

**T.C.
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**SÜRDÜRÜLEBİLİR YAPISAL ATIK YÖNETİMİ İÇİN
BELGELEME MODELİ ÖNERİSİ**

HALİDE BOZKURT

**DOKTORA TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI**

DANIŞMAN: PROF.DR. NİLAY COŞGUN

TEMMUZ 2025

**T.C.
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**SÜRDÜRÜLEBİLİR YAPISAL ATIK YÖNETİMİ İÇİN
BELGELEME MODELİ ÖNERİSİ**

HALİDE BOZKURT

**DOKTORA TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI**

DANIŞMAN: PROF. DR. NİLAY COŞGUN

TEMMUZ 2025

T.R.
GEBZE TECHNICAL UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL

**A DOCUMENTATION MODEL SUGGESTION FOR
SUSTAINABLE CONSTRUCTION AND DEMOLITION
(C&D) WASTE MANAGEMENT**

HALİDE BOZKURT

**A THESIS OF DOCTORATE
DEPARTMENT OF ARCHITECTURE**

ADVISOR: PROF.DR. NİLAY COŞGUN

JULY 2025

DOKTORA JÜRİ ONAY FORMU

GTÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunun 30/06/2025 tarih ve 2025/34 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 17/07/2025 tarihinde tez savunma sınavı yapılan Halide BOZKURT'un tez çalışması Mimarlık Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE

(TEZ DANIŞMANI) : Prof. Dr. Nilay COŞGUN

ÜYE

: Prof. Dr. Cahide AYDIN İPEKÇİ

ÜYE

: Doç. Dr. Burcu SALGIN

ÜYE

: Doç. Dr. Saniye KARAMAN ÖZTAŞ

ÜYE

: Dr. Öğr. Üyesi Hande APAK

ONAY

Gebze Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunun

...../...../..... tarih ve/..... sayılı kararı.

İMZA/MÜHÜR



Aileme

ÖZET

Günümüzde inşaat faaliyetleri sonucunda oluşan yapısal atıklar, önemli çevre sorunlarından biridir. Yapısal atıkların yönetimi ile ilgili yapılan çalışmalar farklı alanlarda devam etmesine rağmen, atık verileri ile ilgili güvenilir ve net bilgiler bulunmamaktadır. Bu durum, mevcut atıkların uygun yöntemler ile değerlendirilebilme olanaklarını azaltmak ve bertaraf edilen atık miktarını artırmaktadır. Tez çalışması kapsamında yapısal atıklar hakkında veri elde etmek, atıkların izlenebilirliğini kolaylaştırmak ve kayıt altına almak amacıyla yapısal atık belgeleme sistemine yönelik bir model önerisi geliştirilmiştir. Bu model önerisi, yapı üretim süreci aşamalarında oluşan yapısal atık verilerinin toplanmasına, sınıflandırılmasına ve değerlendirilmesine olanak sağlayarak, döngüsel ekonomi bağlamında etkin atık yönetimi uygulamalarını desteklemeyi hedeflemektedir.

Tez beş temel bölümden oluşmaktadır. Tezin birinci bölümünde, konuya dair genel bir giriş yapılmış ve temel bilgiler verilmiştir. Problemin tanımlanmasının ardından araştırmanın amacı, kapsamı ve yöntemi detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Bu bölümde konu ile ilgili mevcut literatür çalışmalarının özetleri sunulmuştur. İkinci bölümde yapısal atıkların sürdürülebilir yönetimi kapsamında sürdürülebilirlik, döngüsel ekonomi ve belgeleme kavramlarına ilişkin genel bilgiler verilmiş ve mevcut belgeleme sistemleri araştırılmıştır. Üçüncü bölümde, yapısal atık belgeleme modelinin amacı, kapsamı ve yöntemi açıklanmıştır. Model yapısının kurgulanmasına yönelik izlenen yöntemler açıklanarak, yapılan araştırmalar ve analizler doğrultusunda ‘Yapısal Atık Belgesi’ formu oluşturulmuştur. Yapı üretim süreci içinde yapısal atık belgesinin kullanımı için yapım, kullanım ve yıkım aşamalarındaki iş akışları ile bu belgenin Bina Kimlik Sistemi içerisinden erişilebilirliği açıklanmıştır. Dördüncü bölümde, modelin uygunluğu değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, yapı üretim sürecinin farklı aşamalarında yer alan 48 uzman belirlenmiş ve anket uygulaması ile uzman görüşü alınmıştır. Uzman görüşleri değerlendirilmiş ve modelin uygunluğu ortaya konmuştur. Tezin son bölümü olan beşinci bölümde modelin değerlendirilmesi yapılmıştır. Model önerisi ile yapısal atıklar kayıt altına alınması, izlenmesi ve kontrollerinin yapılması sağlanacak ve atık verileri hakkında doğru bilgi elde edilecektir. Yapısal atıkların döngüsel ekonomi bağlamında etkin bir şekilde değerlendirilmesi kaynak kullanımını azaltacak ve sürdürülebilir bir yapı çevre oluşturacaktır.

Anahtar Kelimeler: Yapısal Atık, Yapısal Atık Yönetimi, Döngüsel Ekonomi, Belgeleme, Sertifika

ABSTRACT

Nowadays, construction and demolition waste (C&D) generated as a result of construction activities is one of the important environmental problems. Although studies on C&D waste management continue in various fields, reliable and clear data regarding waste information remain scarce. This situation reduces the opportunities for the proper utilization of existing waste through appropriate methods and increases the amount of waste disposed of. In the context of the thesis, a model proposal for a C&D waste documentation system has been developed with the aim of obtaining data on C&D waste, facilitating the traceability of waste, and documenting it. This model proposal aims to support effective waste management practices in the context of circular economy by enabling the collection, classification, and evaluation of C&D waste data generated during the stages of the construction process.

The thesis consists of five main chapters. In the first chapter of the thesis, a general introduction to the topic is provided, along with fundamental information. Following the definition of the problem, the purpose, scope, and methodology of the research are explained in detail. This chapter provides summaries of the existing literature related to the topic. In the second chapter, general information regarding sustainability, circular economy, and documentation concepts within the framework of sustainable management of C&D waste is provided and existing documentation systems are investigated. In the third chapter, the aim, scope, and methodology of the C&D waste documentation model are explained. The methods used to construct the model structure were explained and based on the research and analyses conducted, a 'C&D Waste Documentation' form has been developed. The use of the C&D waste documentation within the construction process is explained through the workflows at the construction, usage, and demolition stages, along with the accessibility of this document within the Building Identity System. In the fourth chapter, the suitability of the model has been evaluated. In this context, 48 experts involved in different stages of the building production process were identified and expert opinions were obtained through a survey. The expert opinions were evaluated and the suitability of the model was demonstrated. The fifth chapter, the final section of the thesis, the evaluation of the model has been conducted. The proposed model will enable the documentation, tracking, and monitoring of C&D waste and accurate information about waste data will be obtained. The effective utilization of C&D waste within the context of circular economy will reduce resource consumption and contribute to the creation of a sustainable built environment.

Keywords: Construction and Demolition (C&D) Waste, C&D Waste Management, Circular Economy, Documentation, Certificate

TEŞEKKÜR

Uzun, zor ve oldukça stresli bir süreç olan doktora eğitimim ve öncesi de dahil olmak üzere, danışmanlığı, öğreticiliği, anlayış ve sabır ile bana her zaman yol göstererek yönlendiren, hayatımda örnek aldığım değerli hocam Prof. Dr. Nilay COŞGUN'a bana kazandırdığı bilgi ve birikim için sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Doktora eğitimim sürecinde bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım değerli hocam Prof. Dr. Cahide AYDIN İPEKÇİ'ye, tez izleme süreçlerindeki katkıları ile beni yönlendiren değerli hocam Doç. Dr. Burcu SALGIN'a, tez savunması sınavında vermiş oldukları öneriler ve katkılar için değerli hocalarım Doç. Dr. Saniye KARAMAN ÖZTAŞ ve Dr. Öğr. Üyesi Hande APAK'a ve öğrencisi olduğum GTÜ Mimarlık Fakültesi'ndeki hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımda, her alanda her yaptığım işte yanımda olan canım ailem, en büyük destekçim olan annem Hatice BOZKURT'a, babam Rahmi BOZKURT'a, kız kardeşim Nazlı Betül GÖZÜTOK ve eşi Samet GÖZÜTOK'a, erkek kardeşim Halil İbrahim BOZKURT ve eşi Kübra BOZKURT'a ve bu sürecin birçok aşamasında benimle birlikte olan katkı sağlayan ve yardım eden kız kardeşim Sena Nur BOZKURT'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tezin hazırlanması sürecinde yanımda olarak benden desteklerini esirgemedi her koşulda yardımcı olan sevgili arkadaşlarım Dilek TÜRK'e, Ümmehan ŞAHİN ERDİL'e, Sevim ADİGE'ye, Sezin ERTİK'e, bana her zaman moral ve destek veren canım arkadaşım Nagihan BIYIKLI'ya, çalışmama katkı sağlayan sevgili arkadaşlarım Hilal ÇAĞLAYAN'a, Betül KARABUDAK'a ve Züleyha ÖZKAN'a ve birlikte çalışmaktan memnun olduğum Hendek MYO akademik ve idari personeline tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
TABLOLAR DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1.Problemin Tanımlanması	3
1.2.Literatür Özeti	6
1.3. Araştırmanın Amacı	14
1.4. Araştırmanın Kapsamı ve Sınırlılıklar	15
1.5. Araştırmanın Yöntemi	16
1.5.1. Sistematik Literatür Taraması (SLT)	17
1.5.2. Bibliyometrik Analiz	18
1.5.3. Delphi Yöntemi	18
2. YAPISAL ATIKLARIN SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNETİMİ	20
2.1. Sürdürülebilir Kalkınma Yaklaşımı	20
2.2. Yapısal Atık Yönetiminde Döngüsel Ekonomi	25
2.2.1. Döngüsel Ekonomi Stratejisi	26
2.2.2. Döngüsel Ekonomi ve Yapısal Atık İlişkisi	30
2.3. Belgeleme Sistemleri ve Bina Kimlik Sistemi (BKS)	36
2.3.1. Malzeme ve Bina Pasaportları	36
2.3.2. Bina Kimlik Sistemi ve Özellikleri	39
2.3.3. Bina Kimlik Sisteminin Uygulanması	42
3. YAPISAL ATIK BELGELEME (YAB) MODELİ	46
3.1. Modelin Yaklaşımı	46
3.1.1. SLT ve Bibliyometrik Araştırma Bulguları	48
3.1.2. Araştırma Bulgularının Analizi	53
3.2. YAB Modeli Yapısının Kurgulanması	58
3.2.1. YAB Formu Tasarımı	58
3.2.2. Atık Belgeleme Sürecinin Yapılandırılması	66
3.3. YAB Formunun Uygulama Aşamaları	69
3.3.1. Yapım Aşaması İş Akışı-YAB 1 Süreci	69
3.3.2. YAB Formu ile BKS'nin İlişkilendirilmesi-YAB 1 Süreci	72
3.3.3. Kullanım Aşaması İş Akışı-YAB 2 Süreci	75
3.3.4. YAB Formu ile BKS'nin İlişkilendirilmesi-YAB 2 Süreci	78
3.3.5. Yıkım Aşaması İş Akışı-YAB 3 Süreci	81
3.3.6. YAB Formu ile BKS'nin İlişkilendirilmesi-YAB 3 Süreci	83
3.4. YAB Modelinin Oluşturulması	86
4. YAB MODELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	88
4.1. Delphi Yönteminin Uygulanması	88
4.1.1. Anketin Hazırlanması	89
4.1.2. Uzman Seçimi	90

4.1.3. Delphi Turunun Uygulanması	92
4.2. Delphi Anketinin Analizi	92
4.2.1. Katılımcı Profili	92
4.2.2. Anket Bulguları	93
4.2.3. Anket Bulgularının Değerlendirilmesi	99
4.3. YAB Modelinin Güncellenmesi	103
5. SONUÇ ve TARTIŞMA	107
KAYNAKLAR	111
ÖZGEÇMİŞ	129
TEZ METNİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR	130
EKLER	CD



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
BAMB	: Buildings As Material Banks (Malzeme Bankaları Olarak Binalar)
BIM	: Bina Bilgi Modellemesi
BKS	: Bina Kimlik Sistemi
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
Ç1	: Birinci Çeyrek
Ç3	: Üçüncü Çeyrek
DE	: Döngüsel Ekonomi
EC	: European Commission (Avrupa Komisyonu)
EMF	: Ellen MacArthur Vakfı
EUROSTAT	: European Statistical Office (Avrupa İstatistik Ofisi)
KAKS	: Kat Alanı Kat Sayısı
LCA	: Life Cycle Assessment (Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi)
M	: Medyan
OECD	: Organisation for Economic Co-Operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü)
R	: Çeyrekler Arası Genişlik
RFID	: Radio Frequency Identification (Radyo Frekansı Tanımlama)
SKD	: Sürdürülebilir Kalkınma Derneği
SLT	: Sistemik Literatür Taraması
TAKS	: Taban Alanı Kat Sayısı
UNEP	: United Nations Environment Programme (Birleşmiş Milletler Çevre Programı)
YDS	: Yapı Denetim Sistemi
YIBF	: Yapıya İlişkin Bilgi Formu

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1: Tez çalışmasının aşamaları.	17
Şekil 2.1: Sürdürülebilirlik boyutları.	21
Şekil 2.2: Doğrusal ekonomi yaklaşımı.	25
Şekil 2.3: Döngüsel ekonomi yaklaşımı.	26
Şekil 2.4: Kelebek diyagramı.	27
Şekil 2.5: Döngüsel ekonomide 12R stratejisi.	29
Şekil 2.6: Doğrusal ve döngüsel malzeme akışı.	31
Şekil 2.7: Döngüsellik ve tasarım stratejileri.	32
Şekil 2.8: Bina kimlik sertifikası formu.	40
Şekil 2.9: Bina üzerindeki BKS levhası.	41
Şekil 2.10: YDS web sayfası üzerinden illere ait bilgiler.	43
Şekil 2.11: BKS ücreti ödeme işlemi.	44
Şekil 2.12: BKS QR kodu taraması.	44
Şekil 3.1: Yapısal atık belgeleme modeli kapsamının sınırları.	47
Şekil 3.2: Yapısal atık belgeleme modeli yaklaşımı.	48
Şekil 3.3: PRISMA akış şeması.	50
Şekil 3.4: Ülke analizi kapsamında ülkeler ve atıflar arasındaki ağ haritalaması.	51
Şekil 3.5: Anahtar kelimelerin ağ haritalaması.	52
Şekil 3.6: Makale özetlerindeki kelimelerin yoğunluk haritası.	53
Şekil 3.7: YAB formu genel bilgiler bölümünün örnek bilgi içerikleri.	60
Şekil 3.8: YAB formu genel bilgiler bölümü.	60
Şekil 3.9: YAB formu atık verileri bölümünün örnek bilgi içerikleri.	63
Şekil 3.10: YAB formu atık verileri bölümü.	63
Şekil 3.11: YAB formu döngüsel ekonomi katkısı bölümü.	64
Şekil 3.12: YAB formu onay bölümü.	64
Şekil 3.13: YAB formu.	65
Şekil 3.14: Yapısal atık belgeleme süreci.	68
Şekil 3.15: Yapım aşaması iş akışı- YAB 1 süreci.	69
Şekil 3.16: YAB 1 süreci YAB formu-BKS birleşimi.	73
Şekil 3.17: YAB 1 süreci yapım aşaması atık belgeleme içerikleri.	74
Şekil 3.18: Kullanım aşaması iş akışı- YAB 2 süreci.	75
Şekil 3.19: YAB 2 süreci YAB formu-BKS birleşimi.	79
Şekil 3.20: YAB 2 süreci kullanım aşaması atık belgeleme içerikleri.	80
Şekil 3.21: Yıkım aşaması iş akışı-YAB 3 süreci.	81
Şekil 3.22: YAB 3 süreci YAB formu- BKS birleşimi.	84
Şekil 3.23: YAB 3 süreci yıkım aşaması atık belgeleme içerikleri.	85
Şekil 3.24: Yapısal atık belgeleme modeli önerisi.	87
Şekil 4.1: Delphi yöntemi iş akışı.	89
Şekil 4.2: Delphi anketi 2.bölüm içerikleri katılım oranı.	95
Şekil 4.3: Delphi anketi 3.bölüm içerikleri katılım oranı.	98
Şekil 4.4: YAB formu genel bilgiler bölümünün yeni hali.	104
Şekil 4.5: YAB formu döngüsel ekonomi katkısı bölümünün yeni hali.	104
Şekil 4.6: YAB formunun yeni hali.	105
Şekil 4.7: Yapısal atık belgeleme modeli önerisinin yeni hali.	106

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1.1: 2020-2023 yıllarına ait 30 ilin yapısal atık verileri.	5
Tablo 1.2: Uluslararası bilimsel çalışmaların içerik analizleri.	10
Tablo 1.3: Ulusal alanda yapılmış lisansüstü çalışmaların model içerikleri.	13
Tablo 2.1: Sürdürülebilir kalkınma hedefleri.	24
Tablo 2.2: ReSOLVE çerçevesi.	30
Tablo 2.3: Döngüsel binalar rehberi.	33
Tablo 2.4: Malzeme ve bina pasaportları içerikleri.	39
Tablo 3.1: Atık yönetiminin kapsamı içerikleri.	54
Tablo 3.2: Paydaş katkısı ve düzenlemeler içerikleri.	55
Tablo 3.3: Atık verilerinin analizi içerikleri.	56
Tablo 3.4: Belgeleme yaklaşımı içerikleri.	57
Tablo 4.1: Uzman grupların il dağılımı.	91
Tablo 4.2: Uzman panelinin mesleki deneyim süreleri.	92
Tablo 4.3: Uzman panelinin mesleki deneyim sürelerine ilişkin yüzdelik dağılımı.	93
Tablo 4.4: İkinci bölüme ait 1. tur analiz sonuçları.	94
Tablo 4.5: Üçüncü bölüme ait 1. tur analiz sonuçları.	96
Tablo 4.6: İkinci bölüme ait uzman gruplarının ortak yanıtlarının karşılaştırılması.	100
Tablo 4.7: Üçüncü bölüme ait uzman gruplarının ortak yanıtlarının karşılaştırılması.	102

1. GİRİŞ

Son yıllardaki nüfus artışına bağlı olarak enerji ihtiyacı artmakta ve teknolojik gelişmeler ile yeni kentsel alanlar hızlı bir şekilde inşa edilmektedir. Nüfusun yarısından fazlası kentlerde yaşadığı göz önüne alındığında, bu oranın 2050'ye kadar %70 oranında artması beklenmektedir [United Nations, 2023]. Mevcut alanların değiştirilmesi, geliştirilmesi ile yaşam standartları yükselmiş, bu durum kullanılan malzeme ve kaynak sayısını artırmıştır. Küresel ölçekte çıkarılan malzeme miktarı, 1970 yılında 30 milyar ton iken, 2024 yılında 106,6 milyar tona çıkmış ve yıllık ortalama %2,3 oranında bir büyüme olmuştur [UNEP, 2024]. Kaynak tüketimi sonucu meydana gelen atıklar sadece çevre kirliliğine değil, aynı zamanda iklim ve ekolojik dengenin de bozulmasına neden olmaktadır. Günümüzde faaliyet bakımından önemli bir ekonomik paya sahip olan yapı sektörü dünyadaki doğal kaynakların %50'den fazlasını kullanarak sera gazı emisyonlarının %37'sini oluşturmaktadır [UNEP, 2023]. Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Örgütü'nün (OECD) Küresel Malzeme Kaynakları Raporu'na (Global Material Resources Outlook to 2060 Economic Drivers and Environmental Consequences) göre 2017 yılından 2060 yılına kadar yapı malzemelerinin kullanımının iki katına çıkacağı öngörülmektedir [OECD, 2019]. Yapılı çevre, yaşam kalitesi ve ekonomi açısından önemli bir etki oluşturmakla birlikte, yapı sektörü çok fazla miktarda kaynağın ve çıkarılan malzemelerin yaklaşık %50'sini kullanmaktadır. Bu durum yapı üretimi kaynaklı atıkların artmasına neden olmaktadır. Örneğin, AB'de üretilen atıkların %35'inden fazlası yapı sektöründen kaynaklandığı belirtilmektedir [EC, 2020a]. Yapısal atık olarak nitelendirilen bu atıkların, atık yönetimi uygulamaları ile çevresel etkilerinin azaltılması ve kaynak etkinliğinin sağlanması hedeflenmiştir. Avrupa Komisyonu tarafından 2021 yılında yayımlanan Avrupa için Bir Yenileme Hareketi Raporu'nda (A Renovation Wave for Europe-Greening Our Buildings, Creating Jobs, Improving Lives), 2050 yılına kadar binaların inşa etme, işletme ve yıkım aşamalarındaki sera gazı emisyonlarının izlenmesini; yıkım veya yenilemeden kaynaklanan yapı malzemelerinin enerji üretimi için yeniden kullanımının, geri dönüşümünün yapılması gerektiği belirtilmiştir [EC, 2021]. Yapı üretim sürecinde oluşan yapısal atıkların etkin bir şekilde değerlendirilmesi için atık yönetiminin uygulanması en temel adım olarak

görülmektedir. Atık yönetimi uygulamaları yapısal atıkların potansiyel durumunu tespit etmek ve kullanım olanaklarını belirlemek için çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik sağlayarak hammadde kullanımını azaltacaktır.

Son dönemde, tüketim seviyesini azaltmak amacı ile kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlayacak atık yönetimi politikalarının geliştirilmesi için ‘döngüsel ekonomi’ anlayışı önem kazanmıştır. Avrupa Komisyonu tarafından 2015 yılında üretim, tüketim ve atık yönetimi üzerine yasal bir öneri olarak ‘Döngüsel Ekonomi Eylem Planı’ yayınlanmıştır ve bu plan ile 2030 yılına kadar sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak amaçlanmaktadır [EC, 2015]. Döngüsel ekonomi uygulaması ile 2050 yılına kadar alüminyum, çelik, çimento ve plastik gibi yapı malzemelerinden kaynaklanan küresel CO² emisyonlarının %38 oranında azaltılabileceği düşünülmektedir [Web 1, 2023]. Avrupa Birliği ülkelerinden Almanya, Danimarka, Fransa, Hollanda, İspanya ve Portekiz’de döngüsel ekonomi uygulamaları üzerine yapılan çalışmalar, atıkların geri dönüşüm veya yeniden kullanım gibi doğru yöntemler ile azaltılması hem çevresel hem de ekonomik açıdan fayda sağlamaktadır [Karaçor vd., 2020]. Almanya’da 2012 yılında döngüsel ekonomiyi ve malzemelerin kapalı bir döngüde kullanımını teşvik eden yasa çıkarılmıştır. Fransa’da ise, 2013 yılında döngüsel ekonomiye geçiş için bir yol haritası geliştirilmiş ve Fransız Döngüsel Ekonomi Enstitüsü kurulmuştur [Bonciu, 2014]. İspanya’da 2020 yılında yayımlanan İspanya Döngüsel Ekonomi Stratejisi Raporu’na göre, 2030 yılına kadar ulusal kaynak tüketiminde %30 ve atık üretiminde %15 oranında azalma hedefi belirlenmiştir [Web 2, 2025]. Hollanda’da Döngüsel Ekonomi Hükümet Programı Raporu’na (A Circular Economy in the Netherlands by 2050) göre, 2030 yılına kadar birincil hammaddelerin (mineraller, fosil ve metaller) kullanımında %50 azalmaya yönelik bir hedef belirlenmiş ve 2050 yılına kadar döngüsel ekonominin geliştirilmesi amaçlanmıştır [Web 3, 2022]. AB ülkeleri dışında Çin’de de döngüsel ekonomi için düzenleyici ulusal politikalar benimsenmiş ve atık yönetimi ile ilgili ürün geri dönüşüm sistemi ve atık ticareti pazarı gibi çalışmalar yapılmıştır [Su vd., 2013]. Türkiye’de ise, 07.02.2022 tarihinde Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından Türkiye’nin Döngüsel Ekonomiye Geçiş Potansiyelinin Değerlendirilmesi için Teknik Destek Projesi (DEEP) başlatılmıştır. Bu proje, ülkemiz genelinde kaynak ve atık yönetiminin daha verimli hale getirilmesi amacıyla döngüsel ekonomiye geçişi teşvik etmeyi hedeflemektedir [Web 4, 2023]. Atık yönetiminin döngüsel ekonomi

ile desteklenmesi yapısal atıkların etkin kullanımını sağlayabilecek bir çözüm sunarak sürdürülebilir kaynak yönetimi için bir araç olacağı düşünülmektedir.

1.1. Problemin Tanımlanması

Yapısal atıkların büyük hacimli ve karmaşık yapıları, atık yönetimi açısından önemli derecede zorluk oluşturmaktadır. Bu atıkların inşaat faaliyetleri dışında deprem gibi doğal afetler sonucunda kontrolsüz bir şekilde artması değerlendirme olanaklarını sınırlandırmakta ve doğal yaşam alanlarının yok olmasına neden olmaktadır. Yapısal atık miktarının 2050 yılına kadar 12,7 milyar tondan 27 milyar tona ulaşabileceği öngörülmektedir [Wang vd., 2022]. 2022 yılı Avrupa İstatistikleri verilerine göre; ülkelerin ekonomik durumu, kaynakları, coğrafi özellikleri farklılık göstermekle birlikte oluşan yapısal atık oranları; Malta'da %77.7, Avusturya'da %76.6, Fransa'da %71.6, Hollanda'da %64.7, Danimarka'da %56.1 ve Almanya'da %55.1'dir [Eurostat, 2022]. Bilimsel çalışmalardan elde edilen verilere göre; Çin ve Mısır'da her yıl sırasıyla 2,3 milyar ton ve 50 milyon ton yapısal atık ortaya çıkarken; ABD'de bu miktar 700 milyon tona, AB ülkelerinde ise 800 milyona ulaşmaktadır [Chen vd., 2021; Elshaboury ve AlMetwaly, 2023; Papamichael, vd., 2023]. Yapısal atıkların türü ve miktarı, kullanılan malzemeler, yapı türü ve yaşına göre farklılık göstermektedir [Salgın ve Coşgun, 2018]. Bir binanın yapımında ortaya çıkan yapısal atık miktarı 0,3 ton iken, yıkımında ise bu miktar 1,3 tona kadar çıkmaktadır [Wang vd., 2022]. Türkiye'de ise yapısal atık miktarlarına ait net veriler bulunmamaktadır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı'nda 2023 yılına kadar yaklaşık 300 milyon ton yapısal atığın oluşması öngörülmüştür [Web 5, 2019]. 6 Şubat Kahramanmaraş depremi sonrasında yapılan tespit çalışmalarında 200 milyon ton civarında yapısal atık oluşmuştur [SKD, 2024].

Yapısal atıkların çevresel etkilerini azaltmaya yönelik yasal düzenlemeler yapılmakta ve çeşitli önlemler alınmaktadır. AB ülkelerinde 2006 yılında yayınlanmış olan 'Atık Çerçeve Direktifi' ile atık yönetimi önleme, geri kazanma ve bertaraf etme ilkeleri esas alınmaktadır. Ülkemizde ise; 2004 yılında 'Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği', 2010 yılında 'Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik', 2015 yılında 'Atık Yönetimi Yönetmeliği' ile atıkların kontrol edilmesi ve değerlendirilmesi hedeflenmektedir. Yasal düzenlemelerin uygulanması ve gerekli önlemlerin alınması atık sorununu engelleyebilmek için önemli adımlardır.

Yapısal atıkların doğru yöntemler ile değerlendirilebilmesi için atıkların türü, miktarı, oluşum aşaması gibi bilgilere ihtiyaç vardır. Atık verilerinin eksikliği, atık yönetim politikalarının uygulanabilirliğini azaltmakta ve yeni kaynakların tüketilmesine neden olmaktadır. Türkiye’de sürdürülebilir kalkınma hedefleri kapsamında Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından ‘Sıfır Atık’ projesi ile atıkların kaynağından ayrı toplanarak ekonomiye geri kazandırılması çalışması başlamıştır. Yapısal atıklar, atık envanteri oluşturma amacıyla uygulanan bu çalışmanın kapsamı dışında kalmaktadır [Web 6, 2025]. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’nın Çevre Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Müdürlüğü tarafından ilan edilen İl Çevre Durum Raporlarındaki Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıkları başlığı altındaki yapısal atık verileri incelenmiştir. Bu kapsamda; büyükşehir statüsünde bulunan 30 ilin 2020-2023 yılları arasında üretilen yapısal atık ve ortaya çıkan hafriyat toprağı miktarlarına ait veriler çıkarılmıştır **Tablo 1.1**.

Tabloya göre illerin yapısal atık verileri değerlendirildiğinde; Türkiye’de yapısal atık üretiminde hızlı bir artış olduğu saptanmıştır. Mevcut durumda; İstanbul, Ankara gibi nüfus yoğunluğu fazla ve inşaat faaliyetlerinin en yoğun olduğu şehirlerdeki atık bilgilerinin yetersiz olduğu görülmüştür. Antalya, Bursa, Gaziantep gibi şehirlerdeki atık verileri ile ilgili olarak, farklı yıllarda aynı bilgilere yer verilmiş ve bu verilerin doğruluğu konusunda belirsizlikler bulunmaktadır. Denizli, Diyarbakır ve Konya gibi şehirlerde ise, herhangi bir atık bilgisi paylaşılmamıştır. Türkiye’de yapısal atık üretimi devam etmesine rağmen, atık bilgilerinin kayıt altına alınması konusunda yapılan çalışmaların yeterli bir düzeye ulaşmadığı tespit edilmiştir. Bu duruma bağlı olarak, Türkiye’deki yapısal atık verilerine ilişkin anlaşılır bilgilere erişim sağlanmasının zor olduğu düşünülmektedir.

Yapı sektöründe sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için etkili bir atık yönetimi politikası ile atık verilerini doğru yöntemlerle elde etmek ve bu verilere erişim sağlamak çevresel ve ekonomik açıdan önemli bir adım olacaktır. Bu bağlamda, bilimsel çalışmalara yönelik literatür araştırması yapılmış ve ilgili çalışmalar irdelenmiştir.

Tablo 1.1: 2020-2023 yıllarına ait 30 ilin yapısal atık verileri [Web 7, 2025].

Yıllık Atık Verisi İller	2020		2021		2022		2023	
	Üretilen Yapısal Atık Miktarı (m ³ /yıl)	Ortaya Çıkan Hafriyat Toprağı Miktarı (m ³ /yıl)	Üretilen Yapısal Atık Miktarı (m ³ /yıl)	Ortaya Çıkan Hafriyat Toprağı Miktarı (m ³ /yıl)	Üretilen Yapısal Atık Miktarı (m ³ /yıl)	Ortaya Çıkan Hafriyat Toprağı Miktarı (m ³ /yıl)	Üretilen Yapısal Atık Miktarı (m ³ /yıl)	Ortaya Çıkan Hafriyat Toprağı Miktarı (m ³ /yıl)
1.Adana	1.693.125	1.660.451,16	57.625,44	2.355.780,89	29.596,20	941.991,078	21.491,71	906.849,032
2.Ankara	37.104.518		31.793.002		37.020.119		41.859.854	
3.Antalya	3.564.064,00	3.564.064,00	543.533	1.927.072	543.533	1.927.072	849.411,25	2.006.779,38
4.Aydın	25.954,66	335.449,67	58.240,67	357.352,08	43.276,00	893.798,99	79.165,00	923.635,88
5.Balıkesir	-	148.804	-	211.347	-	196.781,5	-	233.497
6.Bursa	130.768,00	1.050.303,00	235.018,00	1.438.055,00	-	2.023.107,00	-	2.023.107,00
7.Denizli	-	-	-	-	-	-	-	-
8.Diyarbakır	-	-	--	-	-	-	-	-
9.Erzurum	40.910	95.600	71.000,00	154.900,00	42.226	33.077	4.598	2.720
10.Eskişehir	232.582	261.414	50.408,75	353.096,18	62.024,32	326.606,74	173.861,76	503.083,29
11.Gaziantep	18.153.00	4.760.339	2.519.333,26	2.519.333,26	71.371,96	15.378.578,70	41.052,31	19.341.089,20
12.Hatay	46.328	461.527	50.142	779.269	29.375	831.560	-	388.337
13.İstanbul	-	20.283.414	-	21.719.319	-	14.448.328	-	-
14.İzmir	360.042,15	4.344.515,75	355.388,17	885.208,51	313.860,33	802.925,48	-	-
15.K.Maraş	-	-	9490	443.000	-	14.443.653,29	-	-
16.Kayseri	-	-	-	-	-	-	-	2.239.358,635
17.Kocaeli	-	2.566.029,00	-	5.380.610,50	-	7.678.009,00	-	7.173.340,50
18.Konya	-	-	-	-	-	-	-	-
19.Malatya	-	-	-	-	-	-	4.661.351,25	7.458.162,00
20.Manisa	-	-	-	1.446.212,67	218.448,00	873.795,00	242.260,08	969.044,00
21.Mardin	-	-	-	-	56.515.061	-	-	-
22. Mersin	-	-	4.251,25	198.968,9	-	-	19.305,00	512.023,46
23.Muğla	795.710	238.713	-	-	364.919,5	908.345,3	188.274	590.955
24.Ordu	-	695.779	7500	1.401,516	25.000	425.000	-	1.145.000
25.Sakarya	-	1.302.278	-	1.384.065	-	-	-	2.949.810,49
26.Samsun	-	-	1.868.388	183.736	1.315.090,00	157.863,00	180.000	1.500.000
27.Şanlıurfa	370,260	105,000	-	-	-	-	-	590.000
28.Tekirdağ	-	-	-	-	37.842	3.107.613	69.726	2.318.833
29.Trabzon	201.853,635	1.816.682,72	-	1.466.786	-	1.290.149	1.530.229,00	-
30.Van	-	-	12.216	187.784	21.984	338.011	21.984	338.011

1.2. Literatür Özeti

Tez çalışması kapsamında; döngüsel ekonomi ve yapısal atık kavramı üzerine literatür araştırması yapılarak akademik çalışmalar incelenmiştir. Özellikle, tez konusunun atıkların belgelenmesi konusunu içermesinden dolayı, konu ile ilişkili ulusal ve uluslararası literatür çalışmalarına yer verilmiştir.

Konu ile ilgili uluslararası alanda yapılan lisansüstü çalışmalar ve makaleler aşağıda sıralanmıştır.

Hongping [2011], ‘Yapısal Atık Yönetiminin Etkinliğini Değerlendirmek İçin Dinamik Bir Model’ (A Dynamic Model For Assessing the Effectiveness of Construction And Demolition Waste Management) başlıklı doktora tezinde yapısal atık etkinliğini değerlendirmek için dinamik bir model geliştirmiştir. Bu model kapsamında; yapısal atık yönetimi etkileyen değişkenleri belirleyerek, atık yönetimini iyileştirmek için yönetim politikalarını incelemiştir.

Li [2013], ‘Sürdürülebilir Yapım Atığı Tahmini ve Yönetim Sisteminin Geliştirilmesi’ (Developing a Sustainable Construction Waste Estimation and Management System) başlıklı doktora tezinde iş yapısı ve kütle dengesine göre inşaat, ambalaj, kazı ve belirli yapı malzemeleri olmak üzere dört atık kaynağını dikkate alan nicel inşaat atığı tahmin modeli ile proje düzeyinde inşaat atığını tür ve miktarını tahmin etmeye yönelik web tabanlı atık tahmin sistemini üzerine çalışma yapmıştır. Her atık akışı için farklı atık yönetimi yöntemlerinin seçilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Esa [2017], ‘Malezya’da Sürdürülebilir İnşaat: Yapısal Atık Yönetimi için Bütünsel Bir Model’ (Moving Towards Sustainable Construction in Malaysia: A Holistic Model for Construction and Demolition (C&D) Waste Management) başlıklı doktora tezinde döngüsel ekonomi çerçevesinde, inşaat süreci boyunca atık oluşumu, atık yönetimini ve süreç boyunca atık azaltma stratejilerini belirlemeye yönelik planlama-tasarım aşaması, satın alma ve uygulama-yıkım aşamalarına yapısal atık yönetimi için bütüncül bir model önerisi geliştirmiştir.

Chen vd. [2002] inşaat atıklarının azaltılmasına yönelik barkod sistemi uygulaması üzerine alan çalışması yapmıştır. Barkod sisteminin standart miktardaki malzemeleri tanıma konusunda etkili olduğu ve atıkların azaltılması konusunun performans ile zaman açısından değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Duran vd. [2006]

İrlanda’da yapısal atıkların geri dönüştürülmesinin ekonomik uygulanabilirliğini değerlendirmek için bir model önerisi geliştirerek; yerel yönetimlerin geri dönüşümü teşvik etmek için atık üreticileri ve geri dönüşüm firmalarına yönelik vergilerin olması gerektiğini vurgulamışlardır. Solís-Guzmán vd. [2009] inşaat atıklarının miktarlarının belirlenmesi ve yönetimi için İspanyol modeli önererek yapım ve yıkım projeleri üzerinden alan çalışması yapmıştır. Kleemann vd. [2017] Viyana’da binalardan çıkan yıkım atıkların miktarını ve bileşimini değerlendirmek için coğrafi bilgi sistemi verilerini kullanmış ve 15 farklı binanın malzeme miktarını hesaplamışlardır. Arora vd. [2019] Singapur’da konutlardaki yapı malzemesi ve bileşenlerinin döngüsellliğini araştırarak beton ve çelik malzemenin en fazla atık oluşturan ürünler olduğunu tespit etmişlerdir. Mahpour [2018] yapısal atık yönetiminde döngüsel ekonomiye geçişin önündeki engelleri davranışsal, teknik ve yasal olmak üç başlık altında toplamış ve toplam 22 potansiyel engel belirlemiştir. Tespit edilen engellerin azaltılması ile döngüsel ekonomiye geçişin daha kolay olacağını ifade edilmiştir. Honic vd. [2019] Avusturya’da malzeme pasaportları aracılığıyla binaların geri dönüşüm potansiyelinin iyileştirilmesi üzerine çalışma yapmışlar ve malzeme pasaportlarının döngüsellik için avantaj olduğunu savunmuşlardır. Akanbi vd. [2020] döngüsel ekonomi kapsamında yıkım atığını tahmin etmek için derin öğrenme modeli geliştirmiştir. Binaların temel özelliklerine göre, yıkım öncesi denetim çalışmaları ile binadan kurtarılacak malzeme miktarının tahmin edileceği sonucuna varılmıştır. Ganiyu vd. [2020] döngüsel ekonomide atık açısından verimli yapı projeleri sunmaya yönelik BIM yetkinliklerini tasarım, proje yönetimi, inşaat ve tedarik olarak dört kategoride incelemişlerdir. Lederer vd. [2020] malzeme akış analizini ile Viyana’daki yapısal atıkların mevcut durumunu analiz ederek; beton, çimento, tuğla gibi yapı malzemelerinin geri dönüştürülmesi veya yeniden kullanılması ile yıllık atık miktarının %32 oranında azaltılabileceğini ortaya koymuşlardır. Li vd. [2020] yapısal atık yönetiminde bilgi teknolojilerinin uygulanmasına yönelik araştırma yapmışlar ve bu teknolojilerin atık yönetimi konusunda gelecek çalışmalarda kullanılmasının faydalı olacağı sonucuna varmışlardır. Ruiz vd. [2020] inşaat ve yıkım atıkları sektöründe döngüsel ekonomiyi inceleyerek bütünleştirici bir model yaklaşımı belirlemişlerdir ve atık yönetimi ile geri kazanılan malzemelerin ikincil malzeme olarak kullanılması konusuna dikkat çekmişlerdir. Camana vd. [2021] İtalya’da yerel atık yönetiminin sürdürülebilirliğini döngüsel ekonomi perspektifinden inceleyerek politikalar konusunda paydaşlara rehberlik sağlamışlardır. Çetin vd. [2021] yapılı çevre için döngüsel ekonomi ve dijital

teknoloji kullanımını araştırmışlardır. Ding vd. [2021] kentsel yıkım atığının miktarının belirlenmesi ve yönetimi için araç tabanlı model yaklaşımı üzerine çalışma yapmışlardır ve ilgili paydaşların katılımı ile yönetim çerçevesi geliştirmişleridir. Honic vd. [2021] binaların yıkım aşamasında malzeme pasaportu yöntemini kullanımının zorlukları ve potansiyellerini inceleyerek, bir binanın malzeme pasaportunun olmasının inşaat sektörünün döngüsellik ve sürdürülebilirliği için yeniden kullanım veya geri dönüşüm açısından avantaj sağladığı sonucuna varmışlardır. Munaro vd. [2021] döngüsel ekonomi kapsamında inşaat sektöründe malzeme pasaportunu inceleyerek, bir binanın yaşam döngüsü boyunca malzemelerin geri kazanımını ve yeniden kullanımını iyileştirmeyi amaçlayan malzeme pasaportu modeli geliştirmişlerdir. Superti vd. [2021] inşaat ve yıkım sektörüne bir uygulama olarak, döngüsel ekonomi müdahalelerini kategorize etmek için sistemik bir çerçeve oluşturmuşlardır. Bu kapsamda döngüsel ekonomiyi araştırma-geliştirme, uygulama, destekleme ve etkinleştirme olarak dört kategoriye ayırarak en fazla uygulama kategorisi için çalışma olduğu sonucuna varmışlardır. Tserng vd. [2021] Tayvan'da bina projelerinde döngüsel ekonomiyi uygulamaya yönelik temel stratejilerini araştırarak örnek alan çalışması üzerinden 30 döngüsel ekonomi stratejisi belirlemişleridir. Zhang vd. [2021] yapı sektöründe bina döngüsellliği üzerine araştırma yaparak, malzeme pasaportu için yeni bir çerçeve önermişlerdir. Christensen vd. [2022] Danimarka'da inşaat ve yıkım atıkları için malzeme döngülerinin kapatılması üzerine araştırma yapmışlardır ve yeniden kullanılan malzemeler için yerel pazarların sağlanması ile seçici yıkımın olumlu olacağı sonucuna varmışlardır. Çetin vd. [2022] inşaat endüstrisinde döngüsel ekonomi için dijitalleşme kapsamında Hollanda sosyal konut kuruluşları üzerine araştırma yaparak, dijital teknolojilerin benimsenmesini engelleyen zorlukları teknolojik, kültürel, pazar ve düzenleyici faktör olarak belirlemişlerdir. Ding vd. [2022] şehir ölçeğinde yıkım atıklarının CBS ve hibrit simülasyon destekli çevresel etki değerlendirmesi üzerine çalışma yaparak; arazi, hava kirliliği, su kirliliği ve enerji tüketimi olmak üzere dört açıdan değerlendirmişlerdir. Maiurova vd. [2022] İklim değişikliğinin çevre üzerindeki etkilerini azaltarak döngüsel bir ekonomi uygulamak için Moskova'da atık toplama hizmeti ve atık geri dönüşümünde dijital dönüşümün teşvik edilmesi üzerine çalışma yapmışlardır. Oluleye vd. [2022] yapısal atık yönetiminde döngüsel ekonominin benimsenmesi ve uygulama stratejilerinin önündeki engelleri yapısal bir model yaklaşımı ile değerlendirerek kurumsal ve düzenleyici engeller, teknolojik ve bilgi engelleri,

organizasyon engelleri, davranış engelleri, altyapı ve süreç engelleri, ekonomik ve piyasa engelleri olarak sınıflandırmışlardır. Plociennik vd. [2022] döngüsel ekonomi için paydaşlar tarafından kullanılabilen dijital yaşam döngüsü pasaportu önerisi sunmuşlardır. Sharma vd. [2022] Hindistan'da binalarda döngüsel ekonomi ve yaşam döngüsü düşüncesini yıkım atık yönetimi kapsamında inceleyerek; uyarlanabilir tasarım, kentsel madencilik, malzeme seçimi ve paydaş katılımı gibi stratejileri vurgulamışlardır. Sileryte vd. [2022] Amsterdam Büyükşehir Bölgesi'ndeki atık istatistiklerini döngüsel ekonomi kapsamında araştırarak, mevcut atık sistemini değerlendirmişlerdir. Shooshtarian vd. [2022a] Avustralya'daki inşaat ve yıkım atıkları yönetim sisteminin döngüsel bir ekonomiye geçişi üzerine inceleme yaparak, daha geniş ölçekte araştırma yapılmasına ve paydaşlar konusuna dikkat çekmiştir. Wu vd. [2022] döngüsel bir ekonomide yapısal atıkların geri kazanımı için entegre bir ticaret platformu üzerine teorik bir model önererek, uygun politika ve düzenlemeler ile yapısal atıkların yeniden kullanımının teşvik edileceği sonucuna varmışlardır.

Uluslararası araştırmaların çalışma yöntemi, kapsamı ve içeriklerine ilişkin bilgilerin analizleri sunulmuştur **Tablo 1.2**. Tabloya göre; mevcut araştırmalarda literatür, alan ve anket olmak üzere üç farklı çalışma yöntemi kullanıldığı tespit edilmiştir. Araştırmalar, yapı üretim sürecinin farklı aşamalarını içermesine rağmen, özellikle yapım ve yıkım süreçlerine yoğunlaşmıştır. Belgeleme kapsamında ise dijital teknolojilerin kullanımı ve malzeme pasaportlarına yönelik araştırmalar ön plana çıkmıştır.

Tablo 1.2: Uluslararası bilimsel çalışmaların içerik analizleri.

Bilimsel Çalışmalar	Çalışma Yöntemi			Üretim Süreci				Döngüsel Ekonomi Kapsamı	Belgeleme Kapsamı
	Literatür	Alan	Anket	Tasarım	Yapım	Kullanım	Yıkım		
[Chen vd., 2002]		√			√			Azaltma	Barkod sistemi
[Duran vd., 2006]		√			√		√	Geri dönüşüm	Atık vergisi
[Solis Guzman vd., 2009]		√			√		√	Atık yönetimi	Atık hacmi tahmini
[Kleemann vd., 2017]		√					√	Atık yönetimi	Coğrafi bilgi sistemi
[Arora vd., 2019]		√					√	İkincil kaynak kullanımı	Malzeme akış analizi
[Mahpour, 2018]	√		√	√	√	√	√	Atık yönetimi	-
[Honic vd., 2019]		√					√	Geri dönüşüm	Malzeme pasaportu
[Akanbi vd., 2020]	√	√					√	Atık yönetimi	Derin öğrenme
[Ganiyu vd., 2020]	√		√	√	√			Atık yönetimi	Bina bilgi modellemesi
[Lederer vd., 2020]		√			√		√	Geri dönüşüm	Malzeme akış analizi
[Li vd., 2020]	√			√				Atık yönetimi	Bilgi teknolojisi
[Ruiz vd., 2020]	√			√	√			Geri kazanım	Saha yönetim planları
[Camana vd., 2021]	√			√				Döngüsel iş modelleri	-
[Çetin vd., 2021]	√		√	√				Döngüsel tasarım	Dijital teknoloji kullanımı
[Ding vd., 2021]	√						√	Atık yönetimi	Araç tabanlı modelleme
[Honic vd., 2021]		√					√	Yeniden kullanım Geri dönüşüm	Malzeme pasaportu

Tablo 1.2 Devam: Uluslararası bilimsel çalışmaların içerik analizleri.

Bilimsel Çalışmalar	Çalışma Yöntemi			Üretim Süreci				Döngüsel Ekonomi Kapsamı	Belgeleme Kapsamı
	Literatür	Alan	Anket	Tasarım	Yapım	Kullanım	Yıkım		
[Munaro vd., 2021]	√				√	√	√	Geri Kazanım	Malzeme pasaportu
[Superti vd., 2021]	√		√	√				Döngüsel stratejiler	-
[Tserng vd., 2021]		√	√		√	√	√	5R stratejisi	-
[Zhang vd., 2021]	√			√	√			Döngüsel bina değerlendirme	Malzeme pasaportu
[Christensen vd., 2022]		√					√	Yeniden kullanım Geri dönüşüm	Seçici yıkım prosedürleri
[Çetin vd., 2022]		√			√	√	√	Döngüsel stratejiler	Dijital teknoloji kullanımı
[Ding vd., 2022]	√	√					√	Çevresel etki değerlendirme	Coğrafi bilgi sistemi
[Maiurova vd., 2022]		√				√	√	Geri dönüşüm	Dijital teknoloji kullanımı
[Oluleye vd., 2022]	√			√				Döngüsel stratejiler	-
[Plociennik vd. 2022]	√			√	√			Döngüsel stratejiler	Dijital ürün pasaportu
[Sharma vd., 2022]	√			√	√		√	Sürdürülebilir çevre	-
[Sileryte vd., 2022]		√			√		√	Döngüsel stratejiler	Atık haritalama
[Shooshtarian vd., 2022a]	√			√	√		√	Atık yönetimi	-
[Wu vd., 2022]	√				√		√	Atık yönetimi	Atık ticareti platformu
Toplam	17	15	5	12	16	5	20		

Konu ile ilgili ulusal alanda yapılan bilimsel çalışmalarda ise; Salgın [2015], ‘Yapı Yaşam Süreçlerinde Yapısal Atıkların nlenmesine/Azaltılmasına Yönelik Tasarım Yaklaşımları ve Bir Model nerisi’ başlıklı doktora tezinde tasarım kararlarına bağlı olarak yapı üretim sürecinde oluşan yapısal atıkların yönetimi için bir model nerisi geliştirmiştir.

Ertosun Yıldız [2017], ‘Sürdürülebilirlik Bağlamında Yapısal Atıkların Değerlendirilmesi ve Yönetim Modeli nerisi’ başlıklı yüksek lisans tezinde yapısal atık oluşum aşamalarını belirleyerek, tasarım ve uygulama süreçlerindeki yapısal atık yönetimi üzerine bir model oluşturmuştur.

ieki [2020], ‘Yapılarda Yapım Süreci evresel Etkisinin Azaltılmasına Yönelik Atık Yönetim Modeli nerisi’ başlıklı doktora tezinde yapım aşamasında oluşan atıkların azaltılmasını ve yönetilmesini sağlamak amacıyla, yapım sürecine dahil olan paydaşların kullanacağı bir model nerisi geliştirmiştir.

Doğan [2020], ‘Kentsel Dönüşüm Kapsamında Bina Yapıbozum Kavramının Uygulanmasına Yönelik Bir Model nerisi’ başlıklı doktora tezinde, kentsel dönüşüm süreçlerinde oluşan yapısal atıkların etkin bir şekilde değerlendirilebilmesine yönelik bir model nerisi geliştirmiştir.

Eminel [2021], ‘Yeşil Bina Sertifika Sistemlerinde Yapısal Atık Konusunun İrdelenmesi’ başlıklı yüksek lisans tezinde, sertifika sistemleri içerisinde yer alan atık yönetimi konusunu irdelemiş ve yapısal atıklar ile ilgili çalışmaların geliştirilebileceği sonucuna varmıştır.

Oğuz [2021], ‘Yapıda Döngüsellik’ başlıklı yüksek lisans tezinde döngüsel yapı üretim sürecine uygun mimari yaklaşımları araştırarak, yapıda dngselliğin gerçekleştirilebilmesi için belirli kılavuz bilgileri önermiştir.

Buzkan [2023], ‘Güvensiz Yapıların Yıkımı Sonucu Oluşan Yapısal Atık Yönetimine Esas Uygulama Modeli’ başlıklı doktora tezinde yıkım aşamasında ortaya çıkan atıkların kontrolünü ve yapı güvenliğini sağlamak amacıyla bir model nerisi geliştirmiştir. Yapısal atık yönetiminin uygulanması için yıkım sürecinin merkezi bir kontrol sistemi ile kontrol edilmesi ve sürece katılan tüm paydaşların görev ve sorumluluğunu yerine getirmesi sonucuna ulaşmıştır.

Yılmaz [2024], ‘Türk İnaaat Sektöründe Tedarik Zincirinin Döngüsel Ekonomi Prensipleri ile Değerlendirilmesi’ (Evaluation of the Supply Chain in the Turkish

Construction Sector With Circular Economy Principles) başlıklı yüksek lisans tezinde inşaat sektöründe tedarik zincirinin döngüsellliğini değerlendirerek, çalışanların farkındalığı ve dijital teknolojilerin mevcut durumu etkilediği sonucuna varmıştır.

Coşgun ve Esin [2006] Türkiye’de yapısal atıkların yönetimi ile ilgili sorunlar üzerine çalışma yapmıştır. Salgın vd. [2021] enerji ve ham madde korunumu açısından beton, plastik, cam, ahşap ve tuğla gibi yapı malzemelerinin geri dönüşüm ve yeniden kullanım olanaklarını araştırmıştır. Aydın İpekçi ve Köse [2021] döngüsel ekonomi bağlamında gazbetonun sürdürülebilirliğini araştırmış ve yapı sektöründe döngüsel yaklaşıma destek olacak üretim ve geri dönüşüm yöntemleri konusunda farkındalık olacağını savunmuşlardır. Eren ve Şen [2023] inşaat ve yıkıntı atıklarının döngüsel ekonomi modeline göre yönetimini araştırmış ve agrega, plastik, fayans, seramik, tuğla-kiremit, demir, cam gibi malzemelerin geri dönüştürülerek ülke ekonomisine katkı sağlayacağını belirtmişlerdir. Deniz ve Oğuz [2025] Türkiye’de mimarların döngüsel ekonomi konusundaki tutum ve bilgilerini analiz ederek, mimarların döngüsel ekonomi konusunu önemli bulduklarını fakat konu ile ilgili bilgi ve uygulama anlamında eksikliklerin olduğunu tespit etmişlerdir. Salgın vd. [2025] Türk inşaat sektöründe döngüsel ekonomi stratejilerinin farkındalığı ve uygulanması üzerine araştırma yapmış, döngüsel ekonominin uygulanması konusunda yapısal ve ekonomik engellerin olduğu sonucuna varmışlardır. Mevcut durumun politika düzenlemeleri, eğitim programları ve altyapının geliştirilmesi ile iyileştirilebileceğini belirtmişlerdir. Ulusal alanda incelenen lisansüstü çalışmalarının model içerik analizi sunulmuştur **Tablo 1.3**.

Tablo 1.3: Ulusal alanda yapılmış lisansüstü çalışmaların model içerikleri.

Lisansüstü Çalışmalar	Kapsam			Model İçerik
	Tasarım	Yapım	Yıkım	
[Salgın, 2015]	√			Atık azaltma stratejilerinin belirlenmesi
[Ertosun Yıldız, 2017]	√	√		Atık yönetimi uygulamalarının belirlenmesi
[Çiçekçi, 2020]		√		Yapısal atık yönetimi için değerlendirme ve karar verme aracının olması
[Doğan, 2020]			√	Kentsel dönüşüm kapsamındaki binaların değerlendirilmesi
[Buzkan, 2023]			√	Az/orta hasarlı yapıların yıkımı için atık yönetiminin sağlanması

Literatürdeki çalışmalar değerlendirildiğinde, uluslararası ölçekte döngüsel ekonomi ve atık yönetimi uygulamalarına ilişkin birçok araştırma yapıldığı ve bu araştırmaların yapı üretim sürecinin farklı aşamalarını kapsadığı görülmüştür. Bu çalışmalarda atıklar hakkında bölgesel veya proje düzeyinde veri elde edilmiş ve belgeleme kapsamında ise dijital teknolojilerin kullanımı ön plana çıkmıştır. Ulusal ölçekteki çalışmalarda ise konu ile ilgili araştırmalar son yıllarda artış olmakla birlikte, hala yeterli düzeyde değildir. Yapı üretimi uzun ve karmaşık bir süreç olup, literatürdeki atık verileri ve belgeleme konularının çoğunlukla sürecin belirli aşamalarına odaklanmıştır. Bu durum, belgeleme yönelik çalışmaların sınırlı düzeyde olduğunu ve yapısal atık envanteri için daha kapsamlı araştırmaların yapılması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca, incelenen bilimsel çalışmalarda kullanılan yöntemler de analiz edilmiştir. Konunun genel çerçevesini anlamaya yönelik kapsamlı literatür taramalarının yapıldığı, uygulama süreci için alan çalışmaları ve düzenlemeler ile ilgili anketlerin yapıldığı tespit edilmiştir. Bu doğrultuda elde edilen veriler, tez çalışmasının metodolojik çerçevesinin oluşturulmasında kullanılmıştır. Yapısal atıkların döngüsel ekonomi kapsamında ele alınarak etkin bir şekilde yönetilebilmesi için daha fazla araştırma ve çalışma yapılması gerekmektedir.

1.3. Araştırmanın Amacı

Literatür araştırmalarında yapısal atık verilerine ilişkin yeterli düzeyde bilgi olmadığı görülmüştür. Mevcut koşulların atıkların uygun şekillerde değerlendirilme olanaklarını kısıtladığı ve atık yönetimi uygulamalarını olumsuz yönde etkilediği düşünülmektedir. Bu tez çalışmasının amacı, sürdürülebilir çevre yaklaşımı ile doğal kaynakları koruyabilmek, yapı üretim süreci içerisinde ortaya çıkan yapısal atıkların yönetim seçeneklerini belirleyerek malzeme kazanımını sağlayabilmek ve yapı sektöründe döngüsel ekonomi yaklaşımını uygulayabilmek için yapısal atık envanterini oluşturmaya yönelik belgeleme modeli önerisi geliştirmektir. Tez çalışmasının amacı doğrultusunda araştırmanın temel sorusu ve alt soruları belirlenmiştir. Araştırmanın Temel Sorusu:

- Türkiye’de inşaat faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan yapısal atıklar hakkında bilgi elde etmek ve atık verilerini kayıt altına almak için uygun bir belgeleme sistemi nasıl sağlanabilir?

Araştırmanın Alt Soruları:

- Yapısal atık verilerini yapı üretim süreci içinde oluşum aşamasına göre kayıt altına almak mümkün mü?
- Mevcut durumda yapısal atıkların tespiti için yapılan çalışmalar var mı?
- Türkiye’de yapısal atıkların değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalar yeterli düzeyde mi?
- Yapısal atıkların uygun yöntemler ile değerlendirilebilmesi için atık bilgilerine kolaylıkla erişilebilir mi?

Bu kapsamda, tez çalışmasının hedefleri maddeler halinde sıralanmıştır:

- Yapı üretim süreci içerisinde oluşan yapısal atıkların kullanım potansiyelini artırmak ve yapı malzemelerine çevresel ve ekonomik açıdan değer kazandırmak için yapı sektöründe kullanılabilecek ‘Yapısal Atık Belgesi’ formunu tasarlamak,
- Yapısal atık verileri için envanter oluşturarak mevcut durum analizi yapmak,
- Yapısal atıkların niteliklerini ve miktarını belirleyerek atık oluşumunu en az seviyeye indirmek,
- Yapı sektöründe döngüsel ekonomi stratejilerini uygulanabilir hale getirmek,
- Yapı üretim sürecinde atıkların doğru yöntemler ile değerlendirilmesine olanak sağlayacak atık yönetimi uygulamalarını teşvik etmek,
- Yapı üretim süreci paydaşlarının yapısal atıklar konusundaki farkındalıklarını artırarak, atık yönetimine aktif katılımlarını sağlamak,
- Türkiye’de 2021 yılından itibaren Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yapılara ait teknik bilgileri kayıt altına almak amacı ile oluşturulmuş Bina Kimlik Sistemi uygulamasının yapısal atık verilerinin dijital olarak yönetilmesinde bir araç olarak kullanılmasını sağlamaktır.

Modelin temel yaklaşımı belgeleme çalışması ile; yapısal atıklara yönelik geçici çözümler üretmek yerine, çevresel etkileri minimize ederek sürdürülebilir atık yönetimini uzun vadeli ve kalıcı bir biçimde hayata geçirecek bir çerçeve sunmaktır.

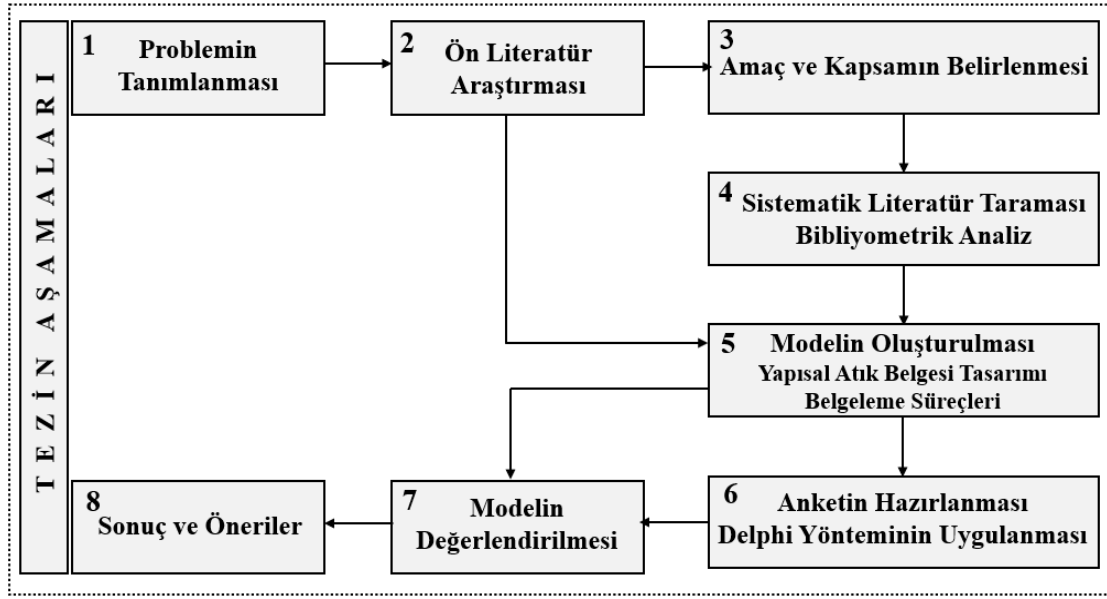
1.4. Araştırmanın Kapsamı ve Sınırlılıklar

Yapı üretim sürecinin çeşitli aşamalarında kullanılan yapı malzemeleri, farklı nitelik ve miktarlarda yapısal atık oluşumuna neden olmaktadır. Yapı malzemelerinin üretimi,

yapıda kullanımı ve kullanım sonrasındaki değerlendirilme durumu yapı yaşam döngülerini oluşturmaktadır. Yapısal atıkların süreç boyunca malzeme türüne göre değişiklik göstermesi, tez çalışmasının yapı yaşam döngüsünü içerecek şekilde modellenmesini temel almıştır. Yapı malzemelerinin çeşitliliği ve kullanım durumları dikkate alındığında, belgeleme sürecinin bina çerçevesi içerisinde gerçekleştirilmesi hedeflendiği için malzemelerin üretim süreçleri araştırma kapsamına dahil edilmemiştir. Bu bağlamda, model önerisi ilk aşamada; tasarım, yapım, kullanım ve yıkım aşamalarını kapsayan ve birbirini tamamlayan dört farklı belgeleme süreci olarak tasarlanması düşünülmüştür. Her bir süreçte ortaya çıkan yapısal atık bilgileri için, bir atık belgesinin oluşturulması hedeflenmiştir. Tez çalışması, atıklara ilişkin veri elde etmeye yönelik öneri sunma amacıyla geliştirilmesi nedeniyle, modelin kapsamı belirli sınırlar çerçevesinde şekillendirilmiştir. Yapı üretiminin en önemli aşaması olan tasarım sürecinde atık azaltma yaklaşımları benimsenmesine rağmen, fiziki olarak ortaya çıkan herhangi bir atık olmamakta ve belgelemeye yönelik atık bilgisi elde edilememektedir. Bu nedenlerden dolayı, tasarım süreci modelin kapsamına dahil edilmemiş, fakat model içeriğinde bulunan diğer süreçler ile ilişkisi açısından değerlendirilmiştir.

1.5. Araştırmanın Yöntemi

Bu çalışmada, yapısal atıkları belgelemeye yönelik mevcut durumun tespitinin yapılması için literatür araştırması ile ulusal ve uluslararası bilimsel çalışmalar incelenmiştir. ‘Yapısal Atık-Belgeleme/Raporlama-Döngüsel Ekonomi’ konu başlıklarına odaklanan sistematik bir literatür taraması yapılmış uluslararası literatür üzerinden yapılan incelemeler ile belgeleme süreçlerinde kullanılan temel kavramlar bibliyometrik analiz tespit edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgulara göre modelin kavramsal çerçevesi oluşturularak yapısal atık belgesi formu tasarlanmış ve belgeleme süreci iş akışları tanımlanmıştır. Modelin değerlendirilmesi amacı ile yapı üretim sürecine katkı sağlayan paydaşlar arasından uzmanlar seçilmiş ve bu uzmanlara yönelik anket uygulaması yapılmıştır. Anket verileri için Delphi Yöntemi kullanılarak model önerisi değerlendirilmiş ve sonuca ulaşılmıştır. Tez çalışmasının aşamaları ve bu aşamalarda kullanılan yöntemler gösterilmektedir **Şekil 1.1**. Ayrıca, araştırmada kullanılan yöntemler alt başlık olarak tanıtılmıştır.



Şekil 1.1: Tez çalışmasının aşamaları.

1.5.1. Sistematik Literatür Taraması (SLT)

Sistematik literatür taraması (SLT) yöntemi, belirli bir konu veya araştırma sorusu ile ilgili mevcut araştırmaları belirlemek, değerlendirmek ve analiz yapmak için kullanılan bir araçtır. SLT yönteminin kullanmasının başlıca üç nedeni; bir konu ile ilgili mevcut bulguları değerlendirmek, daha fazla araştırma alanları önermek ve yeni araştırmalara yön verebilmek için temel oluşturmaktır [Kitchenham ve Charters, 2007]. Akademik çalışma ve araştırmaların sayıca artması ve içeriklerindeki çeşitlilik dikkate alındığında, literatürün sistematik bir yaklaşımla analiz edilmesi büyük önem taşımaktadır [Yıldız, 2022]. Sistematik incelemeler, bir veya daha fazla araştırma sorusunu irdeleyerek, bilimsel metodolojik standartlara sahip çalışma sonuçlarını eleştirel olarak esas almayı hedeflemektedir [Siddaway, 2014]. Bu sebeplerden dolayı, bu yöntem yeni bir teorik model oluşturmak veya var olan teoriyi en iyi en faydalı şekilde değerlendirmek için önemli pratik çıkarımlar sağlama potansiyeline sahiptir [Siddaway, 2014; Yılmaz Şenel, 2024]. Çalışma kapsamında modelin geliştirilebilmesi için sistematik literatür taraması verilerinden faydalanılmıştır.

1.5.2. Bibliyometrik Analiz

Bibliyometrik analiz, geniş kapsamlı bilimsel verileri analiz edilmesi ve incelenmesi adına kullanılan bir tekniktir [Donthu vd., 2021]. Bibliyometrik analizde, literatür (makale vb.), ortak yazarlık, patentler, atıflar, ortak atıflar ve ortak kelimeler gibi farklı göstergeler kullanılmaktadır. Bu göstergeler ile elde edilen veriler ülkeler, kurumlar ve araştırmacılar arasındaki bağlantıları vurgulayarak bir ülkenin ya da birimin bilimsel yaklaşımını ortaya koymaktır [Okubo, 1997]. Bibliyometrik verilerin görselleştirilmesi ve bilim haritalama yapılabilmesi için Bibexcel, CiteScapeII, CitNetExplorer, IN-SPIRE, SciMAT, Sci2 ve VOSviewer gibi çeşitli yazılım araçları geliştirilmiştir [Gürel, 2022]. Bibexcel ve VOSviewer yazılımları analizlerde en çok tercih edilen araçlardır [Kaptanoğlu, 2024]. Çalışmada, sistematik literatür taraması kapsamında incelenen bilimsel araştırmaların bibliyometrik analizi yapılarak mevcut eğilimler tespit edilmiştir.

1.5.3. Delphi Yöntemi

Delphi Yöntemi, 1950'li yıllarda ABD'nin RAND Şirketi'nde çalışan Norman Dalkey ve Olaf Helmer tarafından savunma sanayinin gelecekteki ihtiyaçlarını tahmin etmek amacıyla geliştirilmiştir [Linstone ve Turoff, 2002]. Bu yöntem, ilk olarak askeri uygulamalara yönelik geliştirilmiş olmasına rağmen, mühendislik, mimarlık, tıp, yönetim, eğitim ve planlama gibi farklı alanlarda yapılan akademik araştırmalarda çoğunlukla kullanılmaktadır [Dayanır vd., 2022]. Delphi yöntemi, karmaşık bir sorun ile ilgili olarak, bilgilendirilmiş bir grupta fikir birliği oluşturmak için uzman görüşlerini sistematik birleştiren bir araç ve tekniktir [Donohoe vd., 2012]. Delphi tekniği ile katılımcıların farklı bakış açılarının yanında yaratıcılıklarından da yararlanılması amaçlanmaktadır [Şahin, 2001].

Dalkey'e göre; delphi yöntemi katılımı gizlilik, grup tepkisinin istatistiksel analizi ve kontrollü geri besleme olmak üzere üç temel özelliği içermelidir [Şahin, 2001]. Katılımda gizlilik yani anonimlik, bireylerin kendi görüş ve yargılarını herhangi bir baskı olmadan özel olarak ifade etmeyi sağlamaktadır [Rowe ve Wright, 1999]. Grup tepkisinin istatistiksel analizi, anket uygulaması sonrasındaki sonuçların katılımcı tarafından anlaşılmasıdır. Kontrollü geri besleme ise; ardışık anketler kullanılması ile katılımcının görüşlerini tekrar gözden geçirmesine olanak sağlamasıdır [Şahin, 2001].

Anketin yinelenmesi ile bireylere diğerlerinin gözünde itibar kaybetme korkusu olmadan görüşlerini değiştirme fırsatı vermektedir [Rowe ve Wright, 1999].

Delphi yönteminin güçlü yönlerini aşağıda sıralanmıştır [Fink-Hafner vd., 2019]:

- Uzmanların birbiriyle doğrudan çatışmalarını önlemek.
- Mevcut bilgi ve fikir ayrılıkları arasında birlik oluşturmak.
- Yakınlık ve yüz yüze görüşme gerektirmediği için uzmanların birbirinden bağımsız düşünmesine olanak sağlamak.
- Geri bildirim sayesinde uzmanın konu hakkındaki yanlış anlamayı düzeltmesine olanak sağlar.
- Anonim olduğu için fikirlerin dengeli bir şekilde değerlendirilmesini teşvik ederek sonuçların olumsuz olma riskini azaltmak.
- Ekonomi ve zaman bakımından verimli olmak.

Delphi yönteminde uzmanların seçimi, araştırma konusu ile doğrudan ilişkili özel bilgi birikimine sahip kişiler arasından yapılmalı ve bu kişiler niteliklerine göre araştırma konusuna derin bir bakış açısı kazandırabilecek önemli görüşlere sahip olmalıdır [Şahin, 2001; Aydın, 2022]. Bu durum, çalışmaya katılacak uzmanların belirlenmesinde amaçlı bir örnekleme tekniği kullanıldığını göstermektedir [Olawumi ve Chan, 2019]. Delphi yönteminde uzman katılımcıların nitelikleri kadar, örneklem büyüklüğü elde edilen sonuçların kapsamını ve güvenilirliğini doğrudan etkilemektedir. Delphi paneline ilişkin katılımcı sayısında literatürde farklı görüşler vardır. Bazı araştırmacılar panel boyutunun belirlenmesinde yüksek katılımcı sayısının sonuçların güvenilirliğini artırabileceğini düşünürken, bazıları ise, panel boyutunun yöntemin doğruluğu ve etkinliği üzerinde belirleyici bir etkisi olmadığını savunmaktadır [Ameyaw vd., 2016]. Delphi katılımcılarının sayısı, araştırma problemin kapsamına, süresine ve kaynaklara bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Genel olarak Delphi araştırmalarında katılımcı sayısı 10 -20 arasında değişiklik gösterse bile, literatürde bu sayının 3 ile 171 arasında değiştiği farklı uygulamalara da rastlanmaktadır [Şahin, 2012]. İdeal katılımcı sayısı için örneklem büyüklüğünün en az 7 ve en fazla 50 katılımcıdan oluşması gerektiği belirlenmiştir [Olawumi ve Chan, 2019]. Tez çalışması kapsamında, yapı üretim sürecine katkı sağlayan 48 uzman seçilmiş ve bu uzmanlara anket yapılmıştır.

2. YAPISAL ATIKLARIN SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNETİMİ

Yapı sektörü faaliyetlerinin olumsuz bir sonucu olarak ortaya çıkan yapısal atıklar, doğal kaynakların hızlı bir şekilde tüketilmesine neden olmaktadır. Çevre dostu bir yapı sektörü için bu atıkların çevresel etkilerini azaltabilmek ve kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlayabilmek amacıyla sürdürülebilir atık yönetimi öncelikli bir adım olarak görülmektedir. Bu bağlamda, yapısal atıkların etkin bir şekilde yönetiminin anahtarı olarak döngüsel ekonomi kavramı ön plana çıkmıştır. Döngüsel ekonomi temel olarak ekonomi veya işletme ile ilişkilendiren bir kavram olarak görülse bile, son yıllarda tekstil, otomotiv, enerji, inşaat, tarım ve madencilik gibi farklı sektörlerde kaynak etkinliği sağlamak amacıyla tercih edilen bir yaklaşım haline gelmiştir. Çevrenin korunması etkinliği açısından önemli bir yere sahip olan bu yaklaşıma yönelik çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Yapısal bir envanter oluşturmak için kullanılan belgeleme sistemleri döngüsel ekonomi uygulamalarının bir parçası olarak değerlendirilebilir. Tez çalışması kapsamında atık yönetim politikalarını destekleyen sürdürülebilir kalkınma yaklaşımı ile döngüsel ekonomi ve belgeleme kavramları açıklanmıştır. Ayrıca, Türkiye’de yapıların denetimini sağlamak amacıyla uygulanan Bina Kimlik Sistemi (BKS) hakkında genel bilgilere yer verilmiştir.

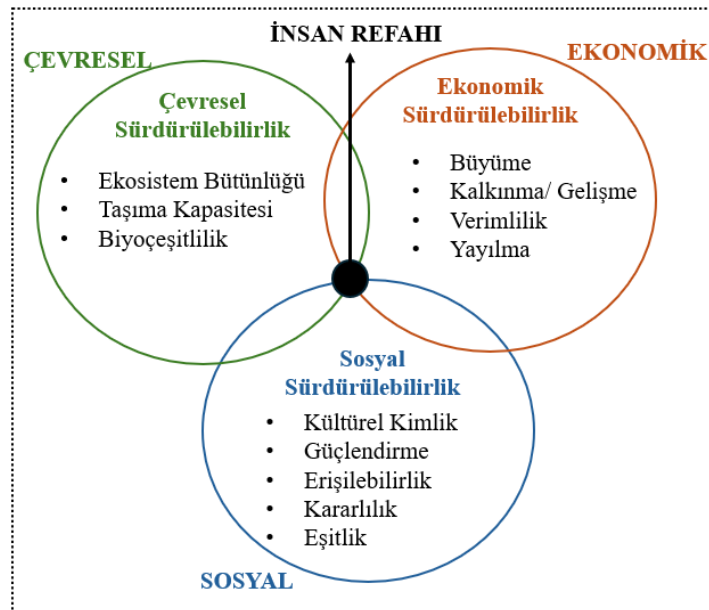
2.1. Sürdürülebilir Kalkınma Yaklaşımı

Nüfus artışına bağlı ortaya çıkan çevre sorunları doğal kaynakların tüketilmesi, mevcut kaynaklara sınırlı erişim, ekonomik eşitsizlikler, yaşam alanlarına yapılan müdahaleler gibi birçok faktör uygun koşulların devam etmesine engel olmaktadır. Bu kapsamda, 20 YY. itibari ile insanların dünyanın geleceği ile ilgili farkındalığının artması sürdürülebilirlik kavramını ön plana çıkarmıştır. Sürdürülebilirlik, kaynakların tükenmeden, yok edilmeden ve uzun vadeli olarak işlenip kullanılması olarak tanımlanır [Günaydın, 2011]. Sürdürülebilirlik ile ilgili birden fazla tanımlama yapılmakta olup, en kapsamlı ifade ise, var olan kaynakların bozulmadan gelecek nesillere aktarılacak kendini devam ettirmesi olarak görülmektedir [Paker, 2017]. Sürdürülebilirlik, kentlerin çevre, teknoloji, ekonomi, toplum ve birey gibi çok yönlü

bir yaklaşımla değerlendiren, bu süreçte ‘yeşil altyapı’ ilkelerin, temel alan yenilikçi kentsel planlama anlayışını temsil etmektedir [GhaffarianHoseini vd., 2013].

Sürdürülebilirlik kavramı; ekonomik, sosyal ve çevresel olmak üzere üç temel boyut çerçevesinde değerlendirilmektedir [Williamson vd., 2003]. Sürdürülebilirlik boyutları şematik olarak gösterilmiştir Şekil 2.1.

- Ekonomik sürdürülebilirlik, ekonomik sermayenin korunmasını esas alarak, düşük maliyetle yüksek verimliliği hedefleyen sağlıklı büyüme ve kalkınma süreçleridir. Sürdürülebilir bir ekonomik yapı için sadece maddi sermaye değil; insan, çevre ve sosyal sermaye gibi soyut değerler ile hava ve su gibi ortak doğal kaynakların da sürece dahil edilmesi gerekmektedir [Özçuhadar, 2007].
- Sosyal sürdürülebilirlik, toplumsal yapıların uzun süreli istikrarı, adaleti ve kapsayıcılığını temel alarak; sosyal ve insani sermayenin bütünlüğünü korumayı amaçlayan bir yaklaşımdır [Özçuhadar, 2007].
- Çevresel sürdürülebilirlik, doğal sermayeyi koruyan ve ekosistemlerin işlevselliğini uzun vadede sürdürmeyi hedefleyen bütüncül bir yaklaşımdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, su kaynakları, erozyon kontrolü, atık yönetimi, çevresel kirliliğin önlenmesi, sürdürülebilir tarım uygulamaları ve hammadde kullanımına yönelik stratejiler bu bağlamda değerlendirilmektedir [Özçuhadar, 2007].



Şekil 2.1: Sürdürülebilirlik boyutları [GhaffarianHoseini vd., 2013].

Bir toplumun sürdürülebilir olması beş temel ilke ile açıklanmıştır [**Heinberg, 2010**]:

- Kritik kaynakları sürdürülemez biçimde kullanmaya devam eden toplumlar başarısız olacaktır.
- Nüfusun artışı ya da kaynak tüketim hızındaki büyüme uzun vadede sürdürülemez.
- Sürdürülebilirlik için, yenilenebilir kaynakların kullanım hızı, doğal kaynakların yenilenme hızını aşmamalıdır.
- Yenilenemeyen kaynakların kullanımı, azalan bir hızda gerçekleşmeli ve azalma oranı, tükenme oranından büyük ya da en az onunla aynı olmalıdır
- Sürdürülebilirlik, insan faaliyetlerinden çevreye giren maddelerin en aza indirilmesini ve biyosfer işlevlerine zararsız hale getirilmesini gerektirir.

Sürdürülebilirlik, doğal kaynakların dengeli ve sorumlu kullanımını teşvik ederken, ekosistemlerin bütünlüğünün korunmasını esas almaktadır. Bu bağlamda, çevresel açıdan doğal kaynakların fazla tüketilmesi önlemek, atık miktarını azaltmak ve çevre kirliliğini minimize etmek hedeflenmektedir [**United Nations, 1987**]. Çevre kirliliği ile bağlantılı olarak atık üretimi ve kaynak kullanımı yapı sektöründe sürdürülebilirliği engelleyen en belirgin sorun olarak görülmektedir [**Atta vd., 2021**].

‘Sürdürülebilir Kalkınma’ terimi, 1987 yılında Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından yayımlanan Brundtland Raporu'nda, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama kapasitesini tehlikeye atmadan, bugünün ihtiyaçlarının karşılanması olarak tanımlanmıştır Raporda ayrıca, sürdürülebilir kalkınma için çevre koruma, ekonomik büyüme ve sosyal açıdan eşitlik sağlama konularının gerekliliğinin yanında kaynak yönetimi, yatırım yönelimi, teknoloji politikaları ve kurumsal yapının bugünün ve geleceğin ihtiyaçlarını yeniden yapılandığı bir dönüşüm süreci olduğu vurgulanmıştır [**United Nations, 1987**]. Bu tanım sürdürülebilir kalkınmanın iki ana temel ilkesine vurgu yapmaktadır. Birinci ilke, bu yaklaşımın beslenme, barınma ve giyinme gibi sadece insani temel ihtiyaçları öncelikli kabul ederek, aynı zamanda bireylerin makul derecede rahat bir yaşama sahip olabilmelerine olanak tanımaktadır. İkinci ilke ise, sürdürülebilir kalkınma yaklaşımı, teknolojik gelişmelerin ve toplumsal örgütlenmelerin kaynak talepleri, gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılama kapasitesiyle uyumlu hale getirilmektedir. Sürdürülebilir kalkınma; sadece yaşam kalitesinin korunmasını değil, aynı zamanda destekleyici ekosistemlerin taşıma kapasitesi sınırları içerisinde yaşam kalitesini iyileştirmeyi hedeflemektedir [**Williamson vd., 2003**].

2015 yılında yapılan Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'nde 2030 yılına kadar gerçekleştirilmesi öngörülen 17 ana hedef ve 169 alt hedeften oluşan Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi kabul edilmiştir. Sürdürülebilirliğin ekonomik, sosyal ve çevresel boyutları çerçevesinde; sağlık ve refahın sağlanması, yoksulluk ve açlığın sona ermesi, doğal kaynakların sürdürülebilir tüketimi ve iklim değişikliği konularına yönelik alınması gereken önlemler değerlendirmeye alınmıştır **[United Nations, 2015]**. Sürdürülebilir kalkınmanın bütüncül bir şekilde uygulanabilmesi için belirlenen 17 ana hedef logo ve özellikleri ile açıklanmıştır **Tablo 2.1**.

Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündem'inde, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi 11'de 'Şehirleri ve insan yerleşimlerini kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir hale getirmek', amacıyla belirlenen alt hedef 11.6'da '2030 yılına kadar, hava kalitesine ve belediyelerin yanı sıra diğer atık yönetimi konularına özel önem verilmesi de dahil olmak üzere, şehirlerin kişi başına düşen olumsuz çevresel etkisini azaltmak' kararı ile Hedef 12'de 'Sürdürülebilir tüketimi ve üretimi sağlamak' amacıyla belirlenen alt hedef 12.4'te '2020 yılına kadar, kabul edilen uluslararası standartlara uygun olarak, kimyasalların ve tüm atıkların yaşam döngüleri boyunca çevre dostu bir şekilde yönetilmesi ve insan sağlığı ile çevreye olan olumsuz etkilerinin minimize edilmesi amacıyla, havaya, suya ve toprağa salınımlarının ciddi oranda azaltılması sağlanmak' ve alt hedef 12.5'teki '2030 yılına kadar, önleme, azaltma, geri dönüşüm ve yeniden kullanım yoluyla atık oluşumunu önemli ölçüde azaltmak' kararları döngüsel ekonomi ve atık yönetimi politikaları ile doğrudan ilişkili olarak üye devletler tarafından uygulanmasına karar verilmiştir **[Web 8, 2025]**. Türkiye'de, 2024-2028 dönemini kapsayan 12. Kalkınma Planı'nda, sürdürülebilir kalkınma hedefleri kapsamında çevre koruma politikalarına yer verilmiştir **[Web 9, 2025]**.

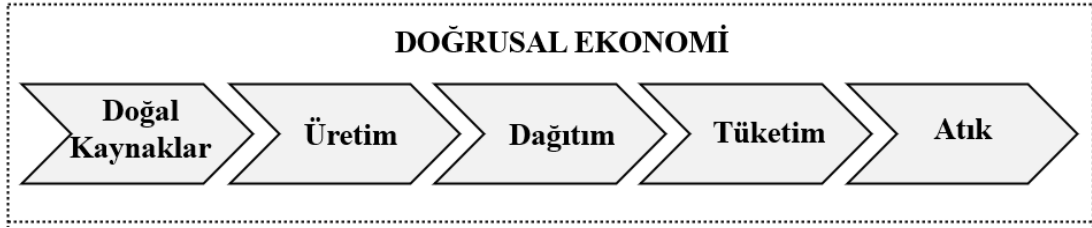
- Kaynakların verimli kullanımı için döngüsel ekonomiye geçişte sürdürülebilir üretimi ve tüketimi desteklemek.
- Hammadde tedariki, üretim, tüketim ve atık yönetimi süreçlerinin uluslararası standartlara uyumu için mevzuat çalışmalarını tamamlamak.
- Tüm atıkların insan sağlığına ve çevreye olan zararlı etkilerinin en aza indirilebilmesi için gerekli önlemlerin alınmasını sağlamak.
- Tüm paydaşlara yönelik eğitim, bilinçlendirme ve kapasite geliştirme faaliyetlerini yaygınlaştırmak.

Tablo 2.1: Sürdürülebilir kalkınma hedefleri [United Nations, 2023].

Logo	Hedef Özellikleri
	Hedef 1-Yoksulluğa Son: Her yerde yoksulluğun her türlüsüne son vermek
	Hedef 2-Açlığa Son: Açlığı sonlandırmak, gıda güvenliğini ve gelişmiş beslenmeyi sağlamak ve sürdürülebilir tarımı teşvik etmek
	Hedef 3-Sağlık ve Kaliteli Yaşam: Her yaştan insanın sağlıklı yaşamasını sağlamak ve refahı teşvik etmek
	Hedef 4-Nitelikli Eğitim: Kapsayıcı ve eşit kaliteli eğitim sağlamak ve herkes için yaşam boyu öğrenme fırsatlarını teşvik etmek
	Hedef 5-Toplumsal Cinsiyet Eşitliği: Kadınların toplumdaki yerinin geliştirilmesini ve cinsiyet eşitliğini sağlamak
	Hedef 6-Temiz Su ve Sanitasyon: Herkes için su ve sanitasyonun bulunabilirliğini ve sürdürülebilir yönetimini sağlamak
	Hedef 7-Erişilebilir ve Temiz Enerji: Herkes için uygun fiyatlı, güvenilir, sürdürülebilir ve modern enerjiye erişimi garanti altına almak
	Hedef 8-İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme: Herkes için sürdürülebilir, kapsayıcı ve sürdürülebilir ekonomik büyümeyi, tam ve üretken istihdamı ve insana yakışır işleri teşvik etmek
	Hedef 9-Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı: Dayanıklı altyapı inşa etmek, kapsayıcı ve sürdürülebilir sanayileşmeyi teşvik etmek ve inovasyonu desteklemek
	Hedef 10-Eşitsizliklerin Azaltılması: Ulusal ve uluslararası eşitsizliklerin azaltılmasını sağlamak
	Hedef 11-Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar: Sürdürülebilir, kapsayıcı, dayanıklı, güvenli şehirler ve topluluklar oluşturmak
	Hedef 12-Sorumlu Üretim ve Tüketim: Üretim ve tüketim faaliyetlerinin sorumlu bir şekilde gerçekleştirilmesinin teşvik etmek
	Hedef 13-İklim Eylemi: İklim değişikliği ve etkileriyle mücadele için acil eylemde bulunmak
	Hedef 14-Sudaki Yaşam: Sürdürülebilir kalkınma için okyanusları, denizleri ve deniz kaynaklarını korumak ve sürdürülebilir şekilde kullanmak
	Hedef 15-Karasal Yaşam: Ormanları sürdürülebilirliğini sağlamak, çölleşmeyle mücadele etmek ve arazi bozulmasını durdurmak ve biyolojik çeşitlilik kaybını durdurmak
	Hedef 16-Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar: Herkes için adalete erişim sağlamak ve her düzeyde etkili, hesap verebilir ve kapsayıcı kurumlar inşa etmek
	Hedef 17-Amaçlar için Ortaklıklar: Sürdürülebilir kalkınma için uygulama araçlarını güçlendirmek ve küresel ortaklığı canlandırmak

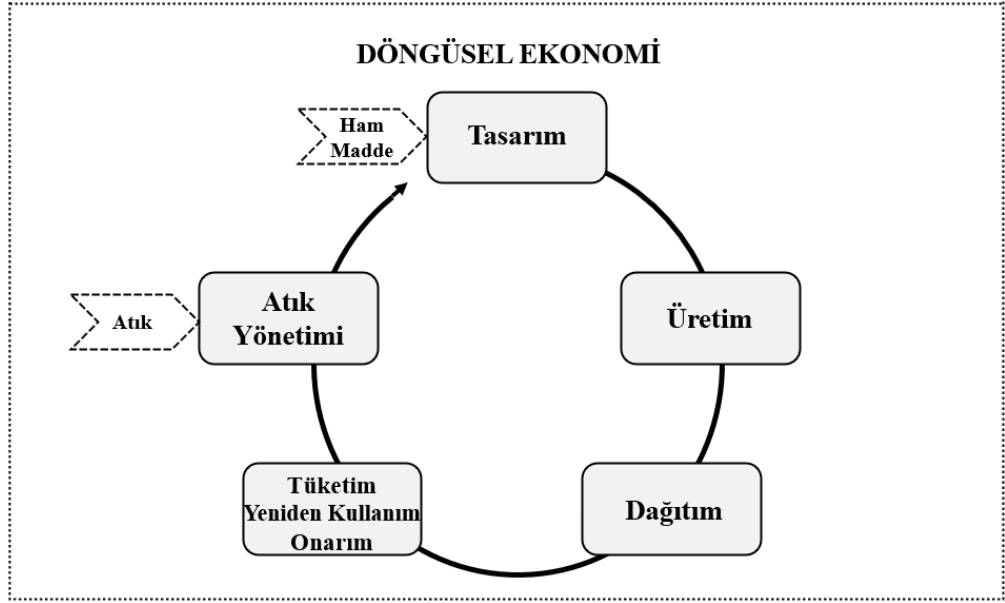
2.2. Yapısal Atık Yönetiminde Döngüsel Ekonomi

Sanayileşme ve nüfus artışı ile tüketim hızının ciddi boyutlara ulaşması kaynakların etkin ve verimli kullanımını olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Doğrusal ekonomide kaynaklar sınırsız olarak tüketilmekte olup, bu anlayışta kaynak, ‘al-yap-at’ (take-make-dispose) yaklaşımı ile kullanılmaktadır. Bir ürünü üretmek için çıkarılan malzeme tüketicinin kullanımı sonrasında atılmaktadır [EMF, 2013]. Doğrusal ekonomi lineer bir sistemle işlemektedir ve bu ekonominin temel amacı; üretim sürecinin planlanmasından sonra düşük maliyet ile hızlı satış ve yüksek kar elde etmektir [Önder, 2018a]. Doğrusal üretim modeli kaynak kayıplarına ile atık miktarının da artmasına neden olmaktadır [EMF, 2013]. Kaynak tüketimi üzerine kurulan bu sisteme göre atık oluşumu başlıca çevresel bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Doğrusal ekonomi yaklaşımı gösterilmiştir Şekil 2.2.



Şekil 2.2: Doğrusal ekonomi yaklaşımı [EMF, 2013].

Sürdürülebilir kalkınma yaklaşımı ile atık oluşumundan kaynaklı çevre sorunlarını ortadan kaldırma fikri doğrusal ekonomiden döngüsel ekonomiye geçiş olarak görülmektedir. Bu bağlamda, döngüsel ekonomi kavramı geri dönüşümü destekleyen, hammadde ihtiyacını azaltan ve çevreyi atık deposu anlayışından kurtaran bir model olarak doğrusal ekonominin yerini almıştır [EMF, 2013]. ‘Sürdürülebilir Kalkınma’ kavramı, doğrusal ve döngüsel ekonomi perspektifinden farklılık göstermektedir. Doğrusal ekonomide sürdürülebilir kalkınma; atık azaltma, geri dönüşüm ve kirliliğin azaltılması gibi yaklaşımlar olarak vurgulanırken; döngüsel ekonomide ise, mevcut durum iyileştirilmesi değil; atık kavramını yok sayarak kapalı kaynak döngüsü içerisinde yeniden düşünülmesi gereken bir yaklaşım olduğunu varsaymaktadır [Dokter, 2021]. Döngüsel ekonomi yaklaşımı gösterilmiştir Şekil 2.3.



Şekil 2.3: Döngüsel ekonomi yaklaşımı [EMF, 2013].

AB belgesi döngüsel ekonomiyi, yaşam döngüleri boyunca ürünlerin, malzemelerin ve kaynakların değerini koruyan ve üretilen atıkların da en aza indirildiği bir ekonomi olarak tanımlamaktadır. Avrupa Komisyonu tarafından 2015 yılında yayımlanan AB Döngüsel Ekonomi Eylem Planı'nın amaçları [EC, 2015]:

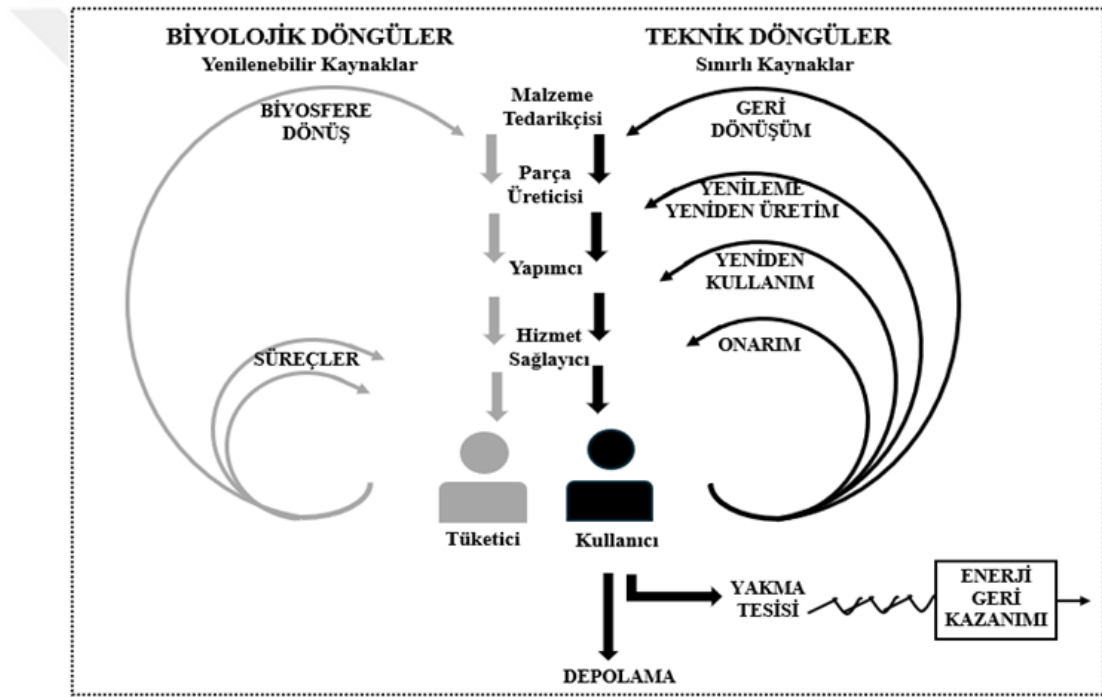
- AB'de sürdürülebilir ürün formunun geliştirilmesi,
- Tüketicilerin ve kamu alıcılarının güçlendirilmesi,
- Döngüsel potansiyelin yüksek olduğu sektörlere (elektronik, bilişim, piller-taşıtlar, ambalaj, plastik, tekstil, inşaat-binalar, gıda, su ve besin maddeleri) odaklanması,
- Atıkların azaltılması,
- Döngüsellik, insanlar, şehirler ve bölgeler için etkin bir sistem haline getirilmesi,
- Döngüsel ekonomi alanında küresel çabalara öncülük edilmesidir.

Döngüsel Ekonomi Eylem Planı, ekonomik aktörler, tüketiciler, vatandaşlar ve sivil toplum kuruluşları ile iş birliği içinde hazırlanarak, daha temiz ve rekabetçi bir Avrupa için uzun vadeli bir gündem sunmaktadır [EC, 2020].

2.2.1. Döngüsel Ekonomi Stratejisi

Döngüsel ekonomi kavramının yaygınlaşması ve farklı alanlarda yer almasına Ellen MacArthur Vakfı tarafından yapılan çalışmalar katkı sağlamıştır. Döngüsel ekonomi modelinde tüketilen ürünler farklı çevrelerde içeri alınarak tekrar bir döngüde

kullanılmaktadır. Bu sebepten dolayı, döngüsel ekonomide sürekli bir malzeme akışı vardır. ‘Kelebek’ diyagramı döngüsel ekonominin biyolojik ve teknik yönlerden nasıl işlediğini göstermektedir [EMF, 2013]. Biyolojik döngüde, kullanım sonrası oluşan atıklar ve biyolojik olarak parçalanabilen materyaller, kompostlama ve anaerobik çürütme gibi yöntemlerle güvenli bir şekilde doğaya geri kazandırılabilir. Teknik döngüde, ürünler, bileşenler ve malzemeler israfı en aza indirecek şekilde tasarlanır ve değerlerini korumak için sürekli bir döngüye dahil olur. Teknik döngü, sonlu malzeme stoklarının yönetimini göstermektedir. Teknik döngüde, ürünler tekrar kullanılır, onarılır, yeniden üretilir ve geri dönüştürülür [EMF, 2022a]. Kelebek diyagramı şematik olarak gösterilmiştir Şekil 2.4.



Şekil 2.4: Kelebek diyagramı [EMF, 2013’ten uyarlanmıştır].

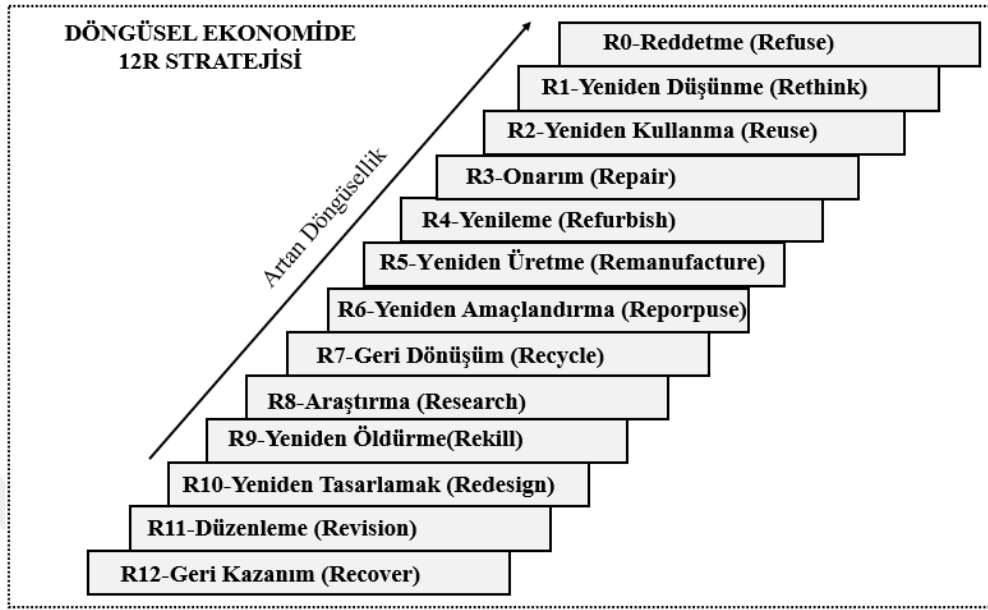
Döngüsel ekonomi stratejileri R çerçevesi üzerinden değerlendirilmektedir. Öncelikli olarak 3R’den başlamaktadır. 3R (Reduce-Reuse-Recycle); azaltma, yeniden kullanma ve geri dönüşümü ifade etmektedir. Birinci R ‘azaltma’ hem üretim hem tüketim süreçlerinde eko-verimliliği temsil etmektedir. Daha az enerji ve daha az kaynak kullanımı ile çıkan atıkların azaltılmasıdır [Güngör ve Felekoğlu, 2018]. İkinci R ‘yeniden kullanım’ ürünlerin yaşam döngüsünü uzatarak, atıkların tamir edilmesi, yenilenmesi veya yeniden üretilmesi yoluyla diğer ürünlerin üretiminde tamamen veya kısmen kullanılmasıdır. Üçüncü R ‘geri dönüşüm’ atık malzemelerin

farklı amaçlar ile yeniden işlenmesi farklı bir ürün olarak kullanılmasını ifade etmektedir [EMF, 2015a; Kadioğlu, 2025]. Araştırmacılar R stratejisi üzerine çalışmalar yapmış ve 3R yerine 4R (Reduce-Reuse-Recycle-Recover), azaltma, yeniden kullanma, geri dönüşümü ve geri kazanım olarak kullanılmıştır [Kirchherr vd., 2017]. Günümüzde döngüsel ekonomi stratejileri 9R hatta 12R olarak değerlendirilmektedir. Potting vd. [2017] çalışmalarında döngüsel ekonomi stratejilerini; reddetme (Refuse/R0), yeniden düşünme (Rethink/R1), azaltma (Reduce/R2), yeniden kullanma (Reuse/R3), onarım (Repair/R4), yenileme (Refurbish/R5), yeniden üretme (Remanufacture/R6), yeniden amaçlandırma (Repurpose/R7), geri dönüşüm (Recycle/R8) ve geri kazanım (recover/R9) olmak üzere sınıflandırmıştır. 9R stratejisine göre [Potting vd., 2017];

- R0-Reddetme (Refuse): İşlevini bırakarak veya aynı işlevi tamamen farklı bir ürünle ikame ederek ürünü gereksiz hale getirmek.
- R1-Yeniden Düşünme (Rethink): Ürünün kullanım oranını yükseltmek.
- R2-Azaltma (Reduce): Daha az doğal kaynak ve malzeme tüketerek ürün kullanımının verimliliğini artırmak.
- R3-Yeniden Kullanma (Reuse): İyi durumda olan ve işlevini yerine getiren atılmış ürünün başka kullanıcı tarafından yeniden kullanılması.
- R4-Onarım (Repair): Arızalanan ürünün orijinal fonksiyonuyla kullanılabilmesi için bakım ve onarım işlemleri
- R5-Yenileme (Refurbish): Eski bir ürünü yenileyerek güncellemek.
- R6-Yeniden Üretme (Remanufacture): Atılan ürünün parçalarını aynı işleve sahip yeni bir üründe kullanmak.
- R7-Yeniden Amaçlandırma (Repurpose): Bir başka amaç doğrultusunda, atılan ürünü farklı bir işlev taşıyan yeni bir ürüne dönüştürmek.
- R8-Geri Dönüşüm (Recycle): Malzemeleri, benzer veya daha düşük kaliteyi sağlamak için işlemek.
- R9-Geri Kazanım (Recover): Malzeme atıklarından enerjilerini geri kazanmak.

Son yapılan çalışmalarda 9R stratejisi yerine 12R (Refuse, Rethink, Reuse, Repair, Refurbish, Remanufacture, Repurpose, Recycle, Research, Re-kill, Re-design, Revision, Recover) stratejisine yönelik değerlendirmeler yapılmaktadır. Bu stratejiler, döngüsel ekonomi sisteminin anlaşılmasını ve bir ürünün veya yapının döngüsellik

derecesini belirleme açısından önemli bir yere sahiptir. Döngüsel ekonomideki 12R stratejisi gösterilmiştir **Şekil 2.5**.



Şekil 2.5: Döngüsel ekonomide 12R stratejisi [Khajuria, 2021].

Döngüsel bir ekonomiyi uygulamak için Ellen MacArthur Vakfı tarafından önerilen ReSOLVE çerçevesi, işletmelere ve ülkelere döngüsel stratejiler oluşturmada yardımcı olmayı amaçlamaktadır. ReSOLVE çerçevesi; yeniden oluştur, paylaş, iyileştir, döngü oluştur, sanallaştır ve değişim sağla olmak üzere 6 farklı eylem üzerine oluşturulmuştur [EMF, 2015a]. ReSOLVE çerçevesi gösterilmiştir **Tablo 2.2**.

Tablo 2.2: ReSOLVE çerçevesi [EMF, 2015a].

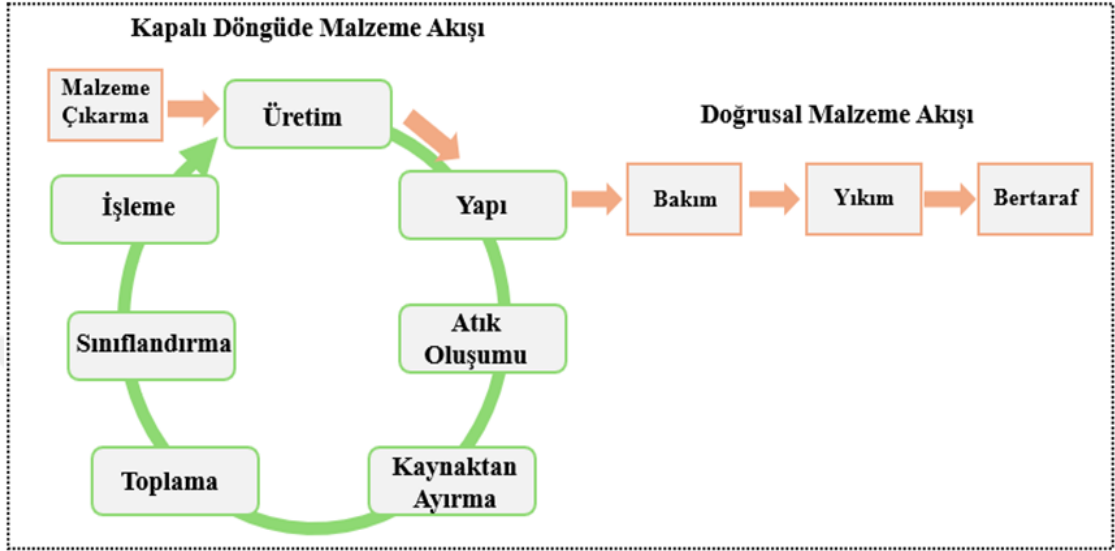
Döngüsel Ekonomi ReSOLVE Çerçevesi		
Yeniden Oluştur (Regenerate)	Doğal sermayeyi yeniden oluşturma ve eski haline getirme	Yenilenebilir enerji Arazi yenileme Kaynakların geri kazanımı ve yenilenebilir enerji üretim sistemi
Paylaş (Share)	Ürün kullanımının en üst düzeyde olması	Konut/ Otopark /Cihaz/alet paylaşımı Ortak konut Ofis paylaşımı ve esnek oturma
İyileştir (Optimise)	Sistem performansını iyileştirme	Endüstriyel işlemler Akıllı kentsel tasarım Enerji verimliliği Pasif tasarım
Döngü Oluştur (Loop)	Bileşen ve malzemeleri kapalı döngüde tutma	Dayanıklılık ve modülerlik Yeniden üretim Parça parça yıkım Malzeme bankaları ve stok yönetimi Geri dönüşüm
Sanallaştır (Virtualise)	Sanal programlar	Uzaktan çalışma Ürünlerin veya süreçlerin sanallaştırılması Akıllı evler, büyük veri ve bağlantılı cihazlar
Değişim Sağla (Exchange)	Kaynak girişi	Daha iyi performans gösteren malzemeler Daha iyi performans gösteren teknolojiler

2.2.2. Döngüsel Ekonomi ve Yapısal Atık İlişkisi

Döngüsel ekonomide ‘atık’ tasarlanarak ortadan kaldırılır. Bu yaklaşımda, atık çöpe atılan bir ürün olarak değil, yeniden işleme alınan bir ürün olarak değerlendirilmekte olup, tasarıma dahil edilmektedir [EMF, 2015b]. Döngüsel ekonomi atık ve kaynak yönetimi etrafında ortaya çıkan bir çerçeve olarak görülmektedir [Blomsma ve Brennan, 2017].

Döngüsel bir ekonomide, ürünler yeniden kullanım, sökme ve yenileme veya geri dönüşüm kolaylığı için tasarlanır ve ekonomik büyümenin temeli, kaynakların çıkarılmasından ziyade, kullanım ömrü sona eren ürünlerden geri kazanılan büyük miktardaki malzemenin yeniden kullanılmasıdır [EMF, 2013]. Malzeme akışının kapalı bir döngüde olmasını sağlamak yapısal atık yönetiminde döngüsel ekonomiye geçişte temel unsurlardan biridir [Bao ve Lu, 2020]. Kapalı döngü ilkesi, malzemenin

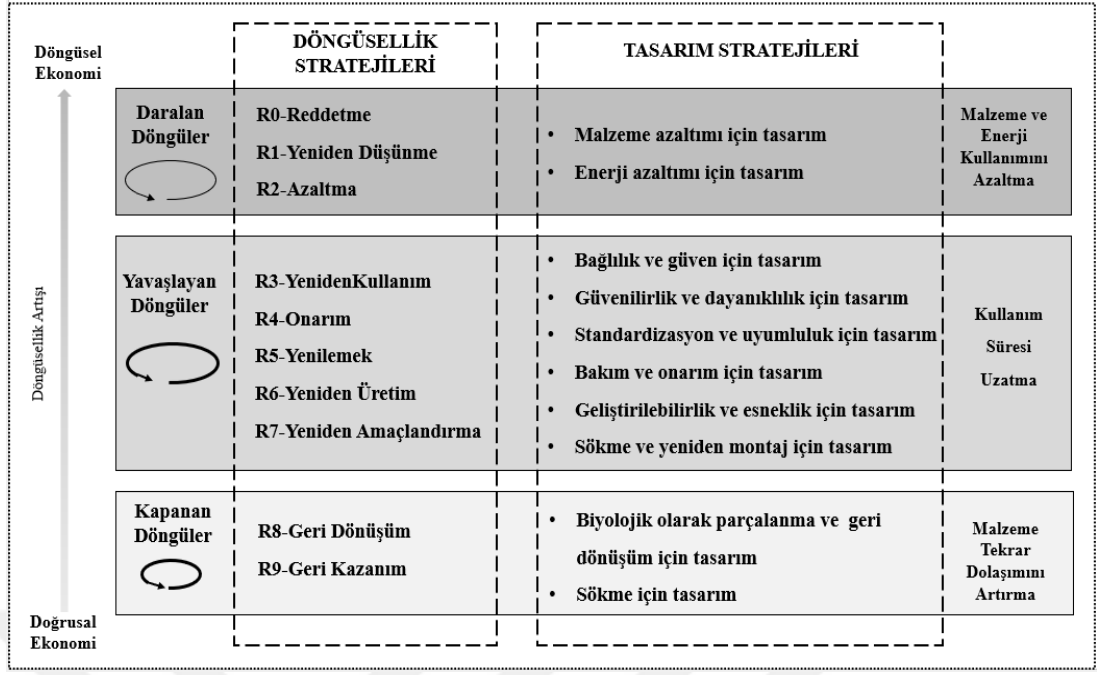
kalite ve kütle kaybı olmadan doğal geri kazanım yoluyla sonsuza kadar yeniden işlenebilme yeteneğini içermektedir. Bu yaklaşım yapı sektöründe mevcut uygulamaların iyileştirilmesini hedeflemektedir. [Brennana vd., 2014]. Doğrusal ve döngüsel malzeme akışı gösterilmiştir **Şekil 2.6**.



Şekil 2.6: Doğrusal ve döngüsel malzeme akışı [Brennana vd., 2014].

Döngüsel malzeme akışı, kaynakların sürdürülebilir şekilde yenilenmesi olarak değerlendirilmektedir. Süreç sonunda atık oluşumunun en az seviyede indirilebilmesi için bu yaklaşımın, tasarım sürecinin başında dikkate alınması gerekmektedir. Döngüsel ekonomi tasarım odaklı üç ilkeye dayanmaktadır. Bu ilkeler; ürünleri ve malzemeleri yüksek değerde dolaştırma, doğayı yenileme ile atıkları ve kirlilikleri ortadan kaldırma olarak sıralanabilir [EMF, 2022b]

Döngüsel ekonomide malzeme akışı için üç farklı döngü vardır. Enerji tüketimi ve malzeme kullanımını azaltmak için daralan döngü, kullanım süresini uzatmak için yavaşlayan döngü ve malzemenin tekrar dolaşımını sağlamak için kapanan döngüdür. Döngüsellik stratejileriyle malzeme döngüleri arasındaki ilişkiyi açıklayan tasarım stratejileri gösterilmiştir **Şekil 2.7**.



Şekil 2.7: Döngüsellik ve tasarım stratejileri [Potting vd., 2017; Dokter, 2021].

Döngüsel ekonomi stratejilerinin atık yönetimi hiyerarşisi ile benzer özellikler taşıması yapısal atıkların kontrol edilebileceği sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Doğal kaynak kullanımını minimum seviyeye indirerek atıkların ürüne dönüşmesine olanak sağlayan bu yaklaşım doğrultusunda malzeme kayıplarının en az seviyede olmasına yardımcı olacaktır. Döngüsel ekonomiye göre malzeme akışları dört ilkeye dayanmaktadır [Önder, 2018b]:

- Yeniden kullanılabilen veya geri dönüştürülmüş kaynakları kullanma
- Ürünü kullandıktan sonra bileşenlerini tekrar kullanmak veya malzemeleri geri dönüştürmek
- Ürünleri daha uzun süre kullanmak
- Ürünleri daha yoğun kullanmak

Avrupa Komisyonu'nun 'Bina Tasarımında Döngüsel Ekonomi İlkeleri' belgesinde yapı sektörüne binaları döngüsel ekonomi bağlamında tasarlama önerisi yaklaşımı sunulmuştur. Belge, binaların çevresel etkilerini ve yaşam döngüsü maliyetlerini azaltmaya yardımcı olarak dayanıklılık, uyarlanabilirlik ve atıkları azaltarak atık yönetimini kolaylaştırmayı amaçlamaktadır [EC, 2020b].

Ellen MacArthur Vakfı, yapılı çevreyi daha sürdürülebilir hale getirebilmek amacı ile Döngüsel Binalar Rehberi oluşturmuştur [EMF, 2022b]. Bu rehberde, döngüsel

stratejiler ve bu stratejilerin faydaları ile karşılaşılan zorluklar kapsamlı bir biçimde ele alınmış ve gösterilmiştir **Tablo 2.3** [Web 10, 2022].

Tablo 2.3: Döngüsel binalar rehberi [Web 10, 2022].

Stratejiler		Faydalar	Zorluklar
İnşa Etmemek	Gereksiz yeni inşaat yapmamak	-Karbon emisyonlarını azaltmak -Yıkım çalışmalarından kaynaklanan atıkları azaltmak -Yeni kaynakların çıkarılmasını en aza indirmek -Mevcut işlenmiş malzemelere değer atamak, aksi takdirde tek kullanımlık ürünler için yeni bir pazar yaratmak -Miras binaların korunması -Potansiyel olarak daha düşük maliyet yoğunluğu	-Uygulanabilir teknik düzenlemelere uyumun sağlanması -Mevcut varlıkla ilgili bilgilerin bulunabilirliği ve kalitesi (önemli ve teknik performans) -Mevcut varlıkların mimari kalitesi (modası geçmiş estetik) -Tasarım fırsatlarını kısıtlayan katı miras gereksinimleri -Ana yapısal elemanların kalan ömrünün doğrulanması
Uzun Süre Kullanım	Bina kullanımını arttırmak	-Karbon emisyonlarını azaltmak -Yıkım çalışmalarından kaynaklanan atıkları azaltmak -Yeni kaynakların çıkarılmasını en aza indirilmesi -Daha yüksek alan kullanımından dolayı kullanıcılar ve ev sahipleri için potansiyel maliyet tasarrufları	- İnşaat sektöründeki tereddüt. -Çoklu kullanım programlarının kabulü -Geleneksel tek kullanımlık sisteme eklenecek ve kısmen yerini almayacak bir alan paylaşım pazarının yaratılmasından kaynaklanan geri bildirim etkileri - Birden fazla kullanıma uyum sağlamak için artan teknik gereksinimler -Güvenlik ve gizlilik sorunlarından kaynaklanan tereddüt

Tablo 2.3 Devam: Döngüsel binalar rehberi [Web 10, 2022].

Stratejiler		Faydalar	Zorluklar
Uzun Süre Kullanım	Uzun ömürlü tasarım	-Uzun vadede karbon emisyonlarını azaltmak -Uzun vadede malzeme çıkarımını azaltmak -Gelecekteki kiracıların ihtiyaçlarına göre uyarlamalarını sağlamak -Bina bileşenlerinin gelecekte yeniden kullanılmasını sağlamak -Bina yaşam döngüsünün tamamı boyunca maliyetleri azaltmak	-İlk kullanım için daha yüksek malzeme miktarları gerektirmesine neden olabilir, ancak toplam kullanım ömrü boyunca faydalıdır. - İlk kullanımda daha yüksek çevresel etkilere neden olabilir, ancak toplam kullanım ömrü boyunca faydalıdır.
	Uyarlanabilirlik için tasarım	-Uzun vadede karbon emisyonlarını azaltmak -Uzun vadede malzeme çıkarımını azaltmak -Gelecekteki kiracıların ihtiyaçlarına göre uyarlamalarını sağlamak -Hizmet ömrü boyunca bir ürünün değerini korumak	
	Sökme için tasarım	-Uzun vadede karbon emisyonlarını azaltmak -Uzun vadede malzeme çıkarımını azaltmak -Bina bileşenlerinin gelecekte yeniden kullanılmasını sağlamak -Hizmet ömrü boyunca bir ürünün değerini korumak	
Verimli Kullanım	Gereksiz bileşenleri kullanmamak	- Karbon emisyonlarını azaltmak - Yeni kaynakların çıkarılmasını en aza indirilmesini sağlamak -Metrekare başına azaltılmış ön malzeme maliyetlerini azaltmak -Enerji tüketimi ve işletme karbon emisyonlarını azaltmak - İşletme maliyetlerini azaltmak	- İstenen mimari konsepti daha az ürün/malzeme ile elde etmek - Geleneksel varlıklara kıyasla belirli bileşenlerin sınırlı olması nedeniyle belirli yerlerdeki düşük piyasa değeri - Bina sakinlerinin potansiyel düşük konfor kontrolü
	Malzeme verimliliği arttırmak	- Karbon emisyonlarını azaltmak - Yeni kaynakların çıkarılmasını en aza indirmek -Metrekare başına ilk malzeme maliyetlerini azaltmak	- Mimari olarak aşırı yüksek bina kavramından uzaklaşmak -Gelişmiş dijital tasarım araçlarının yavaş benimsenmesi -Yeni inşaat/bina teknolojilerinin maliyetinin daha yüksek algılanması - Algılanan daha yüksek risk nedeniyle yeni inşaat/bina teknolojilerinin benimsenmesindeki tereddüt

Tablo 2.3 Devam: Döngüsel binalar rehberi [Web 10, 2022].

Stratejiler	Faydalar	Zorluklar
Doğru malzeme ile inşa etmek	İşlenmemiş ve Yenilenemeyen Malzeme Kullanımını Azaltmak	-Teknik düzenlemelere uyumun sağlanması -Mevcut malzemeler/bileşenler hakkında sınırlı bilgi (teknik performansın belirsizliği) - Karmaşık tedarik süreci -İnşaat sektöründe yeniden kullanılan ürünler için pazar yerlerinin bulunması - (Sorumlu bir şekilde tedarik edilen) biyobazlı malzemelerle ilişkili potansiyel olarak daha yüksek sermaye maliyeti
	Karbon Yoğunluğu Olan Malzemelerin Kullanımını Azaltmak	-Bazı düşük karbonlu malzemelerle ilişkili potansiyel yüksek sermaye maliyeti -Azaltılmış ürün seçenekleri -Erken tasarım aşamalarında düşük somutlaşmış karbon hedeflerinin dikkate alınması -Tedarik zincirinde bilginin kalitesi ve kullanılabilirliği
	Kirletici Malzemeleri Tasarlamak	- Temiz malzemelerle ilişkili potansiyel daha yüksek sermaye maliyeti -Azalan ürün seçenekleri -Erken tasarım aşamalarında temiz malzeme hedeflerinin dikkate alınması -Tedarik zincirindeki bilgilerin kalitesi ve kullanılabilirliği
	Doğa için Tasarım	- Uzmanlık gerektiren çözümler için ön maliyetler ve karmaşıklık -Yenilikçi malzemeler ve tasarımlar için politikaların ve pazar hazırlığının yetersizliği - Bakım ve yönetimin, geleneksel yaklaşımlara göre daha fazla olması - İlgili yatırımların geleneksel bir maliyet-fayda analizinin zorluğu

2.3. Belgeleme Sistemleri ve Bina Kimlik Sistemi (BKS)

Yapı sektörü faaliyetlerinin yürütülmesi sırasında, ilgili mevzuat ve yasal düzenlemelere uygunluk sağlamak ve yapılan işlemleri kayıt altına alabilmek için çeşitli belgeleme çalışmaları yapılmaktadır. Belgeleme, ilgili kurum ve kuruluşlara yapılacak işlemler için yasal bir kayıt işlemi olarak nitelendirilebilir. Tez çalışması kapsamında yapı sektöründe yapılara, yapı malzemelerine veya yapısal atıklara yönelik veri sağlamak amacı ile belgelemeye yönelik çalışmalar araştırılmıştır. Bu kapsamda; Avrupa ülkelerinde yaygın bir şekilde tercih edilen ve belge niteliği taşıyan malzeme pasaportları, bina pasaportları ile Türkiye’de son yıllarda kullanılan bina kimlik sertifikası hakkında bilgi verilmiştir.

2.3.1. Malzeme ve Bina Pasaportları

Binaların sürdürülebilirliğini artırmak, yaşam döngüsü sonunda kullanılan yapı malzemelerinin atığa dönüşmesini önlemek ve döngüsel ekonomiye katkı sağlamak amacıyla bir belgeleme yöntemi olarak ‘Pasaport’ kavramı ön plana çıkmıştır. Yapı sektöründe kaynak yönetimini desteklemek için malzeme pasaportu, bina pasaportu gibi belgeleme araçları geliştirilmiştir.

Literatürde ürün pasaportu, kaynak pasaportu, geri dönüşüm pasaportu, beşikten beşiğe pasaport ve bina yenileme pasaportu gibi çeşitli kavramlar kullanılmış olsa bile bu belgelerin çoğu genel olarak ‘Malzeme Pasaportu’ olarak tanımlanmaktadır [van Capelleveen vd., 2023]. Malzeme pasaportlarına yönelik sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonomi çerçevesinde çok yönlü araştırmalar yapılmaktadır. İlk olarak, 2012 yılında uygulanan malzeme pasaportu, bir binadaki her malzemenin miktarı ve kalitesini kaydederek ‘tanımlanamayan atık’ haline dönüşmesini önlemesi ön görülmüştür [Mao vd., 2025]. Avrupa Birliği tarafından finanse edilen Malzeme Bankaları olarak Binalar (Buildings As Material Banks-BAMB) projesi, yapı malzemelerinin ve sistemlerinin değerini ve işlevselliğini korumak amacı ile döngüsel çözümler oluşturmak için Malzeme Pasaportunu hazırlamıştır. BAMB’ye göre malzeme pasaportları, ürünlerdeki malzeme özelliklerini açıklayan ve onlara geri kazanım veya yeniden kullanım için değer veren elektronik bir veri setidir. BAMB atığı azaltma ve verimli kaynak kullanımı ile döngüsel çözümler üretmeyi hedeflemektedir [BAMB, 2020].

BAMB'ye göre malzeme pasaportlarının amacı **[BAMB, 2020]**:

- Malzemelerin, ürünlerin ve bileşenlerin değerini artırmak
- Tedarikçilerin sağlıklı, sürdürülebilir ve döngüsel malzemeler üretmelerini teşvik etmek
- Geri dönüşümlü bina tasarımı projelerine malzeme desteği sağlamak
- Paydaşların sürdürülebilir ve döngüsel yapı malzemelerini seçmesini kolaylaştırmak
- Tersine lojistik için ürünlerin, malzemelerin geri alınmasını sağlamak

Madaster, Concular ve Platform CB'23 gibi platformlarda malzeme pasaportuna yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Madaster, başlangıçta Hollanda'da kurulmuş olup, İsveç, Almanya, Norveç gibi AB ülkelerinde faaliyet gösteren, yapı sektöründe döngüsel ekonomi yaklaşımını benimseyen ve yapılarda kullanılan yapı malzemelerinin dijital ortamda kaydedilmesini sağlayan bir platformdur **[Madaster, 2022]**. Bu platform yapılı çevredeki malzemelerin dijital kütüphanesi olarak nitelendirilmektedir. Malzeme pasaportu ile binalarda kullanılan bileşen, ürün, malzeme ve sistemlerin tanımlanması ve belgelenmesi, aynı zamanda yapının güvenliği ve yaşam döngüsü hakkında kullanıcılara kapsamlı bilgiler verebilir **[Munaro vd., 2021]**. Malzeme pasaportu; fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellik bilgilerine ek olarak kalite, güvenlik, sürdürülebilirlik, kullanım ve çalışma, demontaj, yeniden kullanım potansiyeli ve malzemelerin izlenebilirliği ile ilgili bilgileri içermesi gereklidir **[Heinrich ve Lang, 2019; Honic vd., 2019]**. Kentsel alanlarda mevcut yapı stoğunun korunması ve birincil kaynak tüketiminin azaltılması amacıyla, malzeme pasaportlarında yıkım, geri dönüşüm ve çevre puanları gibi sürdürülebilirlik değerlendirme araçlarının olması, binaların çevresel etkilerinin daha etkin bir şekilde izlenmesine olanak sağlayabilir **[Atta vd., 2021; Honic vd., 2021]**.

Avrupa Komisyonu'nun 2020 yılında yayımladığı Bina Tasarımında Döngüsel Ekonomi İlkeleri (Circular Economy Principles For Buildings Design) raporunda bina tasarımı için döngüsel ekonomi ilkeleri doğrultusunda dayanıklılığın ve uyarlanabilirliğin geliştirilmesine yönelik teşviklerin olması ve binalar için dijital kayıt sistemlerinin oluşturulması gerekliliği vurgulanmıştır **[EC, 2020b]**. BM Çevre Programı'nın yayımlamış olduğu Bina Pasaportu Uygulama Rehberi'nde (The Building Passport: A Tool for Capturing and Managing Whole Life Data and Information in Construction and Real Estate) dijital bina kayıt belgesi olarak bina

pasaportu tanımlaması yapılmıştır. Bina Pasaportu (Dijital Bina Kayıt Belgesi), yaşam döngüsü aşamaları boyunca bina verilerinin ve bilgilerinin kaydedilmesini, bağlanmasını, aktarılmasını ve paylaşılmasını kolaylaştırarak, bina sahiplerini ve hizmet sağlayıcılarını binanın kullanımı ve yönetimini destekleyen bilgi merkezidir. Binanın performans verilerini kayıt altına alan canlı bir belgedir. 3 çeşit bina pasaportu vardır [UNEP, 2021]:

- 1.Bina Pasaportu 1.0 (dijital olmayan / basılı kopya): Bina ruhsatları, bakım ve güçlendirme kayıtları, enerji performans sertifikaları, sürdürülebilirlik değerlendirme sonuçları vb. gibi binayla ilgili belgelerin bulunduğu basılı bir şablon şeklindedir.
- 2.Bina Pasaportu 1.1 (karma basılı kopya / dijital): Statik verilerin (yani planlama ve tasarım aşamasıyla ilgili bilgiler) başlangıçta basılı kopya biçiminde olduğu ve daha sonraki süreçte dijital verilere dönüştüğü şekildir.
- 3.Bina Pasaportu 2.0 (dijital): Sınırsız veri erişimi, girdi ve çıktısı ve veri dışı aktarımı kapasitesiyle tüm yaşam döngüsünü yansıtmaya potansiyeline sahiptir. Bir dijital pasaport, çeşitli paydaşlar ve önceki sahipler tarafından yapılan müdahalelerin tarihi bir kaydını tutarak, verilerin amaçlarına ve zaman içindeki herhangi bir değişikliğe uygun olarak izlenmesine olanak sağlar.

Bina Pasaportunu oluştururken mevcut verilerin potansiyel kaynakları olarak tasarım bilgileri, enerji kimlik belgesi, sürdürülebilirlik sertifikası, bina bilgi modellemesi, malzeme listesi ve yaşam döngüsü değerlendirmesi (LCA- Life Cycle Assessment) sonuçlarından yararlanılabilir. Ayrıca, bina pasaportunda yer alan bilgiler, ihtiyaç duyulduğunda kolayca erişilebilmesi için; konum ve arsa, yönetim, malzemeler-sistemler, teknik özellikler, kullanım ve çalıştırma, finansal-sosyal-çevresel performans gibi kategorilere de ayrılabilir [UNEP, 2021].

Malzeme pasaportları ve bina pasaportları, dijital ortamda kullanılan uygulamalar açısından benzer özelliklere sahip olsa da kapsam bakımından birbirlerinden farklılıklar göstermektedir. Malzeme pasaportları; ürüne ait veriler ile bir binanın hammadde çıkarılmasından üretim, kullanım, bakım, geri dönüşüm ve bertaraf gibi tüm yaşam döngüsü bilgilerini içermektedir. Bina pasaportları proje detayları ve süreç aşamalarına yönelik bilgiler içermektedir [Çetin vd., 2023; Markou vd., 2025]. Malzeme ve bina pasaportlarının içerik farklılıkları gösterilmiştir **Tablo 2.4**.

Tablo 2.4: Malzeme ve bina pasaportları içerikleri [Çetin vd., 2023].

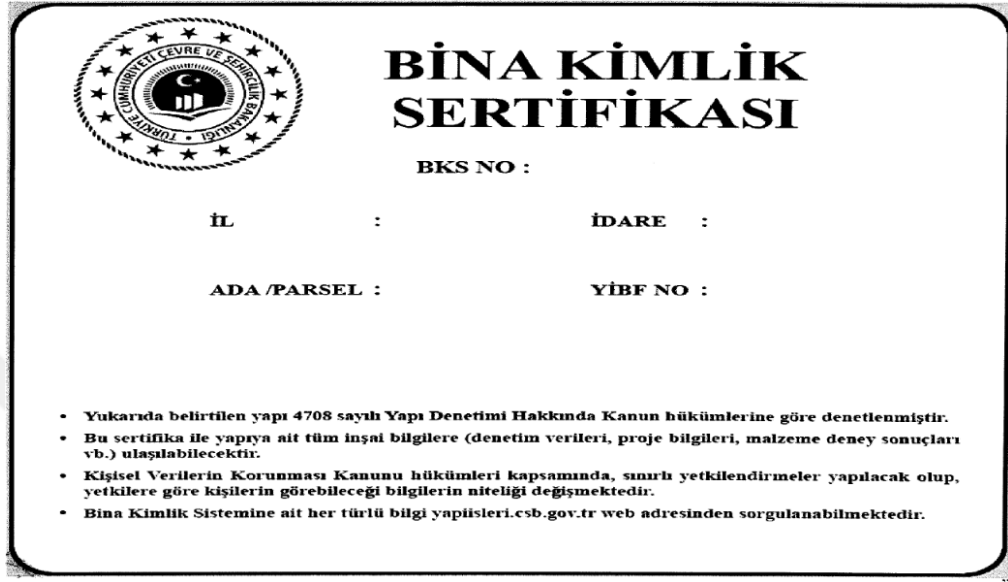
Kapsam	Dijital Ürün Pasaportları	Malzeme Pasaportları	Dijital Bina Pasaportları
Ölçek	Ürün	Alan, Element Ürün, Malzeme, Hammadde	Bina
İşletme	Sektörler Arası	Yapılı Çevre	Yapılı Çevre
Düzenleme	AB Ekolojik Tasarım Yönergesi	-	AB Genelinde Dijital Bina Defteri İçin Çerçeve

Yapı malzemelerinin verimliliğini artırmak amacıyla geliştirilen malzeme ve bina pasaportlarının veri gereksinimleri ve kullanılabilirlikleri bakımından çeşitli zorlukları bulunmaktadır. Bu araçların içeriklerinde belirli bir standardın bulunmaması, elde edilen verilerin değerlendirilme kapsamı konusunda belirsizlik oluşturmaktadır. Ayrıca, belgeleme konusunda yapının tasarım veya yıkım gibi belirli bir yaşam döngüsü aşamasına odaklanması veri toplama sürecini de sınırlandırmaktadır. BIM, coğrafi bilgi sistemi (CBS) veya RFID gibi farklı yazılım platformlarında tasarlanan malzeme pasaportları, yazılım altyapıları arasındaki uyumsuzluk nedeniyle birbirleriyle entegre edilememektedir. Bu bağlamda, yapı sektöründe belgelemeye yönelik kullanılan bu sistemlerin içerik, yazılım ve gereksinimler açısından farklılıklar göstermesi ile kullanım sürecindeki zorluklar, atık envanteri ile ilgili uygun veri sağlamada sınırlı bilgiye yol açacağı düşünülmektedir.

2.3.2. Bina Kimlik Sistemi ve Özellikleri

Türkiye’de Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’nın Yapı İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yapı denetimli olan binaların teknik ve genel bilgilerine bina sahipleri ve yetkili kişilerin ulaşabilmeleri amacı ile Bina Kimlik Sistemi (BKS) olarak tanımlanan bir uygulama geliştirilmiştir [Web 11, 2024]. Bu kapsamda; 23.06.2021 tarih 31520 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Yapı Denetimi Uygulama Yönetmeliği’nin ‘Yapılara Sertifika Verilmesi’ konu başlıklı 31. maddesine göre; iş bitirme aşamasına gelen yapılar için, yapı denetim kuruluşlarınca temin edilen Bina Kimlik Sertifikasının binanın görünür yerine asılması ve sertifika bedelinin bakanlıkça belirlenmesi hükmü ile BKS uygulaması başlatılmıştır. [ResGaz 1, 2021]. BKS uygulaması, yapılar üzerine entegre edilen QR kod ve elektronik etiket aracılığıyla, bina ile ilgili tüm verilere hızlı ve güvenilir bir biçimde erişim sağlamaktadır. 4708

sayılı Yapı Denetim Hakkında Kanun kapsamında ‘Bitmiş Yapıların Periyodik Olarak Denetimi ve Hizmet Bedeli’ başlığı altında bina kimlik sertifikası alan yapıların, beş yıllık periyotlar halinde yapı denetim kuruluşları tarafından denetleneceği belirtilmiştir [ResGaz 2, 2001]. Bina kimlik sertifikası formu gösterilmiştir Şekil 2.8.



The image shows a sample of a 'Bina Kimlik Sertifikası' (Building Identity Certificate) form. It features the official seal of the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change of the Republic of Turkey on the left. The title 'BİNA KİMLİK SERTİFİKASI' is prominently displayed in the center. Below the title, there are fields for 'BKS NO :', 'İL :', 'İDARE :', 'ADA/PARSEL :', and 'YİBF NO :'. At the bottom, there is a list of four bullet points providing information about the certificate's validity, the data it contains, and how to access the Bina Kimlik Sistemi.

BİNA KİMLİK SERTİFİKASI

BKS NO :

İL : İDARE :

ADA/PARSEL : YİBF NO :

- Yukarıda belirtilen yapı 4708 sayılı Yapı Denetimi Hakkında Kanun hükümlerine göre denetlenmiştir.
- Bu sertifika ile yapıya ait tüm inşai bilgilere (denetim verileri, proje bilgileri, malzeme deney sonuçları vb.) ulaşılabilecektir.
- Kişisel Verilerin Korunması Kanunu hükümleri kapsamında, sınırlı yetkilendirmeler yapılacak olup, yetkilere göre kişilerin görebileceği bilgilerin niteliği değişmektedir.
- Bina Kimlik Sistemine ait her türlü bilgi yapıisleri.esb.gov.tr web adresinden sorgulanabilmektedir.

Şekil 2.8: Bina kimlik sertifikası formu [ResGaz 1, 2021].

Bina Kimlik Sistemi, Türkiye’deki yapı güvenliği ve sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla her yapıya ait verileri dijital ortamda toplayan bir sistemdir. Sistem; yapının kimlik bilgilerini tanımlamak ve takip etmek için yapıların çeşitli özelliklerini kayıt altına almaktadır. Bu kapsamda, her yapıya ait bir kimlik numarası verilmektedir. BKS, yapıların fiziksel konumlarını, adreslerini, yapı bilgilerini, yapının teknik projelerini, zemin bilgileri ile kullanılan malzeme bilgilerini içermektedir. Ayrıca, yapıda mevcut değişimleri kontrol edebilmek için yapının 3D görselleri de sistem içerisinde yer almaktadır [Web 12, 2024]. BKS’nin temel amacı; yapı bilgilerini kayıt altına alarak, kaçak kat, kolon kesme, bodrumu bağımsız bölüm olarak kullanma gibi yönetmelik ve kanunlara uygun olmayan durumların tespitini yaparak yapı güvenliğini sağlamaktır. Teknolojik bir levha olarak binanın üzerinde görünür bir şekilde yerleştirilerek QR ve RFID çipli elektronik etiket ile yapı bilgilerine erişilmektedir. BKS levhası genellikle bina üzerine monte edilerek kullanılmaktadır Şekil 2.9. Deprem, yangın gibi afet durumunda binaya yerleştirilen etiketteki bilgilere RFID okuyucu ile uzak mesafeden ulaşılarak yapı bilgilerine ve yapıda ikamet eden kişi bilgilerine de erişim sağlanabilir [Web 13, 2024]. Bina projelerine de dijital erişim

sağlanması, ruhsattan iskan alma sürecine kadar yapılarda kullanılan malzeme bilgileri hakkında da veri oluşturabilir [Web 14, 2024].



Şekil 2.9: Bina üzerindeki BKS levhası [Web 15, 2024].

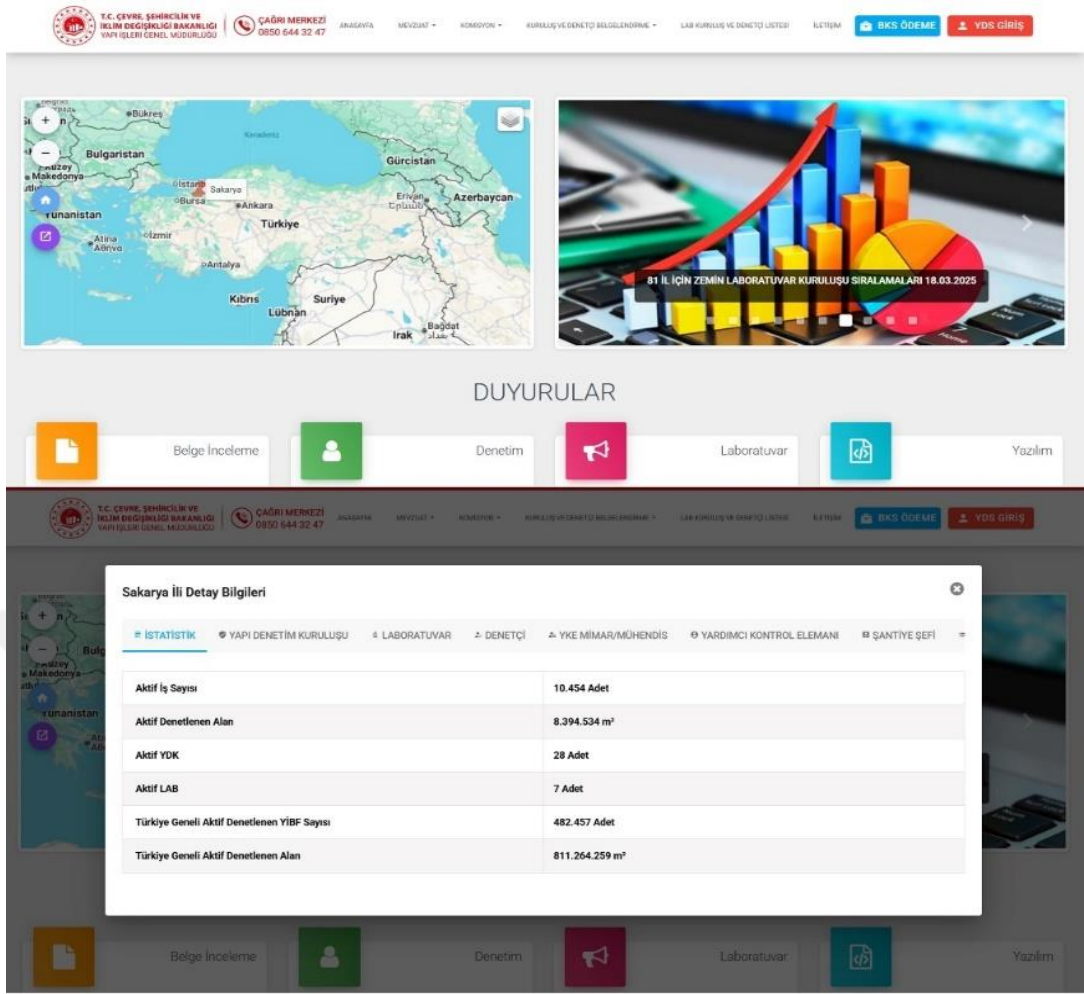
BKS, yapı sektöründe ortaya çıkabilecek olumsuz durumları önleyerek, yapılar için etkin ve güvenilir bir kullanım süreci sağlamayı hedeflemektedir. Bu kapsamda; BKS'nin önleyebileceği olası problemler aşağıda sıralanmıştır [Web 12, 2024]:

- **Güvenlik Riskleri:** Binaların yapısal durumlarının değerlendirilerek, deprem, yangın vb. doğal afetlerde tespit ve önlem işlemlerinin yapılmasını kolaylaştırır.
- **Yasadışı Yapılaşma:** Kanunlara aykırı yapılan işlerin kontrol altına alınması sağlar.
- **Planlama ve Koordinasyon Sorunları:** Arazi kullanımı, kentsel dönüşüm ve altyapı projeleri konusundaki kararlarda etkin olabilir.
- **Mülkiyet Anlaşmazlıkları:** Binaların mülkiyet ve işlem bilgilerine erişim sayesinde anlaşmazlıklar ile ilgili hızlı çözüm sağlayabilir.
- **Vergi Kayıpları:** Binaların güncel ve doğru değerlendirilmesine olanak sağlayarak, vergi kayıplarını azaltılmasına yönelik bir katkı sunabilir.
- **Enerji Verimliliği:** Sürdürülebilirlik ve enerji verimliliği açısından bilgi sağlayabilir.

- Kültürel Mirasın Korunması: Binaların mimari özellikleri, kullanılan malzemeleri ve önemli detayları kayıt altına alarak, yapılarda zamanla meydana gelen değişikliklerin ve onarımların izlenmesine olanak sağlar.

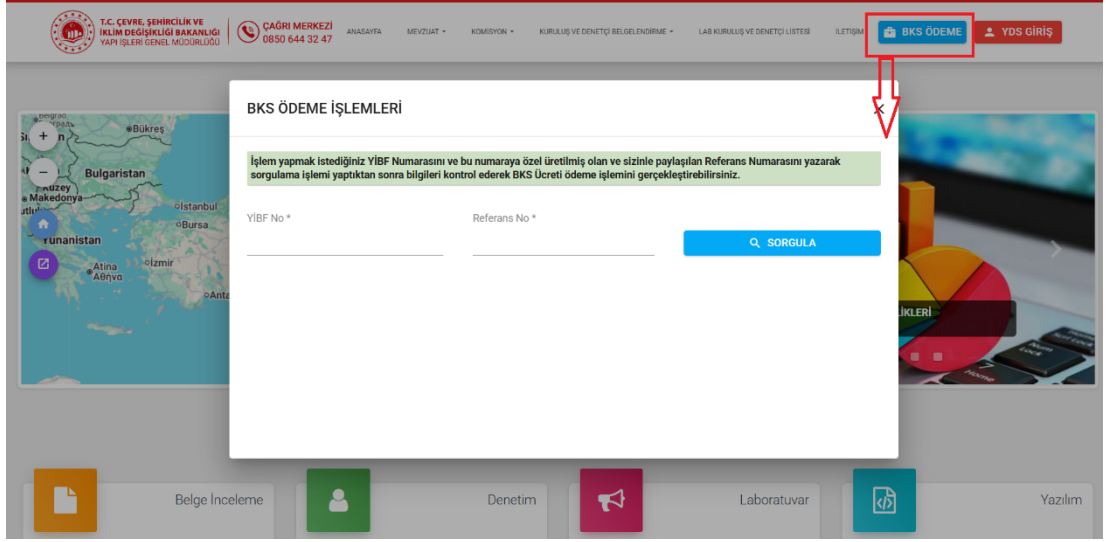
2.3.3. Bina Kimlik Sisteminin Uygulanması

BKS, e-devlet ve Yapı Denetim Sistemi (YDS) ile ortak bir şekilde çalışan bir sistem olarak tasarlanmıştır [Web 16, 2024]. YDS ise, 13.07.2001 tarihli ve 24461 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan 4708 sayılı Yapı Denetim Kanunu  er evesinde Yapı İşleri Genel Müdürlüğü tarafından geliştirilmiş bir sistemdir [ResGaz 2, 2001]. YDS Projesi ile yapı denetimi işinde yer alan yapı denetim kuruluşları, teknik laboratuvarlar, yapıların denetiminden sorumlu personeller ve illerin yapı denetimi ile ilgili bilgilerin takibinin yapılması amaçlanmaktadır. YDS web sayfası üzerinden örnek olarak Sakarya İlinin mevcut bilgileri gösterilmiştir Şekil 2.10. Yapının inşa edilebilmesi için ruhsat belgesi almasından sonra yapı kullanma izin belgesine kadar olan süreç Bakanlık tarafından izlenerek denetlenmekte ve yapıya ait bilgilerin güncel olarak takip edilmesi sağlanmaktadır. Bu işlemlerin yapılabilmesi için ‘Ulusal Yapı Denetim Sistemi Uygulama Yazılımı’ geliştirilmiş olup, ‘Yapıya İlişkin Bilgi Formu (YIBF)’ ile inşa edilmesi planlanan yapıya ait genel bilgiler ve yapı denetim kuruluşuna ilişkin bilgiler işlenerek denetim süreci yürütülmektedir [Toybıyık, 2017].



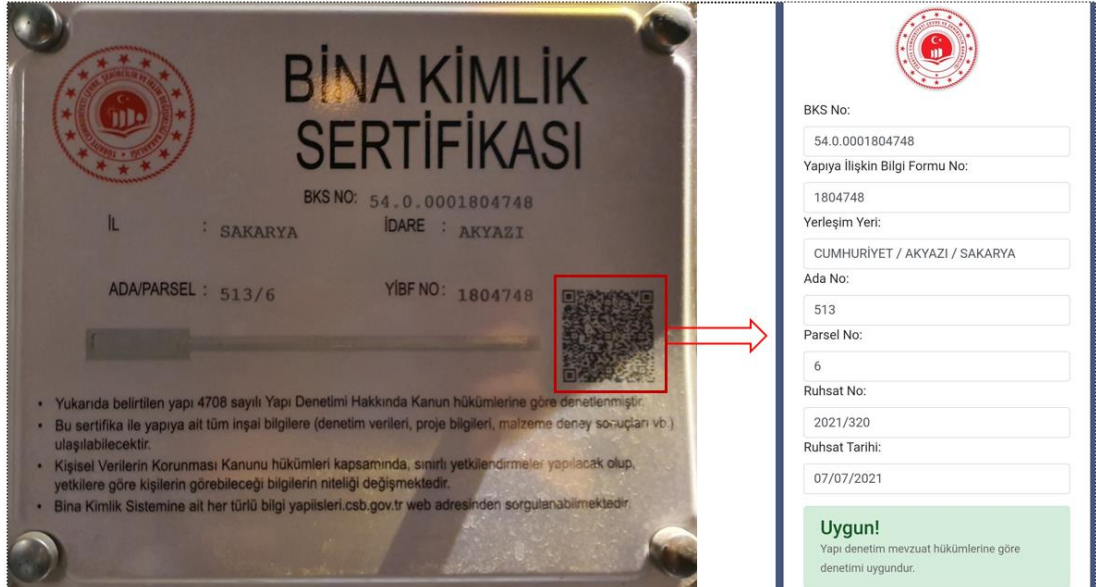
Şekil 2.10: YDS web sayfası üzerinden illere ait bilgiler [Web 17, 2025].

Bir yapının BKS'ye kaydı için yapının ruhsat onayı alındıktan sonra yapım işlerinin tamamlaması gerekmektedir. Yapının yapı denetim firması yetkililerince kontrol edilmesi ve inşaat iş bitirme sürecinin %95 aşamasında olması gerekmektedir. Yapı denetim firması, yapının inşaat sürecinde yapmış olduğu kontroller sonucunda oluşturulan belgeler ile yapıya ait diğer teknik belge ve projeleri toplayarak dijital ortamda YDS'ye yüklemektedir. İlgili belgelerin sisteme yüklenmesinden sonra, BKS ücreti için sistemde referans kodu oluşturulmaktadır. Bakanlık tarafından belirlenen bu ücret, yapı müteahhidi tarafından ödenmektedir. Yapı müteahhidi, YDS uygulaması içerisinde BKS ödeme sekmesine üzerinden referans kodunu girerek ödeme işlemini gerçekleştirmektedir. Bu işlem sırasında, yapının YDS içerisinde yer alan YİBF numarasının da girilmesi gereklidir. BKS ücreti ödeme işlemi gösterilmiştir Şekil 2.11. Ödeme işleminin tamamlanması sonrasında, ilgili idare tarafından BKS onayı resmi olarak gerçekleştirilir.



Şekil 2.11: BKS ücreti ödeme işlemi [Web 17, 2025].

Yapım işlerinin tamamlanması sonrasında, genellikle giriş cephesinde görünür olacak bir yere ilgili Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü yetkilileri tarafından BKS levhası takılmaktadır. Levha üzerindeki QR kodun taratılması ile yapının genel bilgilerine erişim sağlanabilmektedir. Yapı ile ilgili detaylı bilgiler veya belgelere ise yapı sahibi ve yetkili kişiler erişim sağlamaktadır. Mobil cihaz ile BKS kodunun taratılması sonucunda erişilen bilgi sayfasının arayüzü gösterilmiştir **Şekil 2.12**.



Şekil 2.12: BKS QR kodu taraması.

Türkiye'de, yeni inşa edilecek yapılar için kullanımı zorunlu olan Bina Kimlik Sistemi yapıya ait tüm bilgilerin dijital ortamda depolandığı bir uygulama olarak tasarlanmıştır. Bu sistem, yapının ilgili yasal düzenlemelere uygun olarak inşa edildiğini ve gerekli denetimlerin gerçekleştirildiğini belgelemek açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu uygulama, yapı kullanım ömrü boyunca meydana gelebilecek olası değişiklikleri izlemek ve kontrolsüz yapılaşmayı engellemek amacıyla geliştirilmiş olup, yapı üretim süreci faaliyetleri için belirli bir standart oluşturulması hedeflenmektedir. Bu bağlamda, tez çalışması kapsamında geliştirilecek belgeleme modelinin mevcut bir dijital sisteme entegre olması, modelin yapı sektöründe uygulanabilirliğini artıracak ve kullanılabilir bir çözüm sunacağı öngörülmektedir. Aynı zamanda model çerçevesinde tasarlanan yapısal atık belgesinin yapım faaliyetleri sürecinde teknik bir belge olarak işlev görmesi, yapı sektörü paydaşlarının yapısal atık yönetimine katkı sağlamasını ve resmi kurumların atık verileri ile ilgili güncel bilgilere erişimini kolaylaştıracağı düşünülmektedir.

3. YAPISAL ATIK BELGELEME (YAB) MODELİ

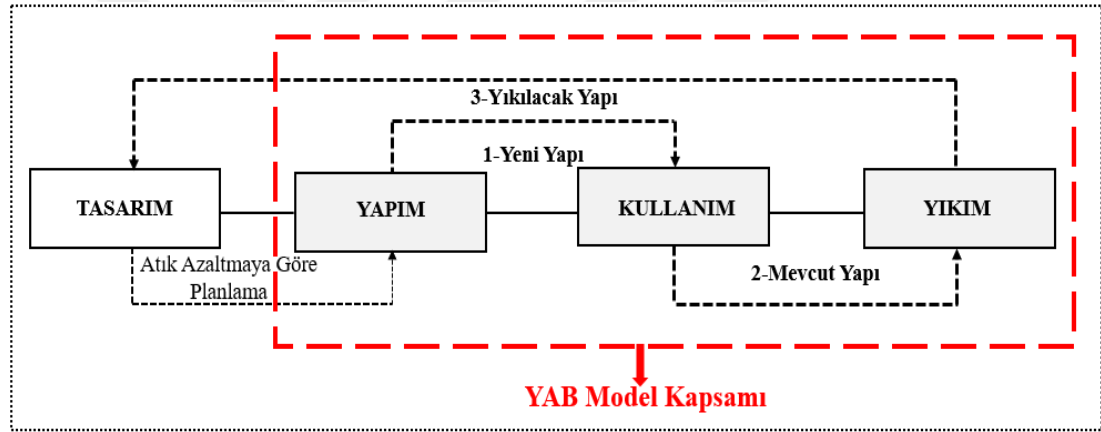
Yapısal atıkların uygun yöntemlerle değerlendirilmesini sağlamak, çevresel ve ekonomik etkilerinin azaltmak için atık bilgisi elde etmek konusu üzerine yoğunlaşılmalıdır. Günümüzde, yapısal atıkların değerlendirilmesi için ulusal ve uluslararası ölçekte çeşitli düzenlemeler yapılmış ve konu kapsamında çalışmalar yapılmaya devam etmektedir. Türkiye’de yapısal atıklar ile ilgili çalışmalarda son yıllarda bir artış olmasına karşın, atık bilgisi sağlamaya yönelik yeterli düzeyde çalışma ve uygulama bulunmamaktadır. Yapısal atık verilerine erişim sağlamak için, belirli standartların olmaması, denetim yetersizliği gibi nedenler yapı üretim sürecinde atık yönetimi uygulamalarını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu bağlamda, yapısal atıkların tespit edilebilmesi ve kayıt altına alınabilmesi için atıkların belgelendirilmesine yönelik bir belgeleme modeli tasarlamak, kaynak kullanımını azaltarak malzeme israfını önleyecek ve atıkların verimli bir şekilde yönetilmesi ile sürdürülebilir bir yapıyı çevre oluşturulmasına katkı sağlayarak döngüsel ekonomiyi destekleyecektir.

3.1. Modelin Yaklaşımı

Yapısal Atık Belgeleme (YAB) modeli, yapı üretim sürecinde ortaya çıkan yapısal atıkların döngüsel ekonomi bağlamında değerlendirilebilmesi için, atıkların doğru bir şekilde tanımlanması, sınıflandırılması ve yönetilmesine yönelik kayıtlama işlemi ile atık verisi elde etmeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda, atıkların tespit edilmesini sağlamak, izlenebilirliğini kolaylaştırmak ve yasal düzenlemeler çerçevesinde atık azaltmaya yönelik stratejiler geliştirmek için inşaat faaliyetleri sonucunda yapıya ait bir ‘Yapısal Atık Belgesi’ formu oluşturulması planlanmaktadır. Yapının temel bileşeni olan yapı malzemelerinin doğru kullanımı ve kullanım sonrasında geri kazanım olanaklarının artırılması açısından atık verilerinin erişilebilirliği, atıkların uygun şekilde belgelendirilmesi ile sağlanabilecektir. Tasarlanan atık belgesi formunun, bir yapıyı inşa edebilmek için gerekli olan projeleri ve teknik belgeleri içeren Bina Kimlik Sistemi içerisinde yer alabilecek teknik bir belge işlevine sahip olması ve bu sistemin atık bilgilerine kolay erişim sağlayacak dijital bir araç olarak

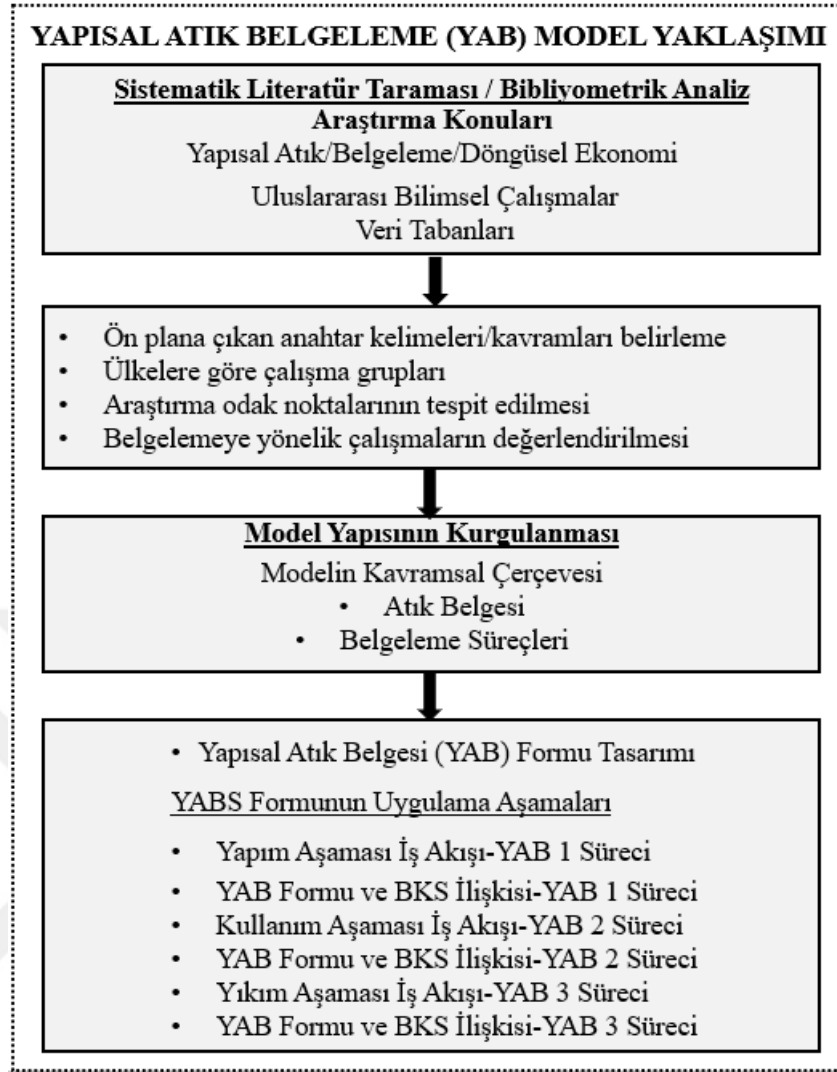
kullanılabileceği öngörülmektedir. Bu uygulama ile yapı sektöründeki atıkların etkin yönetimi için bir belge ile takip edilmesinin sağlanması hedeflenmektedir.

YAB Modeli, YAB Formu ve formun uygulama süreçlerinin iş akışlarını kapsamaktadır. YAB Formu ile yapı üretim sürecinin üç farklı aşaması için belgeleme işlemi sağlanacaktır. Bu aşamalar; yeni yapılar için yapım aşamasından kullanım aşamasına kadar süreci kapsayan ‘Yapım Aşamasında Belgeleme’, mevcut yapılar için kullanım aşamasından yıkım aşamasına kadar süreci kapsayan ‘Kullanım Aşamasında Belgeleme’ ve yıkılacak yapılar için yıkım aşamasından tekrar tasarım aşamasına kadar süreci kapsayan ‘Yıkım Aşamasında Belgeleme’dir. Her aşamada ortaya çıkan yapısal atıkların birbirlerini etkiyecek nitelikte olması belgeleme süreçlerini bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmesini gerektirmektedir. Model kapsamının sınırları gösterilmiştir **Şekil 3.1**.



Şekil 3.1: Yapısal atık belgeleme modeli kapsamının sınırları.

YAB modelinin amacına ve kapsamına uygun olacak şekilde geliştirilebilmesi için döngüsel ekonomi bağlamında yapısal atıkların durumu ile ilgili mevcut eğilimler araştırılarak analiz yapılmıştır. Bu bağlamda, sistematik literatür taraması ve bibliyometrik analiz bulguları değerlendirilmiş ve yapısal atık belgesinin tasarımı için gerekli bilgiler elde edilmiştir. Model yaklaşımı gösterilmiştir **Şekil 3.2**.



Şekil 3.2: Yapısal atık belgeleme modeli yaklaşımı.

3.1.1. SLT ve Bibliyometrik Araştırma Bulguları

SLT kapsamlı, şeffaf bir prosedür sunma, mevcut literatürü keşfetme ve araştırmadaki ilerlemelere yön veren bilgi boşluklarını belirlemek gibi çeşitli faydalar sağlamaktadır [Illankoon ve Vithanage, 2023]. SLT çalışmaları, belirli bir protokol çerçevesinde yapılmalı ve araştırmanın kapsamı, dahil etme/dışlama kriterleri, tarama yöntemleri, veri çıkarma ve uygunluk koşulları gibi tüm yönlerden değerlendirilmelidir [Brereton vd., 2007; Karaçam, 2013; Okoli, 2015]. Sistematiik incelemeler ve meta analizi çalışmalarında verilerin belirli bir düzende raporlanması ve araştırmanın geliştirilebilmesi için PRISMA Bildirimi kullanılmaktadır [Moher vd., 2009]. PRISMA Bildirimi akış şeması; tanımlama (identification), tarama (screening),

uygunluk (eligibility) ve dahil edilme (included) olmak üzere 4 aşamadan oluşmaktadır [Liberati vd., 2009; Web 18, 2024].

Tez çalışması kapsamında, döngüsel ekonomi bağlamında yapısal atıkların belgeleme çalışmalarına ilişkin mevcut araştırma eğilimlerini analiz etmek, atık belgesi tasarımının ve belgeleme süreçlerinin temelini oluşturmak için SLT yöntemi uygulanmıştır. Tezin amacı doğrultusunda oluşturulan araştırma sorularının cevaplarını bulmaya yönelik olarak ‘Döngüsel ekonomi kapsamında yapısal atıkların belgelendirilmesine yönelik yapılan çalışmalar nelerdir?’ sorusu temel alınmış ve literatür taramasında kullanılacak anahtar kelimeler belirlenmiştir. Literatür taraması için kullanılan kelimeler; yapım ve yıkım atıkları (construction and demolition waste), belge/belgeleme (documentation, documenting), raporlama (report), döngüsel ekonomi (circular economy) olmuştur. Avrupa Komisyonu’nun 2015 yılında yayınladığı ‘Döngüsel Ekonomi Eylem Planı’ ile yapı sektöründe yapısal atık ve döngüsel ekonomi konularına odaklanan bilimsel çalışma sayılarında belirgin bir artış olmuştur. Bu bağlamda, konu ile ilgili nitelikli ve sayısal açıdan kapsamlı veri elde edebilmesi için 2018-2024 yılları arasında yayımlanan akademik çalışmalar SLT kapsamına alınmıştır.

SLT; tanımlama, tarama, uygunluk ve dahil edilme olmak üzere 4 aşamalı incelenmiş ve şematik olarak gösterilmiştir **Şekil 3.3**.

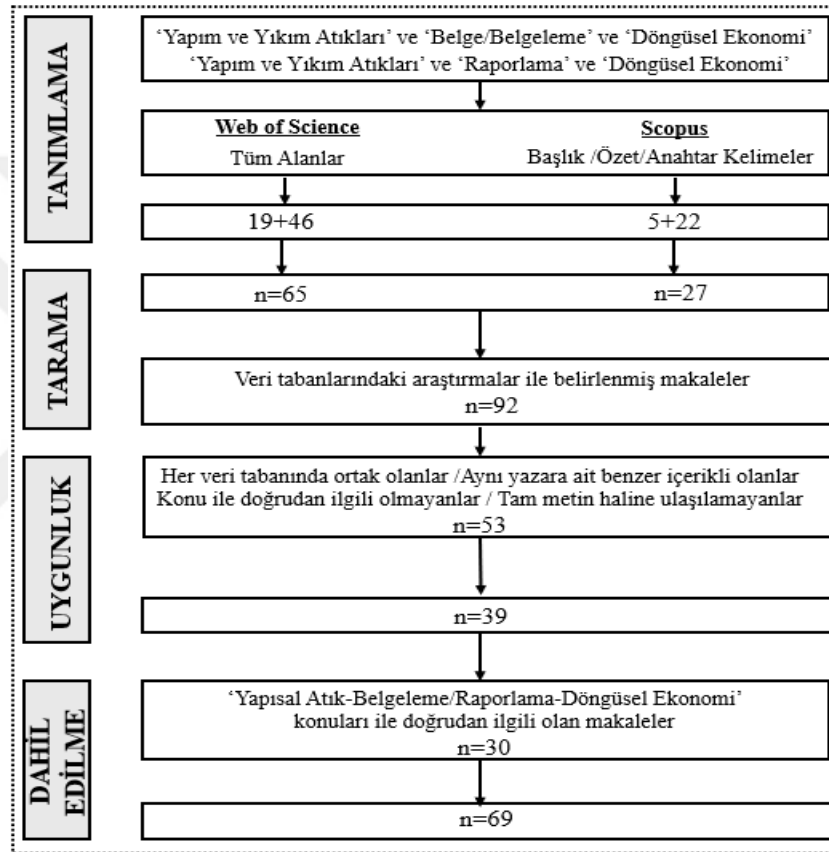
1. Tanımlama: Araştırma doğrultusunda uluslararası kapsamlı akademik içeriğe sahip olan ‘Web of Science (WoS)’ ve ‘Scopus’ olmak üzere 2 farklı veri tabanı seçilerek ‘yapım ve yıkım atıkları’ ve ‘belge/belgeleme’ ve ‘döngüsel ekonomi’ ile ‘yapım ve yıkım atıkları’ ve ‘raporlama’ ve ‘döngüsel ekonomi’ şeklinde anahtar kelimeler yazılmıştır.

2. Tarama: Taramalar kapsamında, WoS veri tabanında ‘tüm alanlar’, Scopus veri tabanında ise ‘başlık, özet, anahtar kelimeler bilgilerini içeren temel alanlar’ bölüm olarak seçilmiş, anahtar kelimeler yazılarak arama yapılmıştır. WoS’ta 65 ve Scopus’ta 27 olmak üzere toplamda 92 akademik çalışmaya ulaşılmıştır.

3. Uygunluk: Tarama sonucunda erişilen 92 makale arasından, araştırma konusu ile doğrudan ilişkili olmayan, tüm veri tabanlarında ortak olarak bulunan, tam metnine ulaşılamayan ve aynı yazar(lar)a ait içerik benzerliği gösteren 53 çalışma metodolojik kriterler doğrultusunda çalışma kapsamı dışında bırakılmıştır. Bu eleme sonucunda 39

makale değerlendirmeye alınmıştır. Ayrıca, ‘Yapısal Atık-Belgeleme/Raporlama-Döngüsel Ekonomi’ konularını doğrudan kapsayan 30 makale sistematik incelemeye dahil edilmiştir.

4. Dahil Edilme: Çalışma kapsamında uygunluk kriterini sağlayan toplam 69 makale seçilmiştir. Bu makaleler, içerik analizi açısından detaylı şekilde incelenmiş ve elde edilen veriler araştırma kapsamına dahil edilmiştir. Analiz kapsamındaki makalelerin listesi **EK-A**’da verilmiştir.

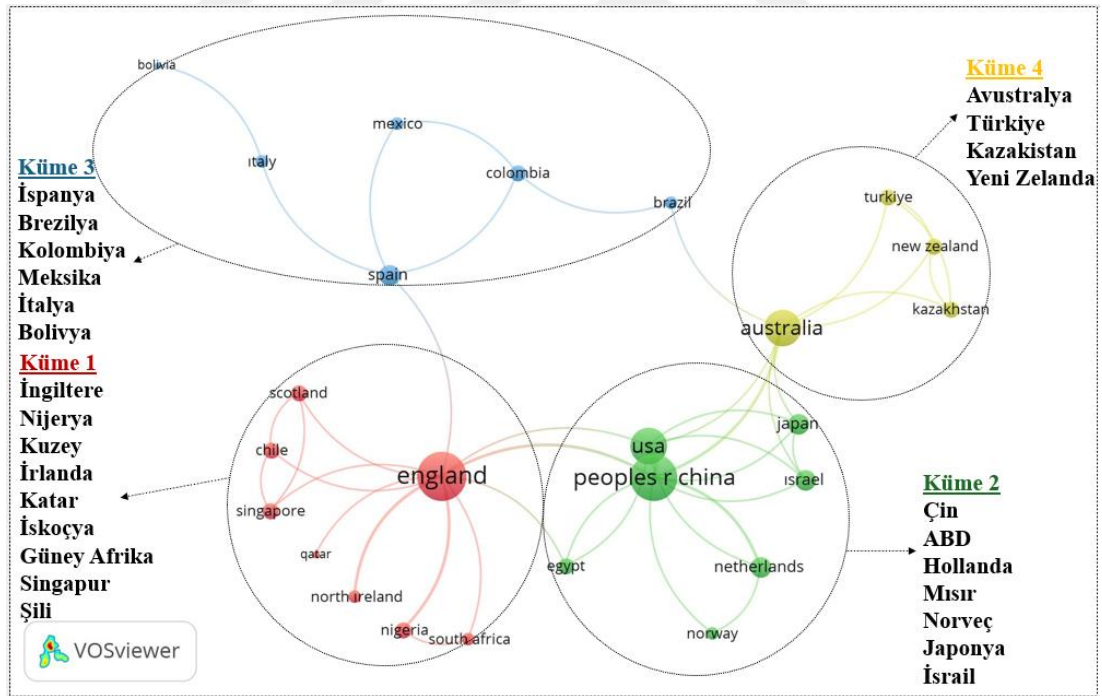


Şekil 3.3: PRISMA akış şeması.

SLT kapsamında; ‘Yapım ve Yıkım Atıkları-Belgeleme/Raporlama-Döngüsel Ekonomi’ konularını içeren ve WoS ile Scopus veri tabanlarında uygunluk kriterlerini karşılayan çalışmalar için içerik özellikleri ve bölgesel dağılımın belirlenmesine yönelik bibliyometrik analiz yapılmıştır. Çalışma kapsamında yapılan analizde, bibliyometrik ağ haritaları oluşturmak amacıyla açık kaynaklı yazılım aracı olan VOSviewer (sürüm 1.6.20) tercih edilmiştir [Web 19, 2024]. VOSviewer; ortak atıf, ortak yazarlık, ortak ülke ve ortak oluşum verilerini temel alan, anahtar kelimelerle

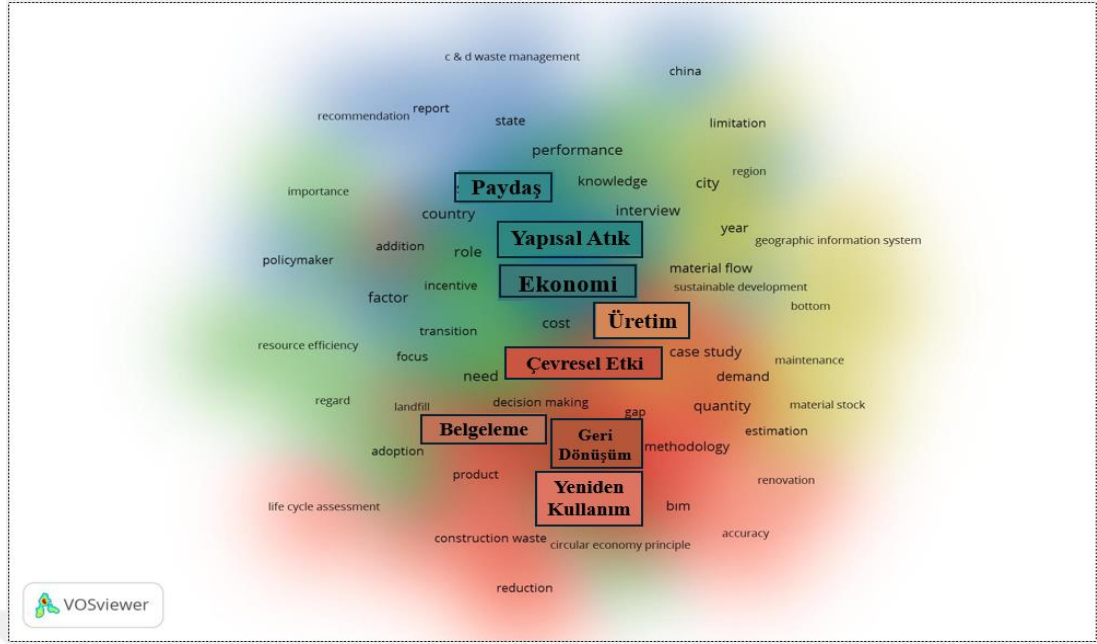
oluşturulmuş bibliyografik ağları gösteren bir haritadır [Van Eck ve Waltman, 2010]. Bu haritada, seçim kriterlerine göre yakınlık ve aralarındaki bağları simgeleyen çizgi kalınlıkları bağlantı yoğunluğunu, bağlantı gücünü ve atıf yapma ile kullanım sıklığını ifade etmektedir.

SLT ülke analizi kapsamında; bir ülke için ‘en az bir makale /en az bir atıf’ kriteri seçilerek, ülkeler ile atıflar aralarındaki ilişkiler, bilimsel ağ haritasında toplamda 25 birleşim noktası ile görsel olarak sunulmuştur **Şekil 3.4**. Bilimsel ağ haritasına göre; makalelerin yayımlandığı ülkeler ile aldıkları atıflar arasında dört küme, 44 bağlantı ve 51 bağlantı gücü bulunmaktadır. Ayrıca, atıf yapma sıklığına göre ülkeler dört farklı renkte sınıflandırılmıştır. İngiltere, Nijerya, Kuzey İrlanda, Katar, Güney Afrika, İskoçya, Singapur ve Şili kırmızı renkteki Küme 1’de; Çin, ABD, Hollanda, Mısır, Norveç, Japonya ve İsrail yeşil renkteki Küme 2’de; İtalya, İspanya, Brezilya, Kolombiya, Meksika ve Bolivya mavi renkteki Küme 3’te; Avustralya, Türkiye, Kazakistan ve Yeni Zelanda ise sarı renkteki Küme 4’te yer almaktadır.



Şekil 3.4: Ülke analizi kapsamında ülkeler ve atıflar arasındaki ağ haritalaması.

SLT anahtar kelime analizi kapsamında; ‘analiz türü-eş dizilimli / analiz birimi-yazar’ kriterleri anahtar kelimenin tekrar sayısı en az iki olacak şekilde seçilmiştir. VOSviewer eş anlamlılar dosyası’ kullanılarak, benzer kelimeler kapsam dışında



Şekil 3.6: Makale özetlerindeki kelimelerin yoğunluk haritası.

Bibliyometrik haritalar; yapısal atık, döngüsel ekonomi ve belgeleme konuları kapsamında, yapı ve çevre ve yapı malzemelerinin sürdürülebilirliğini sağlayabilmek amacı ile çeşitli çalışmaların yapıldığını göstermektedir. Yapısal atıkların belgeleme süreçlerinde ise, kentsel madencilik, malzeme akış analizi, geri dönüşüm, yeniden kullanım ve bilgi teknolojilerinin kullanımı gibi kavramlar ön plana çıkmıştır. Bu kavramlar, önerilen modelin geliştirilmesinde temel bir çerçeve olarak kullanılmıştır.

3.1.2. Araştırma Bulgularının Analizi

Araştırma bulguları doğrultusunda yapılan analizler, YAB modelinin yapısal tasarımını oluşturmak amacıyla ilgili literatürle desteklenmiştir. Bu çerçevede, incelenen çalışmalar, atık yönetimi kapsamı, paydaş katkısı ve düzenlemeler, atık verilerinin analizi ile belgeleme yaklaşımı olmak üzere dört ana başlık altında sınıflandırılmıştır.

Bir yapı için tasarım aşaması, malzeme ve bileşenlerin özellikleri, döngüsel ekonomiye uyum ve yeniden kullanım uygulamaları açısından önemli bir aşamadır [O'Grady vd., 2021; Condotta vd., 2021]. Atık yönetimi kapsamında atıkların azaltılmasına yönelik stratejilerin uygulanması çevre dostu bina tasarımı için önemli bir bileşeni olarak ön plana çıkmaktadır. Bu süreçte tasarımcılar, yapı sistemi ve malzeme kullanımı dikkate alarak atıkların yeniden tasarlanması için alternatifler

geliştirebilirler [Mahinkanda vd., 2023]. Mevcut çalışmalar, [Minunno vd., 2020; Meng vd., 2023] yapısal atıkların döngüsel ekonomi perspektifinden değerlendirilebilmesi için atık tasarımının tasarım sürecinde dikkate alınmasına odaklanmıştır. Ayrıca, döngüsel ekonomi hedefleri doğrultusunda tasarım ve yıkım süreçlerinin birbirleriyle uyumlu bir şekilde ele alınması, malzemenin değerlendirilmesi açısından daha verimli bir yaklaşım olacağını göstermektedir [Akanbi vd., 2019; Gambato vd., 2023]. Bu kapsamda, yıkım aşamasında atıkların etkin yönetimi için seçici yıkımın uygulanması kaynak verimliliğini sağlayacaktır. Yapı üretim sürecinde atık yönetimi planlamasının doğru bir şekilde yapılması, döngüsel ekonomi hedeflerine ulaşmakta önemli bir etken olarak görülmektedir. Atık yönetiminin kapsamı içerikleri ve ilgili kaynaklar sunulmuştur **Tablo 3.1**.

Tablo 3.1: Atık yönetiminin kapsamı içerikleri.

Atık Yönetimi Kapsamı	
İçerikler	Kaynaklar
1. Atıkları azaltma stratejilerinin geliştirilmesi	[Mahinkanda vd., 2023]
2. Atıkların tasarlanması	[Minunno vd., 2020; Meng vd., 2023]
3. Yapı üretiminde döngüsel ekonomi stratejilerinin uygulanması	[Gerding vd., 2021; Choudhary vd., 2022]
4. Sökmeye yönelik tasarım yapılması	[Akanbi vd., 2019; O'Grady vd., 2021; Shooshtarian vd., 2021; Gambato vd., 2023]
5. Seçici yıkımın uygulanması	[Ghaffar vd., 2020; van den Berg vd., 2020; Iodice vd., 2021]
6. Yıkım sürecinde yapı bileşenlerinin kurtarma seçeneklerinin belirlenmesi	[Arora vd., 2021; Wang vd., 2022]

Bir yapının yaşam döngüsü sürecinde yapısal atık yönetiminin uygulanabilmesi paydaşların görev ve sorumluluklarını yerine getirmesiyle gerçekleştirilebilir. Literatürde konu ile ilgili olarak paydaşların sorumluluklarının belirlenmesi, paydaşlar arasında iş birliğinin yapılması ile bilgi ve farkındalık düzeylerinin ölçülmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu kapsamda; yapı üretim sürecine dahil olan tüm paydaşların, özellikle tasarımcılar, mühendisler, yapımcılar, yükleniciler, denetleyiciler, yerel yönetimler ve politikacılar gibi aktörlerin, atık yönetimi konusunda yeterli bilgiye sahip olmaları ve buna göre görev ve sorumluluklarını yerine getirmelidir. Atık yönetimi kapsamında paydaşlar arasında etkili bir iş birliğinin

sağlanabilmesi için çeşitli politika ve düzenlemelerin yapılması oluşturulması önemlidir. İlk aşamada, atık yönetimi uygulamalarının önündeki engellerin tespit edilmesi gerekmektedir. Bu engellerin belirlenmesinin ardından, yeni yasal düzenlemeler ve uygulama kapsamı genişletilebilir. Paydaş katkısı ve düzenlemeler içerikleri ve ilgili kaynaklar sunulmuştur **Tablo 3.2**.

Tablo 3.2: Paydaş katkısı ve düzenlemeler içerikleri.

Paydaş Katkısı ve Düzenlemeler	
İçerikler	Kaynaklar
1. Paydaşların atık yönetimi konusunda bilgisi ve farkındalığının olması	[Saka vd., 2019; Giustiniani vd., 2023]
2. Paydaşların sorumluluğunun tespit edilmesi	[Gerding vd., 2021; Shooshtarian vd., 2021]
3. Paydaşlar arasında iş birliğinin sağlanması	[Bao vd., 2019; Ghaffar vd., 2020; Fonseca vd., 2023]
4. Paydaşlara atık yönetimi/döngüsel ekonomi konusunda eğitim vermek	[Shooshtarian vd., 2022]
5. Yasal düzenlemelerin genişletilmesi ve düzenlenmesi	[Cheng vd., 2023; Moschen-Schimek vd., 2023]
6. Döngüsel ekonominin uygulanmasına yönelik politikaların benimsenmesi ve desteklenmesi	[Bao ve Lu, 2020; Koc vd., 2023; Caro vd., 2024]
7. Atık yönetimi uygulamalarının önündeki engellerin tespiti	[Ratnasabapathy vd., 2021; Abarca-Guerrero vd., 2022]

Atık verilerinin analizi, yapısal atıkların özellikleri, miktarları veya içeriklerine yönelik çalışma içeriklerini kapsamaktadır. Yapı üretiminin uzun ve karmaşık bir süreç olması her bir aşamada doğrudan veya dolaylı olarak atık oluşturarak atıkların doğru bir şekilde izlenmesini engellemektedir. Yapılarda kullanılan yapı malzemelerinin bölgeye, binanın tipolojisine ve boyutsal özelliklerine göre değişiklik göstermesi, atık verilerinin de farklılık göstermesine neden olmaktadır [Ortlepp vd., 2018; Wu vd., 2020; Mohammadizazi ve Bilec, 2023]. Literatürde, atık verilerini elde etmek için farklı uygulamaların ve yaklaşımların kullanıldığı tespit edilmiştir. Malzeme akış/stok analizi yöntemi yapı malzemelerinin bileşimini ve miktarını izlemek amacı ile kullanılarak atıkların geri kazanım potansiyeli için en uygun araç olarak görülmektedir [Arora vd., 2019; Guo vd., 2021; Tirado vd., 2021; Liu vd., 2022; Ferronato vd., 2023]. Bu yöntem, aşağıdan yukarıya, yukarıdan aşağıya ve

uzaktan algılama yaklaşımları olmak üzere üç şekilde gerçekleştirilmektedir. Özellikle, aşağıdan yukarıya yaklaşım için binaların fiziksel özellikleri (taban alanı, hacim, yüzey alanı vb.) ile coğrafi konumları gibi daha fazla bilgi gerekli olmaktadır [Mohammadizazi ve Bilec, 2022]. Yapı malzemelerinin yeniden kullanımı ve geri dönüşümü konusunda atık ölçme yöntemlerinin geliştirilmesi büyük öneme sahiptir. Çalışmalar, [Akinade ve Oyedele, 2019; Jayasinghe ve Waldmann, 2020; Sivashanmugam vd., 2023] özellikle bina bilgi modellemesi (BIM) kullanımı ile atık analiz sisteminin geliştirilmesi ve atık miktarının tahmininin yapılması üzerine yoğunlaşmıştır. Bu durum, bina bileşen ve elemanlarının farklı uygulamalarda değerlendirilme potansiyelini artırabilir. Atık verilerinin analizi içerikleri ve ilgili kaynaklar sunulmuştur **Tablo 3.3**.

Tablo 3.3: Atık verilerinin analizi içerikleri.

Atık Verilerinin Analizi	
İçerikler	Kaynaklar
1.Bölgesel faktörlere bağlı malzeme türlerinin farklılık göstermesi	[Wu vd., 2020]
2.Bina tipolojisi, cephe ve boyutsal özelliklerine göre malzeme yoğunluğunun değişimi	[Ortlepp vd., 2018; Elshaboury ve AlMetwaly, 2023; Fufa vd., 2023; Mohammadizazi ve Bilec, 2023]
3.Yapıdaki bölüm sayısına göre malzeme kullanılması	[Arora vd., 2019]
4.Malzeme/bina stok analizinin yapılması	[Ortlepp vd., 2018; Guo vd., 2021 Tirado vd., 2021; Liu vd., 2022; Mohammadizazi ve Bilec, 2022; Ferronato vd., 2023;]
5.Yapı malzemesi/elemanlarının yeniden kullanımının ve geri dönüşümünün sağlanması	[Minunno vd., 2020; van den Berg vd., 2020; Bao vd., 2021; Condotta vd., 2021; Papamichael vd., 2023]
6.Geri kazanılmış malzeme/ürün kullanılması	[Hahladakis vd., 2020; Pitti vd., 2020; Bendix vd., 2022; Caro vd., 2024]
7.BIM kullanımı ile atık analiz sisteminin geliştirilmesi, atık tahmininin yapılması	[Akinade ve Oyedele 2019; Jayasinghe ve Waldmann, 2020; Sivashanmugam vd., 2023]
8.Atık miktarlarını ve bileşenlerini ölçme yönteminin geliştirilmesi	[Lam vd., 2019; Berge ve von Blottnitz, 2022; Colorado, vd., 2022; Fufa vd., 2023; Maged, vd., 2024]
9.Atık kodlarının kullanılması	[Moschen-Schimek vd., 2023]
10.Atıkların kategoriye göre sınıflandırılması ve tanımlanması	[Tirado vd., 2021]

Yapısal atıkları döngüsel ekonomi kapsamında değerlendirebilmek için teknolojik araçların kullanımına yönelik çalışmalar artış göstermiştir. Atık bilgisi edinmek amacıyla kullanılan veri toplama yöntemleri, genellikle bina ya da bölgesel düzeyde sınırlı kalmakta olup, mevcut literatür çoğunlukla bina bilgi modellemesi (BIM) ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) uygulamalarına odaklanmıştır. Bu çerçevede, malzemelerin kaydedilmesi ve belgelenmesi amacıyla malzeme pasaportlarının kullanımı ön plana çıkmıştır. Yapılan çalışmalar, atıkların belgelenmesine yönelik dijital uygulamaların kullanımının etkinliğini artırdığı sonucuna varılmıştır. Belgeleme yaklaşımı içerikleri ve ilgili kaynaklar sunulmuştur **Tablo 3.4**.

Tablo 3.4: Belgeleme yaklaşımı içerikleri.

Belgeleme Yaklaşımı	
İçerikler	Kaynaklar
1.Binaların kullanım ömrü sonunda BIM tabanlı dijital malzeme pasaportu kullanımı	[Atta vd., 2021; Honic vd., 2021]
2.Geri dönüştürülmüş ürün için RFID tabanlı malzeme pasaportu sistemi	[Vahidi vd., 2024]
3.Atıkların izlenebilir olması için mobil uygulama tasarımı	[Saez vd., 2023]
4.BIM/teknolojik araç kullanımı ile bina kullanım ömrü sonunun değerlendirilmesi	[Wang vd., 2022; Omer vd., 2024; Wang vd., 2024]
5.Atık ticareti uygulaması	[Ratnasabapathy vd., 2021]
6.Atık yönetimi için bilgi teknolojilerinin kullanılması	[Li vd., 2020; Elshaboury ve AlMetwaly, 2023]
7.Teknolojik araçların kullanımı ile döngüsel ekonominin desteklenmesi	[Yu vd., 2022; Illankoon vd., 2023; Jorgensen vd., 2023]
8.Bina bakım maliyetinin hesaplanması	[Mahpour, 2023]

Araştırma bulguları, yapısal atıkların değerlendirilmesi veya belgelendirilmesine yönelik uygulamaların, yapısal atıkların en fazla üretildiği yıkım sürecine yoğunlaştığını göstermiştir. Mevcut araştırmalar, atık verilerini elde etmek için dijital teknolojik araçlar kullanımının gerekliliğine vurgu yapmıştır. Atık malzemelerin içerik ve kaynak bakımından bölgesel olarak değişiklik göstermesi, atık yönetimi ile ilgili yasal düzenlemeler, paydaşların konu hakkındaki farkındalık düzeyleri gibi faktörler, atık verilerinin belirli bir standart çerçevesinde değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır. Yapılan araştırmalara göre, atıkların sistematik bir şekilde kayıt altına alınmasına yönelik mevcut bir belgeleme modelinin bulunmadığı yönündedir. İncelenen çalışmalardan elde edilen bulgular temel alınarak, yapısal atık belgeleme

modeli yapısının kurgulanmasına yönelik içerikler oluşturulmuş ve bir öneri sunulmuştur.

3.2. YAB Modeli Yapısının Kurgulanması

YAB modeli, atık üretim sürecine göre atık verilerinin kayıt altına alınmasını sağlayacak bir atık belgesinin oluşturulması ve bu belgenin kullanımı sağlayacak uygulama aşamaları temel alınarak yapılandırılmıştır. Bu kapsamda öncelikle yapısal atık belgesi (YAB) formu tasarlanmıştır.

3.2.1. YAB Formu Tasarımı

Yapısal atık belgeleme modeli için tasarlanan atık belgesi (YAB formu), yapı üretimi sırasında oluşan atıkların çevresel zararların azaltılması amacıyla; atıkların tespitini yapmak, atık verilerini (tür, miktar vb.) kayıt altına almak ve atıkların takibini kolaylaştırmak için bir denetim mekanizması ile uygulanabilir yasal uyum gerektiren bir belge olarak tasarlanması ön görülmüştür. YAB formunun içeriğinin oluşturulması sürecinde tez çalışması kapsamında incelenen çalışmalar, mevcut uygulamalar ve raporlar referans olarak alınmıştır.

YAB Formu; Microsoft Excel programında genel bilgiler, atık verileri, döngüsel ekonomi katkısı ve onay olmak üzere dört temel bölümden oluşacak şekilde tasarlanmıştır.

1. bölüm ‘Genel Bilgiler’, yapıya ait künye bilgilerini içerecek şekilde üç yatay sıra olarak düzenlenmiştir.

Birinci sırada yapının coğrafi bilgilerine yer verilmiştir. Bölgesel koşullar yapıların üretim sürecinde kullanılan malzeme türlerini doğrudan etkilemektedir [Wu vd., 2020]. Bu kapsamda yapının bulunduğu bölge, il, ilçe ve mahalle bilgileri form içerisinde öncelikli olarak doldurulmalıdır. Bölge bilgisi ile ilgili B1’den B7’ye kadar kodlama yapılmış ve ülkemizdeki bölge isimleri bu kodlamaya göre belirtilmiştir. Seçilen bölgeye göre il, seçilen ilçe göre ilçe ve seçilen ilçeye göre ise mahalle bilgileri açılır pencere gösterimi ile tanımlanmıştır.

İkinci sırasında ada-pafta-parsel gibi konum bilgileri ve yapı inşaat sınıfını gösteren yapı grubu bilgisi bulunmaktadır. Bina tipolojisine göre, tercih edilen yapı

malzemeleri değişiklik göstermekte ve bu durum malzeme yoğunluğunu da etkilemektedir [Ortlepp vd., 2018; Mohammadizazi ve Bilec, 2023]. Bu bağlamda, kullanılan malzemeler üretilecek atık içeriklerini doğrudan etkileyeceği için binaların yapı sınıflarının tespit edilmesi önemli olmaktadır.

Üçüncü sırada ise, yapının ruhsat belgesinde bulunan Taban Alanı Kat Sayısı' (TAKS), 'Kat Alanı Kat Sayısı' (KAKS), bağımsız bölüm sayısı ve bağımsız bölüm numarası gibi bilgilere yer verilmiştir. Binaların yüksekliği, boyutları, cephe özellikleri ve bölüm sayılarına göre kullanılan malzeme türleri ve miktarları değişiklik göstermektedir [Arora vd., 2019; Mohammadizazi ve Bilec, 2023]. Bu duruma bağlı olarak, yapıya ait temel bilgilerin form içerisinde bulunması atık miktarları hakkında veri elde etmeyi kolaylaştıracaktır.

YAB formunun birinci bölümü olan 'Genel Bilgiler' ile ilgili bilgilerin form içerisine işlenebilmesi için öncelikle birinci sıradaki verilerin doldurulması gereklidir. YAB formu 'Genel Bilgiler' bölümüne yönelik bilgi girişı, bir örnek üzerinden gösterilmiştir **Şekil 3.7**. Yapının bulunduğu bölge B1-Marmara olarak seçilmiş ve Marmara Bölgesi'ne göre, bir sonraki sütunda bölgedeki illerin listesi açılmıştır. İl bilgisi Sakarya, İlçe bilgisi Akyazı ve ilçe bilgisine bağlı olarak Mahalle bilgisi ise Cumhuriyet olarak seçilmiştir. İkinci sıradaki Ada-Pafta-Parsel bilgileri yazılmış ve konut yapısı olması dolayısı ile yapı grubu 2B olarak seçilmiştir. Yapı ile ilgili TAKS/KAKS ve bağımsız bölüm sayısı bilgilerinin de girişı yapılarak formun birinci bölümü doldurulmuştur. YAB formunun genel bilgiler bölümü sunulmuştur **Şekil 3.8**.

İ.GENEL BİLGİLER							
Bölge	Bölge Seçiniz	İl	İl Seçiniz	İlçe	İlçe Seçiniz	Mahalle	Mahalle Seçiniz
Ada	Bölge Seçiniz	Pafta	İl Seçiniz	Parsel		Yapı Grubu	Yapı Grubu Seçiniz
TAKS	B1-Marmara B2-Karadeniz B3-İç Anadolu B4-Ege B5-Akdeniz B6-Doğu Anadolu B7-Güneydoğu Anadolu	KAKS	Bilecik Bursa Çanakkale Edirne İstanbul Kütahya Kocaeli Sakarya Tekirdağ Yalova	Bagımsız Bölüm Sayısı		Bagımsız Bölüm No	
Bölge	B1-Marmara	İl	Sakarya	İlçe	İlçe Seçiniz	Mahalle	Mahalle Seçiniz
Ada		Pafta		Parsel	İlçe Seçiniz Adapazarı Akyazı Arifiye Erenler Ferizli Geyve Hendek Karapürçek Karasu Kaynarca Kocaeli	Yapı Grubu	Yapı Grubu Seçiniz
TAKS		KAKS		Bagımsız Bölüm Sayısı		Bagımsız Bölüm No	
Bölge	B1-Marmara	İl	Sakarya	İlçe	Akyazı	Mahalle	Mahalle Seçiniz
Ada		Pafta		Parsel		Yapı Grubu	Yapı Grubu Seçiniz
TAKS		KAKS		Bagımsız Bölüm Sayısı		Bagımsız Bölüm No	
Bölge	B1-Marmara	İl	Sakarya	İlçe	Akyazı	Mahalle	Cumhuriyet
Ada	513	Pafta	G25d08b4b	Parsel	6	Yapı Grubu	Yapı Grubu Seçiniz
TAKS	166 m ²	KAKS	498 m ²	Bagımsız Bölüm Sayısı	1	Bagımsız Bölüm No	

Şekil 3.7: YAB formu genel bilgiler bölümünün örnek bilgi içerikleri.

İ.GENEL BİLGİLER							
Bölge	Bölge Seçiniz	İl	İl Seçiniz	İlçe	İlçe Seçiniz	Mahalle	Mahalle Seçiniz
Ada		Pafta		Parsel		Yapı Grubu	Yapı Grubu Seçiniz
TAKS		KAKS		Bagımsız Bölüm Sayısı		Bagımsız Bölüm No	

Şekil 3.8: YAB formu genel bilgiler bölümü.

2. bölüm ‘Atık Verileri’, yapısal atıkların türü, miktarı, yeri, içeriği ve atık nedenleri vb. atık bilgilerini içeren sekiz alt bölümden oluşmaktadır. Birinci alt başlık yatay olarak, diğer alt başlıklar ise dikey olarak düzenlenmiştir.

- Birinci alt başlık, ‘Uygulama Aşaması/Atık Türü’ bilgisini içermektedir. Yapısal atıklar; yapım, yenileme ve yıkım atıkları olmak üzere üretim sürecine göre üç kategoriye ayrılabilir [Wu vd., 2014]. Her bir süreçten kaynaklanan atıkların miktarı ve özelliklerinin farklılık göstermesinden dolayı, bu bölümde atık türleri; YA1 Yapım Aşaması/Yapım Atıklarını, YA2 Kullanım Aşaması /Yenileme Atıklarını ve YA3 Yıkım Aşaması/Yıkım atıklarını ifade etmektedir.

- İkinci alt başlık, ‘Yapı Elemanı’ bilgisini içermektedir. Yapı malzemelerinin, yapısal elemanlara göre belirlenmesi, malzemelerin geri kazanım potansiyelinin artırılmasına olanak sağlayabilir [Mohammadizazi ve Bilec, 2022; Wang vd., 2022; Callegher vd., 2023]. Bu alt başlık temel, duvar, döşeme, merdiven, çatı ve diğer donatıları kapsayacak şekilde düzenlenmiştir. Her bir yapı elemanından kaynaklanacak atıkların nitelendirilmesi amacıyla, her eleman için en az üç satır oluşturulmuş ve yapı elemanının baş harfine göre kodlar belirlenmiştir. Bu kodlar; temel için T1, T2, vb.; duvar için D1, D2, vb.; döşeme için Dş1, Dş2 vb.; merdiven için M1, M2, vb.; çatı için Ç1, Ç2, vb. ve diğer donatılar için Dğ1, Dğ2, vb. gibi olarak sınıflandırılmıştır. Form içerisinde yapı elemanı kapsamında düzenlenen satırlar, atık kaynaklarına göre artırılabilir.
- Üçüncü alt başlıkta ‘Malzeme Grubu’ bilgisi yer almaktadır. Yapı malzemelerinin özelliklerine göre sınıflandırılması kullanım alanının belirlenmesinin yanı sıra atık içerikleri hakkında da bilgi verebilir [Rose ve Stegemann, 2018; Arora vd., 2019]. Çelebi vd. [2008] yapı malzemelerinin sürdürülebilir ölçütlerini belirleyebilmek ve paydaşlar için kolay bir değerlendirme sağlayabilmek için yapı malzemelerini strüktür malzemesi, konstrüksiyon malzemesi, tesisat malzemesi ve bitirme malzemesi olarak dört alt sistemde sınıflandırmıştır. Bu bağlamda, atık içeriklerinin tanımlanabilmesi için malzeme grubu kategorileri, bu sistemler üzerinden oluşturulmuştur.
- Dördüncü alt başlık ‘Atık İçeriği’ kapsamında seramik, tuğla, cam, plastik, yalıtım malzemesi, boya, alüminyum, su borusu, elektrik kablosu vb. malzeme isimlerine yönelik bilgiler yer almaktadır.
- Beşinci alt başlıkta ‘Atık Nedeni’ bilgisi bulunmaktadır. Atıkların azaltılması amacıyla atık üretim nedenlerinin tespit edilmesi etkili bir atık yönetim süreci için önemli bir adım olacaktır [Eze vd., 2022; Mahinkanda vd., 2023]. Yapı üretim süreci içerisinde çeşitli faktörlerden kaynaklı olarak yapısal atık oluşmaktadır [Coşgun ve Esin, 2006; Salgın, 2015; Alalı, 2023]. Bu kapsamda bu başlık altında; tasarım değişikliği, kalitesiz malzeme, kötü işçilik, yanlış planlama, zayıf koordinasyon, depolama koşulları, maliyet vb. atık nedenleri sıralanmıştır.
- Altıncı alt başlıkta ‘Ölçüm Miktarı’ bilgisi bulunmaktadır. Atık yönetim stratejilerinin uygulanabilmesi için, atık miktarlarının tespiti temel bir zorunluluk olarak görülmektedir [Lam vd., 2019; Elshaboury ve AlMetwaly, 2023; Maged

vd., 2024]. Bu doğrultuda atık miktarlarının ölçülmesinde kg, ton, kg/m², palet, adet gibi çeşitli birimler kullanılmıştır.

- Yedinci alt başlıkta ‘Atık Kodu’ bilgisine yer verilmiştir. Atıkların belirli bir kategoriye göre sınıflandırılabilmesi için atık kodlarının kullanılması, atık tanımlamalarını kolaylaştıracaktır **[Tirado vd., 2021; Moschen-Schimek vd., 2023]**. Bu bağlamda, atık belgesi formu ile elde edilecek atık verilerinde belirli bir standart sağlayabilmek için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 02.04.2015 tarih 29314 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Atık Yönetimi Yönetmeliği’nde bulunan Ek-4 Atık Listesi 17 numaralı atık kodu içeriğindeki ‘İnşaat ve Yıkım Atıkları (Kirlenmiş Alanlardan Çıkarılan Hafriyat Dahil)’ için tanımlanmış liste kullanılmıştır **[ResGaz 3, 2015]**.
- Sekizinci alt başlıkta ‘Atık Yönetimi’ uygulamalarına yer verilmiştir. Bu kapsamda, atıkların etkili bir şekilde değerlendirilebilmesi için azaltma, yeniden kullanım, geri dönüşüm, geri kazanım ve depolama yöntemleri gibi yaklaşımlar bulunmaktadır.

YAB formunun ikinci bölümü olan ‘Atık Verileri’ bilgi girişi için numaralandırılmış alt başlıklar sırası ile takip edilmelidir. Bilgi girişi yapılan her alt başlık verisi için, bir sonraki alt başlıkta seçilen veri ile ilgili içeriklerin yer aldığı açılır pencere oluşmaktadır. Veri girişinin doğru bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için bölümdeki başlık içerikleri birbirleriyle ilişkilendirilerek düzenlenmiştir. YAB formu 'Atık Verileri' bölümüne yönelik bilgi girişi, yapım şantiyesindeki atık verisi örneği üzerinden gösterilmiştir **Şekil 3.9**. Şekildeki örnekte ‘1.Uygulama Aşaması/Atık Türü’ bilgisi YA1-Yapım Aşaması/Yapım Atıkları olarak işaretlenmiştir. ‘2.Yapı Elemanı’ bilgisi duvar yapı bileşeni üzerinden değerlendirilerek D1 kodu ile tanımlanmıştır. ‘3.Malzeme Grubu’ bilgisi bitirme malzemesi ve ‘4.Atık İçeriği’ bilgisi seramik olarak seçilmiştir. Yapının duvar bölümünde bitirme malzemesi olarak kullanılan seramiğin ‘5. Atık Nedeni’ bilgisi yanlış planlama olarak tanımlanmıştır. ‘6. Ölçüm Miktarı’ bilgisi ise 23,8 m² olarak girilmiştir. ‘7. Atık Kodu’ bilgisi 17-01 Beton, Tuğla, Kiremit ve Seramik olarak tanımlanmıştır. ‘8. Atık Yönetimi’ bilgisi ise geri dönüşüm stratejisi olarak belirlenmiştir. YAB Formunun ‘Atık Verileri’ bölümünün tamamına yer verilmiştir **Şekil 3.10**.

3. bölüm ‘Döngüsel Ekonomi Katkısı’ yapı üretim sürecinde döngüsel ekonomi stratejilerinin uygulanabilmesi amacı ile yer alarak yatay tek satır olacak şekilde düzenlenmiştir. Atık verileri bölümünden elde edilen atık yönetimi etkinliğinin bir sonucu olarak R9 stratejilerini gösteren bu bölüm, birden fazla içerik işaretlenebilecek şekilde oluşturulmuştur. YAB formunun döngüsel ekonomi katkısı bölümü gösterilmiştir **Şekil 3.11**.

III. DÖNGÜSEL EKONOMİ KATKISI	R1 ☐ Yeniden Düşünme	R2 ☐ Azaltma	R3 ☐ Yeniden Kullanma	R4 ☐ Onarma	R5 ☐ Yenilemek	R6 ☐ Yeniden Üretmek	R7 ☐ Yeniden Amaçlandırma	R8 ☐ Geri Dönüşüm	R9 ☐ Geri Kazanım
--------------------------------------	--	--	---	---------------------------------------	--	--	---	---	---

Şekil 3.11: YAB formu döngüsel ekonomi katkısı bölümü.

YAB formunun son satırında yer alan ‘Onay’ bölümü düzenleme, kontrol ve onay olmak üzere üç alt başlığa ayrılmıştır. Düzenleme alanında, uygulama aşamasına göre YAB formunu dolduracak kişinin bilgileri bulunmalıdır. Kontrol alanında, yapı denetim firması yetkilisi bilgileri, onay alanında ise ilgili belediye yetkilisinin bilgileri olacak şekilde düzenlenmelidir. YAB formunun onay bölümü örnek olarak gösterilmiştir **Şekil 3.12**. YAB formunun tamamına yer verilmiştir **Şekil 3.13**.

IV. ONAY	Düzenleme		Kontrol	Seçiniz	Onay	Seçiniz
	Adı-Soyadı	Seçiniz Proje Sorumlusu Proje Müdürü	Adı-Soyadı		Adı-Soyadı	
	İmza/Paraf	Şantiye Sorumlusu Şantiye Şefi Yük. Sorumlusu	İmza/Paraf		İmza/Paraf	
IV. ONAY	Düzenleme	Şantiye Sorumlusu	Kontrol	Seçiniz	Onay	Seçiniz
	Adı-Soyadı: A..... B.....		Adı-Soyadı	Seçiniz Yapı Denetim Sorumlusu Yapı Kontrol Sorumlusu	Adı-Soyadı	
	İmza/Paraf	<i>AB</i>	İmza/Paraf		İmza/Paraf	
IV. ONAY	Düzenleme	Şantiye Sorumlusu	Kontrol	Yapı Denetim Sorumlusu	Onay	Seçiniz
	Adı-Soyadı: A..... B.....		Adı-Soyadı: C..... D.....		Adı-Soyadı	Seçiniz İlgili Belediye Sorumlusu
	İmza/Paraf	<i>AB</i>	İmza/Paraf	<i>CD</i>	İmza/Paraf	
IV. ONAY	Düzenleme	Şantiye Sorumlusu	Kontrol	Yapı Denetim Sorumlusu	Onay	İlgili Belediye Sorumlusu
	Adı-Soyadı: A..... B.....		Adı-Soyadı: C..... D.....		Adı-Soyadı: E..... F.....	
	İmza/Paraf	<i>AB</i>	İmza/Paraf	<i>CD</i>	İmza/Paraf	<i>EF</i>

Şekil 3.12: YAB formu onay bölümü.

YAPISAL ATIK BELGESİ FORMU												
I. GENEL BİLGİLER												
Bölge	Seçiniz	İl	Seçiniz	İlçe	Seçiniz	Mahalle	Seçiniz	Yapı Grubu	Seçiniz	Yıkım Aşamaları	Seçiniz	
Ada	Pafta	Parsel	Seçiniz	Bagımsız Bölüm Sayısı	Seçiniz	Yıkım Atıkları	Seçiniz	7. Atık Kodu	Seçiniz	8. Atık Yönetimi	Seçiniz	
TAKS	KAKS	Bagımsız Bölüm Sayısı	Seçiniz	Yıkım Aşamaları	Seçiniz	Yıkım Atıkları	Seçiniz	Yıkım Aşamaları	Seçiniz	Yıkım Aşamaları	Seçiniz	
II. ATIK VERİLERİ												
1. Uygulama Aşamaları		YA1- Yapım Aşamaları		YA2- Kullanım Aşamaları		YA3- Yıkım Aşamaları						
Atık Türü		Yapım Atıkları		Yenileme Atıkları		Yıkım Atıkları						
2. Yapı Elemanı		3. Malzeme Grubu		4. Atık İçeriği		5. Atık Nedeni		6. Öçüm Miktarı		7. Atık Kodu		
Temel	T1	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	
	T2	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	
	T3	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	
	D1	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	
	D2	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	
Duvar	D3	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	
	Dş1	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	
	Dş2	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	
Döşeme	Dş3	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	
	M1	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	
	M2	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	
Merdiven	M3	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	
	Ç1	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	
	Ç2	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	
Çatı	Ç3	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	
	Dğ1	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	
	Dğ2	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	
Diğer	Dğ3	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	
	R1	Yeniden Düşünme	R2	Azaltma	R3	Yeniden Kullanma	R4	Onarma	R5	Yenilemek	R6	Yeniden Üretmek
	Düzenleme	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	
III. DÖNGÜSEL EKONOMİ KATKISI		Düzenleme		Azaltma		Yeniden Kullanma		Yenilemek		Yeniden Üretmek		
IV. ONAY		Adı-Soyadı		Adı-Soyadı		Adı-Soyadı		Adı-Soyadı		Adı-Soyadı		
		İmza/Paraf		İmza/Paraf		İmza/Paraf		İmza/Paraf		İmza/Paraf		

Şekil 3.13: YAB formu.

3.2.2. Atık Belgeleme Sürecinin Yapılandırılması

Belgeleme sürecinin yapılandırılması, model kapsamında tasarlanan YAB formunun etkin bir şekilde kullanılabilmesi için gerekli adımların tanımlanmasını ve bu adımlardan sorumlu olan paydaşların belirlenmesini içermektedir. Bu bağlamda, belgeleme süreci ön hazırlık, veri toplama, veri değerlendirme ve veri belgeleme olmak üzere birbirleriyle bağlantılı dört aşamalı bir süreç olarak oluşturulmuştur.

‘Ön Hazırlık’ aşaması; alan hazırlığı, yüklenici seçimi ve iş planlarının yapılması gibi alt süreçlerden oluşmaktadır. Alan hazırlığı süreci, projeden sorumlu müteahhit/yüklenici firma ve ilgili belediye kontrolünde olması gereken bir süreçtir. Uygulamaya başlamadan önce atık yönetimi ile ilgili alt yapı hazırlıklarının tamamlanması gerekmektedir. Yüklenici seçimi süreci, müteahhit firma tarafından yapılacak temel işler ile ilgili alt yüklenici, tedarikçi firmaların belirlenmesini ve gerekli iş birliği sözleşmelerinin yapılmasını içermektedir. Bu süreçte, atık yönetimi alanında gerekli eğitimleri tamamlamış firmaların tercih edilmesi öncelikli olmalıdır. İş planlarının yapılması süreci, uygulama için gerekli yönetim planlarını kapsamaktadır. Bu süreçte şantiye sorumlusunun denetiminde alt yükleniciler arasındaki koordinasyonun etkin bir şekilde sağlanması gerekmektedir.

‘Veri Toplama’ aşaması; kaynak tespiti, sınıflandırma ile toplama ve depolama gibi alt süreçlerden oluşmaktadır. Kaynak tespiti süreci, iş planlarının yapılmasından sonra çalışma sürecinde ortaya çıkabilecek atıkların, alt yüklenicilerden tarafından atık sorumlu aracılığıyla tespit edilmesini ve şantiye sorumlu tarafından gerekli kontrollerin yapılmasını içermektedir. Sınıflandırma, toplama ve depolama süreçlerinin sorumluluğu yapılacak işler doğrultusunda alt yüklenici ve alt yükleniciler arasından belirlenen atık sorumlularına aittir. Bu süreçlerde, atıklar konusunda sorumluların iş planındaki talimatlara göre uygun hareket etmesi önemlidir.

‘Veri Değerlendirme’ aşaması; denetim ve izleme gibi alt süreçlerden oluşmaktadır. Bu süreç, veri toplama alt süreçlerinde yapılan işlerin şantiye sorumlusu ve yapı denetim yetkilisi kişiler tarafından kontrol edilmesini kapsamaktadır. Alt yüklenicilerin denetimini şantiye sorumlusu, şantiye sorumlusunun denetimini ise yapı denetim yetkilisi yapmalıdır. Atık verilerinin izlenmesi ve atık belgesinin uygun bir şekilde doldurulması bu sürecin etkinliğine bağlıdır.

‘Veri Belgeleme’ aşaması; raporlama, belge işleme ve belge onay gibi alt süreçlerden oluşmaktadır. Raporlama ve belge işleme alt süreçlerinde uygulama kapsamında elde edilen atık verilerinin YAB formuna işlenmesi gerekmektedir. Form içerisindeki genel bilgiler, atık verileri ve döngüsel ekonomi kapsamı bölümleri ile onay bölümünün düzenleme kısmı şantiye sorumlusu kişi tarafından yapılmalıdır. Formun ilgili bölümleri şantiye sorumlusu tarafından doldurulduktan sonra, onay bölümünün kontrol kısmı yapı denetim yetkilisi tarafından onaylanmalıdır. YAB formunun resmi olarak son onayı ilgili belediye yetkilisi kişi tarafından yapılmalıdır.

YAB formunun dijital bir belge olarak erişilebilir olmasını sağlayabilmek için atık belgesi Bina Kimlik Sistemi (BKS) ile ilişkilendirilerek BKS süreç aşamaları ve bu süreçte yer alan sorumlu paydaşlar tanımlanmıştır. YAB formunun BKS’ye entegre edilmesi; kontrol, başvuru, onay ve kayıt olmak üzere birbirleriyle bağlantılı dört aşamalı bir süreç olarak oluşturulmuştur.

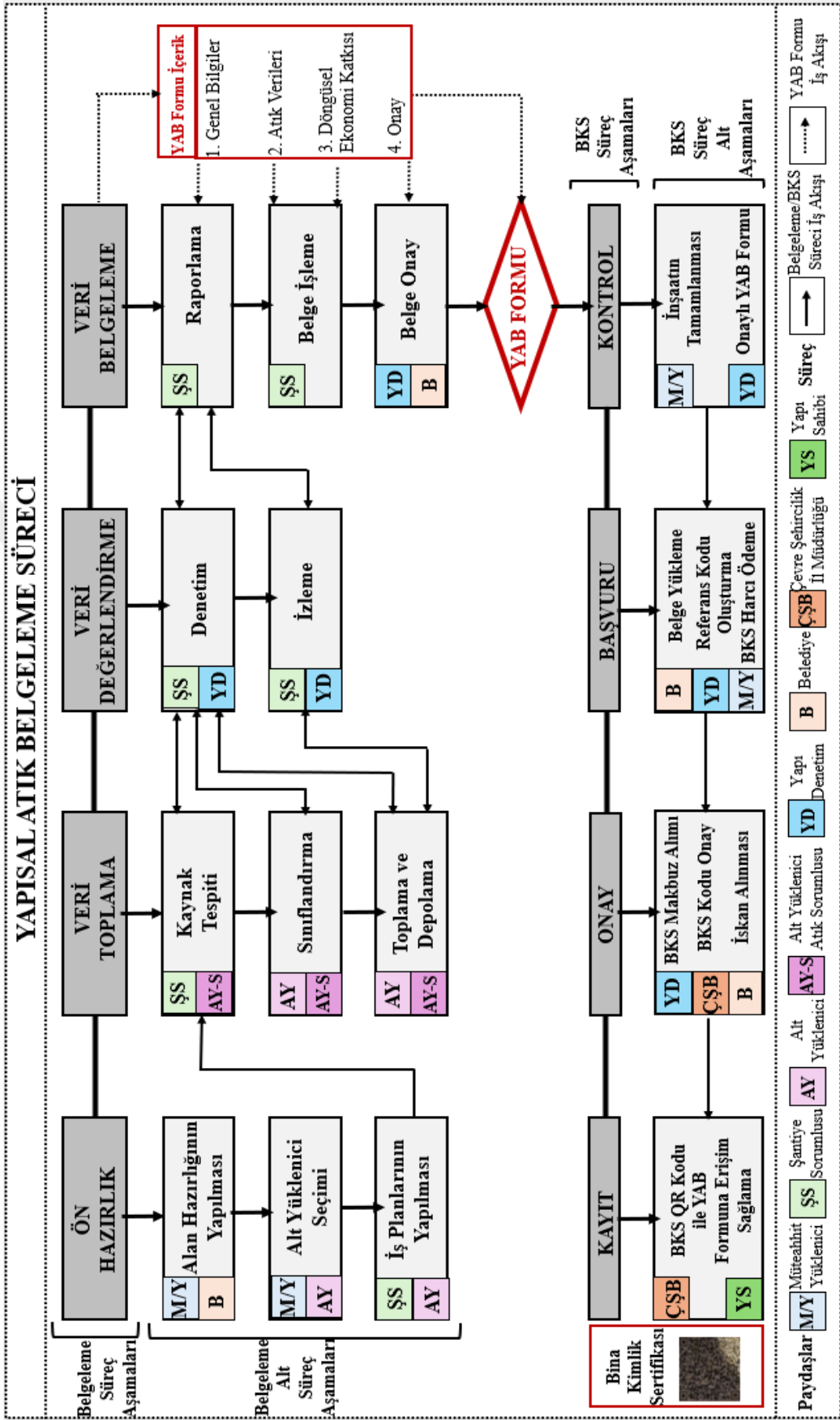
‘Kontrol’ süreci yapı denetim ile belediye yetkililerinin sorumluluğundaki aşamadır. Bu süreçte YAB formu içeriğinin işlenmesi ve tüm onaylarının yapılmış olması gereklidir.

‘Başvuru’ sürecinde yapı denetim yetkilisi tarafından ilgili belediyeye teslim edilen form sisteme yüklenmeli ve müteahhit firma tarafından harç ödemesinin yapılması gereklidir.

‘Onay’ sürecinin takibi yapı denetim tarafından yapılmalıdır. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Müdürlüğü yetkililerinin BKS onayı sonrasında, belediye yetkilisi son onay işlemi ile süreci tamamlamalıdır.

‘Kayıt’ süreci yapının kullanım süreci ile YAB formuna oluşturulan QR kodu ile giriş yapılabilir. Bu süreçte, YAB formuna erişim Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Müdürlüğü yetkilileri ve yapı sahibi tarafından sağlanabilir.

Yapısal atık belgeleme süreci aşamaları, alt aşamaları ve bu aşamalardan sorumlu paydaşlar gösterilmiştir **Şekil 3.14**.



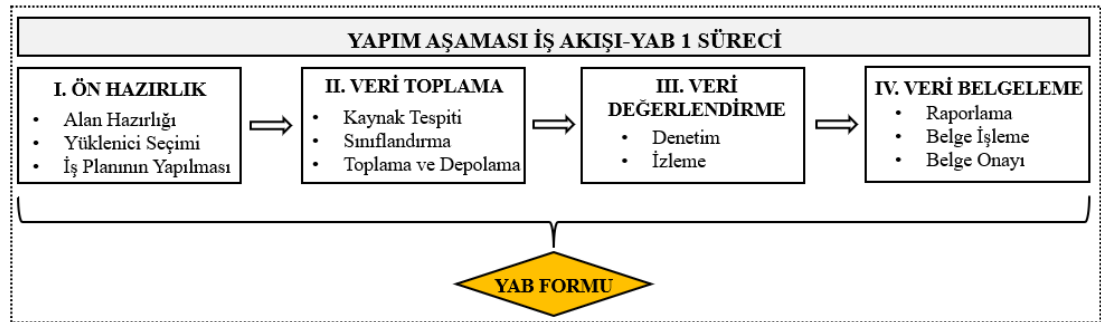
Şekil 3.14: Yapısal atık belgeleme süreci.

3.3. YAB Formunun Uygulama Aşamaları

Yapı üretimi aşamalarında ortaya çıkan yapısal atıkların nitelikleri ve yönetim şeklinin farklılık göstermesi bu atıkların değerlendirme süreçlerini etkilemektedir. Bu kapsamda; YAB modeli önerisi yeni yapılar, mevcut yapılar ve yıkılması planlanan yapılar olmak üzere üç farklı süreç üzerine kurulmuştur. Bu süreçler, YAB formunun uygulama süreçleri olarak yapı üretim aşamalarına göre belirlenmiş ve yapım aşaması için YAB 1 süreci, kullanım aşaması için YAB 2 süreci ve yıkım aşaması için YAB 3 süreci olarak sınıflandırılmıştır. Her bir süreç için içerik; yapısal atıkları belgelemeye yönelik iş akışını ve iş akışı sonucunda düzenlenen YAB formunun BKS ile ilişkilendirilmesi üzerine iki aşamalı bir yöntem üzerine oluşturulmuştur.

3.3.1. Yapım Aşaması İş Akışı-YAB 1 Süreci

YAB modelinin YAB 1 süreci, yapım aşamasında yeni yapılardaki atıkların tespit edilebilmesine yönelik olarak geliştirilmiştir. Tasarım aşamasının tamamlanması ve yapı ruhsatının alınmasından sonra yapının inşası için yapılan hazırlıklar, YAB 1 süreci belgeleme işleminin başlangıcı kabul edilmektedir. YAB 1 süreci kapsamında yapım aşaması iş akışı gösterilmiştir **Şekil 3.15**.



Şekil 3.15: Yapım aşaması iş akışı-YAB 1 süreci.

‘YAB1 Süreci- Ön Hazırlık Aşaması’, yeni inşa edilecek yapılardaki yapısal atık verilerinin sağlanabilmesi için önerilen modelin ilk basamağını oluşturmaktadır. Ön hazırlık aşamasının alt süreçleri kapsamında yapılması gereken işler maddeler halinde belirtilmiştir.

- Şantiye alanının hazırlanması olarak tanımlanan alt süreç müteahhit/yüklenici firma sorumluluğundadır. Yüklenici firma; proje yönetimi, uygulama, proje maliyeti, yasal süreçler, satış ve pazarlama gibi yapı üretim sürecinin içerisinde etkin rol alan paydaşlardan biridir. Bu kapsamda; şantiye kurulumu yapılırken aynı zamanda şantiye alanı içerisinde oluşacak atıklar için atık toplama alanları oluşturulmalıdır. Yapım sahasında üretilecek yapısal atıkların çeşitleri göz önüne alınmalı ve gerekli yasal izinler ile ilgili belediyenin bilgisi dahilinde alan içerisine atık türleri için konteyner getirilmelidir. Bu konteynerler, alan hazırlığı sürecindeki atık toplama alanlarına yerleştirilmelidir.
- Yüklenici seçimi alt süreci kapsamında; binanın tüm yapım sorumluluğunu alan müteahhit firmanın, şantiyede kullanılacak malzemeler için tedarikçi firmaları ve yapım işleri için ise alt yüklenicileri belirlemesi gerekmektedir. Malzemelerin temin sürecinde ilgili firmalar ve proje kapsamında çalışacak alt yükleniciler arasında etkin bir atık yönetimi için koordinasyon sağlanmalıdır. Şantiyede görevli tüm personel atık yönetimi konusunda eğitim almalıdır. Atık verilerinin toplanması sürecinde, iş koluna göre bir düzenin sağlanabilmesi için her iş kolunda çalışan personellerinden atık yönetim sorumluları belirlenmelidir.
- İş planının yapılması alt sürecinde; şantiye alanı içerisindeki uygulama aşamaları belirlenmektedir. Bu kapsamda; temin edilecek malzemelerin cinsi ve miktarı belirlenerek depolama alanları oluşturulmalıdır. Şantiye şefi/sorumlusu, iş planına uygun bir atık yönetim planı oluşturulmalı ve bu plan, ilgili alt yüklenici firmalarda daha önceden atık yönetimi eğitimi almış, atık yönetim sorumluları ile paylaşmalıdır.

‘YAB 1 Süreci- Veri Toplama Aşaması’, proje alanının yapım işlerine uygun hale getirilmesinden sonra başlayan ve yapım işleri faaliyetlerinin ilerlemesi ile devam eden süreçtir. Veri toplama aşamasının alt süreçleri kapsamında yapılması gereken işler maddeler halinde belirtilmiştir.

- Kaynak tespiti alt süreci; iş planına göre, üretilen atıkların hangi yapım işi sonucunda oluştuğunun belirlenmesidir. Şantiye şefi, bu süreçte günlük yapılacak işlere göre oluşacak atık kaynaklarını tespit etmeli ve uygulamadan sorumlu ilgili kişiler ile koordinasyon sağlamalıdır.
- Sınıflandırma alt süreci; atık kaynaklarının tespit edilmesinden sonra atıkların malzemelerine göre sınıflandırılması yapılmalıdır. Atık türlerine göre ayrıştırma

işleminin kaynakta yapılması değerlendirme sürecini kolaylaştıracaktır. Alt yüklenicilerin planlanan işlerin uygulama sürecinde ortaya çıkabilecek atıkları sınıflandırma konusunda hassas bir yaklaşım göstermesi toplama ve depolama süreci için ön hazırlık olacaktır.

- Toplama ve depolama alt süreci; iş kolundaki ilgili sorumlular tarafından planlanan işin tamamlanması sonrasında yapısal atıkların türelerine göre toplanmasını ve atık yönetim planında belirtilen depolama alanlarına nakliyesini kapsamaktadır.

‘YAB 1 Süreci- Veri Değerlendirme Aşaması’, şantiye iş planında günlük veya haftalık olarak tamamlanan işler sonrasında ortaya çıkan yapısal atıkların yönetimi konusunda yapılacak işleri içermektedir. Veri değerlendirme aşamasının alt süreçleri kapsamında yapılması gereken işler maddeler halinde belirtilmiştir.

- Denetim alt süreci; şantiye alanı içerisinde oluşan atıkların, türelerine göre kaynaktan ayrıştırılması ve belirlenen depolama alanları taşınma işleminin takip edilmesidir. Bu kapsamda; şantiye alanı içerisinde denetimi sağlayacak kişi, şantiye şefi/ sorumlusu olmalıdır. Şantiye şefi; alt yüklenici firmaların işlerini tamamladıktan sonra, atık yönetim sorumlusunun, belirli aralıklarla şantiyedeki atıkları toplayarak uygun konteynerlere yerleştirilmesini denetlemelidir. Ayrıca, projenin uygunluğunu denetlemek amacıyla şantiye kontrollerini yapan yapı denetim firması yetkilileri de şantiye içerisinde yapılan işlerin atık yönetim planına uygunluğunu ve atıkların uygun şekillerde toplanmasını kontrol etmelidir.
- İzleme alt süreci; denetim süreci ile paralel olarak, geçici depolama alanlarında toplanan malzemelerin atık yönetimi açısından değerlendirilmesidir. Bu kapsamda; malzeme verimliliği açısından yapılan işler sonucunda meydana gelen atıkların türleri ve miktarları dikkate alınmalıdır. Şantiye şefi/sorumlu denetiminde, yeniden kullanılabilir atıklar yeni kullanım alanları için ayrıştırılmalı, geri dönüşüme uygun olan atıklar belirlenmeli ve depolama alanlarına gönderilecek atıklar için atık sahalarının tespitinin yapılmalıdır. Atık yönetiminin uygulanabilmesi için gerekli yasal işlemler başlatılmalıdır.

‘YAB 1 Süreci Veri Belgeleme Aşaması’, veri değerlendirme aşamasının alt süreçleri ile entegre olacak şekilde ilerleyen atık verilerinin kayıt altına alınması için yapılan çalışmaları içeren sürecidir. Veri belgeleme aşamasının alt süreçleri kapsamında yapılması gereken işler maddeler halinde belirtilmiştir.

- Raporlama alt süreci; yapısal atıkların yönetimi ve işlenmesi sürecinde elde edilen atık verilerinin tanımlı iş planına göre belirli periyotlar ile kayıt altına alınmasını kapsamaktadır. Periyodik raporlama, şantiye şefi/sorumlusu tarafından yapılmalıdır. Bu işlem, atık belgeleme sürecini kolaylaştırmak ve atık miktarı hakkında veri elde etmek için önemlidir.
- Belgeleme işlemi alt sürecinde; şantiye şefi, periyodik raporlama ile elde ettiği atık verilerini YAB formunu kullanarak işleme almalı ve formu doldurduktan sonra düzenleme kısmını onaylamalıdır.
- Belge onayı alt sürecinde; şantiye şefi tarafından doldurulan yapım aşaması atık verilerini içeren YAB formu yapı denetim firması yetkilisi tarafından incelenmeli ve kontrol onayı verilmelidir. Yapı denetim yetkilisi kontrolü sonrasında ilgili belediye yetkisi YAB formunu onaylanmalıdır.

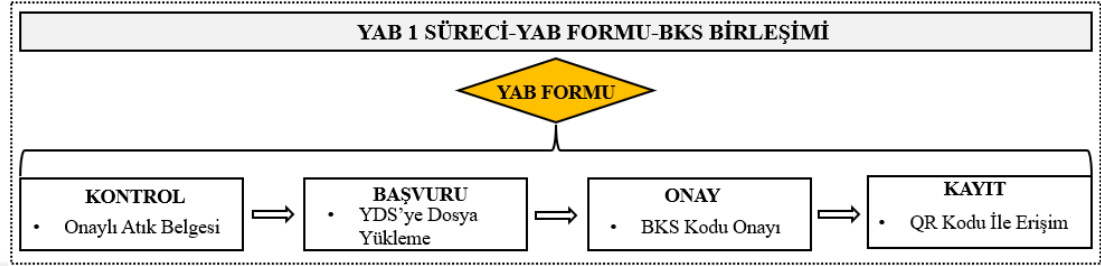
3.3.2. YAB Formu ile BKS'nin İlişkilendirilmesi-YAB 1 Süreci

Model önerisinin YAB 1 sürecinde yapının yapım aşaması sonucunda hazırlanan YAB formunun içeriğine kolay erişim sağlanabilmesi ve bu belgenin yapının proje dosyalarıyla birlikte çeşitli teknik belgeler içerisinde yer alabilmesi için BKS'nin dijital depolama aracı olarak kullanılması öngörülmüştür. Bu kapsamda, YAB formunun BKS'ye entegre edilme sürecinde yapılması gereken işler maddeler halinde belirtilmiştir.

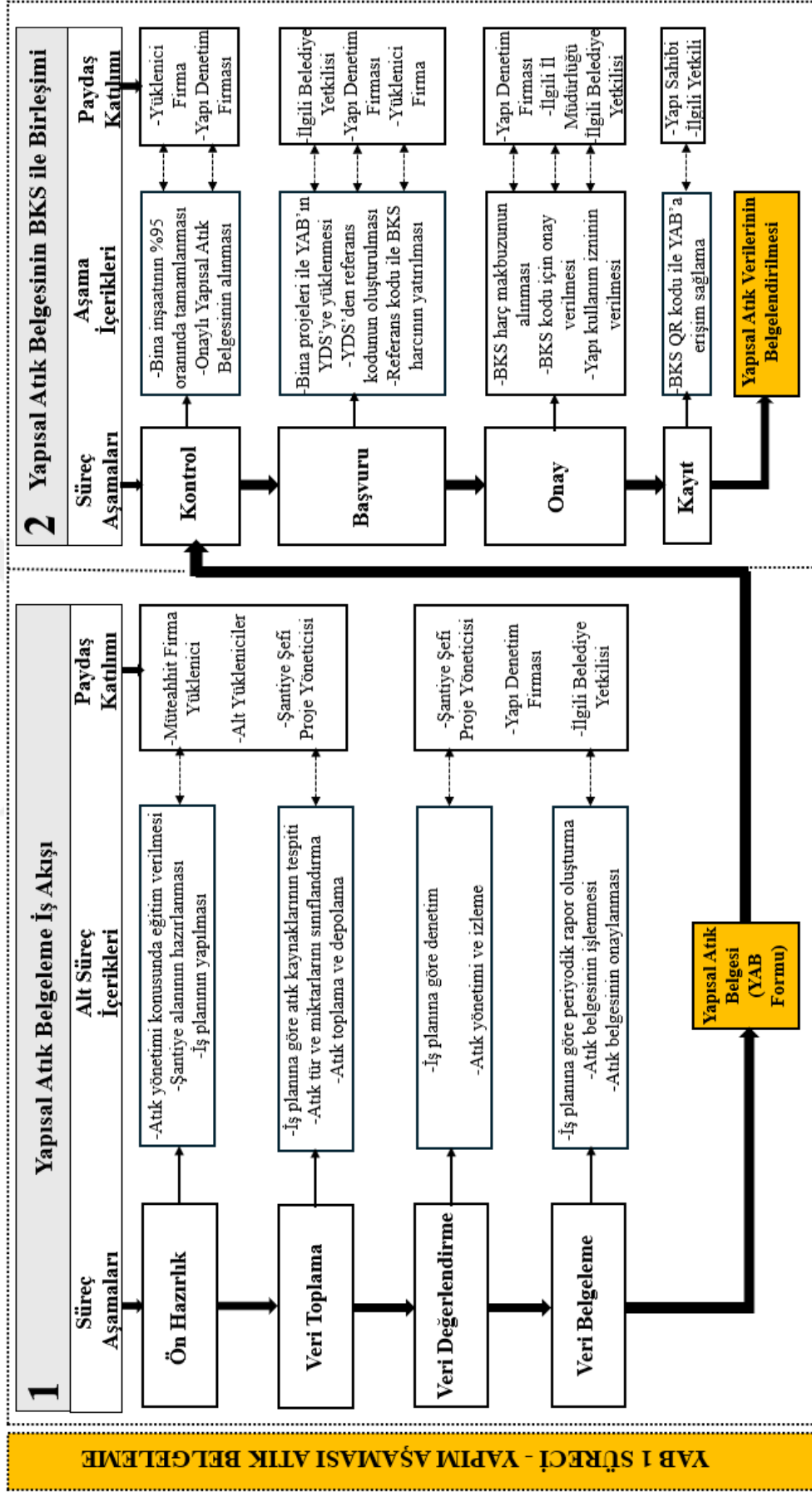
- Kontrol süreci BKS ile ilgili ilk aşama olarak kabul edilebilir. Bu süreçte, müteahhit firma tarafından binanın %95 oranında tamamlanması gerekmektedir. Yapım işleri sonrasında yapı denetim firması yetkilisi kontrol edilmiş YAB formunu ilgili belediyeye onaylatmalıdır.
- Başvuru sürecinde; bina projeleri ile YAB formu ilgili belediye yetkilisi tarafından yapı denetim sistemine (YDS) yüklenmelidir. Teknik belgelerin yükleme işleminden sonra yapı denetim firması yetkilisi YDS üzerinden referans kodu oluşturmalıdır. Bu referans kodu müteahhit firma ile paylaşılması sonrasında yapının niteliğine göre hesaplanan BKS harcı yatırılmalıdır.
- Onay sürecinde; ilgili yapı denetim firması, müteahhit tarafından yatırılmış BKS harcının makbuzunu almalıdır. Harç işleminden sonra ilgili İl Müdürlüğü yetkilileri BKS kodu için onay vermektedir. Bu aşamadan sonra ilgili belediye yapı kullanım belgesi onayı vermekte ve YAB formu BKS içerisinde yer almaktadır.

- Kayıt süreci; BKS onayı ile yapının kullanım aşamasına geçilmesi sonrasındaki süreçtir. YAB formuna, yapının giriş bölümünde yer alan BKS levhasındaki QR kodu aracılığıyla, yapı sahibi veya yetkili kişiler tarafından erişim sağlanabilir.

YAB 1 süreci YAB formunun BKS ile birleşimi verilmiştir **Şekil 3.16**. YAB 1 süreci yapım aşamasındaki yapısal atık belgeleme içerikleri gösterilmiştir **Şekil 3.17**.



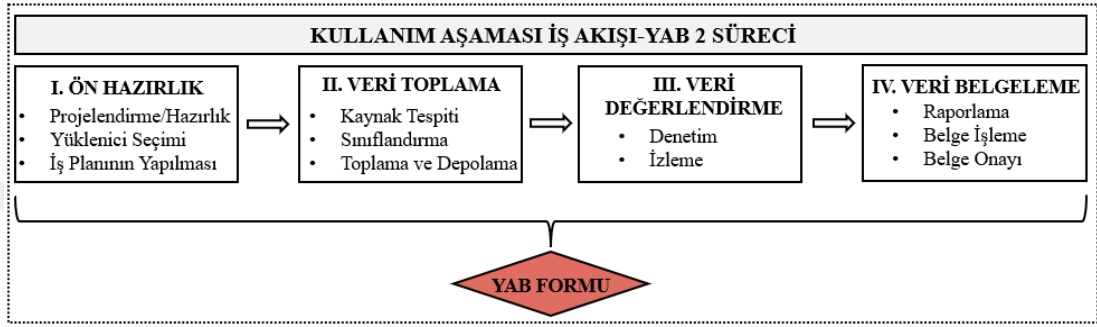
Şekil 3.16: YAB 1 süreci YAB formu-BKS birleşimi.



Şekil 3.17: YAB 1 süreci yapım aşaması atık belgeleme içerikleri.

3.3.3. Kullanım Aşaması İş Akışı-YAB 2 Süreci

YAB modelinin YAB 2 süreci, kullanım aşamasında mevcut yapılardaki atıkların tespitine yönelik olarak geliştirilmiştir. Yapım aşamasının tamamlanması ve yapı kullanım belgesinin (iskan) alınmasından sonra kullanıcılar tarafından yapının kullanılması, YAB 2 süreci belgeleme işleminin başlangıcı kabul edilmektedir. YAB 2 süreci kapsamında kullanım aşaması iş akışı gösterilmiştir **Şekil 3.18**.



Şekil 3.18: Kullanım aşaması iş akışı-YAB 2 süreci.

‘YAB 2 Süreci Ön Hazırlık Aşaması’, kullanım aşamasındaki yapılarda yapılan tadilat veya yenileme gibi çalışmalar sonucunda ortaya çıkacak yapısal atık verilerinin elde edilebilmesi için ön aşamadır. Ön hazırlık aşamasının alt süreçleri kapsamında yapılması gereken işler maddeler halinde belirtilmiştir.

- Projelendirme alt süreci; yapının kullanım aşamasının uzun bir süre olması ve yapıda çeşitli nedenlere bağlı olarak bakım/onarım/tadilat/yenileme yapılması durumunu kapsamaktadır. Daha iyi yaşam alanları oluşturmak amacı ile yapılan bu çalışmalar sonucunda ortaya çıkan atıkların kontrolünü sağlamak oldukça zordur [Ding vd., 2019; Bao vd., 2021]. Günümüz şartlarında, bina kullanıcıları gerekli olduğunu düşündükleri yapım işleri için herhangi bir kurum ya da kuruluşa bilgi vermeden uygulama yaptırmaktadırlar [Salgın vd., 2020; Sarıgök, 2024]. Banyo, mutfak, tesisat değişikliği vb. gibi basit tadilat olarak nitelendirilen bu işler iç mekan tasarımı kapsamında değerlendirilmekte ve ilgili mekana yönelik iç mekan projeleri üretilmektedir. Bu süreçte, yapılacak tadilat veya yenilemenin kapsamı atık üretim miktarını önemli ölçüde etkilemektedir [Coşgun, 2011; Bao vd., 2021]. Model çerçevesinde; kullanım aşamasında yapılan çalışmalar birer yıkım faaliyeti olarak değerlendirilmiştir. Basit tadilatlar ile ilgili veri sağlayabilmek için bina

yönetiminin de sürece dahil edilmesi düşünülmektedir. Basit tadilat yapmayı planlayan kullanıcıların bina yönetimini bilgilendirmeleri ön görülmektedir. YAB formu kullanımı için kapsamlı tadilatlar değerlendirmeye alınmıştır. Bu tadilatlar büyük ölçekli çalışmalar olmakta ve projelendirme için mimarlık hizmeti alınarak tadilat projeleri hazırlanmaktadır. Projelendirme süreci sonrasında çalışma alanında atık yönetimini sağlayabilmek için gerekli ön hazırlıkların yapılmalıdır.

- Yüklenici seçimi alt süreci; basit tadilatlar için, kullanıcı yapım işini üstlenecek firmayı ve tedarikçi firmayı belirlemelidir. Kapsamlı tadilat durumunda ise; yapım aşaması süreçlerinde olduğu gibi yüklenici firma, alt yüklenici firma, tedarikçi firmalar arasında atık yönetimi için koordinasyon sağlanmalıdır. Yapım işi ile ilgili olan tüm personelin atık yönetimi ile ilgili eğitim almalı ve uygulama aşamasında atık yönetiminden sorumlu olan personel belirlenmelidir.
- İş planının yapılması alt sürecinde; tadilat veya yenileme işleminin kapsamına göre, yapılacak işler ve bu işler sonucunda oluşacak atıkların alan içerisindeki durumlarına yönelik hazırlık yapılmalıdır. İş planına göre atık yönetim planının oluşturulması, alt yüklenicilerin konu ile ilgili bilgilendirilmesi gibi hazırlıklardan sorumlu olan kişi proje yöneticisi veya şantiye şefi olabilir.

‘YAB 2 Süreci- Veri Toplama Aşaması’, mevcut alanının yapım işlerine uygun hale getirilmesinden sonra başlayan ve yapım işleri faaliyetlerinin ilerlemesi ile devam eden süreçtir. Veri toplama aşamasının alt süreçleri kapsamında yapılması gereken işler maddeler halinde belirtilmiştir.

- Kaynak tespiti alt süreci; tadilat kapsamında ortaya çıkan atıkların hangi işlemler sonucunda meydana geldiğinin tespit edilmesidir. Yapılan işin kapsamı önemli olduğu için basit tadilatta proje yöneticisi, kapsamlı tadilatta şantiye sorumlusu atık kaynaklarını belirlemeli ve uygulamadan sorumlu ilgili kişiler ile koordinasyon sağlamalıdır. Bu aşama mevcut yapılar üzerindeki çalışmaları içermesinden dolayı, yapıda daha önceden kullanılmış olan tehlikeli madde içeren malzemelerden kaynaklı atıklar da tespit edilmelidir.
- Sınıflandırma alt sürecinde; yapılan iş planı kapsamında alt yükleniciler atık kaynaklarına göre oluşan atıkları malzemeleri ve türleri bakımından ayırtırmalıdır. Kaynaktan ayırtırma atık verilerini toplama işlemini kolaylaştıracaktır.

- Toplama ve depolama alt süreci; ayrıştırılan atıklar türlerine göre toplanmalı ve kullanım dışında kalanlar için depolama alanlarına gönderilmelidir. Bu süreçte alt yüklenici ve proje sorumlunun koordinasyon içerisinde olması önemlidir.

‘YAB 2 Süreci- Veri Değerlendirme Aşaması’, tadilat veya yenileme çalışmaları sonrasında ortaya çıkan yapısal atıkların yönetimi konusunda yapılacak işleri kapsayan süreçtir. Veri değerlendirme aşamasının alt süreçleri kapsamında yapılması gereken işler maddeler halinde belirtilmiştir.

- Denetim alt süreci; uygulama alanı içerisinde oluşan atıkların, türlerine göre kaynaktan ayrıştırılması ve belirlenen depolama alanları taşıma işleminin takip edilmesidir. Bu kapsamda; basit tadilat işlerinin denetimi proje yöneticisinde, kapsamlı tadilatlar için ise şantiye sorumlusunda olmalıdır. Yapım alanındaki atıkların sınıflandırılması, toplanması ve uygun şekillerde depolanması süreçleri denetlenmelidir. Kapsamlı tadilat durumunda, yapı denetim firması yetkilileri mevcut denetimlerin yanı sıra atık yönetim planının uygunluğunu da denetlemelidir.
- İzleme alt süreci; denetim süreci ile paralel olarak, toplanan atıkların doğru yöntemlerle değerlendirme sürecidir. Bu kapsamda; değişen bina bileşenleri için envanter çalışması yapılmalıdır. Yeniden kullanılabilir ürünlerin kullanım alanları ve geri dönüşüme gönderilecek atıklar için geri dönüşüm firmaları belirlenmelidir. Bu süreçte ortaya çıkan tehlikeli atıklar varsa, ayrı şekilde depolama alanlarına gönderilmelidir.

‘YAB 2 Süreci Veri Belgeleme Aşaması’, veri değerlendirme aşamasının alt süreçleri ile entegre olacak şekilde ilerleyen atık verilerinin kayıt altına alınması için yapılan çalışmaları içeren sürecidir. Veri belgeleme aşamasının alt süreçleri kapsamında yapılması gereken işler maddeler halinde belirtilmiştir.

- Raporlama alt süreci; tadilat işlemi sonucunda oluşan atık verilerinin kayıt altına alma sürecidir. Özellikle tadilat ruhsatı alacak yapılar için, oluşan atık miktarları hesaplanmalıdır. İş planına göre periyodik raporlama yapılmalı ve atıkların değerlendirilme süreçlerine dikkat edilmelidir.
- Belgeleme işlemi alt sürecinde; proje yöneticisi veya şantiye şefi tarafından elde edilen atık verileri YAB formuna işlenmelidir.

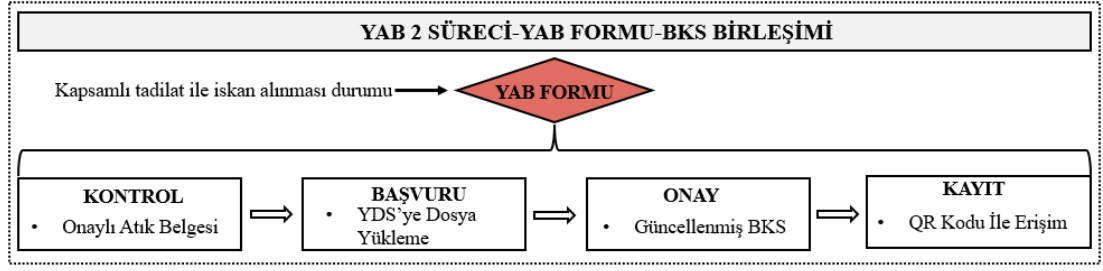
- Belge onayı alt sürecinde; basit tadilat işlemlerine ait atık verilerini içeren YAB formu, bina yöneticisi tarafından onaylanmalıdır. Kapsamlı tadilatlar için ise form yapı denetim yetkilisi tarafından kontrol edilmeli ve ilgili belediye yetkilileri tarafından onaylanmalıdır.

3.3.4. YAB Formu ile BKS'nin İlişkilendirilmesi-YAB 2 Süreci

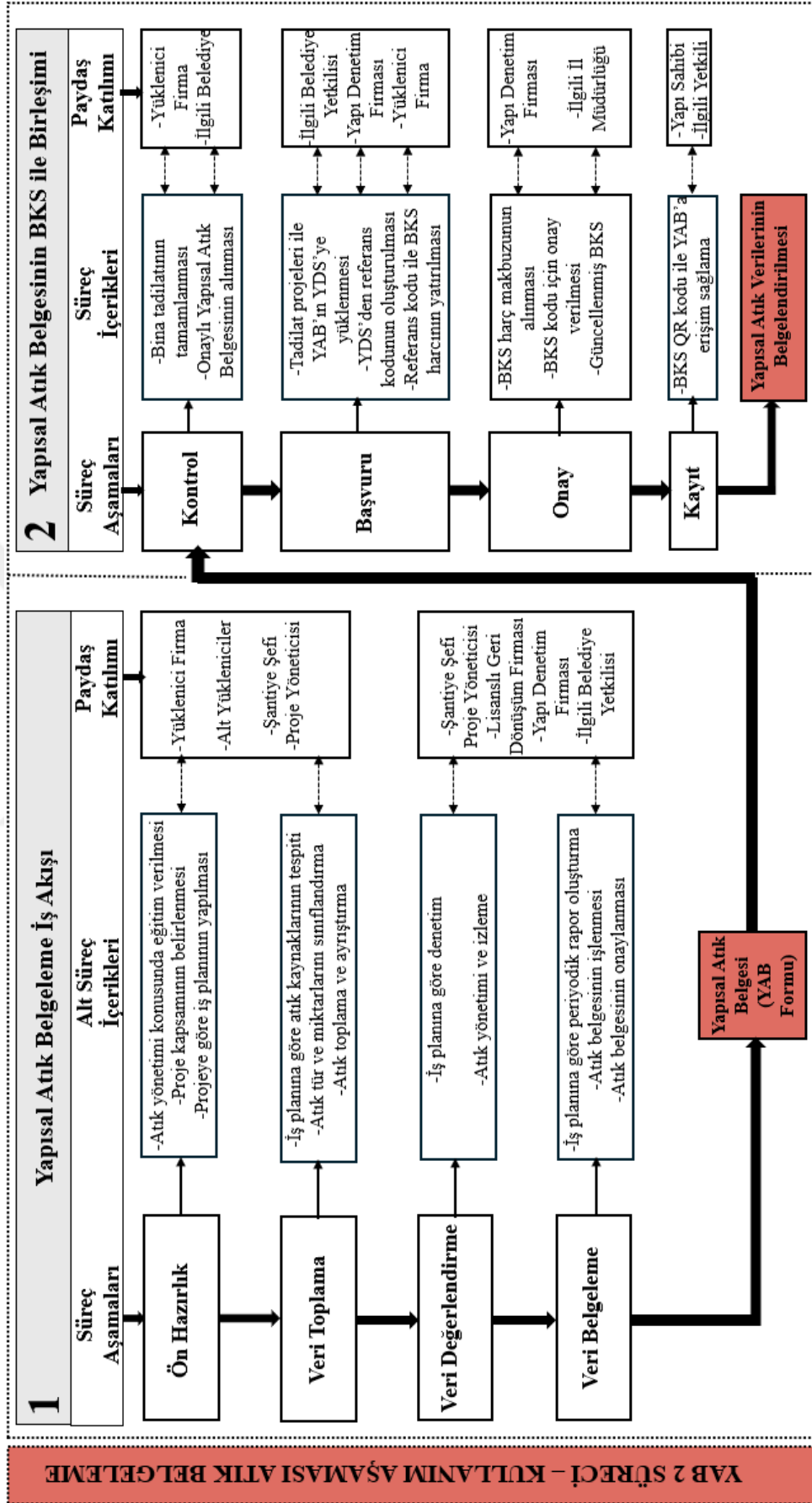
Model önerisi, YAB 2 sürecinde mevcut yapıların kullanım aşamasında oluşan atık verilerinin YAB formu aracılığıyla toplanmasını hedeflemektedir. Bu kapsamda YAB formunun yapıya ait diğer teknik belgeler gibi kullanılabilmesi için BKS ile ilişkilendirilmesi öngörülmektedir. Mevcut şartlar değerlendirildiğinde, BKS yeni yapılara ait bilgilere erişilebilen dijital bir depolama aracı olarak kullanılmaktadır [Web 13, 2024; Web 14, 2024]. BKS uygulamasının 5 yıllık periyotlar halinde güncellenmesi durumu göz önüne alındığında bu süreçte oluşturulan YAB formunun ilerleyen aşamalarda BKS içerisinde yer alması düşünülmektedir. YAB formunun BKS'ye entegre edilme sürecinde yapılması gereken işler maddeler halinde belirtilmiştir.

- YAB formunun BKS ile ilişkilendirilmesinin ilk aşaması olan kontrol süreci için yüklenici firma tarafından bina tadilatının tamamlanmalı ve yapı denetim firması yetkilisinin YAB formunu ilgili belediyeye onaylatılmalıdır.
- Başvuru sürecinde; tadilat projeleri ve gerekli resmi belgeler ile YAB formu ilgili belediye yetkilisi tarafından yapı denetim sistemine (YDS) yüklenmelidir. Belge yükleme işleminden sonra yapı denetim yetkilisi YDS üzerinden referans kodu oluşturmalıdır. Yüklenici firma referans kodu ile yapının niteliğine göre hesaplanan BKS harcı yatırılmalıdır.
- Onay sürecinde; harcının ödenmesi sonrasında BKS'deki veriler güncellenmelidir.
- Kayıt sürecinde ise; güncellenmiş BKS içerisinden QR kodu aracılığıyla, yapı sahibi yetkili kişiler tarafından forma erişim sağlanabilir.

YAB 2 süreci YAB formunun BKS ile birleşimi verilmiştir **Şekil 3.19**. YAB 2 süreci kullanım aşamasındaki yapısal atık belgeleme içerikleri gösterilmiştir **Şekil 3.20**.



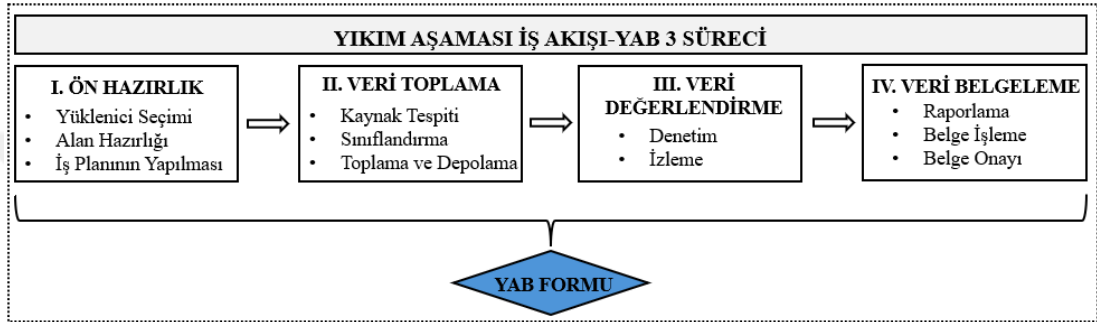
Şekil 3.19: YAB 2 süreci YAB formu-BKS birleşimi.



Şekil 3.20: YAB 2 süreci kullanım aşaması atık belgeleme içerikleri.

3.3.5. Yıkım Aşaması İş Akışı-YAB 3 Süreci

YAB modelinin YAB 3 süreci, yıkım aşamasında yıkılacak yapılardaki atıkların tespit edilebilmesine yönelik olarak geliştirilmiştir. Kullanım aşamasının tamamlanması ve yapının çeşitli sebepler sonucunda yıkılmasına karar verilmesinden sonra yapının yıkımı için yapılan hazırlıklar, YAB 3 süreci belgeleme işleminin başlangıcı kabul edilmektedir. YAB 3 süreci kapsamında yıkım aşaması iş akışı gösterilmiştir **Şekil 3.21**.



Şekil 3.21: Yıkım aşaması iş akışı-YAB 3 süreci.

‘YAB 3 Süreci- Ön Hazırlık Aşaması’, yıkılacak yapılar için yıkım sonrasında oluşacak yapısal atık verilerini elde edilebilmesi için ön aşamadır. Ön hazırlık aşamasının alt süreçleri kapsamında yapılması gereken işler maddeler halinde belirtilmiştir.

- Yüklenici seçimi alt süreci için, öncelikle bina sahibi veya yetkilendirilmiş yüklenici firma tarafından ilgili belediyeden yıkım ruhsatı alınması gereklidir. Ruhsat onayı sonrasında, bina sahibi tüm sorumluluğu üstlenebilmesi için uygun bir yıkım firması belirlemelidir. Seçilen yıkım firmasında çalışan personeller, atık yönetimi ile ilgili eğitim almış olmalı ve yapılacak iş kollarına göre atık yönetim sorumluları da belirlenmelidir.
- Alan hazırlığı alt sürecinde; yıkım firması tarafından yıkım başlamadan önce alan içerisinde olası tehlikelere karşı güvenlik önlemleri alınmalıdır. Yıkılacak bina için fizibilite çalışmaları yapılmalı ve yıkım işlemi için kullanılabilecek ekipman ve makineler belirlenerek temin edilmesi sağlanmalıdır. Yıkım sırasında oluşacak atıklar için ilgili belediyeden konteynerler talep edilmeli ve atık toplama alanları belirlenerek konteynerler yerleştirilmelidir.

- İş planının yapılması alt süreci için öncelikle binaya ait mevcut projeler veya teknik çizimler varsa incelenmeli, alan çalışması yapılarak binanın malzeme envanteri çıkarılmalıdır. Tehlikeli malzemelere yönelik analiz yapılmalıdır. Atıkların uygun şekillerde değerlendirilmesini sağlamak için yıkım firması, seçici yıkımı tercih etmeli yıkım işlerinden sorumlu olan kişi alanda çalışacak ekipler arasındaki koordinasyonu sağlamalıdır.

‘YAB 3 Süreci- Veri Toplama Aşaması’, binanın yıkıma uygun hale getirilmesinden sonra başlayan ve yıkım işleri faaliyetlerinin ilerlemesi ile devam eden süreçtir. Veri toplama aşamasının alt süreçleri kapsamında yapılması gereken işler maddeler halinde belirtilmiştir.

- Kaynak tespiti alt süreci; yıkım planına göre, yapıda kullanılmış olan malzeme türleri belirlenmelidir. Yıkım sürecinde oluşacak yapısal atıkların kaynakları tespit edilmeli varsa tehlikeli atıklara yönelik önlemler alınarak düzenlemeler yapılmalıdır.
- Sınıflandırma alt sürecinde; atık kaynaklarının tespit edilmesi sonrasında atıkların malzemelerine ve türlerine göre ayrıştırılması işlemini kapsamaktadır. Binada yeniden kullanılabilir durumda olan sökülebilir bileşenler, bu süreçte ayrıştırılmalıdır.
- Toplama ve depolama alt sürecinde; iş kolundaki atık yönetimi ile ilgili sorumlular tarafından yapısal atıklar türlerine göre toplanmalı ve atık yönetim planında belirlenen geçici depolama alanlarına taşınmalıdır. Bir binanın yıkım sürecinde oluşan yapısal atık miktarının en yüksek düzeyde olması, atıkların toplanması aşamasında miktarları doğru bir şekilde hesaplanmalıdır.

‘YAB 3 Süreci- Veri Değerlendirme Aşaması’, yıkım iş planında belirlenen zaman diliminde tamamlanan çalışmaların ardından ortaya çıkan yapısal atıkların yönetimi ve yapılacak işleri kapsayan süreçtir. Veri değerlendirme aşamasının alt süreçleri kapsamında yapılması gereken işler maddeler halinde belirtilmiştir.

- Denetim alt süreci; yıkım alanı içerisinde oluşan atıkların, türlerine göre kaynaktan ayrıştırılması ve belirlenen depolama alanları taşınma işleminin takip edilmesidir. Bu kapsamda; alandaki seçici yıkım planının uygulanmasını denetleyen yıkım sorumlusu, ilgili işlerde çalışan kişiler ile koordinasyon halinde olmalıdır. Ayrıştırılan ve sökülebilen atıkların saha içerisinde belirtilen atık toplama

alanlarına taşınması kontrol edilmelidir. Bu süreçte, yıkım planının uygulanması ve atık yönetimi üzerine yapılan çalışmalar, ilgili belediye yetkilileri tarafından denetlenmelidir.

- İzleme alt süreci; denetim süreci ile paralel olarak, toplanan atıkların doğru yöntemlerle değerlendirme sürecidir. Bu kapsamda; yeniden kullanılabilir bina bileşenleri envanter çalışması yapılmalıdır. Geri dönüştürülebilir atıklar için uygun firmalar tespit edilmeli ve işlemler başlatılmalıdır. Depolama alanlarına gönderilecek atıklar için ise atık sahaları belirlenmeli varsa tehlikeli atıklar ayrı şekillerde depolanması için yasal düzenlemeler uygulanmalıdır.

‘YAB 3 Süreci Veri Belgeleme Aşaması’, veri değerlendirme aşamasının alt süreçleri ile entegre olacak şekilde ilerleyen atık verilerinin kayıt altına alınması için yapılan çalışmaları içeren sürecidir. Veri belgeleme aşamasının alt süreçleri kapsamında yapılması gereken işler maddeler halinde belirtilmiştir.

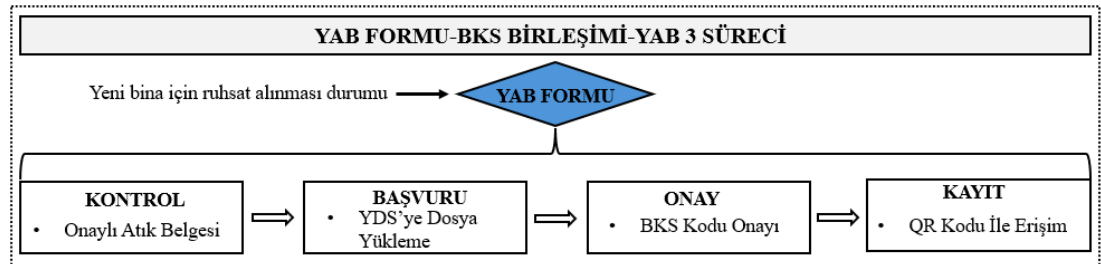
- Raporlama alt süreci; yıkım işlemi sonucunda oluşan atık verilerinin kayıt altına alma sürecidir. Seçici yıkım planına göre oluşan atıklar belirli periyotlar halinde raporlanmalıdır. Bu işlem yıkım işlerinden sorumlu yetkili kişi tarafından yapılmalı ve atık verilerine ait hesaplamalar yapılmalıdır.
- Belgeleme işlemi alt sürecinde; yıkım sorumlusu tarafından toplanan atık verileri YAB formunun atık verileri bölümündeki yıkım aşaması kısmı işaretlenerek ve gerekli alanlar doldurularak kaydedilmelidir.
- Belge onayı alt sürecinde; yıkım aşaması atık verilerini içeren YAB formu yapı denetim firması yetkilisi tarafından kontrol edilerek ilgili belediye yetkilisi tarafından onaylanmalıdır.

3.3.6. YAB Formu ile BKS’nin İlişkilendirilmesi-YAB 3 Süreci

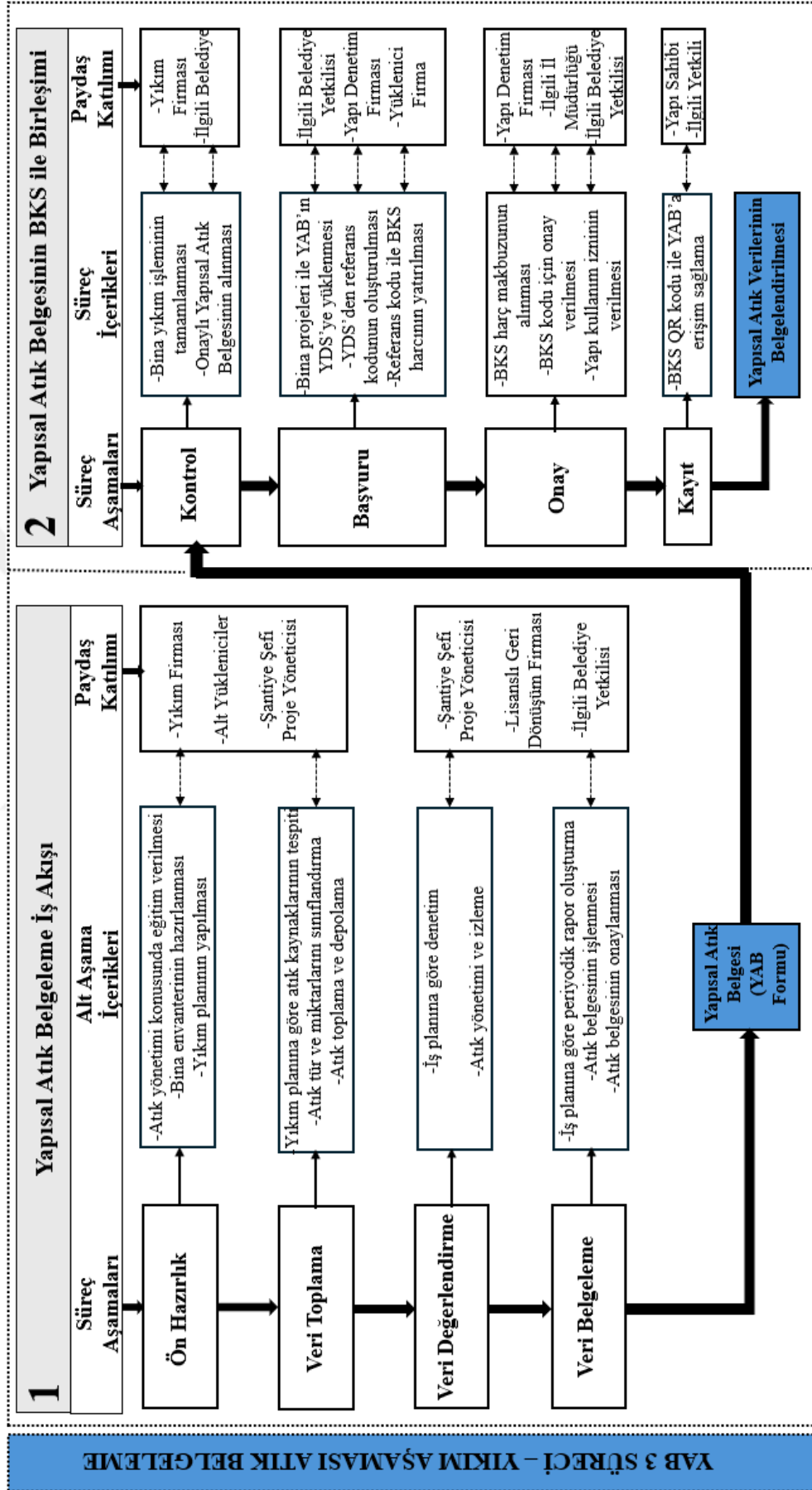
Model önerisi, YAB 3 sürecinde yıkılacak yapılarda oluşan atık verilerinin YAB formu aracılığıyla toplanmasını hedeflemektedir. Bu kapsamda YAB formunun yapıya ait diğer teknik belgeler gibi kullanılabilmesi için BKS ile ilişkilendirilmesi öngörülmektedir. Yıkım alanına yeni bir bina inşa edilmesi durumu için, yıkım atıklarına ait verileri içeren YAB formunun BKS’ye entegre edilme sürecinde yapılması gereken işler maddeler halinde belirtilmiştir.

- YAB formunun BKS ile ilişkilendirilmesinin ilk aşaması olan kontrol süreci için yıkım firması yıkım işlemini tamamlamalı ve YAB formu ilgili belediyeye onaylatılmalıdır.
- Başvuru sürecinde; yıkıma ait atık verilerini içeren YAB formu yıkım alanına inşa edilecek yeni binanın tasarım süreci sonrasındaki teknik dosyaları ile ruhsat dosyasında yer almalı ve yeni binanın uygulama aşamasındaki atık verilerini içeren YAB formu ile ilgili belediye yetkilisi tarafından yapı denetim sistemine yüklenmelidir. Dosyaların yükleme işleminden sonra yapı denetim yetkilisi YDS üzerinden referans kodu oluşturmaktadır. Yüklenci firma referans kodu ile yapının niteliğine göre hesaplanan BKS harcı yatırılmalıdır.
- Onay sürecinde; ilgili yapı denetim firması, müteahhit tarafından yatırılmış BKS harcının makbuzunu almalıdır. Harç işleminden sonra ilgili İl Müdürlüğü yetkilileri BKS kodu için onay vermektedir. Bu süreç sonrasında ilgili belediye yapı kullanım belgesini onaylamaktadır.
- Kayıt süreci; BKS onayı ile yapının kullanım aşamasına geçilmesi sonrasındaki süreçtir. YAB formuna, yapının giriş bölümünde yer alan BKS levhasındaki QR kodu aracılığıyla, yapı sahibi veya yetkili kişiler tarafından erişim sağlanabilir.

YAB 3 süreci YAB formunun BKS ile birleşimi verilmiştir **Şekil 3.22**. YAB 3 süreci yıkım aşamasındaki yapısal atık belgeleme içerikleri gösterilmiştir **Şekil 3.23**.



Şekil 3.22: YAB 3 süreci YAB formu-BKS birleşimi.

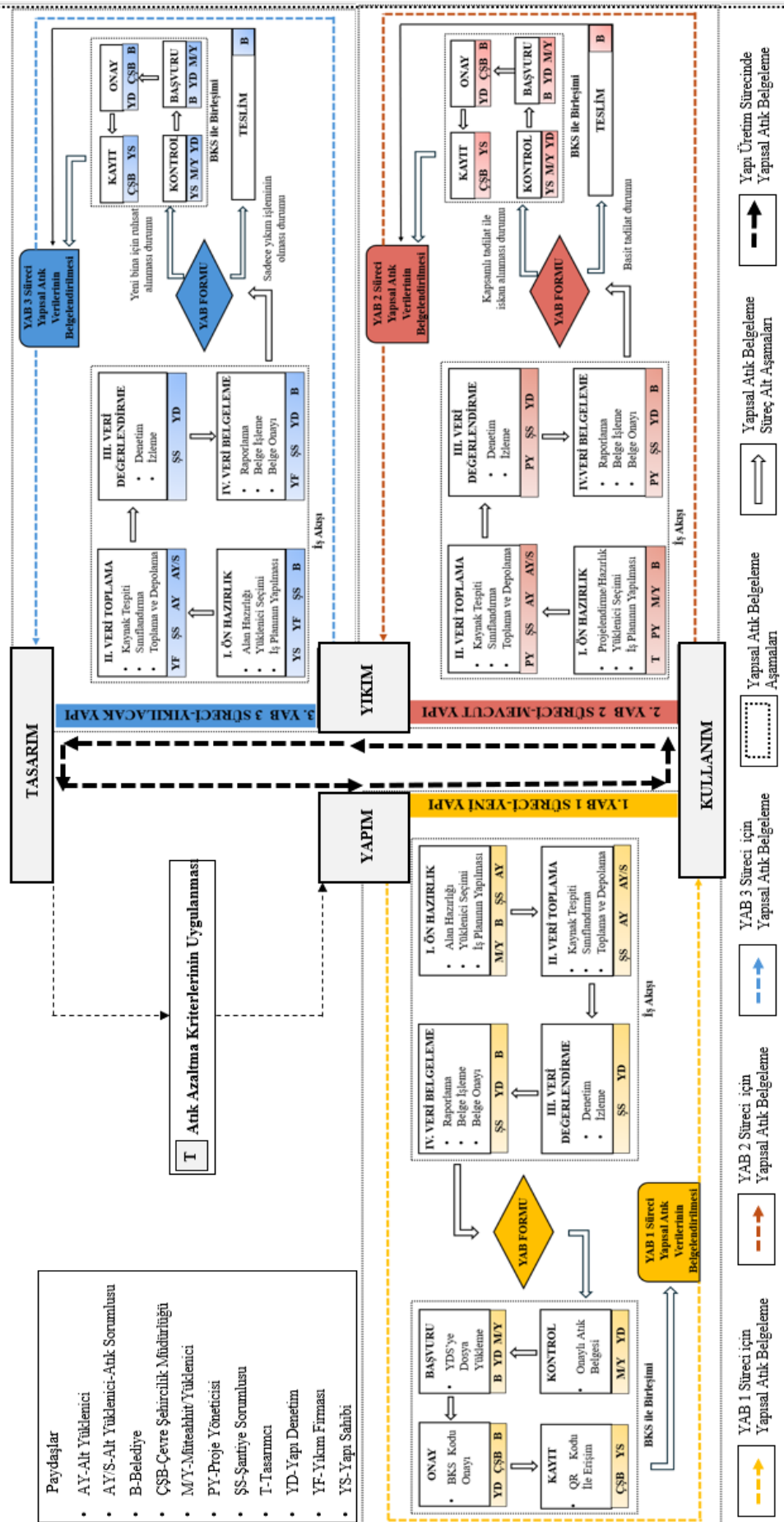


Şekil 3.23: YAB 3 süreci yıkım aşaması atık belgeleme içerikleri.

3.4. YAB Modelinin Oluşturulması

Tez önerisi kapsamında; yapısal atık verilerini elde etmek için tasarlanan YAB formunun yapı üretim süreci aşamalarında kullanılabilmesi üç farklı süreç üzerinden sağlanmıştır. Bu süreçler yapım aşamasındaki yeni yapılar için YAB 1 süreci, kullanım aşamasında mevcut yapılar için YAB 2 süreci ve yıkım aşamasındaki yıkılacak yapılar için YAB 3 sürecidir. Her süreçte YAB formu için iş akışı tanımlanmıştır. Atık verilerine kolay erişim sağlamak amacıyla kullanılacak olan YAB formu binalara ait teknik belgelerine ulaşılabilen mevcut uygulamalardan biri olan BKS içerisinde yer alması için yöntem önerilmiştir. Model önerisi sayesinde yapısal atıkların miktarları ile oluşum nedenleri ve uygun şekillerde değerlendirilebilmesi gibi atık bilgileri ile döngüsel ekonomiye katkı sağlayacaktır. Tez kapsamındaki model önerisinin şeması sunulmuştur **Şekil 3.24**.

YAPISAL ATIK BELGELEME MODELİ ÖNERİSİ



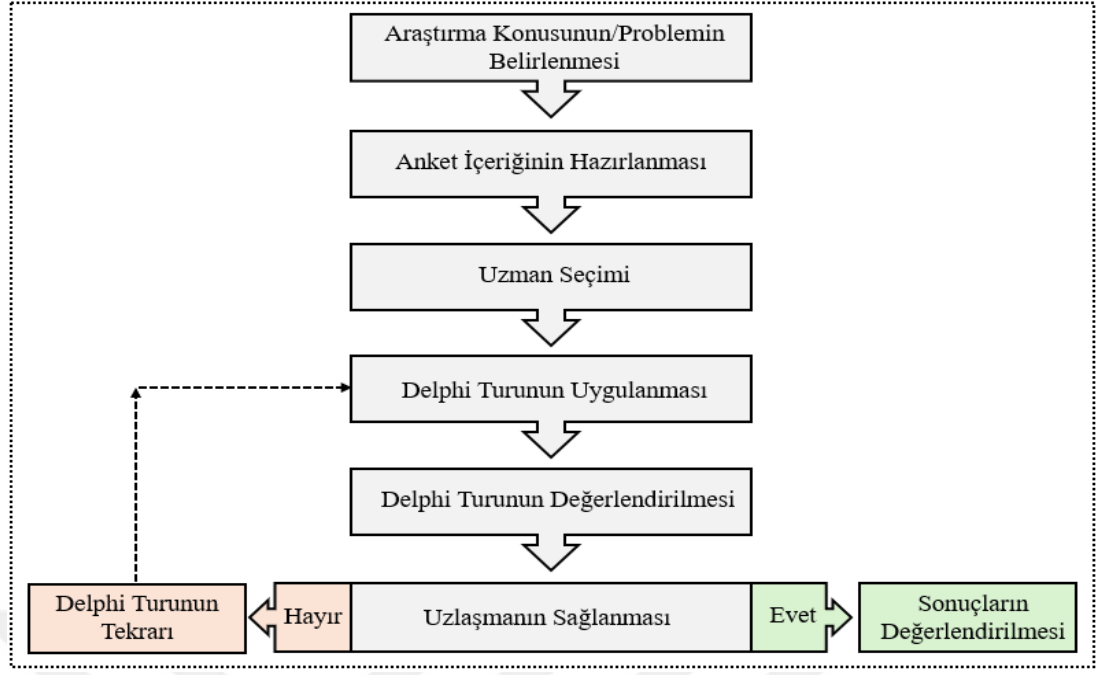
Şekil 3.24: Yapısal atık belgeleme modeli önerisi.

4. YAB MODELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tez kapsamında geliştirilen modelin saha koşullarında sınanması süre kısıtlılığı nedeniyle mümkün olmamıştır. Bu durum göz önünde bulundurularak, modelin değerlendirilmesi için uzman görüşüne başvurulmuştur. Modelin doğruluğunu teyit edebilmek amacıyla, yapı üretim sürecine dahil olan tüm paydaşları kapsayacak ve birden fazla uzman görüşünü yansıtacak şekilde, 'Delphi Yöntemi' uygulanmıştır. Bu bağlamda, yapı sektörü paydaşlarından konu hakkında elde edilen geri bildirimlerin değerlendirilmesi ile modelin geçerliliğinin ve uygunluğunun belirlenmesine katkı sağlayacağı öngörülmüştür.

4.1. Delphi Yönteminin Uygulanması

Delphi Yöntemi, ile uzman görüşlerini elde etmek için, öncelikle araştırma konusu veya çalışma kapsamında belirlenen problemin çözümüne yönelik anket içeriği hazırlanmıştır. Anketin kapsamına göre, çalışma konusu hakkında bilgi ve tecrübesi olan uzmanlar seçilmiştir. Hazırlanan anket ile uzmanların görüşleri alınmış ve anket cevapları analiz edilmiştir. Uzmanların vermiş oldukları cevapların ortak olması uzlaşma sağlandığını göstermektedir. Uzlaşma sağlanamama durumunda ise, anket turu tekrar edilerek ortak görüş sağlanması amaçlanmaktadır. Delphi yönteminde izlenen aşamalar sunulmuştur **Şekil 4.1.**



Şekil 4.1: Delphi yöntemi iş akışı.

4.1.1. Anketin Hazırlanması

Tez kapsamında önerilen YAB modelinin gerekliliği ve model içeriklerine yönelik uzman görüşü için anketin hazırlanması sürecinde modelin amacı, kapsamı ve sınırlılıkları göz önünde bulundurulmuş ve sistematik literatür taramasından elde edilen veriler ile tasarlanmış YAB formunda yer alan bilgiler referans alınarak sorular geliştirilmiştir.

Çalışma kapsamında kullanılan anket formu, araştırmanın içeriğine uygun üç temel bölüm olarak düzenlenmiştir.

- Anketin birinci bölümü; katılımcı bilgileri başlığı altında uzman katılımcının adı, görevi/çalışma alanı, mesleki deneyim süresi ve iletişim bilgileri ile ilgili kişisel sorulardan oluşmaktadır.
- Anketin ikinci bölümü; tez çalışmasının kavramsal çerçevesini oluşturan yapısal atık, yapısal atık belgesi, döngüsel ekonomi ve bina kimlik sistemi konularına yönelik altı soru olarak yapılandırılmıştır. Katılımcıların soruları daha sağlıklı değerlendirebilmeleri için, konu ile ilgili kavramlar tanımlama bölümünde açıklanmıştır.

- Anketin üçüncü bölümü; model önerisi kapsamında tasarlanan YAB formunun içeriklerine yönelik sorulardan oluşmaktadır. Bu bölüm, üç ana başlık altında oluşturulmuştur. Her ana başlık için temel bir soru sunulmuş ve bu başlıkların konuları kapsamında alt başlıklar belirlenerek önermeler oluşturulmuştur. ‘Genel Bilgiler’ ana başlığı altında üç, ‘Atık Verileri’ ana başlığı altında sekiz ve ‘Değerlendirme’ ana başlığı altında ise üç soruya yer verilmiştir. Ayrıca her ana başlık altında, katılımcıların konu ile ilgili düşüncelerini ayrıntılı ve serbest biçimde ifade edebilmeleri için açık uçlu soru yöneltilmiştir.

Anketin ikinci ve üçüncü bölümlerindeki soruların değerlendirilebilmesi için 5’li Likert ölçeği kullanılmıştır. Bu kapsamda; katılım durumunu ölçmek amacıyla, yanıtlar 1-5 arası (1: Kesinlikle Katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Kararsızım, 4: Katılıyorum, 5: Kesinlikle Katılıyorum) derecelendirilen puanlamaya göre değerlendirilmiştir.

Anket formu, uzman katılımcıların ‘Yapısal Atık Belgeleme Modeli’ hakkındaki genel görüş ve düşüncelerini talep etmek amacıyla açık uçlu bir soru ile tamamlanmıştır. Çalışmada Gebze Teknik Üniversitesi İnsan Araştırmaları ve Etik Kurulu’nun 10.03.2025 tarih 2025/06 sayılı kararı ile onaylanan ‘Yapısal Atık Belgeleme Sistemi Modelinin Uzman Değerlendirme Anketi’ formu **EK-B**’de verilmiştir.

4.1.2. Uzman Seçimi

Delphi yaklaşımının temel özelliklerinden biri anket çalışmasına katılacak olan uzman kişilerin seçimi ve özellikleridir [Olawumi vd., 2018]. Anketin başarısı büyük ölçüde uzmanların seçimine ve konu ile ilgili deneyimlerine bağlıdır. Bu nedenle uzman paneli; tercihen çeşitlendirilmiş, kapsamlı bilgi ve deneyime sahip heterojen bir grup olmalıdır [Zahoor vd., 2017]. Bu bağlamda, tez çalışmasında ‘Yapısal Atık Belgeleme Modeli Önerisi’ için Delphi anketine katılacak uzmanların seçiminde belirli kriterler dikkate alınmıştır. Uzman seçiminde aranan kriterler;

- Mimar, mühendis, inşaat teknikeri, müteahhit/yüklenici, yapı denetim yetkilisi gibi yapı üretim sürecinin farklı aşamalarına katkı sağlayan özel kuruluşlarda çalışanlar,
- Yapı ruhsatı, yapı kontrolü veya yapı kullanım izni gibi işlemlerden sorumlu resmi kurum yetkilileri,

- Yapı üretim sürecinde yer alarak bina kimlik sistemi hakkında bilgi sahibi olan paydaşlar olmalıdır.

Anket çalışması için uzman kişilerde aranan kriterlere göre; mimar, inşaat mühendisi, yapı denetim firması yetkilisi, müteahhit, belediye yetkilisi ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞB) yetkilisi olmak üzere altı farklı odak grup belirlenmiştir. Önerilen modelin Türkiye'nin tüm bölgelerinde uygulanabilirliğinin sağlanabilmesi amacıyla, uzmanların farklı illerden seçilmesine özen gösterilmiştir. Çalışma için; 16 farklı ilden 105 uzman belirlenmiş olup, bu kişiler ile yüz yüze, telefon ve e-posta aracılığıyla iletişime geçilmiş ve araştırma hakkında bilgi verilerek kişilerin katılımı için onayları istenmiştir. Bu kapsamda 8 uzman katılım onayı için olumsuz yanıt vermiştir. Geriye kalan 97 uzman arasından aynı kurumda benzer görevlerde bulunmaları, aynı bölgede yer almaları ve uzman seçiminde belirlenen kriterlere tam olarak uymamaları gibi nedenlerle eleme yapılmıştır. Sonuçların güvenilirliğini sağlamak amacıyla, her odak grup için 8 uzman olmak üzere toplamda 48 uzman seçilmiştir. Çalışmaya katılan uzmanların listesi **EK-C'**de verilmiştir. Seçilen uzman grupların il dağılımı gösterilmiştir **Tablo 4.1**.

Tablo 4.1: Uzman grupların il dağılımı.

Grup İller	Mimar	İnşaat Mühendisi	Yapı Denetim	Müteahhit	Belediye	ÇŞB
Adana	-	2	-	-	-	-
Ankara	1	-	-	1	1	1
Çanakkale	-	-	1	-	-	-
Çorum	-	-	-	-	1	-
Erzurum	-	-	-	-	1	-
Gaziantep	1	1	-	-	-	-
İstanbul	-	1	1	-	2	-
İzmir	-	-	-	1	-	-
Kastamonu	-	1	-	-	-	-
Kayseri	-	-	1	1	1	-
Kocaeli	2	1	-	-	-	-
Sakarya	3	2	4	5	2	5
Şanlıurfa	1	-	1	-	-	-
Yalova	-	-	-	-	-	1
Van	-	-	-	-	-	1

4.1.3. Delphi Turunun Uygulanması

Modelin değerlendirilmesi için anket formu seçilen 48 uzman katılımcıya yüz yüze, telefon mesajı ve e-posta mesajı olmak üzere üç farklı şekilde iletilmiştir. Yüz yüze yapılan görüşmeler yaklaşık 45-60 dk. aralığında sürmüş olup, telefon ve e-posta ile gönderilmiş olan anketin verilerinin elde edilmesi süresi her biri için yaklaşık olarak 2 gün ile 25 gün arasında değişiklik göstermiştir. İlk tur için anket formlarının tamamı Mart 2025'te toplanmış ve analiz edilmiştir.

4.2. Delphi Anketinin Analizi

Delphi anketinin 1. Tur verileri, her bir bölüm için ayrı ayrı gözden geçirilmiştir. Anketin birinci bölümünde, uzmanların demografik özelliklerine ilişkin veriler incelenmiş; ikinci ve üçüncü bölümlerde ise veriler, merkezi eğilim ölçütleri doğrultusunda analiz edilmiştir.

4.2.1. Katılımcı Profili

Tez kapsamında, ankete katılan uzmanlar çalışma alanlarına göre mimar, inşaat mühendisi (şantiye şefi), yapı denetim firması yetkilisi, müteahhit (yüklenici), belediye yetkilisi ve bakanlık yetkilisi olarak gruplandırılmıştır. Her bir grup için, mesleki deneyim süreleri **Tablo 4.2**'de sunulmuştur. Ankete katılan toplam 48 uzmandan %29,17'si 5-10 yıl, %54,17'si 11-20 yıl, %8,33'ü 21-25 yıl, %6,25'i 26-35 yıl ve %2,08'i 35 yıl ve üzeri mesleki deneyime sahip olduğu tespit edilmiştir. Katılımcıların mesleki deneyim sürelerine ilişkin yüzdelik dağılım gösterilmiştir **Tablo 4.3**.

Tablo 4.2: Uzman panelinin mesleki deneyim süreleri.

Mesleki Deneyim (yıl)	5-10	11-20	21-25	26-35	35+
Çalışma Alanı/Görevi					
Mimar	3	3	1	1	-
İnşaat Mühendisi (Şantiye Şefi)	5	3	-	-	-
Yapı Denetim Firma Yetkilisi	3	4	-	-	1
Müteahhit (Yüklenici)	1	4	1	2	-
Belediye Yetkilisi	2	5	1	-	-
ÇŞB Yetkilisi	-	7	1	-	-

Tablo 4.3: Uzman panelinin mesleki deneyim sürelerine ilişkin yüzdelik dağılımı.

Mesleki Deneyim Süresi (yıl)	Uzman Sayısı	Yüzdelik Dağılım (%)
5-10	14	29,17
11-20	26	54,17
21-25	4	8,33
26-35	3	6,25
35 üstü	1	2,08
	48	100

4.2.2. Anket Bulguları

Delphi anketleri, uzmanların anonim olarak görüş bildirdiği ve fikir birliğine ulaşmayı hedefleyen bir grup kolaylaştırma tekniğidir. Anket verilerinin değerlendirilmesi için merkezi eğilim (ortalama, medyan ve mod) ve dağılım düzeyleri (standart sapma ve çeyrekler arası aralık) hesaplanmaktadır [Hasson vd., 2000]. Delphi anketi verilerinin analizinde kullanılan dört temel kavram; medyan, birinci çeyrek, üçüncü çeyrek ve çeyrekler arası genişlik aşağıda açıklanmıştır [Şahin, 2012]:

- Medyan: Veri setindeki değerlerin %50'sini soluna, %50'sini de sağına alan noktadır. Gözlem değerleri çift sayı ise, medyan tam ortaya gelen iki değer aritmetik ortalamasıdır. Medyan, ikinci çeyrek olarak isimlendirilir.
- Birinci Çeyrek: Veri setindeki değerlerin %25'ini soluna, %75'ini de sağına alan noktadır.
- Üçüncü Çeyrek: Veri setindeki değerlerin %75'ini soluna, %25'ini de sağına alan noktadır.
- Çeyrekler Arası Genişlik: Üçüncü çeyrek ile birinci çeyrek arasındaki farkı temsil eder ($R = \text{Ç3} - \text{Ç1}$). Çeyrekler arası genişliğin küçük olması, katılımcılar arasında bir uzlaşma olduğunu, büyük olması ise uzlaşmanın olmadığını göstermektedir. 5 derecelik Likert ölçeğinde çeyrekler arası genişliğin 1'den az olması güçlü bir uzlaşma olarak kabul edilmektedir.

Delphi anketinin 1. Turuna ait anket formunun ikinci bölümünde yer alan, 5'li Likert ölçeğiyle yanıtlanan altı soruya ilişkin veriler için medyan (M), birinci çeyrek (Ç1), üçüncü çeyrek (Ç3), çeyrekler arası açıklık (R), en az puan (min. değer), en fazla puan (max. değer) ve ortalama puan değerleri hesaplanmıştır. Anket formunun ikinci bölümüne ait yanıtların analiz sonuçları gösterilmiştir **Tablo 4.4.**

Tablo 4.4: İkinci bölüme ait 1. tur analiz sonuçları.

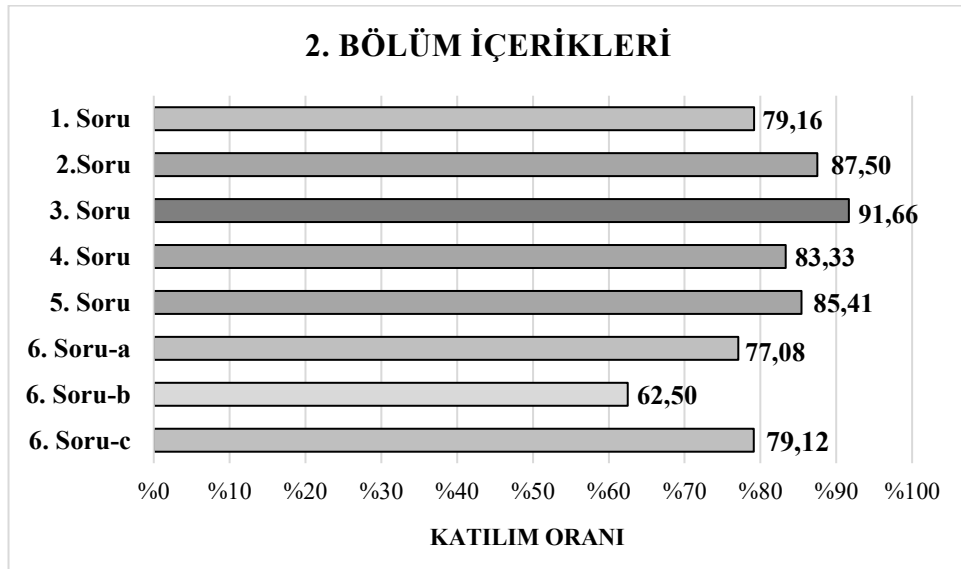
Delphi Anketi 2. Bölüm İçerikleri	Min.	Max.	Ç1	Ç3	M	Ort.	R	Uzlaşma
1. Türkiye’de yapısal atık verilerine erişim konusunda eksiklikler bulunmaktadır.	1	5	4	5	4	4,10	1	Var
2. Yapısal atıklar her binanın ‘Yapısal Atık Belgesi’ ile kayıt altına alınabilir.	1	5	4	5	4	4,25	1	Var
3. Yapısal Atık Belgesi, Bina Kimlik Sistemi (BKS) içerisinde yer alabilir.	2	5	4	5	4	4,27	1	Var
4. BKS, yapısal atık verileri için dijital bir depolama sağlayarak atık bilgilerine erişimi kolaylaştırır.	3	5	4	5	4	4,25	1	Var
5. Yapısal Atık Belgesi önerisi, inşaat sektöründe döngüsel ekonomiye katkı sağlar.	2	5	4	5	4	4,25	1	Var
6a. Yapısal Atık Belgesi ile yapım aşamasında atık bilgilerine yönelik uygun veriler elde edilebilir	2	5	4	5	4	4,04	1	Var
6b. Yapısal Atık Belgesi ile kullanım aşamasında atık bilgilerine yönelik uygun veriler elde edilebilir.	1	5	3	4	4	3,64	1	Var
6c. Yapısal Atık Belgesi ile yıkım aşamasında atık bilgilerine yönelik uygun veriler elde edilebilir.	1	5	4	5	4	4,10	1	Var

1. Tur anketinin ikinci bölümün bulunan altı soru için çeyrekler arası genişlik değeri 1 olarak hesaplanmıştır. Uzmanların tezin genel çerçevesini oluşturan kavramlar ile ilgili konular hakkında ortak bir görüşe ulaştığı tespit edilmiştir. Bu kapsamda; bu bölümdeki her bir soruya ‘Katılıyorum/Kesinlikle Katılıyorum’ yanıtını veren uzmanların sayısı yüzdelik olarak verilmiştir **Şekil 4.2.**

- ‘Türkiye’de yapısal atıkların geri dönüşüm, yeniden kullanım gibi uygun yöntemlerle değerlendirilebilmesi için yapılacak olan çalışmalarda atık bilgilerine (çeşidi, miktarı, oluşum nedeni, üretim aşaması vb.) erişim konusunda eksiklikler

bulunmaktadır.’ ifadesi için uzman katılımcıların %79,16’sı ‘Katılıyorum/Kesinlikle Katılıyorum’ yanıtını vermiştir.

- ‘İnşaat faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan yapısal atıklar her binanın ‘Yapısal Atık Belgesi’ ile kayıt altına alınabilir.’ ifadesi için uzman katılımcıların %87,50’si ‘Katılıyorum/Kesinlikle Katılıyorum’ yanıtını vermiştir.
- ‘Yapısal Atık Belgesi, bir binaya ait projelerin/ resmi belgelerin bulunduğu Bina Kimlik Sistemi (BKS) içerisinde yer alabilir.’ ifadesi için uzman katılımcıların %91,66’sı ‘Katılıyorum/Kesinlikle Katılıyorum’ yanıtını vermiştir.
- ‘Bina Kimlik Sistemi, yapısal atık verileri için dijital bir depolama sağlayarak, atık bilgilerine erişimi kolaylaştırır.’ ifadesi için uzman katılımcıların %83,33’ü ‘Katılıyorum/Kesinlikle Katılıyorum’ yanıtını vermiştir.
- ‘Yapısal Atık Belgesi’ önerisi, her binada atık yönetimi için malzeme envanteri oluşturarak inşaat sektöründe döngüsel ekonomiye katkı sağlar.’ ifadesi için uzman katılımcıların %85,41’i ‘Katılıyorum/Kesinlikle Katılıyorum’ yanıtını vermiştir.
- ‘Yapısal Atık Belgesi’ ile yapım, kullanım ve yıkım aşamalarında atık bilgilerine (çeşidi, miktarı, oluşum nedeni, üretim aşaması vb.) yönelik uygun veriler elde edilebilir.’ ifadesi her aşama için ayrı yanıtlanması istenmiştir. Bu kapsamda; yapım aşaması için %77,08’i; kullanım aşaması için %62,50’si ve yıkım aşaması için %79,16’sı ‘Katılıyorum/Kesinlikle Katılıyorum’ yanıtını vermiştir.



Şekil 4.2: Delphi anketi 2.bölüm içerikleri katılım oranı.

Delphi anketinin birinci turuna ait anket formunun üçüncü bölümünde yer alan, 5’li Likert ölçeğiyle yanıtlanan yapısal atık belgesi formunun içeriklerine ilişkin veriler için medyan (M), birinci çeyrek (Ç1), üçüncü çeyrek (Ç3), çeyrekler arası açıklık (R), en az puan (min. değer), en fazla puan (max. değer) ve ortalama puan değerleri hesaplanmıştır. Anket formunun ikinci bölümüne ait yanıtların analiz sonuçları gösterilmiştir **Tablo 4.5**.

Tablo 4.5: Üçüncü bölüme ait 1. tur analiz sonuçları.

İçerikler	Min.	Max.	Ç1	Ç3	M	Ort.	R	Uzlaşma
1. GENEL BİLGİLER	4	5	4	5	5	4,70	1	Var
1.1. Bölge	2	5	4	5	4	4,04	1	Var
1.2. Yapı Grubu	2	5	4	5	4	4,10	1	Var
1.3. TAKS/KAKS	1	5	4	5	4	4,18	1	Var
2.ATIK VERİLERİ	3	5	4	5	4	4,35	1	Var
2.1. Atık Tanımlama	3	5	4	5	4	4,29	1	Var
2.2. Yapı Elemanı	1	5	4	5	4	3,95	1	Var
2.3. Malzeme Grubu	2	5	4	5	4	3,97	1	Var
2.4. Atık İçeriği	3	5	4	5	4	4,35	1	Var
2.5. Atık Nedeni	2	5	4	5	4	4,33	1	Var
2.6. Ölçüm Yöntemi	3	5	4	5	4	4,29	1	Var
2.7. Atık Kodu	2	5	3	4	3	3,50	1	Var
2.8. Atık Yönetimi	3	5	4	5	4	4,41	1	Var
3.DEĞERLENDİRME	3	5	4	5	4	4,37	1	Var
3.1. Üretim Aşaması	3	5	4	5	4	4,35	1	Var
3.2. Belge Düzeyi	1	5	4	5	4	4,31	1	Var
3.3. DE Stratejisi	2	5	4	5	4	4,27	1	Var

Anket formunun üçüncü bölümünde bulunan yapısal atık belgesinin içeriği ile ilgili sunulan önermeler için çeyrekler arası genişlik değeri 1 olarak hesaplanmış ve uzmanlar, atık belgesi içeriğindeki konular için uzlaşma sağlamıştır. Bu kapsamda; bu bölümdeki her bir soruya ‘Katılıyorum/Kesinlikle Katılıyorum’ yanıtını veren uzmanların sayısı yüzdelik olarak verilmiştir **Şekil 4.3**.

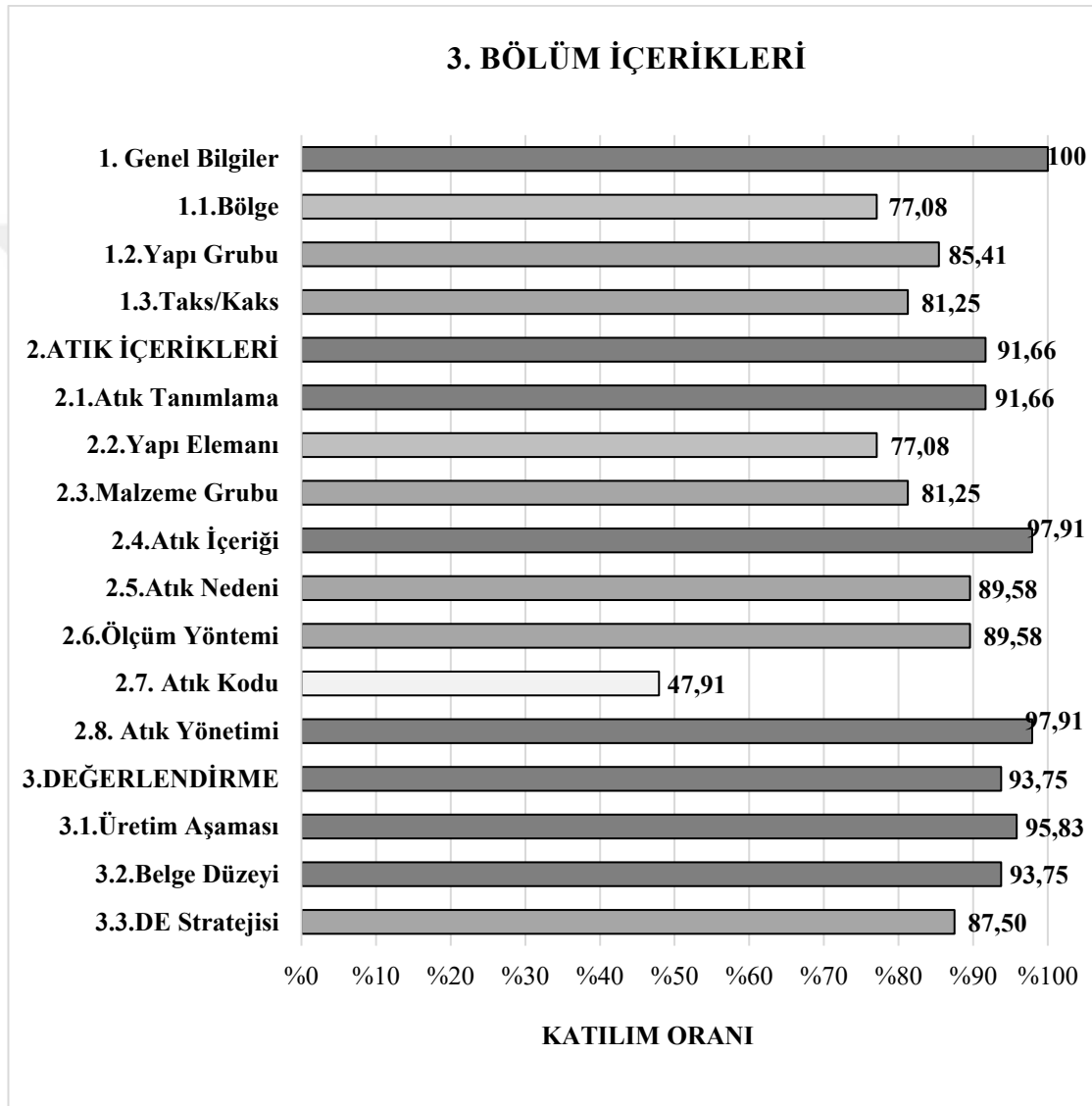
- Genel Bilgiler ile ilgili; ‘Yapının niteliği, büyüklüğü, kullanım amacı ve yapım sistemi yapıda kullanılan yapı malzemesi miktarını etkilemektedir.’ ifadesi için uzman katılımcıların tamamı ‘Katılıyorum/Kesinlikle Katılıyorum’ yanıtını vermiştir.
- Genel bilgiler başlığı altında yer alan ‘Bölge, Yapı Grubu ve TAKS/KAKS’ gibi alt başlıklar ile ilgili ifadeler için uzmanların katılım oranları sırasıyla %77,08, %85,41 ve 81,25’tir.
- Atık verileri ile ilgili; ‘Yapısal atıkların uygun yöntemler (geri dönüşüm, yeniden kullanım, geri kazanım vb.) ile değerlendirilebilmesi için atık verilerine ihtiyaç vardır.’ ifadesi için uzman katılımcıların %91,66’sı ‘Katılıyorum/Kesinlikle Katılıyorum’ yanıtını vermiştir.

Atık verileri başlığı altında ‘Atık Tanımlama, Yapı Elemanı, Malzeme Grubu, Atık İçeriği, Atık Nedeni, Ölçüm Yöntemi, Atık Kodu, Atık Yönetimi’ olmak üzere sekiz alt başlıkta yöneltilen sorular için;

- ‘Atık Tanımlama’ konu ile ilgili değerlendirme için uzmanların %91,66’sı ‘Katılıyorum/ Kesinlikle Katılıyorum’ yanıtını vermiştir.
- ‘Yapı Elemanı’ konu ile ilgili değerlendirme için uzmanların %77,08’i ‘Katılıyorum/Kesinlikle Katılıyorum’ yanıtını vermiştir.
- ‘Malzeme Grubu’ konu ile ilgili değerlendirme için uzmanların %81,25’i ‘Katılıyorum/ Kesinlikle Katılıyorum’ yanıtını vermiştir.
- ‘Atık İçeriği’ konu ile ilgili değerlendirme için uzmanların %97,91’i ‘Katılıyorum’ cevabını vermiştir. ‘Katılıyorum/Kesinlikle Katılıyorum’ yanıtını vermiştir.
- ‘Atık Nedeni’ konu ile ilgili değerlendirme için uzmanların %89,58’i ‘Katılıyorum/Kesinlikle Katılıyorum’ yanıtını vermiştir.
- ‘Ölçüm Yöntemi’ konu ile ilgili değerlendirme için uzmanların %89,58’i ‘Katılıyorum/Kesinlikle Katılıyorum’ yanıtını vermiştir.
- ‘Atık Kodu’ konu ile ilgili değerlendirme için uzmanların %47,91’i ‘Katılıyorum/Kesinlikle Katılıyorum’ yanıtını vermiştir.
- ‘Atık Yönetimi’ konu ile ilgili değerlendirme için uzmanların %97,91’i ‘Katılıyorum/Kesinlikle Katılıyorum’ yanıtını vermiştir.

Değerlendirme başlığı altındaki sorular için;

- Değerlendirme bölümü ile ilgili ‘Yapısal atık verilerinin tespit edilmesi atıkların uygun yöntemler ile değerlendirilmesini kolaylaştıracaktır.’ ifadesi için uzman katılımcıların %93,75’i ‘Katılıyorum/Kesinlikle Katılıyorum’ yanıtını vermiştir.
- Değerlendirme başlığı altında yer alan ‘Üretim Aşaması, Belge Düzeyi ve Döngüsel Ekonomi Stratejisi’ alt başlıkları ile ilgili ifadeler için uzmanların katılım oranı sırasıyla %95,83, %93,75 ve %87,50’dir.



Şekil 4.3: Delphi anketi 3.bölüm içerikleri katılım oranı.

Delphi anketinin etkinliği, katılımcı uzmanların konuya ilişkin fikir birliği içerisinde olmalarına bağlıdır. Bu bağlamda, anket verilerinin değerlendirilmesinde kullanılan dağılım düzeyleri hesaplamaları arasında, çeyrekler arası genişlik (R) değeri, katılımcılar arasında uzlaşma düzeyini belirlemek açısından önemli bir gösterge olarak

kabul edilmektedir. Çeyrekler arası genişliğin küçük olması, katılımcılar arasında bir uzlaşma olduğunu, büyük olması ise uzlaşmanın olmadığını göstermektedir [**Şahin, 2012**]. Katılımcılar arasında fikir birliği sağlanamadığı durumlarda ise, uzlaşmaya varılmayan konular için ikinci bir anket uygulanması gereklidir. Bu aşamada, Delphi anketlerinin geri bildirim süreçlerinde, katılımcılar ile merkezi eğilim hesaplamalarına dayalı olarak ortalama veya medyan (M) değerleri paylaşılmaktadır [**Ameyaw vd., 2016**]. Uzlaşma sağlanamayan konulara ilişkin fikir birliği elde edilene kadar süreç devam etmektedir. Çalışmada 5 dereceli Likert ölçeği ile yapılan 1. Tur Delphi anketine katılan uzmanların sorulara verdikleri yanıtların çeyrekler arası değeri (R) en fazla 1 olmalıdır. Anket verilerinin R değerinin 1 olarak hesaplanması, uzmanların sorulara ilişkin ortak görüş bildirildiğini göstermiştir. Bu kapsamda, 1. Tur anketi sonucunda her bir soru için yeterli düzeyde uzlaşma sağlandığı için 2. Tur anketinin uygulanmasına gerek görülmemiştir. 1. Tur anket sonuçları **EK-D**'de verilmiştir.

4.2.3. Anket Bulgularının Değerlendirilmesi

Çalışmada, 1.Tur anketi için uzlaşma sağlanan anket soruları için uzmanların çalışma alanlarına göre verdikleri yanıtlar grup düzeyinde analiz edilmiş ve tablolar ile gösterilmiştir. Tablolar, genel ortalama değeri, uzman grupların sayılarına göre vermiş oldukları ortalama değerler ve uygunluk durumunu gösteren 8 sütundan oluşmaktadır. 'Genel Ortalama' değerini içeren sütun tablolarda açık yeşil renkle vurgulanmıştır. Uzman grupların yanıtlarının ortalama değeri gri renk ile ifade edilmiştir. Her bir soru için, verilen yanıtların ortalama değeri, genel ortalama değeri ile karşılaştırılarak ortalama değerinin altında kalan sonuçlar sarı renkle, üstünde kalan sonuçlar ise koyu yeşil renkle işaretlenmiştir. Tablolardaki uygunluk durumu sütununda ortalama değerinin altındaki sarı renkli grup sayısı için (-), üstündeki koyu yeşil renkli grup sayısı için ise (+) puan değerleri ile gösterilmiştir.

Anketin ikinci bölümdeki sorulara verilen yanıtların ortalama puan değeri ile uzman panelindeki her bir grup için verilen yanıtların ortalama puan değerleri karşılaştırılmıştır **Tablo 4.6**. Tabloya göre; 6b sorusu hariç inşaat mühendisleri, müteahhitler ve Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü yetkililerinin vermiş oldukları yanıtların değeri, genel ortalama değerinin altında kaldığı için (-) puan değerleri olarak ifade edilmiş ve mimarların 6b sorusu için vermiş oldukları yanıt

değeri ise genel ortalama değerinden yüksek olduğu için (+) puan değeri ile gösterilmiştir.

Tablo 4.6: İkinci bölüme ait uzman gruplarının ortak yanıtlarının karşılaştırılması.

Delphi Anketi 2. Bölüm İçerikleri	Genel Ortalama	Mimarlar	İnşaat Mühendisleri	Müteahhitler	Yapı Denetim Yetkilileri	Belediyeler	Ç.Ş.B. Yetkilileri	Uygunluk
1.Türkiye’de yapısal atık verilerine erişim konusunda eksiklikler bulunmaktadır.	4,10	4,50	4,37	3,62	4,37	4,37	3,37	-2
2.Yapısal atıklar her binanın ‘Yapısal Atık Belgesi’ ile kayıt altına alınabilir.	4,25	4,62	4,25	4,12	4,00	4,62	3,87	-1
3.Yapısal Atık Belgesi, Bina Kimlik Sistemi (BKS) içerisinde yer alabilir.	4,27	4,50	4,25	3,87	4,25	4,62	4,12	-1
4. BKS, yapısal atık verileri için dijital bir depolama sağlayarak atık bilgilerine erişimi kolaylaştırır.	4,25	4,50	4,37	3,87	4,25	4,50	4,00	-1
5.Yapısal Atık Belgesi önerisi, inşaat sektöründe döngüsel ekonomiye katkı sağlar.	4,25	4,50	4,12	4,37	4,25	4,37	3,87	-1
6a.Yapısal Atık Belgesi ile yapım aşamasında atık bilgilerine yönelik uygun veriler elde edilebilir	4,04	4,37	3,75	4,37	4,25	4,12	3,37	-2
6b. Yapısal Atık Belgesi ile kullanım aşamasında atık bilgilerine yönelik uygun veriler elde edilebilir.	3,64	4,12	3,50	3,50	3,75	3,50	3,50	+1
6c.Yapısal Atık Belgesi ile yıkım aşamasında atık bilgilerine yönelik uygun veriler elde edilebilir.	4,10	4,37	3,12	4,25	4,25	4,37	4,25	-1
Ortalama Değer Altındaki Soru Sayısı		0	2	3	0	0	4	

Delphi anketinin ikinci bölüm içerik sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde; uzman katılımcıların atıkları kayıt altına almak amacıyla tasarlanan yapısal atık belgesine ve bu belgenin BKS içerisinde yer alabileceği konusunda uzlaşma

sağlamışlardır. Yapı üretim süreci aşamalarının her biri için atık verisi elde etmek konusunda ortak görüş birliğine varılmış olmasına rağmen, mevcut yasal düzenlemeler ile kullanım sürecinin kontrol edilememesi durumu göz önüne alındığında kullanım aşaması atık verisi elde etmek konusunda 3,64 ortalama değer ile kararsız bir yaklaşım sergilemişlerdir. Yapım ve yıkım aşamalarında ortaya çıkan atıkları tespit etmek daha kolay olduğu için katılım oranının daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca, yapı üretim sürecinin çeşitli aşamalarında görev yapan uzman katılımcıların yanıtları, çalışma alanlarına göre sınıflandırılmış ve her grubun yanıtlarının ortalamaları üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Tablonun son satırında uzman gruplarının genel ortalama değerinin altında kalan soru sayısı rakamla ifade edilmiştir. Bu kapsamda, şantiye şefi olarak çalışan inşaat mühendisleri yapısal atık belgesi kapsamında yapım ve yıkım süreçlerinde ortaya çıkan atık verilerinin elde edilmesine yönelik uygulamalar ile ilgili iki konuda tereddüt yaşamaktadır. Müteahhitler, yapısal atık verilerine erişim ile BKS'nin kullanımı ve yapısal atık belgesinin BKS sistemine dahil edilmesi ile ilgili üç konuda kararsızlık yaşamaktadır. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü yetkilileri arasında ise, yapısal atık verilerine erişim, atık belgesinin hazırlanması, yapım sürecinde atık verilerinin elde edilmesi ve bu süreçlerin döngüsel ekonomiyle ilişkilendirilmesi ile ilgili dört konu üzerinde kararsız kalan uzmanlar mevcuttur. Anket sonuçlarına göre, kullanım aşamasındaki atık verilerinin elde edilmesine ilişkin genel olarak kararsız bir tutum sergilenmiş olsa da mimarların bu konuya diğer uzman gruplara göre daha olumlu yaklaştığı gözlemlenmiştir.

Anketin üçüncü bölümdeki sorulara verilen yanıtların ortalama puan değeri ile uzman panelindeki her bir grup için verilen yanıtların ortalama puan değerleri karşılaştırılmıştır **Tablo 4.7**. Tabloya göre, bölge konusunda yapı denetim yetkilileri ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü yetkililerinin, yapı grubu konusunda ise inşaat mühendisleri, müteahhitler ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü yetkililerinin verdikleri yanıtlar, TAKS/KAKS, atık verileri ve belge düzeyi konularında ise müteahhitlerin verdikleri yanıtlar, genel ortalamanın altında kaldığı için (-) puan olarak değerlendirilmiştir. Yapı elemanı konusunda mimarlar, müteahhitler, yapı denetim yetkilileri ve belediye yetkililerinin, malzeme grubu konusunda ise mimarlar, yapı denetim yetkilileri ve belediye yetkililerinin verdikleri yanıtlar, genel ortalama değerinden yüksek olduğu için (+) puan değeri ile

gösterilmiştir. Tablonun son satırında, uzman gruplarının genel ortalama değerinin altında kalan soru sayısı belirtilmiştir.

Tablo 4.7: Üçüncü bölüme ait uzman gruplarının ortak yanıtlarının karşılaştırılması.

Delphi Anketi 3. Bölüm İçerik Başlıkları	Genel Ortalama	Mimarlar	İnşaat Mühendisleri	Müteahhitler	Yapı Denetim Yetkilileri	Belediyeler	Ç.Ş.B. Yetkilileri	Uygunluk
1. GENEL BİLGİLER	4,70	4,75	4,75	4,37	4,62	4,87	4,87	0
1.1. Bölge	4,04	4,37	4,12	4,00	3,87	4,25	3,62	-2
1.2. Yapı Grubu	4,10	4,50	3,87	3,87	4,12	4,37	3,87	-3
1.3. Taks/Kaks	4,18	4,12	4,62	3,75	4,00	4,37	4,25	-1
2.ATIK VERİLERİ	4,35	4,75	4,25	3,75	4,37	4,50	4,50	-1
2.1. Atık Tanımlama	4,29	4,50	4,12	4,12	4,25	4,25	4,50	0
2.2. Yapı Elemanı	3,95	4,25	3,37	4,00	4,12	4,12	3,87	+4
2.3. Malzeme Grubu	3,97	4,25	3,62	3,62	4,12	4,50	3,87	+3
2.4. Atık İçeriği	4,35	4,50	4,25	4,12	4,37	4,62	4,25	0
2.5. Atık Nedeni	4,33	4,25	4,12	4,12	4,37	4,75	4,37	0
2.6. Ölçüm Yöntemi	4,29	4,50	4,12	4,00	4,25	4,50	4,37	0
2.7. Atık Kodu	3,50	3,25	3,50	3,25	3,37	3,87	3,75	0
2.8. Atık Yönetimi	4,41	4,37	4,25	4,12	4,37	4,87	4,50	0
3.DEĞERLENDİRME	4,37	4,50	4,37	4,00	4,50	4,75	4,12	0
3.1. Üretim Aşaması	4,35	4,37	4,12	4,25	4,25	4,50	4,62	0
3.2. Belge Düzeyi	4,31	4,50	4,12	3,75	4,37	4,50	4,62	-1
3.3. DE Stratejisi	4,27	4,12	4,25	4,00	4,50	4,37	4,37	0
Ortalama Değer Altındaki Soru Sayısı		0	1	4	1	0	2	

Delphi anketinin üçüncü bölüm içerik sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde; uzman katılımcılar yapısal atıklara ilişkin temel verilerin, YAB formunun kullanım amacını destekleyecek şekilde belge içinde yer alması uzmanlar tarafından uygun bulunmuştur. Uzmanlar, anket içeriğinde atık kodu başlığı altında bulunan yapısal atıkların Atık Yönetmeliği'nde belirtilen atık kodlarına göre sınıflandırılması

konusunda kararsız bir yaklaşım sergilemişlerdir. Bu durum, katılımcı uzmanların büyük bir çoğunluğunun atık kodları konusunda yeterli bilgiye sahip olmadığını göstermiştir. Ayrıca, YAB form içerikleri ile ilgili verilen yanıtların genel ortalama değeri ile uzmanların çalışma grupları göre vermiş oldukları yanıtların ortalama değeri üzerinden karşılaştırılması yapılmıştır. Bu kapsamda, şantiye şefi olarak çalışan inşaat mühendisleri YAB formunda yapı grubu, yapı elemanı ve malzeme grubu içerikleri konusunda kararsızlık yaşamaktadır. Müteahhitler yapı grubu, TAKS/KAKS bilgileri, atık verileri, malzeme grubu ve belge düzeyi içerikleri gibi bilgiler konusunda kararsız bir tutum sergilemişlerdir. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü yetkilileri, bölge, yapı grubu, yapı elemanı ve malzeme grubu başlıkları için kararsız kalmışlardır. Yapı denetim yetkilileri ise bölge alt başlığı konusunda tereddüt yaşadığı görülmüştür. Mimarların ve belediye yetkililerinin form içerikleri ile ilgili görüşlerinin diğer uzman gruplara göre olumlu yönde olduğu tespit edilmiştir. YAB formunun atık verileri bölümünde yapı elemanı ve malzeme grubu başlıkları için mimarlar, yapı denetim ve belediye yetkililerinin yanıtlarının ortalama değeri genel ortalama değerinden daha yüksek olduğu görülmüş ve form içerisinde olması gereken bilgiler olarak değerlendirilmiştir.

Delphi anketinin son bölümünde ‘Yapısal Atık Belgeleme Modeli hakkındaki düşüncelerinizi ekler misiniz?’ açık uçlu sorusu ile uzman katılımcıların çalışma hakkındaki genel görüşlerini ifade etmeleri istenmiştir. Bu doğrultuda, katılımcılar model önerisinin çevre ve kaynak kullanımı açısından önemli olduğunu, yasal düzenlemeler ve eğitim şartı ile desteklenerek sistematik bir çalışma şeklinde uygulanabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca, geri dönüşüm faaliyetlerinin malzeme ekonomisini sağlamanın yanı sıra yeni iş kollarının açılmasına olanak sağlayarak çalışma alanlarının oluşturulabileceği de ifade edilmiştir. Konu ile ilgili mimarlar, inşaat mühendisleri ve belediye yetkilileri genel olarak pozitif bir tutum sergilerken, yapı uygulamasının yapım ve denetim kısmında aktif yer alan müteahhit ve yapı denetim firmaları konuya daha mesafeli yaklaşım göstermişlerdir. Ayrıca, uzman katılımcıların model hakkındaki görüşleri **EK-E**’de sunulmuştur.

4.3. YAB Modelinin Güncellenmesi

YAB modelinin değerlendirilmesi için uzman anket çalışmasındaki açık uçlu sorulara verilen cevaplardan elde edilen veriler doğrultusunda YAB formu içerikleri yeniden

gözden geçirilmiştir. Uzmanlar, yapım tekniği veya sistemi, yapının kullanım süresi gibi bilgilerin form içerisinde yer alması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, YAB formunun ruhsat sistemi ile birlikte kullanımının olabileceği de ifade edilmiştir. Bu doğrultuda, YAB formunun genel bilgiler bölümü ‘Ruhsat No’, ‘Uygulama Tarihi’, ‘Yapım Sistemi’ ve ‘Yapı Kullanım Süresi’ bilgileri eklenerek güncellenmiştir. Genel bilgiler bölümünün yenilenmiş son hali gösterilmiştir **Şekil 4.4**.

I.GENEL BİLGİLER							
Bölge	Seçiniz	İl	Seçiniz	İlçe	Seçiniz	Mahalle	Seçiniz
Ada		Pafta		Parsel		Yapı Grubu	Seçiniz
TAKS		KAKS		Bağımsız Bölüm Sayısı		Bağımsız Bölüm No	
Ruhsat No		Uygulama Tarihi		Yapım Sistemi		Yapı Kullanım Süresi	

Şekil 4.4: YAB formu genel bilgiler bölümünün yeni hali.

YAB formunun ‘Döngüsel Ekonomi Katkısı’ bölümüne yapısal atıkların değerlendirmesi başlığı eklenerek, çalışma sonucunda elde edilen atık verilerinin hangi döngüsel ekonomi stratejisi kapsamında değerlendirilebileceği ile ilgili bilgi satırları oluşturulmuştur. Bu alt başlık altındaki satırlar ortaya çıkan atık türlerine göre artırılabilir. Döngüsel ekonomi katkısı bölümünün yenilenmiş son hali gösterilmiştir **Şekil 4.5**. Ayrıca, YAB formunun yenilenmiş son hali de sunulmuştur **Şekil 4.6**.

III. DÖNGÜSEL EKONOMİ KATKISI		R1 Yeniden Düşünme	R2 Azaltma	R3 Yeniden Kullanma	R4 Onarma	R5 Yenilemek	R6 Yeniden Üretmek	R7 Yeniden Amaçlandırma	R8 Geri Dönüşüm	R9 Geri Kazanım
Yapısal Atık Değerlendirme	Atık 1									
	Atık 2									
	Atık 3									

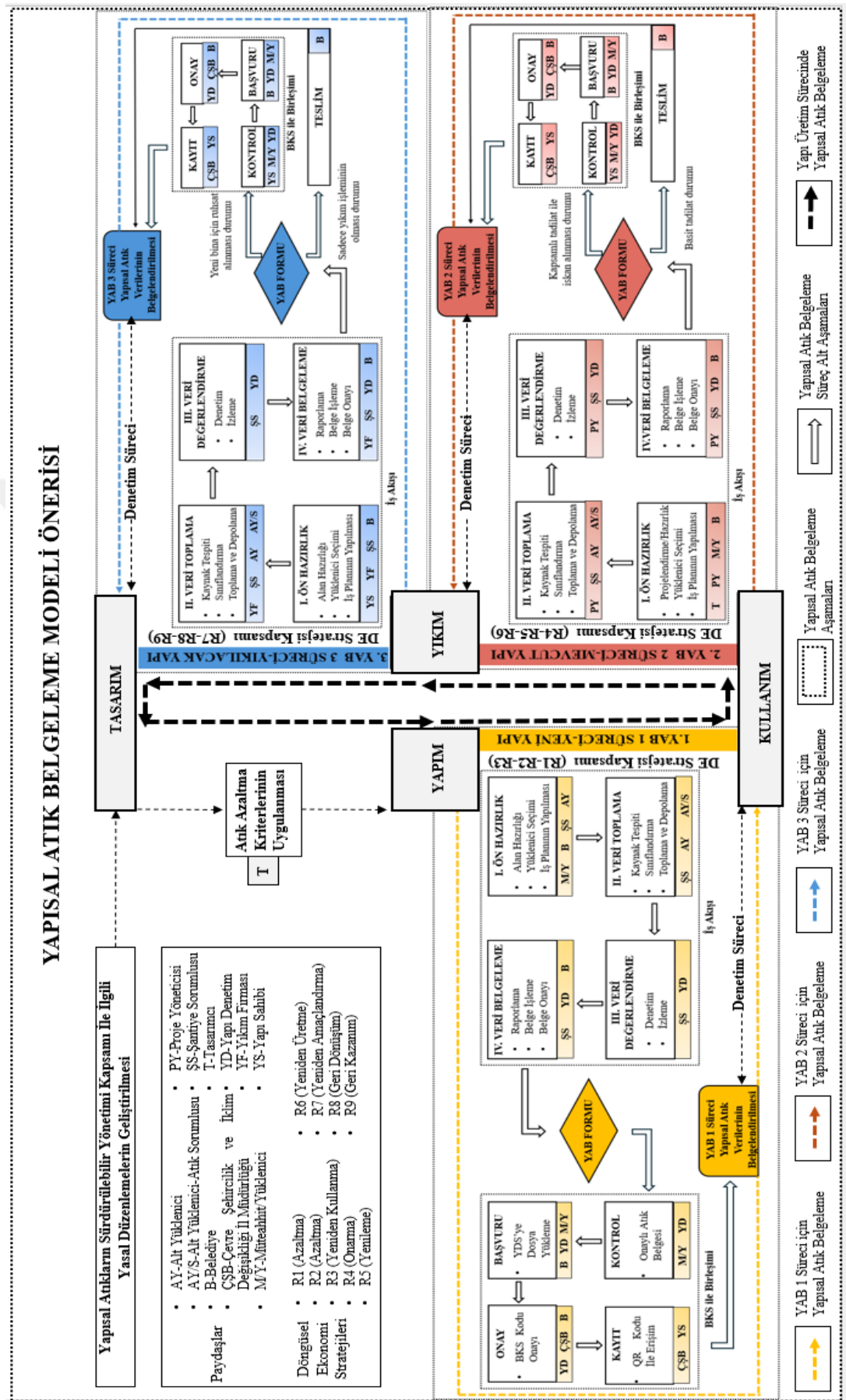
Şekil 4.5: YAB formu döngüsel ekonomi katkısı bölümünün yeni hali.

YAPISAL ATIK BELGESİ FORMU										
I.GENEL BİLGİLER										
Bölge	Seçiniz	İl	Seçiniz	İlçe	Seçiniz	Mahalle	Seçiniz			
Ada		Pafta		Parsel		Yapı Grubu	Seçiniz			
TAKS		KAKS		Bağımsız Bölüm Sayısı		Bağımsız Bölüm No				
Ruhsat No		Uygulama Tarihi		Yapım Sistemi		Yapı Kullanım Süresi				
II.ATIK VERİLERİ										
1.Uygulama Aşaması		YA1-Yapım Aşaması		☐	YA2-Kullanım Aşaması		☐	YA3-Yıkım Aşaması		
Atık Türü		Yapım Atıkları			Yenileme Atıkları			Yıkım Atıkları		
2.Yapı Elemanı		3.Malzeme Grubu	4.Atık İçeriği	5.Atık Nedeni	6.Ölçüm Miktarı	7.Atık Kodu	8.Atık Yönetimi			
Temel	T1	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz		
	T2	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz		
	T3	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz		
Duvar	D1	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz		
	D2	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz		
	D3	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz		
Döşeme	Dş1	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz		
	Dş2	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz		
	Dş3	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz		
Merdiven	M1	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz		
	M2	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz		
	M3	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz		
Çatı	Ç1	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz		
	Ç2	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz		
	Ç3	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz		
Diğer	Dğ1	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz		
	Dğ2	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz		
	Dğ3	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz	Seçiniz		
III. DÖNGÜSEL EKONOMİ KATKISI		R1 Yeniden Düşünme ☐	R2 Azaltma ☐	R3 Yeniden Kullanma ☐	R4 Onarma ☐	R5 Yenilemek ☐	R6 Yeniden Üretmek ☐	R7 Yeniden Amaçlandırma ☐	R8 Geri Dönüşüm ☐	R9 Geri Kazanım ☐
Yapısal Atık Değerlendirme	Atık 1									
	Atık 2									
	Atık 3									
IV. ONAY		Düzenleme	Seçiniz	Kontrol	Seçiniz	Onay	Seçiniz			
		Adı-Soyadı		Adı-Soyadı		Adı-Soyadı				
		İmza/Paraf		İmza/Paraf		İmza/Paraf				

Şekil 4.6: YAB formu yeni hali.

Model, yapısal atıkların sürdürülebilir yönetimi çerçevesinde yasal düzenlemelerin geliştirilmesine yönelik olarak, YAB süreçlerinin döngüsel ekonomi stratejileri ile uyumlu olmasını amaçlamıştır. Denetim sürecinin sağlanmasıyla, her bir süreç için döngüsel ekonomi stratejilerine yönelik hedefler belirlenmiştir. Bu bağlamda, YAB 1 süreci için yeni yapılarla ilgili belgeleme kapsamında R1 (Yeniden Düşünme), R2 (Azaltma) ve R3 (Yeniden Kullanma); YAB 2 süreci için mevcut yapılarla ilgili belgeleme kapsamında R4 (Onarma), R5 (Yenileme) ve R6 (Yeniden Üretme); YAB 3 süreci için ise yıkılacak yapılarla ilgili belgeleme kapsamında R7 (Yeniden Amaçlandırma), R8 (Geri Dönüşüm) ve R9 (Geri Kazanım) hedeflenmiştir. Yapısal atık belgeleme modeli önerisi şemasının yenilenmiş son hali sunulmuştur Şekil 4.7.

YAPISAL ATIK BELGELEME MODELİ ÖNERİSİ



Şekil 4.7: Yapısal atık belgeleme modeli önerisinin yeni hali.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Yapı sektörü faaliyetleri sonucu oluşan yapısal atıkların, sürdürülebilir bir yapıli çevre oluşturulması amacıyla etkin bir şekilde yönetilmesi için çeşitli önlemler alınması gerekmektedir. Bu bağlamda, yapısal atıkların uygun şekillerde değerlendirilebilmesi için atık verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. İnşaat faaliyetlerinin uzun süreli, kapsamlı ve bazı durumlarda birbirinden bağımsız uygulamalar içermesinden dolayı yapısal atık verileri ile ilgili güncel bilgilere erişim kolay olmamaktadır.

Tez çalışmasında, yapı üretim sürecinde farklı nitelik ve miktarlarda ortaya çıkarak doğal kaynakların bilinçsizce tüketimine neden olan yapısal atıkların sürdürülebilir yönetimi için yapısal atık belgeleme modeli oluşturulmuştur. Model önerisi, yapı üretim sürecindeki atıkların envanter çalışmasını yapabilmek amacıyla geliştirilmiştir. Bu kapsamda tez modeli yapı yaşam döngüsünün yapım, kullanım ve yıkım süreçlerinde üretilen yapısal atıklar için atık verilerinin kaydedilmesini sağlayacak yapısal atık belgesi (YAB) formunun tasarımı ve bu formun yapı üretimi süreçlerindeki kullanımı için uygun iş akışları olarak yapılandırılmıştır. Ayrıca, YAB formunun Türkiye’de yapı sektöründe yeni yapılar için zorunlu kullanımı olan Bina Kimlik Sistemi (BKS) içerisine entegre edilebilmesine yönelik süreç aşamaları da model içeriğinde sunulmuştur.

Model önerisi kapsamında, YAB formunun tasarımı için mevcut literatür analiz edilmiş ve belgelemeye yönelik yapılan çalışmalar incelenmiştir. Bu analizlerden elde edilen veriler doğrultusunda tasarlanan YAB formu içeriğinde, konum ve yapısal özelliklerinin yer aldığı genel bilgiler, yapısal atıkların türü, miktarı, oluşum nedenleri ve yönetimi vb. atık verileri, döngüsel ekonomiye katkısı ve atık verilerinin kontrolü için onay bölümleri bulunmaktadır. YAB formunun kullanıcıları, mimari projenin uygulamasından sorumlu şantiye şefi veya proje yönetici ile uygulamaların denetiminden sorumlu yapı denetim ve belediye yetkilileridir. Çalışmada, YAB formunun kullanımı için belgeleme süreçleri tanımlanmıştır. Ön hazırlık, veri toplama, veri değerlendirme ve veri belgeleme olarak birbirini izleyen ve geri besleme mekanizmaları içeren bu süreçlerde, YAB formu için gerekli olan verilerin nasıl elde edildiği bilgisi verilmiş ve atık verilerinin kaydedilmesi için bir yol haritası sunulmuştur. Ayrıca, YAB formu ile elde edilen yapısal atık verilerine dijital ortamda

erişim sağlamak ve izlemeyi kolaylaştırmak için form BKS ile ilişkilendirilmiştir. YAB modelinin hedef kitlesi yapı üretim sürecinde aktif rol oynayan mimar, inşaat mühendisi, müteahhit/yüklenici, alt yüklenici, yapı denetim ve belediye yetkililerinden oluşan paydaşlardır. Bu paydaşlar, belgeleme süreçlerinin çeşitli aşamalarında yer alarak, YAB formu için gereken verilerin elde edilmesinde rol oynamaktadır.

YAB modelinin uygunluğunu için mimar, inşaat mühendisi, müteahhit, inşaat teknikeri gibi yapı sektöründe özel ve resmi kurumlarda aktif çalışan 48 uzmana anket çalışması yapılarak görüşleri alınmıştır. Anket alışması kapsamında uzmanlar ortak görüş birliğine varmış ve YAB modeli için çeşitli onerilerde bulunmuşlardır. Uzmanların onerileri doğrultusunda YAB modeli içeriğinde güncelleme yapılmıştır. Bu kapsamda, YAB formunun genel bilgiler bölümü içeriklerine yapının yapım sistemi, yapı kullanım süresi ve ruhsat ile ilişkilendirebilmek için ruhsat numarası gibi bilgiler eklenmiştir. Form içeriğindeki döngüsel ekonomi katkısı bölümü, tespit edilen atıkların hangi stratejilerle ilişkilendirildiğini gösterecek şekilde yeniden düzenlenmiştir. Ayrıca, YAB modeli öneri şemasına, döngüsel ekonomi stratejileri çerçevesindeki belgeleme süreçlerinin hedefleri eklenmiştir. Yapılan bu güncellemelerle modelin son hali sunulmuştur.

Sürdürülebilir yapısal atık yönetimini sağlayabilmek için geliştirilen YAB modeli ile;

- Yapısal atıkların kaynakları tespit edilerek kayıt dışı atık oluşumu engellenebilir.
- Yapısal atıkların toplanması konusunda belirli standartlarda erevesi oluşturabilir.
- Yapı retim süreçlerinde atıkların kaynağında azaltılması ile atık yönetimi planının kullanımını etkin hale getirilebilir.
- Yapı sektöründe döngüsel ekonomi stratejilerinin uygulanması, yapısal atıkların çeşitli alanlarda geri kazanım oranlarını artırma potansiyeli sunabilir.
- YAB formu, bir binaya ait yapısal atık envanteri sunan teknik bir belge niteliğinde kullanılabilir.
- Atık yönetimi konusunda çok yönlü paydaş katılımını destekleyerek paydaşlar arasındaki iş birliği çalışmalarını artırabilir.
- BKS'nin kullanımı ile yapı üretiminde belgeleme sürecinin pratik bir şekilde uygulamaya geçilmesine olanak sağlanabilir.
- Yapı malzemelerinin kullanım etkinliğini artırarak çevresel ve ekonomik açılardan verimlilik oluşturabilir.

Yapısal atık yönetiminin etkili bir şekilde uygulanabilmesi, yapı üretim sürecinde yer alan tüm paydaşların katkı sağlaması ve sorumluluklarını yerine getirmesiyle mümkün olabilir. Ayrıca, paydaşların atık yönetimi konusunda daha bilinçli hale gelmesi ve mesleki eğitimler aracılığıyla bu alanda bilgi edinmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma ile Türkiye'deki yapı sektörü paydaşlarının yapısal atıkların yönetimi konusundaki genel tutumları uzman anketi sonuçları doğrultusunda değerlendirilmiştir. Mimarlar, yapısal atıkların yönetimi ile ilgili gerçekleştirilecek çalışmaları destekleyerek yapısal atıkların belgelenmesi konusunu çevresel ve ekonomik açıdan önemli bulmuştur. Projelerin uygulama aşamasında, şantiye şefi olarak görev yapan inşaat mühendisleri, konuyu geri dönüşüm kapsamında değerlendirerek, inşaat projelerinde farkındalığın artacağını belirtmiştir. Belediye ile Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü yetkilileri ise YAB modelini yapısal atıkların çevresel etkileri ile ilgili bilgi sağlayabilmek amacıyla kurumlar için faydalı bir çalışma olarak değerlendirmektedir. Müteahhitlerin büyük çoğunluğu, yapının tüm maliyetini üstlendikleri için yapısal atıkların belgelendirilmesi sürecinin ek maliyet ve iş yükü oluşturacağını düşünmektedir. Yapı denetim yetkilileri ise belgeleme modelinin yapı sektörü için fayda sağlayabileceğini kabul etmekle birlikte, uygulama sürecinin tüm sorumluluğunu almak istemediklerinden bu konuda daha mesafeli bir tutum sergilemişlerdir. Ayrıca, modelin uygulanması halinde yapı denetim firmaları ve belediyeler arasında fikir ayrılığı yaşanmaması için yasal düzenlemelerle inşaatların durdurulması veya yüksek para cezaları gibi yaptırımların getirilmesi gerektiğini savunmuşlardır.

Sonuç olarak, Türkiye'de atık yönetimi uygulamalarının verimliliğini artırmak için atık verilerini sağlayacak bir 'Belgeleme' sürecinin hayata geçirilmesi, döngüsel ekonomi faaliyetlerinin güçlenmesini destekleyecektir. Belgeleme süreci, atıkların ekonomik değerini yükseltmek, çevresel etkilerini azaltmak ve kullanım konusunda farkındalık yaratmak açısından ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlarda önemli kazanımlar sağlayacaktır.

Gelecek çalışmalar için YAB modeli atık verilerini sağlamaya dayalı bilgi sunması açısından geliştirilmeye açıktır. Bu bağlamda, YAB modeli belgelenen atıkların izlenebilmesi için oluşturulacak sistemler için bir alt yapı desteği sağlayabilir. Uluslararası araştırmalarda yaygın olarak kullanılan BIM teknolojisinin ulusal çalışmalarda da benimsenmesi ile atık yönetimi süreçlerine entegre edilebilecek

atıkların tasarlanmasına yönelik gereken yöntemlerin araştırılmasına önemli katkılar sağlayabilir. Yeşil bina tasarımında kullanılan sertifika sistemlerinin çevresel etki değerlendirmelerine yönelik atık verisi sağlayabilir. Ayrıca, model içeriği bir yazılım uygulaması ve yapay zeka desteği ile kapsamlı bir şekilde geliştirilerek, yapı sektörü paydaşlarının kolaylıkla erişip kullanabileceği dijital bir veri tabanı olarak yapısal atık yönetimi sistemi oluşturulabilir.



KAYNAKLAR

- Abarca-Guerrero L., Lobo-Ugalde S., Mendez-Carpio N., Rodriguez-Leandro R., Rudin-Vega V., (2022), "Zero Waste systems: barriers and measures to recycling of construction and demolition waste", *Sustainability*, 14 (22), 15265. doi: 10.3390/su142215265.
- Akanbi L. A., Oyedele L. O., Oyedele L. O., Omoteso K., Bilal M., Akinade O. O., Ajayi A. O., Delgado J. M. D., Owolabi H. A., (2019), "Disassembly and deconstruction analytics system (D-DAS) for construction in a circular economy", *Journal of Cleaner Production*, 223, 386-396. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.03.172.
- Akanbi L. A., Oyedele A. O., Oyedele L. O., Salami R. O., (2020), "Deep learning model for demolition waste prediction in a circular economy", *Journal of Cleaner Production*, 274(2020), 122843.
- Akinade O., Oyedele L. O., (2019), "Integrating construction supply chains within a circular economy: an anfis-based waste analytics system (A-Was)", *Journal of Cleaner Production*, 229, 863-873. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.04.232.
- Alalı B. M., (2023), "Türk İnşaat Sektöründe Yapının İnşaat (İmalat) Aşamasında Yapısal Atık Oluşumunu Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi.
- Aldebei F., Dombi M., (2021), "Mining the built environment: telling the story of urban mining", *Buildings*, 11 (9), 388. doi:10.3390/buildings11090388.
- Ameyaw E. E., Hu Y., Shan M., Chan A. P. C., Le Y., (2016), "Application of delphi method in construction engineering and management research: a quantitative perspective", *Journal of Civil Engineering and Management*, 22 (8), 991-1000.
- Antunes A., Silvestre J., Costa H., do Carmo R., Julio E., (2024), "Reducing the environmental impact of the end-of-life of buildings depending on interrelated demolition strategies, transport distances and disposal scenarios", *Journal of Building Engineering*, 82, 108197. doi: 10.1016/j.job.2023.108197.
- Arora M., Raspall F., Cheah L., Silva A., (2019), "Residential building material stocks and component-level circularity: the case of Singapore", *Journal of Cleaner Production*, 216 (2019), pp. 239-248.
- Arora M., Raspall F., Fearnley L., Silva A., (2021), "Urban mining in buildings for a circular economy: planning, process and feasibility prospects", *Resources Conservation and Recycling*, 174,105754. doi: 10.1016/j.resconrec.2021.105754.
- Atta I., Bakhoun E. S., Marzouk M. M., (2021), "Digitizing material passport for sustainable construction projects using bim", *Journal of Building Engineering*, 43, 103233. doi: 10.1016/j.job.2021.103233.

Aydın D., (2022), “Sürdürülebilir Proje Teslim Sistemi İçin Türkiye’de Yapılan İnşaat Projelerine Yönelik Model Önerisi”, Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi.

Aydın İpekçi C., Köse N. N., (2021), “Döngüsel ekonomi bağlamında gaz betonun sürdürülebilirliği”, Kent Akademisi, 14(4), 1007-1021. doi:10.35674/kent.936338.

BAMB, (2020), Materials Passports, <https://www.bamb2020.eu/topics/materials-passports/>.

Bao Z., Lu W., Chi B., Yuan H., Hao J., (2019), “Procurement innovation for a circular economy of construction and demolition waste: lessons learnt from Suzhou, China”, Waste Management, 99,12-21. doi: 10.1016/j.wasman.2019.08.031.

Bao Z., Lu W., (2020), “Developing efficient circularity for construction and demolition waste management in fast emerging economies: lessons learned from shenzhen, China”, Science of the Total Environment, 74(2020), 138264.

Bao Z., Lu W., Hao J., (2021), “Tackling the "last mile" problem in renovation waste management: a case study in China”, Science of the Total Environment, 790, 148261. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.148261.

Bendix P., Achenbach H., Weisshaupt P., Eckert D., Oehme I., Berg H., (2022), “Circular economy for durable products and materials: the recycling of plastic building products in germany-status quo, potentials and recommendations”, Journal of Material Cycles and Waste Management, 24 (4), 1432-1443. doi:10.1007/s10163-022-01406-9

Berge S., von Blottnitz H., (2022), “An estimate of construction and demolition waste quantities and composition expected in South Africa”, South African Journal of Science, 118, 14-18. doi: 10.17159/sajs.2022/12485.

Blomsma F., Brennan G., (2017), “The emergence of circular economy: a new framing around prolonging resource productivity”, Journal of Industrial Ecology, 21(3), 603–614.

Bonciu F., (2014), “The european economy: from a linear to a circular economy”, Romanian Journal of European Affairs, 14 (4), 78-91.

Brennana J., Dingb G. K. C., Wonschikc C. R., Vessalasa K., (2014), “A Closed-Loop System of Construction and Demolition Waste Recycling”, 31st International Symposium on Automation and Robotics in Construction,499-505, Sydney, Australia.

Brereton P., Kitchenham B. A., Budgen D., Turner M., Khalil M., (2007), “Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain”, The Journal of Systems and Software, 80, 571-583.

Buzkan C., (2023), “Güvensiz Yapıların Yıkımı Sonucu Oluşan Yapısal Atık Yönetimine Esas Uygulama Modeli”, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi.

Callegher C. Z., Grazieschi G., Wilczynski E., Oberegger U. F., Pezzutto S., (2023), "Assessment of building materials in the european residential building stock: an analysis at EU27 Level", *Sustainability*, 15 (11), 8840. doi:10.3390/su15118840.

Camana D., Manzardo A., Toniolo S., Gallo F., Scipioni F., (2021), "Assessing environmental sustainability of local waste management policies in Italy from a circular economy perspective an overview of existing tools", *Sustainable Production and Consumption*, 27, 613-627.

Caro D., Lodato C., Damgaard A., Cristóbal J., Foster G., Flachenecker F., Tonini D., (2024), "Environmental and socio-economic effects of construction and demolition waste recycling in the European Union", *Science of the Total Environment*, 908,168295. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.168295.

Chen Z, Li H, Wong C. T. C., (2002), "An application of bar-code system for reducing construction wastes", *Automation in Construction*, 11 (5), 521-533.

Chen K., Wang J., Yu B., Wu H., Zhang J., (2021), "Critical evaluation of construction and demolition waste and associated environmental impacts: a scientometric analysis". *Journal of Cleaner Production*, 287, 125071. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.125071.

Cheng B., Huang J., Guo Z., Li J., Chen H., (2023), "Towards sustainable construction through better construction and demolition waste management practices: a swot analysis of Suzhou, China", *International Journal of Construction Management*, 23 (15), 2614-2624. doi:10.1080/15623599.2022.2081406.

Christensen T. B., Johansen M. R., Buchard M. V., Glarborg C. N., (2022), "Closing the material loops for construction and demolition waste: the circular economy on the island Bornholm, Denmark", *Resources, Conservation & Recycling Advances*, 15 (2022), 200104.

Choudhary S., Kaur H., Tripathi B., Chandra T., (2022), "Strategies for efficient handling and economic circularity for construction and demolition waste in India", *World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium*, Prague, Czech Republic, 2928 (1), 130011, 5-9 September. doi:10.1063/5.0170603.

Colorado H. A., Muñoz A., Monteiro S. N., (2022), "Circular economy of construction and demolition waste: a case study of Colombia", *Sustainability*, 14 (12), 7225. doi:10.3390/su14127225.

Condotta M., Zatta E., (2021), "Reuse of building elements in the architectural practice and the european regulatory context: inconsistencies and possible improvements", *Journal of Cleaner Production*, 318, 128413. doi: 10.1016/j.jclepro.2021.128413.

Coşgun N., Esin T., (2006), "Türkiye’de yapısal atık yönetim(sızlık) sorunları", *Türkiye’de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu V*, 19-24, Kocaeli, Türkiye, 14-16 Mayıs.

Coşgun N., (2011), “The importance of construction and demolition (c&d) waste management for ecosystem protection”, Eurasia Waste Management Symposium, 318-324, İstanbul, 14-16 November.

Çelebi G.Ü., Gültekin A. B., Harputlugil G. U., Bedir M., Tereci A., (2008), “Yapı-Çevre ilişkileri”, 1. Baskı, TMMOB Mimarlar Odası Sürekli Mesleki Gelişim Merkezi.

Çetin S., Wolf C. D., Bocken N., (2021), “Circular digital built environment: an emerging framework”, Sustainability, 13 (2021) 6348.

Çetin S., Vincent Gruis V., Straub A., (2022), “Digitalization for a circular economy in the building industry: multiple-case study of dutch social housing organizations”, Resources, Conservation and Recycling Advances, 15 (2022), 200110.

Çetin S., Raghu D., Honic M., Straub A., Gruis V., (2023), “Data requirements and availabilities for material passports: a digitally enabled framework for improving the circularity of existing buildings”, Sustainable Production and Consumption, 40 (2023), 422-437. doi: 10.1016/j.spc.2023.07.011.

Çiçekçi H. A., (2020), “Yapılarda Yapım Süreci Çevresel Etkisinin Azaltılmasına Yönelik Atık Yönetim Modeli Önerisi”, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Çimen O., (2021), “Construction and built environment in circular economy: a comprehensive literature review”, Journal Cleaner Production, 305 (2021), 127180.

Dayanır H., Çınar A. K., Akgün Y., Çorumluoğlu Ö., (2022), “Delphi yöntemi kullanarak afet sonrası geçici barınma alanı seçimi ve planlaması ölçütlerinin belirlenmesi: İzmir/Seferihisar örneği”, Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 8 (1), 87-102.

Deniz Ö. Ş., Oğuz Z. M., (2025), “Analyzing the knowledge and attitudes of architects in Türkiye on circular economy in the built environment”. Journal of Sustainable Construction Materials and Technologies, 10(1), 79–92.

Ding Z., Gong W., Tam V. W.Y., Illankoon I. M. C., (2019), “Conceptual framework for renovation waste management based on renovation waste generation rates in residential buildings: an empirical study in china”, Journal of Cleaner Production, 10 (2019), 284-293.

Ding Z., Liu R., Wang Y., Tam V. W., Ma M., (2021), “An Agent-based model approach for urban demolition waste quantification and a management framework for stakeholders”, Journal of Cleaner Production, 285 (2021), 124897.

Ding Z., Wence X., Caoce X., Yuanf H., (2022), “A gis and hybrid simulation aided environmental impact assessment of city-scale demolition waste management”, Sustainable Cities and Society, 86 (2022), 104108.

Doğan E., (2020), “Kentsel Dönüşüm Kapsamında Bina Yapıbozum Kavramının Uygulanmasına Yönelik Bir Model Önerisi”, Doktora Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi.

Dokter G., (2021), “Circular Design in Practice Towards A Co-Created Circular Economy Through Design”, Yüksek Lisans Tezi, Chalmers University of Technology.

Donohoe H., Stellefson M., Tennant B., (2012), “Advantages and limitations of the e-delphi technique: implications for health education researchers”, American Journal of Health Education, 43(1):38-46.

Donthu N., Kumar S., Mukherjee D., Pandey N., Lim W. M., (2021), “How to conduct a bibliometric analysis: an overview and guidelines”, Journal of Business Research, 133, 285-296.

Duran X., Lenihan H., O'Regan B., (2006), “A model for assessing the economic viability of construction and demolition waste recycling—the case of Ireland”, Resources, Conservation and Recycling, 46, 302–320.

Ellen MacArthur Foundation, (2013), Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition, <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an->

Ellen MacArthur Foundation, (2015a), Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition, <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/towards-a-circular-economy-business-rationale-for-an-accelerated-transition>.

Ellen MacArthur Foundation, (2015b), Growth Within: a Circular Economy Vision For a Competitive Europe, <https://ellenmacarthurfoundation.org/growth-within-a-circular-economy-vision-for-a-competitive-europe>.

Ellen MacArthur Foundation, (2022a), What is a Circular Economy?, <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy->

Ellen MacArthur Foundation, (2022b), Circular Buildings Toolkit, <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/articles/circular-buildings-toolkit>.

Elshaboury N., AlMetwaly W. M., (2023), “Modeling construction and demolition waste quantities in tanta city, egypt: a synergistic approach of remote sensing, geographic information system, and hybrid fuzzy neural networks”, Environmental Science and Pollution Research, 30(48), 106533-106548. doi:10.1007/s11356-023-29735-8

Emineli K. N., (2021), “Yeşil Bina Sertifika Sistemlerinde Yapısal Atık Konusunun İrdelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi.

Eren Z., Şen B. N., (2023), “İnşaat ve yıkıntı atıklarının döngüsel ekonomi modeline göre yönetimi”, Uluslararası Gelişim Akademik Dergisi, 1(2), 1-10.

Ertosun Yıldız M., (2017), “Sürdürülebilirlik Bağlamında Yapısal Atıkların Değerlendirilmesi ve Yönetim Modeli Önerisi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi.

Esa M., (2017), “Moving Towards Sustainable Construction in Malaysia: A Holistic Model for Construction and Demolition (C&D) Waste Management” PhD Thesis, The University of Queensland.

European Commission, (2015), Closing the Loop-An EU Action Plan for the Circular Economy, https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0012.02/DOC_1&format=PDF,

European Commission, (2020a), A New Circular Economy Action Plan For a Cleaner and More Competitive Europe https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0017.02/DOC_1&format=PDF.

European Commission, (2020b), Circular Economy Principles for Building Design, <https://www.steelconstruct.com/wp-content/uploads/Final-Circular-Economy-Principles-for-buildings-design.pdf>.

European Commission, (2021), A Renovation Wave for Europe-Greening Our Buildings, Creating Jobs, Improving Lives, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020IR2786>.

Eurostat, (2021), Eurostat Waste Statistics, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics#Total_waste_generation.

Eze E. C., Aghimien D. O., Aigbavboa C. O., Sofolahan O., (2022), “Building information modelling adoption for construction waste reduction in the construction industry of a developing country”, Engineering, Construction and Architectural Management, 31 (6), 2205-2223. doi:10.1108/ECAM-03-2022-0241.

Ferronato N., Fuentes S., Rocio C., Guisbert L., Edith G., Conti F., Torretta V., (2023), “Construction and demolition waste recycling in developing cities: management and cost analysis”, Environmental Science and Pollution Research, 30 (9), 24377-24397. doi: 10.1007/s11356-022-23502-x.

Fink-Hafner D., Dagen T., Doušak M., Novak M., Hafner-Fink M., (2019), “Delphi method: Strengths and weaknesses”, Metodoloski Zvezk, 16 (2), 1-19.

Fonseca F. C., Carcel-Carrasco J., Martinez-Corral A., Kaur J., Millan, J. L., (2023), “Diagnosis of the economic potential within the building and construction field and its waste in Spain”, Buildings,13 (3), 685. doi:10.3390/buildings13030685.

Fufa S. M., Fjellheim K., Venås C., Vevatne J. T., Kummen T. M., Henke L., (2023), “Waste free construction site—a buzzword, nice to have or more”, Resources Conservation and Recycling Advances, 18, 200149. doi: 10.1016/j.rcradv.2023.200149.

Gambato C., Guante Henriquez L., Zerbi S., Frontini F., Mosca C. (2023), “DeCO-guidelines for the deconstruction of recent buildings”, Journal of Physics Conference Series, 2600 (19), 192012. doi:10.1088/1742-6596/2600/19/192012.

Ganiyu S. A., Oyedele L. O., Akinade O., Owolabi H., Akanbi L., Gbadamosi A., (2020), "BIM competencies for delivering waste-efficient building projects in a circular economy", *Developments in the Built Environment*, 4, 100036.

Gerding D. P., Wamelink H., Leclercq E. M., (2021), "Implementing circularity in the construction process: a case study examining the reorganization of multi-actor environment and the decision-making process", *Construction Management and Economics*, 39 (7), 617–635. doi:10.1080/01446193.2021.1934885.

Ghaffar S. H., Burman M., Braimah N., (2020), "Pathways to circular construction: an integrated management of construction and demolition waste for resource recovery", *Journal of Cleaner Production*, 244, 118710. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.118710.

GhaffarianHoseini A., Dahlan N. D., Berardi U., GhaffarianHoseini A., Makaremi N., GhaffarianHoseini M., (2013), "Sustainable energy performances of green buildings: A review of current theories, implementations and challenges", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 1-17.

Giustiniani E., Gimenez L., Semmartin, M., (2023), "Residents' perception and environmental assessment of a waste recycling centre: a case study of buenos aires city (Argentina)", *Environment, Development and Sustainability*, 26, 25113-25131. doi: 10.1007/s10668-023-03672-5.

Guo J., Fishman T., Wang Y., Miatto A., Wuyts W., Zheng L., Wang H., Tanikawa H., (2021), "Urban development and sustainability challenges chronicled by a century of construction material flows and stocks in Tiexi, China", *Journal of Industrial Ecology*, 25 (1),162-175. doi: 10.1111/jiec.13054.

Günaydın G., (2011), "Sürdürülebilirlik Kapsamında Çevresel Ürün Bildirgelerinin Yapı Sektöründe Uygulanması: Türkiye İçin Öneri", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Güngör B., Felekoğlu B., (2018), "Eko-verimlilik kavramı, gelişimi ve uygulanma süreci", *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(3), 90-104. doi: 10.25092/baunfbed.481167.

Gürel K., (2022), "Yeşil Binalarda Kalite Göstergelerinin Bibliyometrik Analizi", Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi.

Hahladakis J. N., John N., Purnell P., Aljabri H. M. S. J., (2020), "assessing the role and use of recycled aggregates in the sustainable management of construction and demolition waste via a mini-review and a case study", *Waste Management and Research*, 38(4), 460-471. doi:10.1177/0734242X19897816.

Han D. C., Kalantari M., Rajabifard A., (2024), "The development of an integrated bim-based visual demolition waste management planning system for sustainability-oriented decision-making", *Journal of Environmental Management*, 351, 119856. doi: 10.1016/j.jenvman.2023.119856.

Hasson F., Keeney S., McKenna H., (2000), “Research guidelines for the delphi survey technique”, Journal of Advanced Nursing, 32 (4), 1008-1015.

Heinberg R., (2010), The Post Carbon Reader Series: Foundation Concepts What Is Sustainability? <https://survivingprogress.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/03/what-is-sustainability.pdf>.

Heinrich M., Lang W., (2019), Materials Passports- Best Practise, https://www.bamb2020.eu/wp-content/uploads/2019/02/BAMB_MaterialsPassports_BestPractice.pdf.

Hongping Y., (2011), “A Dynamic Model For Assessing The Effectiveness of Construction and Demolition Waste Management”, PhD Thesis, Hong Kong Polytechnic University

Honic M., Kovacic I., Rechberger H., (2019), “Improving the recycling potential of buildings through material passports (MP): an Austrian case study”, Journal of Cleaner Production, 217, 787-797.

Honic M., Kovacic I., Aschenbrenner P., Ragossnig A., (2021), “Material passports for the end-of-life stage of buildings: challenges and potentials”, Journal of Cleaner Production, 319, 128702.

Illankoon C., Vithanage S. C., (2023), “Closing the loop in the construction industry: a systematic literature review on the development of circular economy”, Journal of Building Engineering, 76(2023), 107362.

Iodice S., Garbarino E., Cerreta M., Tonini D., (2021), “Sustainability assessment of construction and demolition waste management applied to an Italian case”, Waste Management. 128, 83-98. doi: 10.1016/j.wasman.2021.04.03.

Jayasinghe L. B., Waldmann D., (2020), “Development of a bim-based web tool as a material and component bank for a sustainable construction industry”, Sustainability, 12 (5), 1766. doi: 10.3390/su12051766.

Jorgensen S., Pedersen L. J. T., Skard S., (2023), “Resource accounting for a circular economy: evidence from a digitalised waste management system”, Accounting Forum, 47 (4), 553-582. doi:10.1080/01559982.2023.2166001

Kadıoğlu İ., (2025), “Yeşil Ekonomi ve Sürdürülebilirlik”, 1. Baskı, Dora.

Kaptanoğlu C., (2024), “Afet Yönetimi Çalışmalarına Yönelik Bibliyometrik Analiz”, Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi.

Karaçam Z., (2013), “Sistemik derleme metodolojisi: sistemik derleme hazırlamak için bir rehber”, Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi, 6(1), 26-33.

Karaçor Z., Küçüksucu M., Konya S., (2020), “Türkiye’de Çevre Ekonomisi, Atık Yönetimi ve Döngüsel Ekonominin Analizi”. In: Döngüsel Ekonomi Makro ve Mikro İncelemeler, Doç. Dr. F. Sayın, Editör, Nobel Yayınevi.

Khajuria A., (2021), “Nexus of circular economy and industry 4.0 to achieve the un sustainable development goals”, The International Journal of Engineering and Science (IJES), 10 (12), 30-34.

Kirchherr J., Reike D., Hekkert M., (2017), “Conceptualizing the circular economy: an analysis of 114 definitions”, Resources, Conservation and Recycling, 127, 221–232. doi: 10.1016/j.resconrec.2017.09.005

Kitchenham B., Charters S., (2007), “Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering Version 2.3”, EBSE Technical Report, Department of Computer Science University.

Kleemann F., Lehner H., Szczypińska A., Lederer J., JoFellner J., (2017), “Using change detection data to assess amount and composition of demolition waste from buildings in Vienna”, Resources Conservation and Recycling, 123, 37-46.

Koc K., Durdyev S., Tleuken A., Ekmekcioglu O., Mbachu J., Karaca F., (2023), “Critical success factors for construction industry transition to circular economy: developing countries’ perspectives”, engineering, construction and architectural management, 31 (12), 4955-4974. doi:10.1108/ECAM-02-2023-0129.

Lam P. T. I., Yu A. T. W., Wu Z. Z., Poon C. S., (2019), “Methodology for upstream estimation of construction waste for new building projects”, Journal of Cleaner Production, 230 (2019), 1003-1012. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.04.183.

Lederer J., Gassner A., Kleemann F., Fellner J., (2020), “Potentials for a circular economy of mineral construction materials and demolition waste in urban areas: a case study from Vienna”, Resources, Conservation & Recycling, 161(2020), 104942.

Li C. Z., Zhao Y., Xiao B., Yu B., Tam V. W. Y., Chen Z., Ya Y., (2020), “Research trend of the application of information technologies in construction and demolition waste management”, Journal of Cleaner Production, 263 (2020) 121458.

Li Y., (2013), “Developing a Sustainable Construction Waste Estimation and Management System”, PhD Thesis, Hong Kong University of Science and Technology.

Liberati A., Altman D.G., Tetzlaff J., Mulrow C., Gotzsche P.C., Ioannidis J. P. A., Clarke M., Devereaux P.J., Kleijnen J., Moher D., (2009) “The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration”, Journal of Clinical Epidemiology, 62(10),e1-34.

Lin K., Zhao Y., Zhou T., Gao X., Zhang C., Huang B., Shi Q., (2023), “Applying machine learning to fine classify construction and demolition waste based on deep

residual network and knowledge transfer”, *Environment Development and Sustainability*, 25 (8), 8819-8836. doi: 10.1007/s10668-022-02740-6.

Linstone H. A., Turoff M., (2002), “The Delphi Method: Techniques And Applications”, Addison-Wesley, London, https://www.foresight.pl/assets/downloads/publications/Turoff_Linstone.pdf.

Liu Y., Li J., Chen W. Q., Song L., Dai S., (2022), “Quantifying urban mass gain and loss by a gis-based material stocks and flows analysis”, *Journal of Industrial Ecology*, 26 (3), 1051-1060. doi:10.1111/jiec.13252.

Madaster, (2022), <https://madaster.com/our-purpose/> (Erişim Tarihi:09/11/2022).

Maged A., Elshaboury N., Akanbi L., (2024), “Data-driven prediction of construction and demolition waste generation using limited datasets in developing countries: an optimized extreme gradient boosting approach”, *Environment Development and Sustainability*. doi: 10.1007/s10668-024-04814-z.

Mahinkanda M. M. M. P., Paniagua J. J. O., Rameezdeen R., Chileshe N., Gu N., (2023), “Design Decision-making for construction waste minimisation: a systematic literature review”, *Buildings*, 13 (11), 2763. doi:10.3390/buildings13112763.

Mahpour A., (2018), “Prioritizing barriers to adopt circular economy in construction and demolition waste management”, *Resources, Conservation and Recycling*, 134, 216-227.

Mahpour A., (2023)., “Building maintenance cost estimation and circular economy: the role of machine-learning”, *Sustainable Materials and Technologies*, 37, e00679. doi: 10.1016/j.susmat.2023.e00679.

Maiurova A., Kurniawan T. A., Kustikova M., Bykovskaia E., Othman M. H. D., Singh D., Goh H. H., (2022), “Promoting digital transformation in waste collection service and waste recycling in Moscow (Russia): applying a circular economy paradigm to mitigate climate change impacts on the environment”, *Journal of Cleaner Production*, 354 (2022), 131604.

Mao S., Cao W., (2025), “Evaluating material passports for circularity in the construction industry”, *Sustainable Production and Consumption*, 54, 88-101.

Markou I., Sinnott D., Thomas K., (2025), “Current methodologies of creating material passports: a systematic literature review”, *Case Studies in Construction Materials*, 22(2025), e04267. doi: 10.1016/j.cscm.2025.e04267.

Meng X. H., Das S., Meng J. Y., (2023), “Integration of digital twin and circular economy in the construction industry”, *Sustainability*, 15 (17), 13186. doi:10.3390/su151713186.

Minunno R., O'Grady T., Morrison G. M., Gruner R. L., (2020), “Exploring environmental benefits of reuse and recycle practices: a circular economy case study

of a modular building”, *Resources Conservation and Recycling*, 160, 104855. doi: 10.1016/j.resconrec.2020.104855.

Mohammadizazi R., Bilec M. M. (2022), “Building material stock analysis is critical for effective circular economy strategies: a comprehensive review”, *Environmental Research: Infrastructure and Sustainability*, 2 (3), 032001. doi:10.1088/2634-4505/ac6d08.

Mohammadizazi R., Bilec, M. M., (2023), “Quantifying and spatializing building material stock and renovation flow for circular economy”, *Journal of Cleaner Production*, 389,135765. doi: 10.1016/j.jclepro.2022.135765.

Moher D., Liberati A., Tetzlaff J., Altman D. G., (2009), “Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement”, *Open Medicine*, 3(2), 123-130.

Moschen-Schimek J., Kasper T., Huber-Humer M., (2023), “Critical review of the recovery rates of construction and demolition waste in the European union – an analysis of influencing factors in selected EU countries”, *Waste Management*, 167 (2023), 150-164. doi: 10.1016/j.wasman.2023.05.020.

Munaro M. R., Tavares S. F., (2021), “Materials passport’s review: challenges and opportunities toward a circular economy building sector”, *Built Environment Project and Asset Management*. 11 (2021) 767–782.

OECD, (2019), *Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences*, <https://www.oecd.org/environment/waste/highlights-global-material-resources-outlook-to-2060.pdf>.

O’Grady T., Minunno R., Chong H. Y., Morrison G. M., (2021), “Design for disassembly, deconstruction and resilience: a circular economy index for the built environment”, *Resources Conservation and Recycling*, 175, 105847. doi: 10.1016/j.resconrec.2021.105847.

Oğuz M. Z., (2021), “Yapıda Döngüsellik”, *Yüksek Lisans Tezi*, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi.

Okoli C., (2015), “A guide to conducting a standalone systematic literature review”, *Communications of the Association for Information Systems*, 37(43),879-910.

Okubo Y., (1997), “Bibliometric Indicators And Analysis Of Research Systems Methods And Examples”, *Organisation for Economic Co-operation and Development Science, Technology and Industry Working Papers*. <https://doi.org/10.1787/208277770603>.

Olawumi T. O., Chan D. W. M., Wong J. K. W., Chan A. P. C., (2018), “Barriers to the integration of BIM and sustainability practices in construction projects: A delphi survey of international experts”, *Journal of Building Engineering*, 20, 60-71.

Olawumi T. O., Chan D. W. M., (2019), “Critical success factors for implementing building information modeling and sustainability practices in construction projects: a delphi survey”, *Sustainable Development*, 27 (4), 587-602.

Oluleye B., Chan D. W. M., Olawumi T. O., (2022), “Barriers to circular economy adoption and concomitant implementation strategies in building construction and demolition waste management: a prisma and interpretive structural modeling approach”, *Habitat International*, 126 (2022), 102615.

Omer M., Wang Y.C., Roma M. Q., Bedrich S., Nezerka V., Ferriz-Papi J., Moros Montanes J. J., Ortiz I. D., (2024), “Development of a 3D digital model of end-of-service-life buildings for improved demolition waste management through automated demolition waste audit”, *Environments*, 11 (7), 138. doi: 10.3390/environments11070138.

Ortlepp R., Gruhler K., Schiller G., (2018), “Materials in germany's domestic building stock: calculation model and uncertainties”, *building research and information*, 46 (2), 164-178. doi: 10.1080/09613218.2016.1264121.

Önder H. (2018a), “Sürdürülebilir kalkınma anlayışında yeni bir kavram: Döngüsel ekonomi”, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 57, 196-204.

Önder H., (2018b), “Döngüsel Ekonomi ve Avrupa Ülkeleri Üzerine Bir Analiz”, 1. Bakım, Ekin Yayınevi.

Özçuhadar T., (2007), “Sürdürülebilir Çevre İçin Enerji Etkin Tasarımın Yaşam Döngüsü Sürecinde İncelenmesi”, *Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi*.

Paker B., (2017), “Sürdürülebilir Bina Üretiminde Mimarın Yapısal Atık Oluşumuna Bakış Açısının İncelenmesi: Bursa Alan Çalışması”, *Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi*.

Papamichael I., Voukkali I., Loizia P., Zorpas A. A., (2023), “Construction and demolition waste framework of circular economy: a mini review”, *Waste Management & Research*, 41(12),1728-1740. doi:10.1177/0734242X231190804.

Pitti A. R., Espinoza O., Smith R., (2020), “The case for urban and reclaimed wood in the circular economy”, *Bioresources*, 15 (3), 5226-5245. doi:10.15376/biores.15.3.5226-5245.

Plociennik C., Pourjafarian M., Nazeri A., Windholz W., Knetsch S., Rickert J., Ciroth A., Lopes A. D. C. P., Hagedorn T., Vogelgesang M., Benner W., Gassmann A., Bergweiler S., Ruskowski M., Schebek L., Weidenkaff A., (2022), “Towards a digital lifecycle passport for the circular economy”, *29th CIRP Life Cycle Engineering Conference, Procedia CIRP* 105, 122-127.

Potting J., Hekkert M., Worrell E., Hanemaaijer A., (2017), “Circular Economy: Measuring Innovation in the Product Chain”, *PBL Publishers*.
<https://www.pbl.nl/uploads/default/downloads/pbl-2016-circular-economy-measuring-innovation-in-product-chains-2544.pdf>.

Ratnasabapathy S., Alashwal A., Perera S., (2021), “Exploring the barriers for implementing waste trading practices in the construction industry in Australia”, Built Environment Project and Asset Management, 11 (4), 559-576. doi:10.1108/BEPAM-04-2020-0077.

ResGaz 1, (2021), Yapı Denetimi Uygulama Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, 23 Haziran 2021 tarih ve 31520 sayılı Resmi Gazete.

ResGaz 2, (2001), 4708 sayılı Yapı Denetim Hakkında Kanunu, 13 Temmuz 2001 tarih ve 24461 sayılı Resmi Gazete.

ResGaz 3, (2015), Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2 Nisan 2015 tarih ve 29314 sayılı Resmi Gazete.

Rose C. M., Stegemann J. A. (2018), “From waste management to component management in the construction industry”, Sustainability, 10 (1), 229. doi:10.3390/su10010229.

Rowe G., Wright G., (1999), “The delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis”, International Journal of Forecasting, 15 (4), 353-375.

Ruiz L. A. L., Ramon X. R., Domingo S. G., (2020), “The circular economy in the construction and demolition waste sector -a review and an integrative model approach”, Journal of Cleaner Production, 248, 119238.

Saez P. V., Barbero-Alvarez M. A., Porras-Amores C., Alonso M. A., Torres A. G., (2023), “Design and validation of a mobile application for construction and demolition waste traceability”, Buildings, 13 (8), 1908. doi:10.3390/buildings13081908.

Saka A. B., Olaore F. O., Olawumi T. O., (2019), “Post-contract material management and waste minimization: an analysis of the roles of quantity surveyors”, Journal of Engineering Design and Technology, 17 (4), 793-807. doi:10.1108/JEDT-10-2018-0193.

Salgın B., (2015), “Yapı Yaşam Süreçlerinde Yapısal Atıkların Önlenmesine/Azaltılmasına Yönelik Tasarım Yaklaşımları ve Bir Model Önerisi”, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi.

Salgın B., Coşgun N., (2018), “Kentsel dönüşüm uygulamalarında yapısal atık sorunu ve çözüme yönelik öneriler: Kayseri örneği”. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 7(1), 465-476. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.387388>.

Salgın B., Coşgun N., Aydın İpekçi C., Tıkansak Karadayı T., (2020), “Turkish Architects’ Views on Construction and Demolition Waste Reduction in the Design Stage”, Environmental Engineering and Management Journal, 19 (3), 439-452. <https://doi.org/10.30785/mbud.927981>.

Salgın B., Aydın İpekçi C., Coşgun N., Tıkansak Karadayı T., (2021), “Enerji ve ham madde korunumu açısından yapısal atıkların yeniden kullanımına/geri dönüşümüne

yönelik bir değerlendirme”, Journal of Architectural Sciences and Applications, 6 (2), 526-537. <https://doi.org/10.30785/mbud.927981>.

Salgın B., Ulucak R., Akgün A., Akdemir B., Agyekum K., Amudjie J., (2025), “Awareness, perceived importance, and implementation of circular economy principles: Insights from Turkish construction sector”, Journal of Environmental Management, 387, 125834.

Sarıgök M., (2024), “Bina tadilatları sonucu oluşan yapısal atıkların yönetimine yönelik bir çalışma”, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi.

Sharma N., Kalbar P. P., Salman M., (2022), “Global review of circular economy and life cycle thinking in building demolition waste management: a way ahead for India”, Building and Environment, 222 (2022), 109413.

Shooshtarian S., Maqsood T., Wong P. S. P., Khalfan M., Yang R. J., (2021), “Extended producer responsibility in the australian construction industry”, Sustainability, 13 (2), 620. doi:10.3390/su13020620.

Shooshtarian S., Maqsood T., Caldera S., Ryley T., (2022a), “Transformation towards a circular economy in the australian construction and demolition waste management system”, Sustainable Production and Consumption, 30, 89-106.

Shooshtarian S., Hosseini M. R., Kocaturk T., Arnel T., Garofano N. T., (2022b), “Circular economy in the australian aec industry: investigation of barriers and enablers”, Building Research and Information, 51 (1), 56-68. doi: 10.1080/09613218.2022.2099788.

Siddaway A., (2014), “What is a systematic literature review and how do i do one”, University of Stirling, 1(1), 1–13.

Sileryte R., Sabbe A., Bouzas V., Meister K., Wandl A., Timmeren A.V., (2022), “European waste statistics data for a circular economy monitor: opportunities and limitations from the amsterdam metropolitan region”, Journal of Cleaner Production, 358 (2022), 131767.

Sivashanmugam S., Rodriguez S., Rahimian F. P., Elghaish F., Dawood N., (2023), “Enhancing information standards for automated construction waste quantification and classification”, Automation in Construction, 152, 104898. doi: 10.1016/j.autcon.2023.104898.

SKD, (2024), Kentsel Dönüşüm, Deprem ve Olası Diğer Afetler Sonucunda Oluşacak Yıkıntı Atıklarının Yönetimi Rehberi, <https://www.skdturkiye.org/files/yayin/yikinti-atiklari-yo-netimi-rehberi-10-mayis-2024-low.pdf>.

Solís-Guzmán J., Marrero M., Montes-Delgado M. V., Ramírez-de-Arellano A., (2009), “A Spanish model for quantification and management of construction waste”, Waste Management, 29, 2542-2548.

Su B., Heshmati A., Geng, Y., Yu X., (2013), “A review of the circular economy in china: moving from rhetoric to implementation”, Journal of Cleaner Production, 42 (2013), 215-227.

Superti V., Houmani C., Binder C. R., (2021), “A systemic framework to categorize circular economy interventions: an application to the construction and demolition sector”, Resources, Conservation & Recycling, 173 (2021), 105711.

Şahin A. E., (2001), “Eğitim araştırmalarında delphi tekniği ve kullanımı”, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 20 (20), 215 – 220.

Şahin Ö., (2012), “Eski Sanayi Alanları Dönüşümünde Ortaklık Modeli Önerisi: Kartal Örneği”, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Tirado R., Aublet A., Laurenceau S. M., Louerat M., Habert G., (2021), “Component-based model for building material stock and waste-flow characterization: a case in the ile-de-France region”, Sustainability, 13 (23), 13159. doi:10.3390/su132313159.

Toybyık S. S., (2017), “Coğrafi Tabanlı Türkiye Bina Envanterinin Oluşturulması”, Uzmanlık Tezi, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.

Tserng H. P., Chou C. M., Chang Y.T., (2021), “The key strategies to implement circular economy in building projects—a case study of Taiwan”, Sustainability, 13 (2021) 754.

UNEP, (2021), 2021 Global Status Report For Buildings And Construction, https://globalabc.org/sites/default/files/2021-10/GABC_Buildings-GSR-2021_BOOK.pdf.

UNEP, (2023), Global Status Report Buildings and Construction, Beyond Foundations Mainstreaming Sustainable Solutions to Cut Emissions from the Buildings Sector https://globalabc.org/sites/default/files/202411/global_status_report_buildings_construction_2023.pdf.

UNEP, (2024), Global Resources Outlook 2024, Bend the Trend, Pathways to a Liveable Planet as Resource Use Spikes.

United Nations, (1987), Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>.

United Nations, (2015), Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. <https://sdgs.un.org/2030agenda>

United Nations, (2023), The Sustainable Development Goals Report 2023, Special Edition https://sdgs.un.org/sites/default/files/2023-07/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023_0.pdf

Vahidi A., Gebremariam A. T., Di Maio F., Meister K., Koulaeian T., Rem P., (2024), “Rfid-based material passport system in a recycled concrete circular chain”, *Journal of Cleaner Production*, 442, 140973. doi: 10.1016/j.jclepro.2024.140973.

van Capelleveen G., Vegter D., Olthaar M., Van Hillegersberg J. (2023), “The anatomy of a passport for the circular economy: A conceptual definition, vision and structured literature review”, *Resources, Conservation and Recycling Advances*, 17, 200131.

Van Eck N. J., Waltman L., (2010), “Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping”, *Scientometrics*, 84 (2), 523-538. doi:10.1007/s11192-009-0146-3.

Van den Berg M., Voordijk H., Adriaanse A., (2020), “Recovering building elements for reuse (or not)-ethnographic insights into selective demolition practices”, *Journal of Cleaner Production*, 256, 120322. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.120322.

Wang J. J., Wei J. J., Liu Z. S., Huang C., Du X. L., (2022). “Life cycle assessment of building demolition waste based on building information modeling”. *Resources, Conservation and Recycling*, 178, 106095. doi: 10.1016/j.resconrec.2021.106095.

Wang S. Q., Wu Q. Q., Yu J. P., (2024), “Bim-based assessment of the environmental effects of various end-of-life scenarios for buildings”, *Sustainability*, 16 (7), 2980. doi: 10.3390/su16072980.

Web 1, (2023), <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/built-environment/overview>, (Erişim Tarihi: 10/01/2023).

Web 2, (2025), España Circular 2030, https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/espacircular2030_def1_tcm30-509532_mod_tcm30-509532.pdf, (Erişim Tarihi: 23/07/2025).

Web 3, (2022), A Circular Economy in the Netherlands by 2050, https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/17037circulaireeconomie_en.pdf, (Erişim Tarihi: 29/12/2022).

Web 4, (2023), <https://dongusel.csb.gov.tr/>, (Erişim Tarihi: 15/01/2023).

Web 5, (2019), Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı 2023, https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/haberler/ulusal_at-k_yonet-m--eylem_plan--20180328154824.pdf, (Erişim Tarihi:20/09/2019).

Web 6, (2025), <https://sifiratik.gov.tr/> (Erişim Tarihi:20/05/2025).

Web 7, (2025), <https://ced.csb.gov.tr/il-cevre-durum-raporlari-i-82671> (Erişim Tarihi:20/05/2025).

Web 8, (2025), <https://sdgs.un.org/topics/chemicals-and-waste> (Erişim Tarihi:08/06/2025).

Web 9, (2025), https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/12/On-Ikinci-Kalkinma-Plani_2024-2028_11122023.pdf (Erişim Tarihi:18/08/2025).

Web 10, (2022), <https://ce-toolkit.dhub.arup.com/strategies> (Erişim Tarihi:19/11/2022).

Web 11, (2024), <https://hukuk.csb.gov.tr/bina-kimlik-sistemine-dair-yonetmelik-yayimlandi-haber-263301> (Erişim Tarihi:24/03/2024).

Web 12, (2024), <https://www.katilimevim.com.tr/bina-kimlik-sistemi-bks-nedir/> (Erişim Tarihi:24/03/2024).

Web 13, (2024), <https://yapiisleri.csb.gov.tr/bina-kimlik-sistemi-bks-ile-yeni-bir-doneme-basliyoruz-haber-260256> (Erişim Tarihi:24/03/2024).

Web 14, (2024), <https://hukuk.csb.gov.tr/bina-kimlik-sistemine-dair-yonetmelik-yayimlandi-haber-263301> (Erişim Tarihi:24/03/2024).

Web 15, (2024), <https://www.trthaber.com/haber/ekonomi/10-bini-askin-bina-dijital-kimligini-aldi627802.html#:~:text=Yap%C4%B1lara%20%22kimlik%20belgesi%22%20verilmesi%20niteli%C4%9Fini,i%C3%A7erisinde%20denetimi%20tamamlanan%20binalara%20yerle%C5%9Ftirildi.> (Erişim Tarihi:08/01/2024).

Web 16, (2024), <https://blokgorevlisi.com/blog/bina-kimlik-sistemi-bks> (Erişim Tarihi:08/01/2024).

Web 17, (2025), <https://yds.csb.gov.tr/pages/login> (Erişim Tarihi:07/06/2025).

Web 18, (2024), <https://www.prisma-statement.org/prisma-2020-flow-diagram> (Erişim Tarihi:17/08/2024).

Web 19, (2024), <https://www.vosviewer.com/> (Erişim Tarihi:22/06/2024).

Williamson T., Radford A., Bennetts H., (2003), “Understanding sustainable architecture”, Spon Press, Taylor & Francis Group, ABD. https://dn790000.ca.archive.org/0/items/Understanding_Sustainable_Architecture/Understanding_Sustainable_Architecture.pdf.

Wu Z., Yu A.T. W., Shen L., Liu G., (2014), “Quantifying Construction and demolition waste: an analytical review”, Waste Management, 34(9), 1683-1692. doi: 10.1016/j.wasman.2014.05.010.

Wu H., Zuo J., Yuan H. P., Zillante G., Wang J. Y., (2020), “Cross-regional mobility of construction and demolition waste in Australia: An Exploratory Study”, Resources Conservation and Recycling, 156,104710. doi: 10.1016/j.resconrec.2020.104710.

Wu P. Y., Mjornell K., Mangold M., Sandels C., Johansson T., (2021), “A data-driven approach to assess the risk of encountering hazardous materials in the building stock based on environmental inventories”, *Sustainability*, 13 (14), 7836. doi: 10.3390/su13147836.

Wu W., Xie L., Hao J. L., (2022), “An integrated trading platform for construction and demolition waste recovery in a circular economy”, *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 25 (2022), 100597.

Yıldız A., (2022), “Bir araştırma metodolojisi olarak sistematik literatür taramasına genel bakış”, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(Özel Sayı 2), 367-386. doi:10.18037/ausbd.1227366.

Yılmaz Şenel. K., (2024), “BIM Entegrasyonunda Akıllı Nesnelerin Rolü-Sistematik Literatür Taraması”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Yılmaz E. N., (2024), “Evaluation of the Supply Chain in the Turkish Construction Sector with Circular Economy Principles”, Master’s Thesis, Middle East Technical University.

Yu Y., Yazan D. M., Junjan V., Lacob M. E., (2022), “Circular economy in the construction industry: a review of decision support tools based on information & communication technologies”, *Journal of Cleaner Production*, 349,131335. doi: 10.1016/j.jclepro.2022.131335.

Zahoor H., Chan A. P. C., Gao R., Utama W. P., (2017), “The factors contributing to construction accidents in Pakistan: their prioritization using the delphi technique”, *Engineering, Construction and Architectural Management*, 24 (3), 463-485.

Zhang N., Han Q., Vries B., (2021), “Building circularity assessment in the architecture, engineering, and construction industry: a new framework”, *Sustainability*, 13 (2021), 12466.

ÖZGEÇMİŞ

Halide BOZKURT, lisans eğitimini 2012 yılında Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü'nde tamamlamıştır. Yüksek Lisans eğitimini 2018 yılında Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı'nda tamamlamıştır. 2012-2018 yılları arasında özel sektörde mimar olarak çalışmıştır. 2018 yılından itibaren Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Tasarım Bölümü İç Mekan Tasarımı Programı'nda Öğretim Görevlisi olarak çalışmakta olup, Sakarya Üniversitesi Mimarlık Bölümü'nde Mimari Tasarım dersleri vermektedir.



TEZ METNİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR

Bozkurt H., Coşgun N., (2025), “Yapısal atıkların belgelendirilmesi bağlamında literatür araştırmasına dayalı çalışma”, Mimarlık ve Yaşam Dergisi, 10 (2), 349-377.



EKLER

Ek-A: Sistematik Literatür Taraması-Makale Listesi

Yazarlar	Makale Adı	İlgili Konu
Abarca-Guerrero, vd., 2022	Zero Waste Systems: Barriers and Measures to Recycling of Construction and Demolition Waste	Politikalar
Albedei & Dombi, 2021	Mining the Built Environment: Telling the Story of Urban Mining	Atık Verileri
Akanbi, vd., 2019	Disassembly and Deconstruction Analytics System (D-Das) for Construction in A Circular Economy	Atık Verileri
Akinade & Oyedele, 2019	Integrating Construction Supply Chains Within a Circular Economy: An Anfis-Based Waste Analytics System (A-Was)	Atık Verileri
Antunes, vd., 2024	Reducing the Environmental Impact of the End-of-Life of Buildings Depending on Interrelated Demolition Strategies, Transport Distances and Disposal Scenarios	Atık Yönetimi
Arora, vd., 2019	Residential Building Material Stocks and Component-Level Circularity: the Case of Singapore	Atık Verileri
Arora, vd., 2021	Urban Mining in Buildings for a Circular Economy: Planning, Process and Feasibility Prospects	Atık Verileri
Atta, vd., 2021	Digitizing Material Passport For Sustainable Construction Projects Using Bim	Atık Verileri
Bao & Lu, 2020	Developing Efficient Circularity for Construction and Demolition Waste Management in Fast Emerging Economies: Lessons Learned From Shenzhen, China	Politikalar
Bao, vd., 2019	Procurement Innovation for a Circular Economy of Construction and Demolition Waste: Lessons Learnt From Suzhou, China	Paydaşlar
Bao, vd., 2021	Tackling the "Last Mile" Problem in Renovation Waste Management: A Case Study in China	Yapı Malzemesi
Bendix, vd., 2022	Circular Economy For Durable Products and Materials: The Recycling of Plastic Building Products in Germany-Status Quo, Potentials and Recommendations	Yapı Malzemesi
Berge & von Blottnitz, 2022	An Estimate of Construction and Demolition Waste Quantities and Composition Expected in South Africa	Atık Verileri
Callegher, vd., 2023	Assessment of Building Materials in the European Residential Building Stock: An Analysis at EU27 Level	Atık Verileri Yapı Malzemesi
Caro, vd., 2024	Environmental and Socio-Economic Effects of Construction and Demolition Waste Recycling in the European Union	Yapı Malzemesi
Cheng, vd., 2023	Towards Sustainable Construction Through Better Construction and Demolition Waste Management Practices: A Swot Analysis of Suzhou, China	Politikalar
Choudhary, vd., 2022	Strategies For Efficient Handling and Economic Circularity for Construction and Demolition Waste in India	Atık Yönetimi
Colorado, vd., 2022	Circular Economy of Construction and Demolition Waste: a Case Study of Colombia	Atık Verileri
Condotta, vd., 2021	Reuse of Building Elements in the Architectural Practice and the European Regulatory Context: Inconsistencies and Possible Improvements	Atık Yönetimi
Elshaboury & AlMetwally, 2023	Modeling Construction and Demolition Waste Quantities in Tanta City, Egypt: A Synergistic Approach of Remote Sensing, Geographic Information System, and Hybrid Fuzzy Neural Networks	Atık Verileri
Eze, vd., 2022	Building Information Modelling Adoption for Construction Waste Reduction in the Construction Industry of a Developing Country	Atık Yönetimi Atık Verileri
Ferronato, vd., 2023	Construction and Demolition Waste Recycling in Developing Cities: Management and Cost Analysis	Atık Verileri
Fonseca, vd., 2023	Diagnosis of the Economic Potential within the Building and Construction Field and its Waste in Spain	Paydaşlar

Ek-A: Sistematik Literatür Taraması-Makale Listesi (devam)

Yazarlar	Makale Adı	İlgili Konu
Fufa, vd., 2023	Waste Free Construction Site—a Buzzword, Nice to Have or More	Atık Verileri Yapı Malzemesi
Gambato, vd., 2023	DeCO-Guidelines for the Deconstruction of Recent Buildings	Atık Yönetimi
Gerding, vd., 2021	Implementing Circularity in the Construction Process: A Case Study Examining the Reorganization of Multi-Actor Environment and the Decision-Making Process	Paydaşlar
Ghaffar, vd., 2020	Pathways to Circular Construction: An Integrated Management of Construction and Demolition Waste for Resource Recovery	Paydaşlar
Giustiniani, vd., 2023	Residents' Perception and Environmental Assessment of a Waste Recycling Centre: A Case Study of Buenos Aires City (Argentina)	Paydaşlar
Guo, vd., 2021	Urban Development and Sustainability Challenges Chronicled by a Century of Construction Material Flows and Stocks in Tiexi, China	Atık Verileri
Han, vd., 2024	The Development of An Integrated Bim-Based Visual Demolition Waste Management Planning System for Sustainability-Oriented Decision-Making	Atık Verileri
Hahladakis, vd., 2020	Assessing the Role and Use of Recycled Aggregates in the Sustainable Management of Construction and Demolition Waste Via a Mini-Review and a Case Study	Yapı Malzemesi
Honic, vd., 2021	Material Passports For the End-of-Life Stage of Buildings: Challenges and Potentials	Atık Verileri
Iodice, vd., 2021	Sustainability Assessment of Construction and Demolition Waste Management Applied to an Italian Case	Atık Yönetimi
Illankoon, vd., 2023	Closing The Loop in the Construction Industry: A Systematic Literature Review on The Development of Circular Economy	Atık Verileri
Jorgensen, vd., 2023	Resource Accounting For A Circular Economy: Evidence From A Digitalised Waste Management System	Atık Verileri
Jayasinghe &Waldmann, 2020	Development of a Bim-Based Web Tool as a Material and Component Bank for a Sustainable Construction Industry	Atık Verileri Yapı Malzemesi
Koc, vd., 2023	Critical Success Factors For Construction Industry Transition to Circular Economy: Developing Countries' Perspectives	Politikalar
Lam, vd., 2019	Methodology For Upstream Estimation of Construction Waste For New Building Projects	Atık Yönetimi Atık Verileri
Li, vd., 2020	Research Trend of the Application of Information Technologies in Construction and Demolition Waste Management	Paydaşlar
Lin, vd., 2023	Applying Machine Learning to Fine Classify Construction and Demolition Waste Based on Deep Residual Network and Knowledge Transfer	Atık Verileri
Liu, vd., 2022	Quantifying Urban Mass Gain and Loss by a Gis-Based Material Stocks and Flows Analysis	Atık Verileri
Mahinkanda, vd., 2023	Design Decision-Making For Construction Waste Minimisation: A Systematic Literature Review	Atık Yönetimi
Mahpour, 2023	Building Maintenance Cost Estimation and Circular Economy: The Role of Machine-Learning	Atık Verileri
Maged, vd., 2024	Data-Driven Prediction of Construction and Demolition Waste Generation Using Limited Datasets in Developing Countries: An Optimized Extreme Gradient Boosting Approach	Atık Verileri
Meng, vd., 2023	Integration of Digital Twin and Circular Economy in the Construction Industry	Atık Yönetimi Atık Verileri
Minunno, vd., 2020	Exploring Environmental Benefits of Reuse And Recycle Practices: A Circular Economy Case Study of A Modular Building	Atık Yönetimi

Ek-A: Sistemantik Literatür Taraması-Makale Listesi (devam)

Yazarlar	Makale Adı	İlgili Konu
Mohammadizi & Bilec, 2022	Building Material Stock Analysis is Critical for Effective Circular Economy Strategies: A Comprehensive Review	Atık Verileri
Mohammadizi & Bilec, 2023	Quantifying and Spatializing Building Material Stock and Renovation Flow for Circular Economy	Yapı Malzemesi
Moschen-Schimek, vd., 2023	Critical Review of the Recovery Rates of Construction and Demolition Waste in the European Union – An Analysis of Influencing Factors in Selected EU Countries	Politikalar
O'Grady, vd., 2021	Design For Disassembly, Deconstruction and Resilience: A Circular Economy Index For the Built Environment	Atık Yönetimi
Omer, vd., 2024	Development of a 3D Digital Model of End-of-Service-Life Buildings for Improved Demolition Waste Management Through Automated Demolition Waste Audit	Atık Yönetimi Atık Verileri
Ortlepp, vd., 2018	Materials in Germany's Domestic Building Stock: Calculation Model and Uncertainties	Atık Verileri
Papamichael, vd., 2023	Construction and Demolition Waste Framework of Circular Economy: A Mini Review	Yapı Malzemesi
Pitti, vd., 2020	The Case For Urban and Reclaimed Wood in the Circular Economy	Yapı Malzemesi
Ratnasabapathy, vd., 2021	Exploring the Barriers for Implementing Waste Trading Practices in the Construction Industry in Australia	Politikalar
Rose & Stegemann, 2018	From Waste Management to Component Management in the Construction Industry	Atık Verileri
Saez, vd., 2023	Design and Validation of a Mobile Application for Construction and Demolition Waste Traceability	Atık Verileri Paydaşlar
Saka, vd., 2019	Post-Contract Material Management and Waste Minimization: An Analysis of the Roles of Quantity Surveyors	Paydaşlar
Shooshtarian, vd., 2021	Extended Producer Responsibility in the Australian Construction Industry	Paydaşlar
Shooshtarian, vd., 2022	Circular Economy in the Australian AEC Industry: Investigation of Barriers and Enablers	Politikalar
Sivashanmugam, vd., 2023	Enhancing Information Standards for Automated Construction Waste Quantification and Classification	Atık Verileri
Tirado, vd., 2021	Component-Based Model for Building Material Stock and Waste-Flow Characterization: A Case in the ile-de-France Region	Atık Verileri
van den Berg, vd., 2020	Recovering Building Elements for Reuse (or not)-Ethnographic Insights into Selective Demolition Practices.	Atık Yönetimi Yapı Malzemesi
Vahidi, vd., 2024	Rfid-Based Material Passport System in a Recycled Concrete Circular Chain	Atık Verileri+Yapı Malzemesi
Wang, vd., 2022	Life Cycle Assessment of Building Demolition Waste Based on Building Information Modeling	Atık Yönetimi Atık Verileri
Wang, vd., 2024	Bim-Based Assessment of the Environmental Effects of Various End-of-Life Scenarios for Buildings	Atık Verileri
Wu, vd., 2020	Cross-Regional Mobility of Construction and Demolition Waste in Australia: An Exploratory Study	Yapı Malzemesi
Wu, vd., 2021	A Data-Driven Approach to Assess the Risk of Encountering Hazardous Materials in the Building Stock Based on Environmental Inventories	Atık Verileri
Yu, vd., 2022	Circular Economy in the Construction Industry: A Review of Decision Support Tools Based on Information & Communication Technologies	Atık Verileri

Ek-B: Uzman Değerlendirme Anketi

	T.C. GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU KARARLARI
Oturum Tarihi: 10.03.2025	Oturum Sayısı: 2025/06

KARAR:06-05) Üniversitemiz Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Doktora Programı öğrencisi Halide BOZKURT' un 28.02.2025 tarihli ve 190292 sayılı başvurusu görüşüldü ve aşağıdaki şekilde değerlendirildi.

Başvuru Tarihi:	28.02.2025
Protokol Sıra No:	06-04
Sorumlu Araştırmacıların Adı:	Halide BOZKURT- Prof. Dr. Nilay COŞGUN
Çalıştığı Birim:	Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Proje Çalışmasının Adı:	"Sürdürülebilir Çevre ve Döngüsel Ekonomi Bağlamında Yapısal Atık Belgeleme Sistemi Model Önerisi"
Toplantı Tarihi ve Oturum Sayısı:	10.03.2025 – 2025/06-05

Değerlendirme:
Araştırmanın Amacı: Sürdürülebilir çevre yaklaşımı ile doğal kaynakları koruyabilmek, yapı üretim süreci içerisinde ortaya çıkan yapısal atıkların yönetim seçeneklerini belirleyerek malzeme kazanımını sağlayabilmek ve yapı sektöründe döngüsel ekonomi yaklaşımını uygulayabilmek için yapısal atık bilgilerinin elde etmeye yönelik belgeleme sisteminin oluşturulmasıdır.
Araştırmanın Gerekçesi: Yapısal atıkların değerlendirilmesine yönelik yapılan çalışmalar, atık verileri hakkında bölgesel bilgileri içermektedir. Atık verileri için kesin bilgilerin bulunmaması ve kayıt dışı atık miktarının bilinmemesi atık yönetimi sürecini olumsuz etkilemektedir. Yapı üretim süreci içerisinde oluşan yapısal atıkların kullanım potansiyelini arttırmak ve yapı malzemelerine çevresel ve ekonomik açıdan değer kazandırmak için yapı sektöründe kullanılabilecek 'Atık Belgesi' ile atıkların kayıt altına alınabileceği bir model geliştirilmesi hedeflenmektedir. Geliştirilecek modelin; Türkiye'de 2021 yılından itibaren Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından oluşturulmuş, yapılara ait teknik bilgileri kayıt altına alan Bina Kimlik Sistemi içerisine dahil edilebilen bir belge niteliği taşıması ve atık bilgilerine erişimi kolaylaştıracağı düşünülmektedir.
Araştırmanın Yöntemi: Çalışmada, öncelikle literatür araştırması yapılarak atıkların belgelendirilmesine yönelik mevcut durum tespit edilmiştir. Bu kapsamda, çalışma konusunun kavramsal çerçevesi oluşturularak model önerisi sunulmuştur. Önerilen modelin uygunluğu ve geliştirilmesi için yapı üretim sürecine katkı sağlayan paydaşlar arasından belirlenen uzmanlardan görüş alınması planlanmıştır. Görüşmeler sonrasında yapılan değerlendirmeler ile model önerisinin son halinin oluşturulması hedeflenmiştir.
Çalışmaya Katılacak İnsanlarda Aranacak Özellikler: - Mimar, inşaat mühendisi, inşaat teknikeri, yüklenici vb. yapı üretim sürecine katkı sağlayan resmi ve özel kuruluşlarda çalışan kişiler -Mimar, inşaat mühendisi, inşaat teknikeri, yüklenici vb. bina kimlik sistemi hakkında bilgi sahibi olan kişiler
Kullanılacak Psikolojik ve Teknik Yöntemler: Görüşme: Yüz yüze, e-mail, telefon
Etik Özet: Bu çalışmada, inşaat faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan yapısal atıklar ile ilgili veri elde edebilmek amacıyla, her bina için uygulanabilecek atık belgesi modeli önerilmiştir. Yapısal atık belgesi ile atıkların kayıt altına alması, izlenmesi ve atık yönetiminde verimlilik sağlanması hedeflenmektedir. Yapısal atık belgesi için dijital bir depolama sağlaması açısından, Türkiye'de 2021 yılından itibaren kullanılan binalara ait projeleri ve belgeleri içeren Bina Kimlik Sistemi içerisinde erişilebilen bir belge niteliği taşıması düşünülmektedir. Çalışma kapsamında, literatür taraması yapılmış, mevcut araştırmalar analiz edilerek model taslağı oluşturulmuştur. Modelin gerekliliği ve geliştirilmesi ile ilgili uzman görüşüne başvurulmuştur. Uzmanlar; mimar, inşaat mühendisi, inşaat teknikeri, yüklenici vb. resmi ve özel kuruluşlarda çalışan, yapı üretim sürecinin farklı aşamalarında yer alan ve bina kimlik sistemi ile ilgili bilgi sahibi olan kişiler arasından

Ek-B: Uzman Değerlendirme Anketi (devam)

	T.C. GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU KARARLARI
Oturum Tarihi: 10.03.2025	Oturum Sayısı: 2025/06
belirlenmiştir. Anket, konunun kavramsal çerçevesine ve model taslağının içeriğine yönelik bilgileri içermektedir. Anket verileri modelin geliştirilmesini sağlayacaktır. Yapısal atık belgesi, yapı üretim sürecinde yapı malzemelerinin kullanımı açısından çevresel ve ekonomik değer kazandıracakları öngörülmüştür.	
Proje Yöneticisi: Halide BOZKURT- Prof. Dr. Nilay COŞGUN Proje Araştırmacısı: <u> </u> Projenin Yönetileceği Kuruluş: <u> </u>	
Olası Tehlikeleri: <u> </u>	
Araştırmanın nasıl finanse edileceği / Finanse eden kurum: <u> </u>	
Araştırma Bütçesi: <u> </u> İnsan Araştırmaları için kullanılacak tutar: <u> </u>	
K A R A R	
Kurul Üyelerinin bu çalışma ile ilişkisinin olup olmadığı incelenmiş olup, Kurul üyelerinin bu çalışma ile ilgili bir bağlantısı olmadığı görülmüştür.	
☒	Uygun Üniversitemiz Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Doktora Programı öğrencisi Halide BOZKURT' un <u>“Sürdürülebilir Çevre ve Döngüsel Ekonomi Bağlamında Yapısal Atık Belgeleme Sistemi Model Önerisi”</u> başlıklı projesi kapsamında kullanmak üzere Etik Kurulumuza sunduğu belgeler kurul üyeleri tarafından incelenmiş ve bir sakınca görülmemiş olup kullanımı için etik onayı verilmesine toplantıya katılanların oybirliği ile karar verildi.
☐	Uygun Değildir (Gerekçesi)
☐	Düzeltilmesi Gerekir ya da Yeniden Düzenlenmesinden sonra tekrar başvurulması yönünde tavsiye kararı (Tavsiye edilen düzeltmeler ve düzenlemeler)

Ek-B: Uzman Değerlendirme Anketi (devam)

YAPISAL ATIK BELGELEME SİSTEMİ MODELİNİN UZMAN DEĞERLENDİRME ANKETİ

Sayın Katılımcı,

Bu anket, Gebze Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalı'nda Prof. Dr. Nilay Coşgun danışmanlığında yürütülmekte olan **'Sürdürülebilir Çevre ve Döngüsel Ekonomi Bağlamında Yapısal Atık Belgeleme Sistemi Model Önerisi'** başlıklı doktora tezi için hazırlanmıştır. Anketin amacı; Türkiye'de yapısal atık belgeleme sistemi için geliştirilecek modelin gerekliliği ve model içerikleri ile ilgili uzman görüşü almaktır.

Anket, 3 ana bölümden oluşmaktadır. Her bölüm başlığında ayrıntılı açıklama bulunmaktadır.

Bu ankette elde edilecek bilgiler güvenlik ve kişisel haklar kapsamında gizli tutulacaktır. GTÜ İnsan Araştırmaları Etik Kurul onayı alınmıştır.

Zaman ayırarak ankete katılımınız ve tez çalışmasına olan katkınız için teşekkür ederim.

Araştırmacı

Yüksek Mimar Halide BOZKURT

1.BÖLÜM: Anketin bu bölümünde katılımcıya ait kişisel bilgiler yer almaktadır. Bilgiler güvenlik ve kişisel haklar kapsamında gizli tutulacaktır.

KATILIMCI BİLGİLERİ					
Katılımcı Adı:					
Görevi/ Çalışma Alanı:					
Mesleki Deneyim Süresi:	5-10 yıl	11-20 yıl	21-25 yıl	26-35 yıl	35 yıl üstü
İletişim Bilgileri:	Telefon: e-mail: (Çalışma ile ilgili tekrar görüş almak amacı ile talep edilmektedir.)				

2.BÖLÜM: Anketin bu bölümü, tezin çalışma konusunun kavramsal çerçevesine yönelik önermelerden oluşmaktadır. Bu kapsamda 6 önerme belirlenmiş ve önermelerde belirtilen kavramlar için aşağıdaki tabloda tanımlar verilmiştir. Bu bölümdeki her önerme için, katılım durumu 1'den 5'e kadar derecelendirilmiş olan seçeneklerden bir tanesi işaretlenmelidir.

Tanımlar	Yapısal Atık: Yapıların inşası, yenilenmesi, onarımı ve yıkımı sırasında ortaya çıkan atıklardır. Yapısal Atık Belgesi: Yapı sektöründe ortaya çıkan atıkları kayıt altına alınması ve yönetilmesini sağlamak amacı ile geliştirilen belgedir. Bina Kimlik Sistemi: Yapı ile ilgili periyodik denetimler yapabilmek için, yapıya ait tüm verilerin dijital ortamda toplandığı yapıların izlenebilirliği sağlayan bir sistemdir. Döngüsel Ekonomi: Kaynakların verimli kullanıldığı, atıkların minimize edildiği, ürünleri yeniden kullanmayı ve geri dönüştürmeyi teşvik eden ekonomik yaklaşımdır.
-----------------	--

1	Türkiye'de yapısal atıkların geri dönüşüm, yeniden kullanım gibi uygun yöntemlerle değerlendirilebilmesi için yapılacak olan çalışmalarda atık bilgilerine (çeşidi, miktarı, oluşum nedeni, üretim aşaması vb.) erişim konusunda eksiklikler bulunmaktadır.			
1.Kesinlikle Katılmıyorum	2. Katılmıyorum	3.Kararsızım	4. Katılıyorum	5.Kesinlikle Katılıyorum

2	İnşaat faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan yapısal atıklar her binanın 'Yapısal Atık Belgesi' ile kayıt altına alınabilir.			
1.Kesinlikle Katılmıyorum	2. Katılmıyorum	3.Kararsızım	4. Katılıyorum	5.Kesinlikle Katılıyorum

3	Yapısal Atık Belgesi, bir binaya ait projelerin/ resmi belgelerin bulunduğu Bina Kimlik Sistemi (BKS) içerisinde yer alabilir.			
1.Kesinlikle Katılmıyorum	2. Katılmıyorum	3.Kararsızım	4. Katılıyorum	5.Kesinlikle Katılıyorum

Ek-B: Uzman Değerlendirme Anketi (devam)

4	Bina Kimlik Sistemi, yapısal atık verileri için dijital bir depolama sağlayarak, atık bilgilerine erişimi kolaylaştırır.				
	1.Kesinlikle Katılmıyorum ☐	2. Katılmıyorum ☐	3.Kararsızım ☐	4. Katılıyorum ☐	5.Kesinlikle Katılıyorum ☐

5	Yapısal Atık Belgesi' önerisi, her binada atık yönetimi için malzeme envanteri oluşturarak inşaat sektöründe döngüsel ekonomiye katkı sağlar.				
	1.Kesinlikle Katılmıyorum ☐	2. Katılmıyorum ☐	3.Kararsızım ☐	4. Katılıyorum ☐	5.Kesinlikle Katılıyorum ☐

6	Yapısal Atık Belgesi' ile yapım, kullanım ve yıkım aşamalarında atık bilgilerine (çeşidi, miktarı, oluşum nedeni, üretim aşaması vb.) yönelik uygun veriler elde edilebilir. (Bu soruyu her aşama için ayrı değerlendirmelisiniz.)					
	Yapım Aşaması	1.Kesinlikle Katılmıyorum ☐	2.Katılmıyorum ☐	3.Kararsızım ☐	4.Katılıyorum ☐	5.Kesinlikle Katılıyorum ☐
	Kullanım Aşaması	1.Kesinlikle Katılmıyorum ☐	2.Katılmıyorum ☐	3.Kararsızım ☐	4.Katılıyorum ☐	5.Kesinlikle Katılıyorum ☐
	Yıkım Aşaması	1.Kesinlikle Katılmıyorum ☐	2.Katılmıyorum ☐	3.Kararsızım ☐	4.Katılıyorum ☐	5.Kesinlikle Katılıyorum ☐
	Aşaması	1.Kesinlikle Katılmıyorum ☐	2.Katılmıyorum ☐	3.Kararsızım ☐	4.Katılıyorum ☐	5.Kesinlikle Katılıyorum ☐

3.BÖLÜM: Anketin bu bölümü yapısal atıkların belgelendirilmesi modeli taslağının içeriklerine yönelik bilgileri kapsamaktadır. Taslak Model, 3 ana başlık altında belirlenmiş içeriklerden oluşmaktadır. Her ana başlık için bir önerme yöneltilmiş ve taslak modelin alt başlıkları açıklayan içeriklere göre katılım durumu 1'den 5'e kadar derecelendirilmiştir. Her önerme ve her bir içerik için belirtilen seçeneklerden bir tanesi işaretlenmelidir.

1	'Yapının niteliği, büyüklüğü, kullanım amacı ve yapım sistemi yapıda kullanılan yapı malzemesi miktarını etkilemektedir.'				
	1.Kesinlikle Katılmıyorum ☐	2. Katılmıyorum ☐	3.Kararsızım ☐	4. Katılıyorum ☐	5.Kesinlikle Katılıyorum ☐

1		TASLAK MODEL İÇERİKLERİ	Katılım Durumu				
Taslak Model Başlık	Taslak Model Alt Başlık		1	2	3	4	5
			Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1. Genel Bilgiler	1.1. Bölge	Bir binada kullanılan yapı malzemeleri, binanın bulunduğu coğrafi bölgeye göre değişiklik göstermektedir.					
	1.2. Yapı Grubu	Binanın yapı sınıfı (yapı grubu) yapı malzemesi çeşitliliğini etkilemektedir.					
	1.3. Taks/Kaks	Binanın boyutu ile kullanılan yapı malzemesi miktarı doğrudan ilişkilidir.					

Ek-B: Uzman Değerlendirme Anketi (devam)

2	'Yapısal atıkların uygun yöntemler (geri dönüşüm, yeniden kullanım, geri kazanım vb.) ile değerlendirilebilmesi için atık verilerine ihtiyaç vardır.'				
	1.Kesinlikle Katılmıyorum ☐	2. Katılmıyorum ☐	3.Kararsızım ☐	4. Katılıyorum ☐	5.Kesinlikle Katılıyorum ☐

2		TASLAK MODEL İÇERİKLERİ	Katılım Durumu				
Taslak Model Başlık	Taslak Model Alt Başlık		1 Kesinlikle Katılmıyorum	2 Katılmıyorum	3 Kararsızım	4 Katılıyorum	5 Kesinlikle Katılıyorum
2. Atık Verileri	2.1. Atık Tanımlama	İnşaat faaliyetlerinden sonra ortaya çıkan yapısal atıklar; yapım, kullanım, yıkım aşamasına göre tanımlanmalıdır.					
	2.2. Yapı Elemanı	Atık kaynakları yapı elemanına (duvar, döşeme, temel vb.) göre ayrılmalıdır.					
	2.3. Malzeme Grubu	Yapı malzemelerinin kullanım alanı, yapısal atık türü belirlemektedir.					
	2.4. Atık İçeriği	Yapısal atıkların malzeme bileşenlerinin bilinmesi malzeme envanteri oluşturulmasını sağlayacaktır.					
	2.5. Atık Nedeni	Atık oluşumuna neden olan faktörler tespit edilmeli ve kayıt altına alınmalıdır.					
	2.6. Ölçüm Yöntemi	Yapısal atıkların uygun bir şekilde değerlendirilebilmesi için atık miktarları hesaplanmalıdır.					
	2.7. Atık Kodu	Atık Yönetimi Yönetmeliği içeriğinde yer alan atık kodları, yapısal atıkları malzemelerine göre sınıflandırmak için yeterlidir.					
	2.8. Atık Yönetimi	Yapısal atıkların işlenmesi için kullanılacak atık yönetimi aşamaları (geri dönüşüm, yeniden kullanım, geri kazanım vb.) belirlenmelidir.					

* Taslak Modelin 2. Başlığı 'Atık Verileri' kapsamında 'Atık Tanımlama, Yapı Elemanı, Malzeme Grubu, Atık İçeriği, Atık Nedeni, Ölçüm Yöntemi, Atık Kodu, Atık Yönetimi' başlıkları dışında olması gerektiğini düşündüğünüz içerikler var mı?

Cevabınız var ise ekleyiniz.

Ek-B: Uzman Değerlendirme Anketi (devam)

3	'Yapısal atık verilerinin tespit edilmesi atıkların uygun yöntemler ile değerlendirilmesini kolaylaştıracaktır.'				
	1.Kesinlikle Katılmıyorum ☐	2. Katılmıyorum ☐	3.Kararsızım ☐	4. Katılıyorum ☐	5.Kesinlikle Katılıyorum ☐

3		TASLAK MODEL İÇERİKLERİ	Katılım Durumu				
Taslak Model Başlık	Taslak Model Alt Başlık		1	2	3	4	5
			Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
3. Değerlendirme	3.1. Üretim Aşaması	Bir bina için atık üretiminin hangi aşamalarda meydana geldiğini kayıt altına almak atık yönetimini kolaylaştıracaktır.					
	3.2. Belge Düzeyi	Atığın oluşum aşamasına göre belge düzeyinin oluşturulması atık akışlarının izlenmesini sağlayacaktır.					
	3.3. Döngüsel Ekonomi Stratejisi	Yapısal atıkların bir kaynak olarak döngüsel ekonomi stratejileri ile değerlendirilmesi yeni malzeme talebini azaltacaktır.					

* Taslak Modelin 3. Başlığı 'Değerlendirme' kapsamında 'Üretim Aşaması, Belge Düzeyi, Döngüsel Ekonomi Stratejisi' başlıkları dışında olması gerektiğini düşündüğünüz içerikler var mı?

Cevabınız var ise ekleyiniz.

* Yapısal Atık Belgeleme Modeli hakkındaki düşüncelerinizi ekler misiniz?

.....

Ek-C: Uzman Listesi

No	UZMAN	MESLEK/GÖREV	İL
1	B. A.	Mimar	Sakarya
2	B. D.	Mimar	Kocaeli
3	C. D.	Mimar	Gaziantep
4	H. Ö.	Mimar	Şanlıurfa
5	M. Ş.	Mimar	Sakarya
6	O. Y.	Yüksek Mimar	Kocaeli
7	S. S. K.	Mimar	Ankara
8	T. Y.	Mimar	Sakarya
9	A. A.	İnşaat Mühendisi	Kocaeli
10	B. P.	İnşaat Mühendisi	Kastamonu
11	Ç. S.	İnşaat Mühendisi	Adana
12	M. Ş. K.	İnşaat Mühendisi	Adana
13	O. D.	İnşaat Mühendisi	Sakarya
14	R. S.	İnşaat Mühendisi	Sakarya
15	Y. D.	İnşaat Mühendisi	İstanbul
16	Z. Y.	İnşaat Mühendisi	Gaziantep
17	A. A.	Yapı Denetim Yetkilisi	İstanbul
18	B. N. B.	Yapı Denetim Yetkilisi	Sakarya
19	E. G. G.	Yapı Denetim Yetkilisi	Sakarya
20	E. B.	Yapı Denetim Yetkilisi	Şanlıurfa
21	M. Y.	Yapı Denetim Yetkilisi	Sakarya
22	S. Z.	Yapı Denetim Yetkilisi	Çanakkale
23	T. D.	Yapı Denetim Yetkilisi	Kayseri
24	Y. Ö.	Yapı Denetim Yetkilisi	Sakarya

Ek-C: Uzman Listesi (devam)

No	UZMAN	MESLEK/GÖREV	İL
25	A. K.	Müteahhit	Sakarya
26	A. A.	Müteahhit	Ankara
27	B. G.	Müteahhit	Sakarya
28	H. Ç. G.	Müteahhit	Sakarya
29	K. B. K.	Müteahhit	Kayseri
30	M. S.	Müteahhit	Sakarya
31	N. O.	Müteahhit	İzmir
32	S. U.	Müteahhit	Sakarya
33	F. İ.	Adapazarı Belediyesi	Sakarya
34	K. Ö.	Sakarya Büyükşehir Belediyesi	Sakarya
35	M. B.	Osmancık Belediyesi	Çorum
36	M. B. Ç.	Yahyalı Belediyesi	Kayseri
37	N. Y.	Ankara Büyükşehir Belediyesi	Ankara
38	Ş. Ö.	Erzurum Büyükşehir Belediyesi	Erzurum
39	U. Ö.	Tuzla Belediyesi	İstanbul
40	Z. K.	Üsküdar Belediyesi	İstanbul
41	H. Y.	Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı	Ankara
42	G. Ş.	Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü	Sakarya
43	C.B.	Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü	Van
44	E.A.	Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü	Sakarya
45	İ. E.	Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü	Sakarya
46	M. S. D.	Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü	Yalova
47	Ö. F. Ç.	Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü	Sakarya
48	Z. K.	Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü	Sakarya

Ek-E: Uzman Görüşleri

Model Hakkındaki Düşünceler	
Mimar	
1	‘Yapısal atık belgeleme modeli maliyeti azaltmak ve var olan kaynakları verimli kullanmak açısından önemlidir. Sürdürülebilirliği artırır, çevreye duyarlı ve ekonomik faydaları vardır. Teknolojik gelişmelerle birlikte yürütüldüğü durumlarda daha verimli sürdürülebilir ve ekonomik bir inşaat sektörü yaratabilir.’
2	‘Yapısal atıkların belgelenmesi, kayıt altına alınması ve bu bilgiler ışığında geri dönüşümle tekrar kullanıma kazandırılması ulusal ve stratejik anlamda fayda sağlayacaktır. Bu hususta herkesin üzerine düşeni yapması ve sıfır atık projeleriyle hiçbir atık malzemenin doğada zararlı ve fayda sağlamayan ürünlere dönüşmesinin önüne geçilmelidir.’
3	‘Yapılardaki dönüşüm aşamasında ortaya çıkan atıkların ayrıştırılabilmesi adına yapı yapılırken belgelenmesinin yapılması ve geri dönüşümünün yapılabilmesi doğamıza ve ekonomimize yapacağı katkıdan ötürü en kısa sürede başlatılması hususunda çalışmalarınız için teşekkür ederiz.’
4	‘Halihazırda şantiyelerde kendi içinde bir atık dönüşümü olduğu kanaatindeyim. Bunun belgeleniyor olması ekonomik katkısının tespitinde çok işlevsel olacaktır. Ancak inşaatlarda çalışan kişilerin mevcut profiline bakarak pratikte uygulanmasının zor olduğunu düşünüyorum.’
5	‘Belgelemenin kimler tarafından ve nasıl yapılacağı ile ilgili planlama da oldukça önemlidir. Bu belge ruhsat alınması gereken zorunlu belgeler içerisine dahil edilmelidir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Üniversiteler, sivil toplum kuruluşları bu belgenin hazırlanması ile ilgili eğitici destek vermelidir. Şantiyede çalışan her türlü teknik personel bu eğitime dahil olmalıdır.’
6	‘Üretim aşamasında maliyet analizi ve vergilendirilmesi hesaplanmalı. Gelecek için zorunlu olmalı ve kesinlikle yapılmalı.’
7	‘Döngüsel ekonomi stratejisi kesinlikle üzerinde durulması gereken en önemli aşama olduğunu düşünüyorum. Stratejik planlama, ileride oluşabilecek atık miktarı ve malzeme talebini mutlaka değiştirecektir.’
Belediye Yetkilisi	
1	‘Yapısal Atık Belgeleme Modeli yapısal atıkların belgelenmesi atıkların ekonomiye kazandırılması açısından önemli bir uygulama olarak değerlendirilmelidir.’
2	‘Yapılan çalışmanın ilerleyen tarihlerde çok faydalı olacağını düşünüyorum.’
3	‘Uygulanabilirlik açısından gerekli altyapı hazırlanabilirse umut verici çözümlere ilham olabilir.’

Ek-E: Uzman Görüşleri (devam)

Model Hakkındaki Düşünceler	
İnşaat Mühendisi	
1	‘Belgeleme yapılırken atık malzemenin yapının hangi aşamasında kullanıldığı atığın dış etkilere ne düzeyde maruz kaldığı rutubet oluşumu, paslanma, diğer yapı malzemelerinin etkileri ve yapının yaşı da göz önünde bulundurularak detaylı özelliklerinin işlenmesi gerekmektedir. Bu bilgiler atığın geri dönüştürülebilmesi durumunu daha net ortaya koyacaktır.’
2	‘Uygulandığı takdirde inşaat firmalarının sürdürülebilirlik hakkında farkındalıklarının artacağını, inşaat projelerinin daha bilinçli hazırlanacağını düşünüyorum.’
3	‘Yapısal atık belgeleme ile atıkların geri dönüşüme kazandırılması daha sağlıklı ve doğru bir yöntem olacağı düşüncesindeyim.’
Müteahhit	
1	‘Güzel düşünülmüş bir maddesidir. Fakat işçi gücünün giderek azaldığı bir dönemde atıkları tek tek ayırmak işçilere biraz zor olacaktır. Fakat inşaat sektörünün kanayan yarasıdır “israf”. Bu çalışma ile israfın önüne geçileceğini düşünüyorum.’
2	‘Çevre için faydalı ve gereklidir.’
3	‘Sistemsel olmalı.’
4	‘Yapısal atık belgelemenin geri dönüşüm aşamalarını hızlandıracağını ve dönüşümün daha hızlı olmasını sağlayacaktır.’
Çevre Şehircilik İl Müdürlüğü Yetkilisi	
1	‘Çalışmaları olumlu buluyorum. Her çalışma her proje aktif olarak çalışan proje ya da sistemlerle entegre olabilir, bilgi alışverişinde bulunabildiği takdirde daha değerli olacaktır.’
2	‘Yapısal atık belgesi eğer BKS içinde yer alacaksa (ruhsatla ilişkilendirdiğini varsayarak) yıkım ruhsatı ile ilişkilendirilmelidir. Süre gelen zamanda yapıda kullanılan malzemelerin değişebileceği göz önüne alınmalı bu değişikliklerin tespitini yıkım ruhsatı aşamasında hazırlanan atık yönetimi planının güncellenmesi sağlanabilir.’
Yapı Denetim Yetkilisi	
1	‘Bir fikrin, bilginin, malzemenin öneminin anlatılmasında oluşturan kavram üzerinden dikkat çekeceği bilinmeli, bu yüzden “ATIK” terimi olumsuz bir izlenim bıraktığını, bundan dolayı konuyu başka pozitif kavramlar üzerinden tanımlanıp kurgulanması gerektiği kanaatindeyim.’
2	‘Bina kimlik sistemine entegrasi dışında diğer bilgiler faydalı ve geri dönüşüm için gereklidir. BKS yapım aşaması bilgilerini barındırır sizin belirttiğiniz bilgilerin ayrı bir sistemde yol çizilmesi daha mantıklı olduğunu düşünüyorum.’