-observatory-residence-studio-malka-architecture> adresinden alınmıştır.
- Pintos, P. (2022, Kasım 2). *ArchDaily*. Sml. House / blsk. studio: <https://www.archdaily.com/983824/sml-house-blsk-studio> adresinden alınmıştır.
- Pintos, P. (2023, Ağustos 18). *ArchDaily*. Schwalbe Hybrid Building / Archiproba: <https://www.archdaily.com/1003830/schwalbe-hybrid-building-archiproba-studios> adresinden alınmıştır.
- Pintos, P. (2023, Ağustos 20). *ArchDaily*. Digital House / Julian Krüger + Benjamin Kemper: <https://www.archdaily.com/1005462/digital-house-julian-kruger-plus-benjamin-kemper> adresinden alınmıştır.
- Pintos, P. (2023, Haziran 22). *ArchDaily*. Housing Coöperation de Warren / Natruffed Architecture: <https://www.archdaily.com/1001864/housing-cooperation-de-warren-natruffed-architecture> adresinden alınmıştır.

- Pintos, P. (2023, Ocak 10). *ArchDaily*. Nepal School Extension, Shiladevi Primary School Dhoksan / supertecture gUG: <https://www.archdaily.com/989311/nepal-school-extension-shiladevi-primary-school-dhoksan-supertecture-gug> adresinden alınmıştır.
- Pintos, P. (2023, Temmuz 12). *ArchDaily*. Goat House / Yalin Architectural Design: <https://www.archdaily.com/919385/goat-house-yalin-architectural-design> adresinden alınmıştır.
- Pintos, P. (2023, Temmuz 8). *ArchDaily*. Jonas' Residential Building / Orange Architects: <https://www.archdaily.com/1000619/jonas-residential-building-orange-architects> adresinden alınmıştır.
- Pintos, P. (2023, Temmuz 8). *ArchDaily*. Langeveld Building / Paul de Ruiter Architects: <https://www.archdaily.com/1000541/langeveld-building-paul-de-ruiter-architects> adresinden alınmıştır.
- Porada, B. (2022, Ekim 24). *ArchDaily*. STUDIOKCA's 'Head in the Clouds' Pavilion Opens in NYC: <https://www.archdaily.com/415655/head-in-the-clouds-pavilion-opens-in-nyc> adresinden alınmıştır.
- Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E. & Hanemaaijer, A. (2017). *Circular Economy: Measuring Innovation in the Product Chains*. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. Policy Report. Hague.
- Pujadas-Gispert, E., Alsailani, M., van Dijk, K. C. A., Rozema, A.D.K., J.P. ten Hoope, J. P., Korevaar, C. C. & Moonen, S. P. G. (2020). Design, Construction, and Thermal Performance Evaluation of an Innovative Bio-Based Ventilated Façade, *Frontiers of Architectural Research*, 9(3), 681-696. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foar.2020.02.003>.
- Qingbin, S., Jinhui, Li. & Xianlai, Z. (2015). Minimizing the Increasing Solid Waste Through Zero Waste Strategy. *Journal of Cleaner Production*, 104, 199-210. Elsevier. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.027>
- Resmi Gazete. (1983). Çevre Kanunu. 499. Resmi Gazete 18132.
- Resmi Gazete. (2004). Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği. Resmi Gazete 25406.
- Resmi Gazete. (2010). Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik. Resmi Gazete 27533.
- Resmi Gazete. (2015). Atık Yönetimi Yönetmeliği. Resmi Gazete 29314.
- Resmi Gazete. (2019). Sıfır Atık Yönetmeliği. Resmi Gazete 30829.
- Santibañez, D. (2022, Kasım 2). *ArchDaily*. House of the Flying Beds / AL BORDE: <https://www.archdaily.com/906163/house-of-the-flying-beds-al-borde> adresinden alınmıştır.

- Santos, S. (2022, Ekim 24). *ArchDaily*. From Recycled Plastic Waste to Building Material: <https://www.archdaily.com/870029/from-recycled-plastic-waste-to-building-material> adresinden alınmıştır.
- Schwede, D. (2019). Application of RecyclingGraphs for the Optimisation of the Recyclability in Building Information Modelling. *Sustainable Built Environment D-A-Ch Conference 2019 (SBE19 Graz), IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 323, 012044. Graz. doi: <http://doi.org/10.1088/1755-1315/323/1/012044>
- Shaikh, F. U. A., Hosan, A. & Biswas, W. K. (2020). Sustainability Assessment of Reinforced Concrete Beam Mixes Containing Recycled Aggregates and Industrial By-Products, *Journal of Green Building*, 15(3), 95-119. doi: <https://doi.org/10.3992/jgb.15.3.95>
- Shekdar, A. V. (2009) Sustainable Solid Waste Management: An Integrated Approach for Asian Countries. *Waste Management*, 29, 1438-1448.
- Shuangyu, H. (2023, Temmuz 3). *ArchDaily*. Chinese Bamboo Eight Pavilion / RoarcRenew: <https://www.archdaily.com/1000975/chinese-bamboo-eight-roarcnew> adresinden alınmıştır.
- Shuangyu, H. (2023, Temmuz 3). *ArchDaily*. LI City Study / Greater Dog Architects: <https://www.archdaily.com/1002167/li-city-study-greater-dog-architects> adresinden alınmıştır.
- Shuangyu, H. (2023, Temmuz 3). *ArchDaily*. Taihang Xinyu Art Museum / Wang Chong Studio: <https://www.archdaily.com/1000449/taihang-xinyu-art-museum-wang-chong-studio> adresinden alınmıştır.
- So, A. (2022, Aralık 8). *WIRED*. Our 23 Favorite Products Made From Recycled and Upcycled Materials: <https://www.wired.com/gallery/our-favorite-upcycled-and-recycled-products/> adresinden alınmıştır.
- Soolepp, M., Ruus, A., Nutt, N., Raamets, J. & Kubjas, A. (2020). Hygrothermal Performance of Paper Plaster: Influence of Different Types of Paper and Production Methods on Moisture Buffering. *12th Nordic Symposium on Building Physics (NSB 2020)*, 172, 14010. Tallinn. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017214010>
- Souza, E. (2022, Ağustos 8). *ArchDaily*. Concrete Recycling is Already a Reality: <https://www.archdaily.com/972748/concrete-recycling-is-already-a-reality> adresinden alınmıştır.
- Souza, E. (2022, Ekim 29). *ArchDaily*. Is It Possible to Recycle Concrete?: <https://www.archdaily.com/933616/is-it-possible-to-recycle-concrete> adresinden alınmıştır.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2023, Ekim 6). CSB. Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı 2023: https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/haberler/ulusal_at_k_yonet-m--eylem_plan--20180328154824.pdf adresinden alınmıştır.

- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2023). *Sıfır Atık Kitabı*. Türkiye: İhlas Gazetecilik A.Ş.
- Thorns, E. (2022, Ağustos 3). *ArchDaily*. The Luxury Pavilion Built From Recycled Bedsprings: <https://www.archdaily.com/884520/the-luxury-pavilion-built-from-recycled-bedsprings> adresinden alınmıştır.
- Trinchese, G., Verniero, A. & García López de la Osa, G. (2022). New Recycling Technologies of Demolished Materials for Sustainable Finishes: The Project of Concrete Reuse on site in Tres Cantos, Madrid. *VITRUVIO - International Journal of Architectural Technology and Sustainability*, 7(2), 100–111. doi: <https://doi.org/10.4995/vitruvio-ijats.2022.18844>
- Tuna Kayılı, M. & Çelebi, G. (2021). Environmental Properties of Environmentally Friendly Construction Materials: Recycled LDPE Composites Filled By Blast Furnace Dust. *Journal of Green Building*, 16(3), 135-153. doi: <https://doi.org/10.3992/jgb.16.3.135>
- Tuna Kayılı, M. (2016). *Yüksek Fırın Baca Tozu ve Atık Polietilen Kullanılarak Üretilen Kompozit Malzemenin Yapıda Kullanılabilirliğinin Saptanması*. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- TÜDAM Değerlendirilebilir Atık Malzemeler Sanayicileri Derneği. (2023, Ağustos 5). *TÜDAM*. Atık Sektörü Sanayi - Sanayileşme Raporu: https://www.tudam.org.tr/upload/documents/At%C4%B1k_Sekt%C3%B6r%C3%BC_Sanayi-Sanayile%C5%9Fme_Raporu_2022.pdf adresinden alınmıştır.
- Tüfekçioğlu, D. (2021). *Mekân Tasarımı Sürecinde Atık Malzeme Kullanımı ve Yönetimi – Örnek Yapı Birimi Projesi*. Hacettepe Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Sanatta Yeterlik Tezi, Ankara.
- URL-1. (2022, Kasım 13). <https://www.epa.gov/hw/criteria-definition-solid-waste-and-solid-and-hazardous-waste-exclusions> adresinden alınmıştır.
- URL-2. (2022, Kasım 12). <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials> adresinden alınmıştır.
- URL-3. (2022, Temmuz 1). <https://expra.eu/> adresinden alınmıştır.
- URL-4. (2022, Kasım 19). <https://www.epa.gov/recycle/recycling-basics-and-benefits> adresinden alınmıştır.
- URL-5. (2022, Kasım 19). <https://sifiratik.gov.tr/sifir-atik/sifir-atik-sozlugu> adresinden alınmıştır.
- URL-6. (2022, Kasım 24). <https://www.epa.gov/recycle/how-do-i-recycle-common-recyclables> adresinden alınmıştır.
- URL-7. (2022, Kasım 15). <https://c2ccertified.org/get-certified> adresinden alınmıştır.
- URL-8. (2022, Kasım 16). <https://csrno.ca/en/solid-waste/the-4rs/> adresinden alınmıştır.

- URL-9. (2022, Kasım 24). <https://www.epa.gov/smm/recycling-economic-information-rei-report> adresinden alınmıştır.
- URL-10. (2022, Ağustos 16). <https://www.unstudio.com/en/page/10284/health-and-architecture-in-the-home-and-office-circularity> adresinden alınmıştır.
- URL-11. (2022, Kasım 30). <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/guide-facts-and-figures-report-about> adresinden alınmıştır.
- URL-12. (2022, Kasım 30). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Atik-Istatistikleri-2020-37198> adresinden alınmıştır.
- URL-13. (2022, Aralık 5). <https://ytong.com.tr/blog-detay.asp?blogID=29> adresinden alınmıştır.
- URL-14. (2022, Aralık 6). <https://pagcev.net/geri-donusum> adresinden alınmıştır.
- URL-15. (2022, Aralık 8). <https://epea.com/en/about-us/cradle-to-cradle> adresinden alınmıştır.
- URL-15. (2022, Aralık 8). <https://epea.com/en/about-us/cradle-to-cradle> adresinden alınmıştır.
- URL-16. (2023, Ocak 3). <https://www.thbb.org/teknik-bilgiler/beton-nedir/> adresinden alınmıştır.
- URL-17. (2023, Ocak 3). <https://www.acs.org/> adresinden alınmıştır.
- URL-18. (2023, Ocak 26) <https://madaster.com/our-purpose/> adresinden alınmıştır.
- URL-19. (2023, Mayıs 29). <https://enviliance.com/regions/east-asia/cn/cn-waste> adresinden alınmıştır.
- URL-20. (2023, Haziran 1). <https://www.epa.gov/report-environment/wastes> adresinden alınmıştır.
- URL-21. (2023, Haziran 5). <https://www.bmuv.de/en/topics/water-resources-waste/circular-economy/waste-policy> adresinden alınmıştır.
- URL-22. (2023, Haziran 6). https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_pc031/default/table?lang=en adresinden alınmıştır.
- URL-23. (2023, Haziran 6). https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_wm011/default/table?lang=en adresinden alınmıştır.
- URL-24. (2023, Haziran 6). <https://www.sgs.com/en/news/2020/11/safeguards-16220-china-amends-its-prevention-and-control-of-environmental-pollution> adresinden alınmıştır.
- URL-25. (2023, Haziran 6). <https://www.epa.gov/> adresinden alınmıştır.
- URL-26. (2023, Haziran 6). <https://www.epa.gov/rcra/medical-waste> adresinden alınmıştır.

- URL-27. (2023, Haziran 6). <https://www.bmu.de/en/> adresinden alınmıştır.
- URL-28. (2023, Haziran 6). <https://www.env.go.jp/en/index.html> adresinden alınmıştır.
- URL-29. (2023, Ocak 20). <https://luigirosselli.com/public-commercial/workspaces/bee-hive> adresinden alınmıştır.
- URL-30. (2023, Ocak 20) <https://dtlm.com.my/portfolio/clay-roof-house> adresinden alınmıştır.
- URL-31. (2023, Ocak 20). <https://lendager.com/project/upcycle-house/> adresinden alınmıştır.
- URL-32. (2022, Ekim 19). <https://www.archdaily.cl/cl/805945/de-la-casa-a-la-plaza-reinterpretar-la-materia-desde-arriba-hacia-abajo> adresinden alınmıştır.
- URL-33. (2022, Ağustos 7). <https://www.archdaily.com/322830/meme-experimental-house-kengo-kuma-associates> adresinden alınmıştır.
- URL-34. (2022, Ağustos 3). <https://www.archdaily.com/153553/hard-rock-cafe-facade-architectkidd> adresinden alınmıştır.
- URL-35. (2022, Ağustos 3). <https://www.archdaily.com/869729/gallery-of-furniture-chybik-plus-kristof> adresinden alınmıştır.
- URL-36. (2023, Haziran 25). <https://www.archdaily.com/790591/bima-microlibrary-shaubandung> adresinden alınmıştır.
- URL-37. (2022, Ekim 24). https://www.archdiaries.com/projects/naju-art-museum-hyunje-joo_baukunst/ adresinden alınmıştır.
- URL-38. (2022, Ekim 28). <https://www.archdaily.com/778972/the-circular-pavilion-encore-heureux-architects> adresinden alınmıştır.
- URL-39. (2022, Ekim 28). <https://www.archdaily.com/134620/recycled-materials-cottage-juan-luis-martinez-nahuel> adresinden alınmıştır.
- URL-40. (2022, Ekim 29). <https://inhabitat.com/dasparkehotel-made-from-pipes/> adresinden alınmıştır.
- URL-41. (2023, Temmuz 3). <https://aim-architecture.com/projects/xintiandi-style-ii> adresinden alınmıştır.
- URL-42. (2023, Ağustos 26). <https://sifiratik.gov.tr/sifir-atik/s-s-s/sifir-atik-yonetim-sistemi-kapsaminda-danismanlik-hizmeti-veren-firma-var-mi> adresinden alınmıştır.
- URL-43. (2023, Ağustos 26). <https://sifiratik.gov.tr/sifir-atik/atik-sayaci> adresinden alınmıştır.
- URL-44. (2023, Ağustos 26). <https://sifiratik.gov.tr/sifir-atik/kilavuzlar> adresinden alınmıştır.

- URL-45. (2023, Ağustos 26). <https://cevremufettisi.csb.gov.tr/geri-donusturulebilir-atik-yarismasinin-odul-toreni-yapildi-haber-282875> adresinden alınmıştır.
- URL-46. (2023, Ağustos 26). <https://sifiratik.gov.tr/> adresinden alınmıştır.
- URL-47. (2023, Ağustos 26). <https://sifiratik.gov.tr/kutuphane/haberler/sifir-atik-ile-geri-kazanim-orani-30-13-e-ulasti> adresinden alınmıştır.
- URL-48. (2023, Temmuz 17). <https://www.kriskadecor.com/en-US/chain#section1> adresinden alınmıştır.
- URL-49. (2023, Temmuz 17). <https://luumodesign.com/dancing-pendant/> adresinden alınmıştır.
- URL-50. (2023, Temmuz 17). <https://www.acousticalsurfaces.com/echo-eliminator/> adresinden alınmıştır.
- URL-51. (2023, Temmuz 17). <https://gustafs.com/product/feltfon-vector/> adresinden alınmıştır.
- URL-52. (2023, Temmuz 17). <https://detaydeck.com/cephe-kaplama/> adresinden alınmıştır.
- URL-53. (2023, Temmuz 17). <https://www.delabie.com/our-services/our-expertise/our-solutions/stainless-steel-sanitary-ware#6099> adresinden alınmıştır.
- URL-54. (2023, Eylül 9). <https://www.archdaily.com/catalog/us/products/33248/recycled-construction-materials-ecocycle-holcim> adresinden alınmıştır.
- URL-55. (2023, Eylül 9). <https://www.holcim.com/who-we-are/our-stories/fully-recycled-concrete-building> adresinden alınmıştır.
- URL-56. (2023, Eylül 9). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden alınmıştır.
- URL-57. (2023, Ekim 5). <https://www.eea.europa.eu/tr/themes/waste/intro> adresinden alınmıştır.
- URL-58. (2023, Ekim 5). <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/climate-change/05.10.2023> adresinden alınmıştır.
- URL-59. (2023, Ekim 5). <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/05.10.2023> adresinden alınmıştır.
- URL-60. (2023, Ekim 22). <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik/anaSayfa.do> adresinden alınmıştır.
- URL-61. (2023, Kasım 11). <https://www.cfmoller.com/p/Carlsberg-Central-Office-i3295.html> adresinden alınmıştır.
- URL-62. (2024, Mart 3). <https://www.vitra.com.tr/geri-donusturulmus-lavabo/> adresinden alınmıştır.

- URL-63. (2024, Mayıs 17). <https://www.trabrikab.org.tr/arakli-entegre-kati-atik-degerlendirme-ve-bertaraf-tesisi.html> adresinden alınmıştır.
- URL-64. (2024, Mayıs 4). <https://www.tuca.gov.tr/index.html> adresinden alınmıştır.
- URL-65. (2024, Mayıs 4). <https://tucev.csb.gov.tr/> adresinden alınmıştır.
- URL-66. (2024, Mayıs 4). <https://www.dbys.gov.tr/> adresinden alınmıştır.
- Wang, L. (2022, Ekim 28). *Inhabitat*. Street Artist r1 Recycles Reclaimed Wood Pallets Into Mobile Pop-Up Benches in Johannesburg: <https://inhabitat.com/street-artist-r1-recycles-reclaimed-wood-pallets-into-mobile-pop-up-benches-in-johannesburg/> adresinden alınmıştır.
- URL-67. (2024, Mayıs 25). <https://www.bymmatbaacilik.com/> adresinden alınmıştır.
- URL-68. (2024, Mayıs 25). <https://www.plastik-ambalaj.com/tr/plastik-ambalaj-makale/2372-pet-hammaddesi-ve-preform-ueretimi> adresinden alınmıştır.
- URL-69. (2024, Mayıs 25). <https://www.anilkagit.com/koleksiyon/>
- URL-70. (2024, Mayıs 25). <https://sifiratik.gov.tr/ahsap-atik> adresinden alınmıştır.
- URL-71. (2024, Mayıs 25). <https://www.cevremuhendisligi.org/index.php/sifir-atik/1100-cam-atiklarin-geri-kazanimi> adresinden alınmıştır.
- URL-72. (2024, Mayıs 25). <https://www.bg-architects.com/metal-yapi-the-cloud> adresinden alınmıştır.
- URL-73. (2024, Mayıs 25). <https://seydisehiraluminyum.com.tr/> adresinden alınmıştır.
- URL-74. (2024, Mayıs 25). https://www.yapikatalogu.com/kaba-yapi/hazir-beton/oyak-cimento-fibrashot_25190 adresinden alınmıştır.
- Ünal, A. (2024, Mayıs 25). *Arkitera*. Oymalı Ahşap Sütunlu Yapı: <https://www.arkitera.com/haber/oymali-ahsap-sutunlu-yapi/> adresinden alınmıştır.
- Xiao, J., Singh, A. D., Duan, Z., Pan, Y. & Qin, J. (2019). Overview of Recycled Concrete Research Through Development Years (2004-2018). *Sustainable Built Environment D-A-Ch Conference 2019 (SBE19 Graz), IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 323, 012134. Graz. doi: <http://doi.org/10.1088/1755-1315/323/1/012134>
- Yaşar, Ö. (2016). *Su Yalıtım Malzemesinin Doğal Puzolanlar ve Endüstriyel Atık Malzemeler Kullanılarak Geliştirilmesi*. Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
- Zapico, B. (2023, Temmuz 12). *ArchDaily*. Napo Native Fauna Center Tower / Caá Porá Arquitectura + Pinxcel + Comunidad Kichwa Añangu: <https://www.archdaily.com/1002273/napo-native-fauna-center-tower-caa-pora-arquitectura-plus-pinxcel-plus-comunidad-kichwa-anangu> adresinden alınmıştır.

7. EKLER

Ek Tablo 1. Geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin mimari yapılarda kullanım örnekleri

Kullanım Yeri	Proje Adı	Geri Dönüştürülen Malzeme	Geri Dönüştürülen Malzemenin Kullanım Şekli	Projenin Niteliği	Yıl	Yer
DUVAR	Housing Coöperation de Warren (121)	Ahşap (Azobe ve Basralocus ağacı)	Cephe kaplaması	Konut	2023	Hollanda
	LI City Study (160)	Ahşap	Cephe kaplaması	Kütüphane	2023	Çin
	Schwalbe Hybrid Building (177)	Kauçuk	İç mekân duvar kaplaması	Ofis	2023	Almanya
	Boobun Pocket Cafe (231)	Ahşap	Cephe kaplaması	Kafe	2023	Tayland
	19 Waterloo Street (232)	Tuğla	Cephe kaplaması	Karma (konut ve ticari)	2023	Avustralya
	Digital House (178)	Metal (alüminyum)	Cephe kaplaması	Konut	2022	Almanya
	Nightingale Ballarat Residential Building (180)	Tuğla	Cephe kaplaması	Karma (konut ve ticari)	2021	Avustralya
	Vila Madalena Office (153)	Plastik (PET)	Isı yalıtımı	Ofis	2021	Brezilya
	ReEmber Playland (141)	Plastik	Duvar elemanı	Yapısal duvar	2021	Avustralya
	Cheops Observatory Residence (144)	Ahşap	Pencere iskeleti	Konut	2020	Mısır
	Carlsberg Group Central Office (230)	Metal (bakır), Ahşap (bambu)	Cephe kaplaması	Ofis	2020	Danimarka
	Cnr Virginia House (151)	Tuğla	İç ve dış duvar kaplaması	Konut	2020	Avustralya
	Gawthorne's Hut (156)	Tuğla	İç mekân duvar kaplaması	Konut	2020	Avustralya
	Icoaré House (150)	Kâğıt	Isı yalıtımı	Konut	2020	Portekiz
	Fuelle Roga House (145)	Seramik	İç ve dış duvar kaplaması	Konut	2019	Paraguay
	Angatuba House (149)	Tuğla	İç ve dış duvar kaplaması	Konut	2018	Brezilya
	The Beehive (114, 115, 77)	Kiremit	Güneş kırıcı	Ofis	2017	Avustralya
	Goat House (167)	Ahşap	Kepen	Konut	2017	Türkiye
	Hotel Nobu Shoreditch (123)	Kiremit	İç mekân duvar kaplaması	Otel	2017	İngiltere
	Naju Art Museum (132)	Plastik	Cephe kaplaması	Sanat müzesi	2017	Güney Kore
	Bima Microlibrary (131)	Plastik	Cephe kaplaması	Kütüphane	2016	Endonezya
	Gallery of Furniture (130)	Plastik	Cephe kaplaması	Sanat galerisi	2016	Çek Cumhuriyeti
	PROA House (123)	Kiremit	Cephe kaplaması	Konut	2016	İspanya
	Clay Roof House (116)	Kiremit	Güneş kırıcı	Konut	2015	Malezya
	The Circular Pavilion (136)	Ahşap, mineral yün	Cephe kaplaması, yalıtım malzemesi	Pavilyon	2015	Fransa
	Kamikatz Public House (137)	Ahşap	Cephe kaplaması	Halk merkezi	2015	Japonya
	PET pavilion (133)	Plastik (PET)	Cephe kaplaması	Pavilyon	2014	Hollanda
	Même – Experimental House (125)	Plastik (PET)	Yalıtım malzemesi	Konut	2011	Japonya
	Hard Rock Cafe	Metal	İç mekân duvar	Kafe	2011	Tayland

	Facade (127)	(alüminyum)	kaplaması			
	8 B Nave (123)	Kiremit	İç mekân duvar kaplaması	Mezbaha	2009	İspanya
ÇATI	Shwasam Multipurpose Hall (269)	Kiremit (Mangalore)	Çatı kaplaması	Halk merkezi	2023	Hindistan
	House of the Flying Beds (147)	Tekerlek lastiği, cam	Çatı kaplaması	Konut	2017	Ekvador
TAŞIYICI	Sueños con Fiber/Timber, Earth/Concrete (123)	Ahşap	Taşıyıcı	Pavilyon	2022	Meksika
	Recygénie (211)	Beton	Taşıyıcı	Konut	2022-	Fransa
	Jonas' Residential Building (164)	Diğer	Taşıyıcı	Konut	2022	Hollanda
	Living at the Old Indoor Pool (118)	Beton	Taşıyıcı	Konut	2019	Almanya
	Napo Native Fauna Center Tower (166)	Metal	Taşıyıcı	Halk merkezi	2015	Ekvador
	Recycled Palette Pavilion (138)	Ahşap	Taşıyıcı	Pavilyon	2012	İtalya
ZEMİN	Eco Oasis House (179)	Taş	Zemin kaplaması	Konut	2021	Hindistan
	From the House to the Plaza (124)	Kiremit	Zemin kaplaması	Konut	2016	Şili
	Ecobarrio en Mallorca (123)	Kiremit	Zemin kaplaması	Kamusal alan	2011	İspanya
KARMA KULLANIM	Xintiandi Style II Shopping Center (158)	Metal (alüminyum), diğer.	İç mekân duvar kaplaması, zemin kaplaması, iç mekân donatısı	Alışveriş merkezi	2023	Çin
	The Garden Retreat / The Environmental Design Studio (233)	Ahşap, diğer.	Duvar donatısı, zemin kaplaması, iç mekân donatısı	Stüdyo	2023	İngiltere
	Kithara Music Kiosk / TO Arquitectura (234)	Taş, ahşap	Taşıyıcı, duvar donatısı	Okul	2022	Meksika
	Taihang Xinyu Art Museum (161)	Taş	Cephe kaplaması, çatı kaplaması	Müze	2022	Çin
	Eco-cycle Pavilion, 4P's Restaurants (162)	Plastik, cam, tuğla, metal (çelik), ahşap, beton	İç mekân donatısı, zemin kaplaması, iç mekân duvar kaplaması	Restoran	2022	Vietnam
	Langeveld Building (163)	Diğer.	Karma	Üniversite	2022	Hollanda
	New Nature Store (169)	Metal, kumaş, plastik	Zemin kaplaması, iç mekân donatısı	Dükkan	2022	Türkiye
	KAARYASHALA Office (165)	Tuğla, ahşap, mermer, kumaş, beton, kiremit	İç ve dış mekân duvar kaplaması, temel dolgusu, zemin kaplaması, iç mekân donatısı	Ofis	2021	Hindistan
	LG Thinq House (154)	Kâğıt	Cephe kaplaması, çatı kaplaması	Konut	2021	Brezilya
	Tekuni 2 Apartments (139)	Ahşap, seramik, granit, mermer, cam	Bahçe duvarı, karma.	Konut	2021	Endonezya
	The Brook House (142)	Ahşap, beton	Taşıyıcı bileşeni, merdiven.	Konut	2021	Avustralya
	Hotel Tepoztlán (122)	Ahşap	İç mekân donatısı, duvar donatısı, zemin kaplaması	Otel	2020	Meksika
	Sml. House (152)	Plastik (poliüretan), kâğıt	Zemin ve çatı yalıtımı	Konut	2020	Polonya

	Nepal School Extension, Shiladevi Primary School Dhoksan (155)	Tuğla, taş, ahşap	Cephe kaplaması, karma	Okul binası	2019	Nepal
	Apartamento ready-made (120)	Mermer (Marquina)	İç mekân duvar ve zemin kaplaması	Konut	2019	İspanya
	Bricks@47 House (157)	Ahşap, diğer.	Karma	Konut	2019	Hindistan
	Özgüven Architecture HQ (168)	Metal (çelik)	İç mekân donatısı, karma	Ofis	2018	Türkiye
	Villa Cerro Corá House (123)	Tuğla, fayans, ahşap	Dış duvar, dikey bahçe, iç mekân donatısı	Konut	2018	Paraguay
	Zero Waste Bistro Restaurant (146)	Karton, plastik	Dış duvar, iç mekân donatısı	Restoran	2018	ABD
	Café KOI (123)	Kiremit, diğer.	Cephe ve duvar kaplaması, karma.	Kafe	2017	Vietnam
	China Academy of Arts' Folk Art Museum (123)	Kiremit	Çatı kaplaması, duvar donatısı (güneş kırıcı)	Müze	2015	Çin
	Vegan House (135)	Ahşap, metal (çelik), diğer.	İç mekân donatısı, cephe kaplaması	Konut	2014	Vietnam
	Upcycle House (119)	Metal (alüminyum), kâğıt, mantar tıpa, cam	Çatı ve cephe kaplaması, duvar donatısı, zemin kaplaması	Konut	2013	Danimarka
	Recycled Materials Cottage (140)	Ahşap (okaliptüs ve rauli), metal (çelik)	Cephe kaplaması, zemin kaplaması, taşıyıcı bileşeni.	Konut	2008	Şili
YAPININ KENDİSİ	Re-Emerge (126)	Ahşap	Yapının kendisi	Pavilyon	2021	İngiltere
	Café Kontejner (129)	Metal	Yapının kendisi	Kafe	2021	Çek Cumhuriyeti
	Bedsprings in Luxury Pavilion (128)	Metal	Yapının kendisi	Pavilyon	2017	BAE
	Head in the Clouds (134)	Plastik	Yapının kendisi	Pavilyon	2013	ABD
	DasParkHotel (143)	Beton	Yapının kendisi	Otel	2007	Avusturya

Ek Tablo 2. Geri dönüştürülmüş malzemelerin iç ve dış mekân donatılarında kullanımı

Geri Dönüştürülen Malzeme	Son Ürün	Geri Dönüştürülen Malzeme	Son Ürün
Metal (Alüminyum)	Metal zincir	Plastik	Masa
Plastik	Lamba	Plastik, metal (Alüminyum)	Masa, sandalye
Kumaş (Pamuk)	Akustik panel	Plastik	Bank
Plastik (PET)	Akustik panel	Ahşap	Bank
Plastik, ahşap	Cephe kaplama paneli	Kâğıt	Sehpa, bank
Kiremit	Kitaplık	Plastik	Güneş enerji paneli
Metal (Alüminyum)	Akustik panel	Ahşap (Bambu)	Bank
Seramik, porselen	Zemin ile duvar kaplama karoları	Plastik	Zemin kaplaması
Metal (Paslanmaz çelik)	Evye, batarya vb. armatür ürünleri	Metal, beton, tuğla gibi yapısal ürünler	Mekân tasarım ürünü
Seramik	Lavabo	Plastik	Bank

Ek Tablo 3. Anket çalışmasının birinci sorusu

Soru	Cevaplar
Hemen hemen tüm malzeme ve bileşenleri kimyasal veya fiziksel değişime uğrayarak geri dönüştürülebilir, yeniden kullanılabilir. Buna göre bildiğiniz geri dönüştürülebilir veya geri dönüştürülmüş malzemeler nelerdir?	☐ Metal
	☐ Plastik
	☐ Beton
	☐ Ahşap
	☐ Cam
	☐ Kâğıt
	☐ Karton
	☐ Alüminyum
	☐ Kumaş
	☐ Bitki lifleri
	☐ Kiremit
	☐ Bakır
	☐ Tekerlek lastiği
	☐ PET
	☐ Tuğla
	☐ Kauçuk
	☐ Çelik
	☐ Poliüretan
	☐ Taş
	☐ Bambu
	☐ Diğer:

Ek Tablo 4. Anket çalışmasının ikinci sorusu

Dünya'da geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı mimari yapılarda gittikçe artan bir eğilim göstermektedir. Çevre bilincinin artması ve bazı standart ve yönetmelikler sayesinde bu malzemelerin kullanımı otoriteler tarafından ayrıca teşvik edilmektedir. Türkiye'de de birtakım teşvikler olduğu halde geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı hala istenen seviyelere ulaşmamıştır. Sizce Türkiye'de geri dönüştürülmüş malzemelerin veya yapı malzemelerinin tercih edilmesinin düşük olmasının sebebi nedir? Aşağıdaki etkenlerden size göre uygun olanları ağırlık sırasına göre işaretleyiniz. 1 - Kesinlikle katılmıyorum 2 - Katılmıyorum 3 - Nötr 4 - Katılıyorum 5 - Kesinlikle katılıyorum					
Soru	Cevaplar				
	1	2	3	4	5
Bilgi eksikliği. Geri dönüşüm uygulamalarında görev alan sorumluların, geri dönüştürülebilir malzemeler ve avantajları hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması.					
Toplumsal bilincin oluşmaması. Kişilerin geri dönüşümün çevreye ve ekonomiye sağladığı katkıyla ilgilenmemesi.					
Birincil kaynaktan (hammaddeden) üretilen ürünün daha ucuz olması.					
Kullanıcının geri dönüştürülmüş malzemeye karşı olumsuz yaklaşımı.					
Erişilebilir olmaması. Üretim yapan veya ithal eden firmaların sayıca yetersiz olması.					
Erişilebilir olmaması. Üretilen veya ithal edilen malzemelerin/ürünlerin sayıca yetersiz olması.					
Geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen ürünlerin, hammaddeden üretilene kıyasla daha kalitesiz olması.					
İnşaat ve yıkım işlerinde atık yönetiminin yetersiz olması.					
Hanelerde, kurum ve kuruluşlarda geri dönüşümün tercihe bağlı bir seçenek olması.					
Geri dönüştürülen malzemenin/ürünün kaynağının bilinmemesi.					
Diğer					

Ek Tablo 5. Anket çalışmasının üçüncü sorusu

Size göre yukarıda bahsedilen eksiklikleri gidermek için neler yapılabilir? Aşağıdaki önerilerden size göre uygun olanları ağırlık sırasına göre işaretleyiniz. 1 - Kesinlikle katılmıyorum 2 - Katılmıyorum 3 - Nötr 4 - Katılıyorum 5 - Kesinlikle katılıyorum					
Soru	Cevaplar				
	1	2	3	4	5
Kurum ve kuruluşlar tarafından seminerler, çalıştaylar, konferanslar düzenlenebilir, yayın organlarından daha çok faydalanılabilir.					
Toplumsal bilincin oluşması adına konuya duyarlı veya ilgili olmayan kişilere geri dönüşümün sürekliliği için çevreye, doğaya, insanlığa ve ekonomiye dair faydalarının sürekli anlatılması.					
Devlet teşvikleri ile malzemeyi geri dönüştüren, ikincil kaynak olarak üreten firmalara destek sağlanabilir.					
Kullanıcıya geri dönüştürülmüş malzemenin kullanıldığı ve estetik görüldüğü, dayanıklı olduğunu kanıtlayan örnekler gösterilip ikna edilebilir.					
Geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilen yapı malzemesi ve çeşitli ürünleri üreten firmaların sayıca artması.					
Firmaların geri dönüştürülmüş malzemeden ürettiği ürün ve malzemelerin sayısı ve çeşidini artırması					
Geri dönüştürülmüş ürün ve malzemelerin kalitesinin artırılması					
İnşaat ve yıkım işlerinde atık yönetiminin teşvik edilmesi veya zorunlu hale getirilmesi.					
Hanelerde, kurum ve kuruluşlarda geri dönüşümün (kaynağında ayrıştırılmasının) zorunlu hale getirilmesi.					
Geri dönüştürülen malzemelerin/ürünlerin kaynağının açıkça belirtilmesi.					
Diğer					

ÖZGEÇMİŞ

Hüsna PARLAYAN ÖZTÜRK, lise öğrenimini Akçaabat'ta tamamlayan Hüsna PARLAYAN ÖZTÜRK, 2015 yılında lisans eğitimine başladığı Avrasya Üniversitesi Mimarlık Bölümü'nden 2019 yılında mezun olmuştur. 2020 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başlamıştır. İyi derecede İngilizce bilmektedir. Evli ve bir çocuk annesidir.

