T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KENTSEL METABOLİZMA KAVRAMINI İNŞAAT VE YIKINTI ATIKLARI ÜZERİNDEN OKUMAK

IŞILGÜL ÇAKMAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı
Kentsel Mekân Organizasyonu ve Tasarımı Programı

Danışman
Doç. Dr. ESİN ÖZLEM AKTUĞLU AKTAN

Ekim,2022

Danışmanım Doç. Dr. Esin Özlem AKTUĞLU AKTAN sorumluluğunda tarafımca hazırlanan KENTSEL METABOLİZMA KAVRAMINI İNŞAAT VE YIKINTI ATIKLARI ÜZERİNDEN OKUMAK başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Işılgül ÇAKMAK

İmza

Aileme

TEŞEKKÜR

Tez süresince farklı bakış açıları ve okumalarla yolumu açan, karşılaştığım her zorlukta destekleyen, cesaretlendiren ve yanımda olan YTÜ Şehir ve Bölge Planlama Bölümü öğretim üyelerinden değerli tez danışmanım Doç. Dr. Esin Özlem AKTUĞLU AKTAN'a teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım. Tezimin jüri üyeliğini kabul ederek, katkı sunan jüri üyelerim Doç. Dr. Cemal Cenk HAMAMCIOĞLU ve Dr. Öğr. Üye. Esra SERT'e teşekkürü borç bilirim.

Bu zorlu süreçte yol arkadaşlarım olan annem Derya ÇAKMAK, babam Mustafa ÇAKMAK, kardeşim İdil ÇAKMAK'a, teyzem Bilge Erdem KALEMOĞLU'na ve sevgili dayım Deray YABANERİ'ye eğitim hayatıma sundukları tüm destek, sabır, inanç ve özverileri için minnettarım.

Süreç boyunca yanımda olan sevgili arkadaşlarım mimar Eren ONUR ve mimar Ünzile BATMANLAR'a destekleri için teşekkürlerimi sunarım.

Işılgül ÇAKMAK

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL LİSTESİ.....vii

TABLO LİSTESİ.....ix

ÖZET.....x

ABSTRACT.....xii

1 GİRİŞ..... 1

1.1 Literatür Özeti.....2

1.2 Tezin Amacı.....5

1.3 Hipotez.....6

2 KENTSEL METABOLİZMA İLE İNŞAAT VE YIKINTI ATIĞI KAVRAMLARI..... 10

2.1 Kentsel Metabolizma Kavramı, Tarihsel Gelişimi, Kapsamı, Sınırları Sosyal İlişkiler ve Kent Ekonomisi Bağlamında İrdelenmesi.....10

2.2 Tarihsel Süreçte Kentsel Metabolizma Çalışmaları ve Kentsel Metabolizma Kavramının İklim Krizi ile İlişkisi.....21

2.3 İnşaat ve Yıkıntı Atığı Kavramı, Özellikleri, Bileşenleri ve Sınıflandırılması.....26

2.4 İnşaat ve Yıkıntı Atığının Kentsel Metabolizma ve İklim Krizi ile Arasındaki İlişki.....31

2.5 İnşaat ve Yıkıntı Atığının Kentsel Metabolizma Bağlamında Yönetim Modelleri.....37

2.5.1 Önleme/Azaltma.....39

2.5.2 Geri Dönüşüm.....39

2.5.3 Yeniden Kullanım.....41

2.6 Bölüm Değerlendirmesi.....46

3 İNŞAAT VE YIKINTI ATIĞI POLİTİKALARI VE YÖNETİM BİÇİMLERİ.....49

3.1 Avrupa Birliği İnşaat ve Yıkıntı Atığı Politikaları ve Yönetimi.....53

3.1.2 Avrupa Birliği İnşaat ve Yıkıntı Atığı Yönetim Stratejileri, Uluslararası Antlaşmalar, Raporlar ve Konferanslar.....57

3.2 Türkiye'de İnşaat ve Yıkıntı Atığı Yönetimi.....63

3.2.1 Türkiye'de İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Yönetim Politikalarına Dair Kurumsal Yapılanma.....67

3.3 Bölüm Değerlendirmesi 68
4 KENTSEL METABOLİZMA YAKLAŞIMININ İNŞAAT VE YIKINTI ATIKLARI BAĞLAMINDA KENT ÇALIŞMALARINDA KULLANIMI 72
4.1 Kentsel Metabolizma Yaklaşımının Kent Ölçeğine Uygulanmasında Temel İlkeler 74
4.1.1 Kentsel Atıkların Döngüsel AkışİIkesi: Döngüsel Kentsel Metabolizma Kurgusu.....75
4.1.2 Kentler ve Kentliler Arası Katılım İlkesi: Kentsel Yönetişim 81
4.1.2.1 Metabolism of Cities Kentsel Yönetişim İlkesine Dair Kentsel Metabolizma Araştırması.....82
4.2 Kentsel Metabolizma Ölçümünde Kullanılan Değerlendirme Yaklaşımları.....87
4.3 Kentsel Metabolizma Yaklaşımının Kent Ölçeğinde Uygulanması 93
4.3.1 Apeldoorn Hollanda Kentsel Metabolizma Çalışması.....98
4.3.2 Sevilla İspanya Kentsel Metabolizma Çalışması 105
4.3.3 Bodø Norveç Kentsel Metabolizma Çalışması 108
4.3.4 Høje-Taastrup Kentsel Metabolizma Çalışması 112
4.3.5 Netzstadt ve Dünya Bankası Eco2 Kentsel Metabolizma Çalışmaları.....114
4.4 Sürdürülebilir Kent ve Kentsel Metabolizma Değerlendirme Ölçütleri 116
4.5 Bölüm Değerlendirmesi 128
5 SONUÇ VE ÖNERİLER.....131
KAYNAKÇA..... 136
TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR 151

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Temel kavramlarla kentsel metabolik akış.....15

Şekil 2.2 Doğrusal/Döngüsel kentsel metabolizma işleyişi.....20

Şekil 2.3 Hafriyat toprağı inşaat ve yıkıntı atıkları.....30

Şekil 2.4İnşaat ve yıkıntı atığı geri kazanım akış şeması.....40

Şekil 2.5 Yeniden kullanımın faydaları.....42

Şekil 3.1 Avrupa Birliği atık yönetim hiyerarşisi.....54

Şekil 4.1 Doğrusal kentsel metabolizma akış geçişleri.....75

Şekil 4.2 Doğrusal kentsel metabolizma ve döngüsel kentsel metabolizma.....76

Şekil 4.3 Kentsel metabolik sistemin kapsamlı kavramsal modeli.....78

Şekil 4.4 Kentsel metabolizma ağ modeli için ekolojik akışlar.....79

Şekil 4.5 Kentsel metabolizma yönetişim modeli.....82

Şekil 4.6 1974-2016 aralığında artan kentsel metabolizma çalışmalarının sayısı.....93

Şekil 4.7 1974-2016 aralığında artan kentsel metabolizma çalışmalarının haritası.....94

Şekil 4.8 165 kentsel metabolizma kent incelemesinin yeri ve kullanılan ölçüm yöntemleri.....95

Şekil 4.9 Apeldoorn kenti arazi kullanımı.....98

Şekil 4.10 Apeldoorn kentsel sisteme giren ve kentsel sistemden çıkan inşaat malzemesi miktarı.....99

Şekil 4.11 Apeldoorn kentsel sistemine giren ve kentsel sistemden çıkan inşaat malzemesi miktarındaki artış.....100

Şekil 4.12 Apeldoorn inşaat ve yıkıntı atıkları sankey diyagramı.....100

Şekil 4.13 Apeldoorn kentsel sisteminde yer alan inşaat ve yıkıntı atıklarının türlerine göre dağılımı.....101

Şekil 4.14 Malzeme pasaportu örneği.....102

Şekil 4.15 Malzeme bankası dijital pazarı üzerine tanıtım örneği. 103

Şekil 4.16 Sevilla kenti 105

Şekil 4.17 Sevilla inşaat ve yıkıntı atığı sankey diyagramı 107

Şekil 4.18 Bodø kenti yıla göre değişen konut stoğu miktarı.....109

Şekil 4.19 Bodø kenti yıllara göre inşaat ve yıkıntı atığı miktarı 109

Şekil 4.20 Bodø kenti yıllara göre üretilen inşaat ve yıkıntı atığı içerikleri.....110

Şekil 4.21 Høje-Taastrup inşaat ve yıkıntı atıkları sankey diyagramı 112

Şekil 4.22 Høje-Taastrup inşaat ve yıkıntı atığı miktarı.....113

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 Bir topluluktaki katı atık kaynakları.....2

Tablo 2.2 Yapım ve yıkım atığı içeriği 28

Tablo 2.3 Türkiye'de bazı illerin inşaat ve yıkıntı atığı miktarı.....30

Tablo 2.4 İnşaat sektörü üzerinde iklim değişikliğinin etkileri ve riskler.....32

Şekil 3.1 Türkiye'de inşaat ve yıkıntı atığı yönetimi hakkında kanun ve yönetmelikler.....36

Tablo 4.1 Metabolism of Cities araştırmaları 66

Tablo 4.2 Avrupa Vakfı kentsel sürdürülebilirlik ölçütleri.....83

Tablo 4.3 Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı-OECD kompakt kent ölçütleri 117

Tablo 4.4 Sürdürülebilir kentler için referans çerçevesi sürdürülebilirlik ölçütleri 119

Tablo 4.5 Avrupa Birliği ekolojik kent ölçütleri 121

Tablo 4.6 Avrupa Birliği yeşil başkent ödülü ölçütleri 124

Tablo 4.7 Avrupa Komisyonu yeşil yaprak ödülü ölçütleri 125

Tablo 4.8 Dünya Bankası eco2 kent inisiyatifi ölçütleri 126

Tablo 4.9 Avrupa Çevre Ajansı kentsel metabolizma çerçevesi.....127

ÖZET

Kentsel Metabolizma Kavramını İnşaat ve Yıkıntı Atıkları Üzerinden Okumak

Işılgül ÇAKMAK

Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. ESİN ÖZLEM AKTUĞLU AKTAN

Kentsel metabolizma yaklaşımına göre kentler; canlı organizmalara benzer metabolizmaya sahiptir. İhtiyaç duyduğu besini (malzemeyi) alır veya kaynaklarıyla üretir, kentsel sistemde ihtiyaç duyduğu alanlara gönderir, tüketir, inşaat ve yıkıntı atığı üretir, gelişir ve metabolizmasındaki atığı boşaltamazsa, hastalanır. Süreci canlı organizmalardan ayıran temel fark; canlıların metabolizmalarının döngüselliğidir. Döngüsel metabolizmada atık, başka bir canlının yaşamsal sürecinde ham madde olarak kullanılabilmektedir. Günümüzde ise çoğu kentin metabolizması doğrusal çalışmakta ve atıkları metabolizmada birikmektedir. Kentlerin metabolik süreçlerindeki değişimin nedeni; Sanayi Devrimi'nin kent ve kentliler üzerinde yarattığı ihtiyacın dışında artan yapma ve yıkma faaliyetleridir. Kent içindeki farklı ölçek ve işlevlerdeki yapılar yıkılmakta, yenisi yapılmakta veya yenilenmektedir. Bu süreç inşaat ve yıkıntı atıklarına neden olmaktadır. İnşaat ve yıkıntı atıkları ise iklim krizini tetiklemektedir. Tez kapsamında, kentsel metabolizmanın tarihsel gelişimi,

ölçümü, çalışmaları vb. birçok başlık incelenmiştir. Benzer derinlemesine literatür araştırması inşaat ve yıkıntı atıklarına da gerçekleştirilmiştir. Kentsel metabolizma, inşaat ve yıkıntı atıkları ile iklim krizi ilişkisi açıklanmıştır. Araştırma kapsamında; kentsel metabolizmayla geliştirilen kent çalışmalarına odaklanılmıştır. Bu kapsamda; Apeldoorn, Sevilla, Bodø, Høje-Taastrup kentlerinde yapılan pratik çalışmalar ile Netzstadt kentinde ve Dünya Bankası Eco2 araştırması kapsamında yapılan teorik çalışmalar incelenerek, karşılaştırılmıştır.

Tez; literatürde üzerine az araştırma bulunan kentsel metabolizma ile inşaat ve yıkıntı atıklarının yeniden kullanımını ele almasıyla özgündür. İklim krizinde kent çalışmaları alanından öneri sunmasıyla önem taşımaktadır. Tezde; kentsel metabolizma bağlamında, inşaat ve yıkıntı atıklarının yeniden kullanımla ilişkilendirildiği kent çalışmalarının sentezi yapılarak kentsel metabolizma değerlendirme ilkelerinin ortaya konması amaçlanmaktadır. Tezin yöntemi; literatür araştırması ve belirlenen kent çalışmalarına dair yapılan araştırma sonucu elde edilen verilerin sentezlenmesidir. Sonuç ve değerlendirmede; teze dair genel çıkarımda bulunularak, kentsel metabolizma perspektifinde inşaat ve yıkıntı atıklarına odaklanan parametreler sunulmuştur. Tezin, inşaat ve yıkıntı atıklarının kentsel metabolizmada oluşturduğu tahribatın azaltılmasında etkin rol oynayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: İnşaat ve yıkıntı atığı, kentsel metabolizma, yeniden kullanım, iklim krizi, kent çalışmaları, kentsel metabolizma değerlendirme ilkeleri.

ABSTRACT

Reading the Concept of Urban Metabolism Through Construction and Demolition Wastes

Işılgül ÇAKMAK

Department of City and Regional Planning

Master Thesis

Supervisor: Doç. Dr. ESİN ÖZLEM AKTUĞLU AKTAN

According to the urban metabolism approach, cities have a metabolism, like living organisms. The city obtains the food (material) it needs or produces it with its own resources, sends it to the areas where it's needed in the urban system, consumes it, generates construction and demolition waste, grows, and if it cannot discharge the waste in its metabolism, it gets sick. The main difference that differentiates the process from the one living organisms have is the cyclicity of the metabolism of living things. In a cyclical metabolism, waste can be used as a raw material in the survival process of another living thing. Today, the metabolism of most cities works linearly, and the wastes accumulate in the metabolism. The reason for the change in the metabolic processes of the cities is the increasing activities of construction and demolition, apart from the need created by the Industrial Revolution for the city and its citizens. Buildings of different scales and functions in the city are demolished and new ones are constructed, or they are renewed. This process causes construction and demolition waste. Construction and demolition wastes trigger the climate crisis.

Within the scope of the thesis, many titles, such as the historical development, measurement, studies, etc. of urban metabolism have been analyzed. A similar in-depth literature search was also conducted on construction and demolition wastes. The relationship between urban metabolism, construction and demolition wastes and climate crisis is explained. In the scope of the research, the focus has been on the urban designs developed by urban metabolism. In this context, the practical studies in the cities of Apeldoorn, Sevilla, Bodø, Høje-Taastrup and the theoretical studies in the city of Netzstadt and within the scope of the World Bank Eco2 research were examined and compared.

The thesis is unique in that it discusses the urban metabolism and the reuse of construction and demolition wastes, on which there is little research in the literature. It stands out because it offers suggestions from urban design in the climate crisis field. The thesis it's aimed to set forth the urban metabolism evaluation criteria by synthesizing urban design studies, in which construction and demolition wastes are associated with reuse, in the context of urban metabolism. The method of the thesis is the synthesis of the findings obtained as a result of the literature research and the research on specific urban design studies. In the conclusion and evaluation section, parameters focusing on construction and demolition wastes are presented from the perspective of urban metabolism, by making a general conclusion about the thesis. It is thought that the thesis will play an active role in reducing the harm caused by construction and demolition wastes in urban metabolism.

Keywords: Construction and demolition waste, urban metabolism, reuse, urban studies, urban metabolism assessment principles.

1
GİRİŞ

Sanayi Devrimi ile birlikte kentlerde artan yapım ve yıkım hızı tüketim ilişkilerinin artmasına neden olmuştur. Tüketim yalnızca maddesel anlamda değil ekonomik, sosyal, çevresel olmak üzere pek çok açıdan kenti etkilemektedir. Tüketim sonucu oluşan ve Sanayi Devrimi öncesine kadar kentlerin metabolizmaları içinde çözülebilen katı atık problemi, Sanayi Devrimi ile birlikte küresel bir sorun haline gelmiştir. Konut, köprü, yol vb. farklı ölçeklerdeki mimari yapım-yıkım çalışmaları esnasında çıkan bu atıklar, kentlerin metabolizmasını tahrip ederek iklim krizine sebep olmaktadır. Bu nedenle soruna çok disiplinli yaklaşım ile bakmak gerekmektedir.

Kentsel metabolizmaya göre; kentler, canlı organizmalara benzer metabolizmaya sahiptir. Beslenir, tüketir, atık üretir, büyür ve ölürler. Kentlerin sahip olduğu metabolizma birinci formülasyonda canlılar gibi döngüseldir. Fakat zaman içinde kentsel metabolizmaya dair yapılan araştırmalar Sanayi Devrimi sonrası kentlerin döngüsel değil, doğrusal metabolizmaya sahip olduğu tespit edilmiştir. Döngüsel metabolizmada sıfır atık oluşurken; doğrusal metabolizma tek yönlü olarak işlemektedir. Bu nedenle; atıkların yaşama kazanımı ve metabolizmanın döngüsel çalışması için müdahale gerekmektedir. Kentsel metabolizma doğrusal çalışmaya devam ettiği sürece inşaat ve atıkları kontrolün dışına çıkmaktadır.

İnşaat ve yıkıntı atıklarının yönetimi için mevcut alternatifler; geri dönüşüm, yeniden kullanım ve kaynağında önleme/azaltmadır. Yöntemlere eleştirel yaklaşılarak; geri dönüşüm için gereken tesis ve işlem sırasında enerji sarfiyatlarına dikkat çekilmiştir. İklim krizini besleyen bir problemin çözümünde daha çok enerjinin harcanması önerinin çelişkili olduğu düşündürmektedir. Kaynağında önleme/azaltma için ise atık oluşmadan geliştirilmiş atık yönetimine ihtiyaç bulunmaktadır. Bu nedenle; daha az enerji harcayan ve yasal hazırlıkları çok daha az olan yeniden kullanıma odaklanmıştır.

Araştırmada; Avrupa'da ve Türkiye'de inşaat ve yıkıntı atıklarının yönetimine dair literatür araştırması sunulmuştur. Kentsel metabolizma ile geliştirilen ve yeniden kullanım yöntemi içeren kent çalışmaları incelenerek bu modellerin sentezi yapılmıştır. Sentezde kentsel metabolizma yaklaşımında inşaat ve yıkıntı atıklarına dair ilkelerin olmayışına dikkat çekilerek, bir öneri sunulmuştur.

1.1 Literatür Özeti

Tez kapsamında yapılan literatür araştırmasında öncelikle kentsel metabolizma ile inşaat ve yıkıntı atığı kavramlarına odaklanılmıştır. Bu bağlamda yapılan çalışmalar araştırılmıştır.

Kentsel metabolizma kavramında birçok farklı kaynaktan faydalanılmışır fakat tezin düşünsel temeli üç araştırmacının çalışmaları üzerinden kurulmuştur. Marx, Wolman ve Foster'ın çalışmalarından yararlanılmıştır.

- Marx, Economic and Philosophical Manuscripts of 1844 isimli çalışmasında kentsel metabolizma kavramını tarihsel materyalist bir perspektifle ele almıştır. Marx'dan sonra yapılan kentsel metabolizma araştırmalarında bu bütüncül bakışın devam ettirilerek, metabolizma kavramı yalnızca atık üzerinden değil, insanın doğa ile kurduğu tüm ilişkilerle tanımlamıştır. Böylece atıkların kent ile kurduğu sosyal, kültürel ve ekonomik bağlarına dikkat çekmiştir. Tezde Marx'ın tanımından yararlanılarak inşaat ve yıkıntı atığı kavramı yalnızca bir atık sorunu olarak değil; sosyo-ekonomik ilişkiler ile ele alınmıştır.
- Wolman ise kentsel metabolizmayı; kentlilerin ihtiyaçlarının tümünü karşılayan bir ekosistem olarak geniş bir kapsamda tutmakla beraber kentsel metabolizmaya dair ilk somut ölçümü yapan bilim insanıdır. Wolman'ın Amerika üzerinden yaptığı kentsel metabolizma çalışması literatürdeki ilk somut çalışma olması nedeniyle önemli görülmektedir.
- Foster, Marx's Ecology isimli çalışmasında kentsel metabolizmanın Sanayi Devrimi ile birlikte döngüselden doğrusala dönüşen yapısına dikkat çekmiştir. Bu yapıda inşaat ve yıkıntı atıklarının öneminden bahsetmekle

beraber metabolik sistemin yeniden döngüsele dönüşebileceğini söylemektedir. Kentsel metabolizmanın döngüselden doğrusala değişen yapısı ve bu durumun Sanayi Devrimi ile ilişkisini kurmakta Foster'ın çalışmalarından faydalanılmıştır.

İnşaat ve yıkıntı atığı kavramı incelenirken Kırbıyık'ın ile Tchobanaglous ve Kreith 'ın çalışmaları temel alınmıştır:

- Kırbıyık 2017 tarihinde yaptığı inşaat sahalarında ortaya çıkan atıkların yönetimi ve maliyet analizi: Ankara (Bilkent) ve Mersin şehir hastaneleri örneği isimli tez çalışmasında inşaat ve yıkıntı atıklarının tanımını oldukça geniş bir kapsamda tanımlamıştır. İnşaat ve yıkıntı atıklarını; yapım ve yıkımda ortaya çıkan malzemeler olarak iki farklı kümenin kesişimi olarak tanımlamıştır. Yapım faaliyetlerini; ulaşım hattı, konut, yol vb. yapımı olarak tanımlarken; yıkım faaliyetlerini tamirat, restorasyon, afet vb. olarak tanımlamıştır. Tezde Kırbıyık'ın bu tespitinden yararlanılmıştır.
- Tchobanaglous ve Kreith 2002 yılında yayınladıkları Handbook of Solid Waste Management isimli kitaplarında katı atıkları oluştukları mekânlarla ilişkili olarak tanımlamıştır. Katı atık türlerinin içeriğine dair bilgi vererek, inşaat ve yıkıntı atıklarının içeriğini detaylandırmıştır. Sınıflandırmada Tchobanaglous ve Kreith'ın çalışmasından faydalanılmıştır.

İnşaat ve yıkıntı atıklarının yeniden kullanımına dair çalışmalarda Lynch'ın Wasting away-an exploration of waste: what is, how is happens, why we fear it, how do it well isimli araştırmasından yararlanılmıştır.

- Lynch, çalışmasında inşaat ve yıkıntı atıklarının yıkıcı etkilerinden ve bunların yeniden kullanım ile önlenebileceğini açıklamıştır. Bununla birlikte yeniden kullanım ile inşa edilen mimari çalışmaları incelenmiştir.

Türkiye özelinde yeniden kullanım kavramına dair inşaat ve yıkıntı atıklarının kentsel metabolizma yaklaşımı perspektifinden yeniden kullanıldığı az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalara dair örnekler için Sert'in Urban

metabolism of istanbul: waterfronts as metabolized socio-natures between 1839 and 2019 isimli doktora tezine bakılabilir. Bu tür atıkların yasal düzlemde yönetimlerinin incelenmesi ise Avrupa Birliği ve Türkiye olmak üzere iki başlıkta incelenmiştir.

- Bu bağlamda inşaat ve yıkıntı atıklarına dair ölçüm yapan Eurostat ve Avrupa Birliği'nin rapor ve çalışmalarından faydalanılmıştır. Türkiye'de ise Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın verilerinden yararlanılmıştır. Fakat Avrupa Birliği'ne kıyasla düzenli ve detaylı veriye sahip olunmadığı görülmektedir.

Kentsel metabolizmanın, kent çalışmalarında uygulandığı ve yeniden kullanım yöntemine başvurulan çalışmaların incelenmesinde Metabolism of Cities, Oswald ve Baccini ile World Bank'ın çalışmalarından faydalanılmıştır.

Metabolism of Cities tarafından dört farklı kente (Apeldoorn, Sevilla, Bodø ve Høje-Taastrup) kentsel metabolizma yaklaşımı ile yapılan kent çalışmalarının süreçlerinden yararlanılmıştır. Teorik çalışmalarda ise Oswald ve Baccini tarafından geliştirilen Netzstadt çalışmasından ve World Bank tarafından geliştirilen Dünya Bankası Eco2 çalışmasından yararlanılmıştır.

- Metabolism of Cities tarafından yapılan çalışmalarda kentlerin yerel özgün değerlerine göre süreç yönetimi yapıldığı görülmekle birlikte temel kararlarda kesişimler bulunmaktadır. Bunlara örnek olarak; inşaat ve yıkıntı atıklarının ölçümünde kentsel metabolizma değerlendirme yaklaşımlarından hibrid yöntemlere başvurulması verilebilir. Tezde bu kesişimler detaylı olarak açıklanmıştır.
- Netzstadt kenti özelinde yapılan kentsel metabolizma çalışması ve World Bank tarafından geliştirilen Dünya Bankası Eco2 çalışmasının raporlarından yararlanılmıştır.

Kentsel metabolizma yaklaşımı ile geliştirilen kent çalışmalarının yapılma sürecinde sürdürülebilir tasarım parametrelerinin aksine standart bir çalışmanın olmadığı görülmektedir. Bu nedenle tasarım parametrelerine ilk etapta daha

geniş perspektiften yaklaşılarak sürdürülebilir kentsel tasarım parametrelerine dair literatür incelemesi yapılmıştır.

- Sürdürülebilir kentsel tasarım parametrelerinde; Avrupa Vakfı Kentsel Sürdürülebilirlik Ölçütleri, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı-OECD Kompakt Kent Ölçütleri, Avrupa Birliği Yeşil Başkent Ödülü Ölçütleri, Sürdürülebilir Kentler İçin Referans Çerçevesi, Avrupa Birliği Ekolojik Kent Ölçütleri, Avrupa Komisyonu Yeşil Yaprak Ödülü Ölçütleri incelenerek inşaat ve yıkıntı atıkları ile ilişkili kısımları analiz edilmiştir.
- Kentsel metabolizmayı kapsamında literatürde iki parametre olan Dünya Bankası Eco2 Kent İnisiyatifi Ölçütleri ve Avrupa Çevre Ajansı Kentsel Metabolizma Çerçevesi incelenmiştir. Fakat her iki parametrede de doğrudan inşaat ve yıkıntı atıklarına odaklanan bir ölçüt, gösterge sisteminin olmadığı görülmektedir.

1.2 Tezin Amacı

İklim krizi, tüm dünyayı etkileyen ve etkisini her geçen gün arttıran büyük bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Krizin ortaya çıkmasında birçok farklı etken olmakla birlikte; en büyük etkenlerden biri katı atıklardır. Katı atıkların önemli bir bölümünü ise inşaat ve yıkıntı atıkları oluşturmaktadır. İçinde yaşadığımız dönemde kentler, tüketimi besleyen birer merkez gibi çalışmakta ve günün neredeyse her saati ihtiyacın dışında ve üzerinde bir yapım-yıkım faaliyeti sürmektedir. Bunun sonucunda kontrolün dışında bir hızla artan inşaat ve yıkıntı atığı sorunu ortaya çıkmaktadır. Yapılan güncel haber taramalarında Türkiye ve benzer gelişmiş ülkelerde inşaat ve yıkıntı atıklarının büyük bir oranda geri dönüştürülemeyip; kontrolsüz olarak doğal alanlara döküldüğü saptanmıştır. Bu durum; kentsel metabolizmada geri dönüşü olmayan tahribatlara yol açmaktadır. Bozulan kentsel metabolizmalar birbirini etkilemekte ve sorun küresel bir hale gelmektedir. İklim krizini yavaşlatmak, etkilerini azaltmak için inşaat ve yıkıntı atıklarının yeniden yaşama kazandırılması gerekmektedir.

Araştırma sorusu; iklim krizinin önemli etkenlerinden olan inşaat ve yıkıntı atıklarının kentsel metabolizma yaklaşımı ile yeniden kent çalışmalarında kullanılmasında hangi parametrelerin ilke olarak değerlendirilebileceğidir. Bu bağlamda araştırmanın amacı; kentsel metabolizma kavramının, inşaat ve yıkıntı atıkları ile iklim krizi arasındaki ilişkisini görünür kılıp, bu tür atıkların Avrupa'daki yönetimleri ve Türkiye'deki mevcut durumları incelenerek kentsel metabolizma kavramının yeniden kullanımla ilişkilendirildiği kent çalışmalarının sentezini yapmak ve bu sentez sonucu bir kentsel metabolizma değerlendirme ilkeleri önerisi oluşturmaktır. Araştırmanın iklim krizine karşı üretilen kent çalışmaları önerilerine katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

1.3 Hipotez

Kentsel atıklar; evsel, organik, tıbbi vs. gibi birçok farklı alt başlığa ayrılmaktadır. Araştırmanın kapsamını; bu başlıklar içinden inşaat ve yıkıntı atıkları oluşturmaktadır. Tez araştırması kapsamında alınan kararlar aşağıdaki gibidir:

- Araştırmanın odaklandığı ve düşünsel altyapısının kurulduğu kavram; kentsel metabolizmadır. Araştırmada kentsel metabolizmanın tarihsel gelişimi, kapsamı, sınırları, kent ekonomisi ile kentteki sosyal ilişkiler arasındaki bağı ve iklim krizi ile ilişkisine yer verilmiştir.
- Tez araştırması kapsamında yapının inşaat ve yıkım aşamalarında oluşan yapı elemanlarının oluşturduğu katı atıklar olan; inşaat ve yıkıntı atıkları incelenmiştir.
- Geri dönüşüm, kaynağında azaltma yöntemleri yasal mevzuata dayalı pratik uygulamalarda kısıtlamalar oluşturmaları ve yüksek ilk yatırım maliyetlerinin kıyaslama konusu dışında kalması sebebiyle sürdürülebilir atık yönetimi yöntemlerinden; yeniden kullanım dünyadaki güncel duruma uygunluğu ve kentsel metabolizma kavramının çalışma yöntemlerine yakınlığı nedeniyle tercih edilmiştir.
- İnşaat ve yıkıntı atıklarına dair yönetim biçimleri incelenmiştir.

- Kentsel metabolizma yaklaşımının uygulandığı projeler içinden Avrupa Birliği desteği ve Metabolism of Cities gönüllü çalışma grubu tarafından açık kaynak yürütülen dört adet pratik odaklı çalışma incelenmiştir. Bölümün devamında ilk kentsel metabolizma çalışmaları olan ve literatürde önemli bir yere sahip iki teorik çalışma incelenmiştir.
- Kentsel metabolizma bağlamında parametreler geliştirilmesi kapsamında sürdürülebilir kentsel tasarım parametreleri incelenerek, içlerinden inşaat ve yıkıntı atıkları ile doğrudan ilişkisi olanlar sentezlenmiştir.

Tez araştırması 5 bölümden oluşmaktadır. Araştırmanın giriş bölümünde; araştırmanın amacı, kapsamı, yöntemi ve literatür özeti hakkında genel bilgiler sunulmuştur.

İkinci bölümde; inşaat ve yıkıntı atığı ve kentsel metabolizma kavramlarının tanımlarına dair araştırma ve incelemelere yer verilmiştir. Bu kavramların; anlamları, içerikleri, özellikleri ve bileşenleri incelenmiştir. Bölümde ilk olarak kentsel metabolizma kavramı incelenmiştir. Kentsel metabolizma kavramının tarihsel gelişimine, kentteki sosyal ve ekonomik alanlarla olan ilişkisine ve iklim krizi ile olan ilişkisine yer verilmiştir. Bölümün devamında kentsel metabolizma kavramını konu alan çalışmalar ve kavramda oluşturdukları değişimler kronolojik olarak incelenmiştir. İnşaat ve yıkıntı atığı kavramı, bileşenleri ve özelliklerine dair literatür araştırması sunulmuştur. İnşaat ve yıkıntı atıklarının kentsel metabolizma ve iklim krizi ile olan ilişkisi açıklanmıştır. Bu atıkların mevcut yönetim modelleri olan; önleme/azaltma, geri dönüşüm ve yeniden kullanım incelenmiştir. Yöntemler üzerine değerlendirmeler yapılarak, araştırmanın yeniden kullanıma odaklanmasının nedenleri açıklanmıştır.

Araştırmanın üçüncü bölümünde; Avrupa'da ve Türkiye'de inşaat ve yıkıntı atıklarına dair çevre politikaları ve yönetim modelleri kronolojik olarak incelenmiştir. Bu bölümde ülkelerdeki; yönetim stratejilerine, kanun ve mevzuatlara, yasal düzenlemelere, teşviklere ve yaptırımlara yer verilmiştir.

Araştırmanın dördüncü bölümünde; kentsel metabolizma yaklaşımının kent ölçeğinde uygulanırken kullanılan temel prensipler açıklanmış, bu prensiplere

dair somut çalışmalar verilerek, prensiplerin pratik uygulamalardaki işlevselliği temellendirilmiştir. Kentsel metabolizma değerlendirme yaklaşımları açıklanmıştır. Dünyanın farklı yerlerinden kentsel metabolizma yaklaşımının uygulandığı çalışmalar karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Bölümün devamında; kentsel metabolizma değerlendirme ilkeleri incelenmiştir. Üretilen yalnızca bir çalışma olması nedeniyle Avrupa Birliği tarafından yapılan sürdürülebilir kent ölçütleri incelenmiş ve içerisinde kentsel metabolizma yaklaşımından ifadeler olan ilkeler özetlenmiştir.

Araştırmanın son bölümünde; kentsel metabolizma yaklaşımı ile üretilen kent çalışmaları sentezlenmiştir. Bu sentez sırasında; kentsel metabolizma yaklaşımı ile geliştirilen kent çalışmalarında standart bir ilke kullanımının olmadığı belirtilerek, tez araştırmasının sınırları kapsamında inşaat ve yıkıntı atıkları bağlamında kentsel metabolizma değerlendirme ilkeleri önerilmiştir.

Tez araştırmanın yöntemi iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada; kentsel metabolizma yaklaşımı, inşaat ve yıkıntı kavramı, bu kavramların iklim krizi ile olan ilişkileri, bu kavramlar kapsamında geliştirilen mevcut yasal ve pratik çözüm alternatifleri üzerine derinlemesine literatür araştırması yapılmıştır. Literatür araştırması yerli ve yabancı kaynakları içermektedir. Literatür araştırması esnasında; elektronik kaynaklar, kitaplar, makaleler ve tezlerden yararlanılmıştır. Bununla birlikte Brüksel'de gönüllü bir araştırma grubu olarak kurulan ve Avrupa Birliği projesi haline gelen Metabolism of Cities çalışmasında gönüllü üretim yapan iklim araştırmacıları ile iletişim kurularak, kentsel metabolizma yaklaşımı ile üretilen kent çalışmaları, raporları ve istatistikleri incelenmiştir. Tez araştırmasının verileri literatür taraması yolu kullanılarak toplanmıştır.

İkici aşama ise; yukarıda açıklanan kentsel metabolizma ve yeniden kullanım kesişiminde üretilen kent çalışmalarının karşılaştırmalı analizinin yapılarak sentezlenmesidir.

Yukarıda açıklanan literatür araştırması ve sentezin, araştırma içinde kullanımı aşağıdaki gibidir;

- Kentsel metabolizma kavramının tarihsel gelişimi, kente çok disiplinli yaklaşımı, iklim krizi ile ilişkisi, kronolojik olarak yapılan çalışmalar, ölçüm yöntemleri ve kentte kullanımının açıklamasına dair literatür araştırması,
- İnşaat ve yıkıntı atığı kavramının alt başlıkları ile birlikte açıklanması, iklim krizi ile olan ilişkisi, bu tür atıkların heterojen bir yapıya sahip olan içeriklerine dair bilgi aktarımı, sınıflandırma biçimlerinin anlaşılması için literatür araştırması,
- İnşaat ve yıkıntı atıklarının yönetim modellerine dair (önleme/azaltma, geri dönüşüm, yeniden kullanım) literatür araştırması,
- Avrupa Birliği ülkelerinde ve Türkiye'de inşaat ve yıkıntı atıklarının tarihsel süreçte yönetimi, yasal kararlar, uygulamalar, stratejiler ve programları içeren mevzuatların literatür araştırması,
- Kentsel metabolizma kavramı ve yeniden kullanım ile üretilen kent çalışmaları ile kentsel metabolizma ilkelerinin literatür araştırması ve sentezinin yapılması.

2
KENTSEL METABOLİZMA İLE İNŞAAT VE YIKINTI ATIĞI KAVRAMLARI

"Çöpçülerin bir önceki günün yaşamından arta kalanları toplama süreci dinsel bir görevmişçesine sessiz bir saygıyla karşılanır, halkın gözünde birer melektir hepsi; kim bilir belki sadece kaldırıp attıkları eşyaları düşünmekten onları kurtarıyorlar diye" (Calvino,2008).

Sanayi Devrimi ile birlikte hızla gelişen ve yapılaşan kentlerde ekolojik ve sosyal sorunlar ortaya çıkmaya başlamıştır. 1883 yılında Marx'ın ilk defa kullandığı ve sonrasında farklı araştırmacılar tarafından geliştirilen kentsel metabolizma kavramı, "Kentsel Metabolizma Kavramı, Tarihsel Gelişimi, Kapsamı ve Sınırları" başlıklı bölümde detaylandırılmıştır. Kentsel metabolizma kavramı; kentleri yaşayan birer canlı organizma gibi ele alarak Sanayi Devrimi'nden kaynaklanan sorunlara odaklanmakta ve kentlerin metabolik süreçlerinde ortaya çıkan sorunları Sanayi Devrimi ile ilişkilendirmektedir. Bu sorunların en önemlilerinden biri; plansız ve hızla tüketilen mimari üretimin sebep olduğu inşaat ve yıkıntı atıklarıdır. Tez araştırmasının bu bölümünde; kentsel metabolizma ile inşaat ve yıkıntı atığı kavramlarına ayrıca bu kavramların birbiriyle ilişkilerine dair detaylı literatür araştırması sunulmuştur. Kavramların tarihsel gelişimi, sınırları, kapsamı, diğer disiplinlerle ilişkisine dair ağlar kurularak, detaylandırılmıştır.

2.1 Kentsel Metabolizma Kavramı, Tarihsel Gelişimi, Kapsamı, Sınırları Sosyal İlişkiler ve Kent Ekonomisi Bağlamında İrdelenmesi

Kentsel metabolizma ilk defa 19.yüzyılda Marx tarafından kapitalist kentlerdeki sanayileşme sürecini eleştirirken, doğa ve toplum arasındaki ilişkiyi tanımlamak amacıyla kullanılmıştır. Marx, ekonomi ve felsefe odaklı el yazmalarında kentsel

metabolizmayı; “Doğa ve toplum arasında insan aktiviteleri sonucunda gerçekleşen etkileşim”(Marx, 1959 aktaran; Karakiewicz, 2011) biçiminde tanımlamıştır. Kentsel metabolizmayı tanımlarken kentlerde kullanılan enerji ve malzeme ihtiyaçlarından bahsederek, kentsel metabolizma kavramının sınırlarına ve kapsamına dair bilgi vermiştir. İnsanların barınma başta olmak üzere temel ihtiyaçlarına çözüm bulmak için tarihsel süreç içinde harcadıkları bedensel, hayvansal ve sonrasında ise makine gücü kentlerin ekosistemi üzerinde doğal olmayan tahribatlara sebep olmuştur. Bu tahribatlar kentsel metabolizmalarda bozulmalar yaratarak, çok daha büyük bir problem olan iklim krizinin nedenlerinden biri haline gelmiştir. Sanayi Devrimi ile kentlerin metabolizmalarının doğal olan döngüsel akışı zarar görmüş kentler, insan eliyle oluşturulmuş yapay metalara dönüşmüştür. Kentsel metabolizmanın toplum ve kentteki sosyal ilişkilerle olan bağını Sert şu şekilde açıklamaktadır: “Bir arada yaşamanın üretimi ve yeniden üretimi, yüzyıllar boyunca diyalektik olarak kentsel metabolizmayı, halk sağlığını ve kamu çıkarını oluşturdu. Bu, yalnızca modern kentin tarihsel dokularının çoğaldığı değil, aynı zamanda kentsel enkazın, arazinin, ekosistemin ve coğrafyanın kendisinin de sürekli dönüşüm içinde olduğu üretim ve yeniden üretim tarzı içinde kentsel metabolizmaya gömülü sosyo-doğal ilişkilerin bir arada varoluşuyla ilgilidir” (Sert, 2020).

Sanayi Devrimi kentleşmenin hızlanmasını sağlamakla beraber doğa ve toplum arasındaki iletişimi de diğer dönemlere kıyasla oldukça arttırmıştır. “Rönesans döneminde, modern bilimin teorik ve ontolojik temellerini hazırlayacak doğrultuda Bacon tarafından ortaya atılan “Doğaya boyun eğdirme ve doğaya hâkim olma” fikrinin, Sanayi Devrimi ile birlikte doğayı sömürme tutkusuna dönüştüğü görülmektedir” (Çüçen, 2011). Sanayi Devrimi ile başlayan, doğanın ve ekosistemin giderek göz ardı edildiği bu süreç 20. yüzyıldaki doğaya yaklaşım biçimine de etki etmiştir. 20. Yüzyılla birlikle; doğa ve toplum arasındaki çelişkileri içeren kentsel metabolizma kavramına, ekolojik alanda fosil yakıt, sosyal alanda kentsel malzeme ve enerjiye adil erişilebilirlik gibi yeni önemli başlıklar dâhil olmuştur. 1935 yılına kadar literatürde teorik araştırmalarla devam eden kentsel metabolizmaya dair çalışmalar, 1935 yılında Arthur Tansley

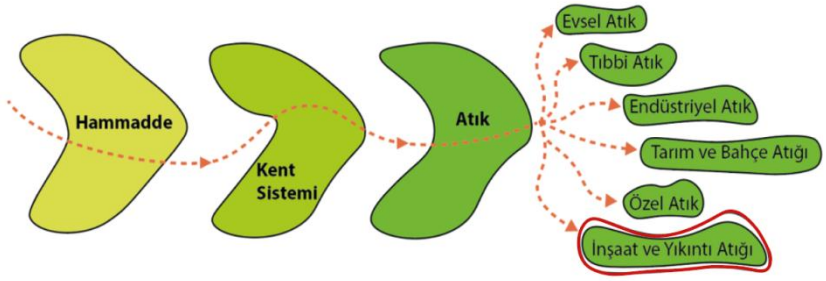
tarafından yaklaşıma ölçülebilir parametrelerle katılmasıyla geliştirilmiştir. Bunlar; malzeme akış analizi ve enerji akış analizi şeklindedir. 1965 yılında ise ilk defa kentsel metabolizma yaklaşımı, ölçüm yöntemleri kullanılarak araştırmacı Abel Wolman tarafından Amerika kentine uygulanmıştır. 1965 yılında, Amerika'daki hava ve su kirliliğini ölçmek ve çözüm üretmek amacıyla kentsel metabolizma kavramından yararlanılmıştır. Bu çalışma aynı zamanda literatürde kentsel metabolizmanın somut bir üretimde kullanıldığı ilk çalışma olarak geçmektedir. İlk defa kentsel metabolizma kavramından yararlanılarak varsayımsal bir Amerika kenti üzerinde, muhasebe sisteminin kullandığı malzeme akış analizleri ile tahminler gerçekleştirilmiştir. Bu analizde kente giren su, yakıt ve besin kişi başı kullanım oranlarını girdi olarak kabul ederken, bu verilerin kişi başı tüketimlerini çıktı-atık olarak kabul etmiştir. Wolman, kentsel metabolizmanın içeriğini; "konutta, ofiste ve kamusal alanda kentlilerin ihtiyaçlarının karşılanması için gerekli olan materyaller ve malların tümü" (Wolman, 1965) şeklinde tanımlamıştır. Bu çalışmaya göre; kente giren malzemelerin içeriği ve miktarı, kentin büyüme hızına ve biçimine göre değişmektedir. Bu malzemeler; kentlerdeki organik olan veya organik olmayan ve kentlilerin yaşamı için gerekli tüm malzemeleri kapsamaktadır. Tüm bu süreç sonunda ise bir sonuç ürün olarak, kentsel atık oluşmaktadır. Kentlerde oluşan atık problemi en yüksek miktarları kapsayacak şekilde çözülemediği durumlarda ise kentsel metabolik döngü tamamlanamamaktadır.

1969 yılında, Dünya'da kentsel metabolizma kavramının kullanılmasına ve mevcut paradigmaların değişimine dair duyulan ihtiyacın önemi; "Karmaşıklık; yüksek derecede organize olmuş canlı kentlerin temel özelliğidir. Kent formu için uygulanan kurallar ve planlama bu karmaşıklığı azaltırken; çoğu zaman kentlerde yaşanabilirliği ve uyumu da bozmaktadır. Dolayısıyla kentlerin planlamasında bir paradigma değişikliğine ihtiyaç vardır. Kentsel dinamikler, küçük bir kent odağı ve çeşitlendirilmiş çok sayıda kentsel aktivitenin bir ürünü olmalıdır" (Jacobs, 1969) sözleriyle açıklamaktadır. Kentsel metabolizmanın içinde tariflenen karmaşıklık ve çeşitlendirilmiş kentsel aktivite; ilerleyen dönemlerde kentsel metabolizma yaklaşımının temel özellikleri haline gelmiştir.

Sanayileşme ile birlikte tüketim odaklı, yapay ve kontrolsüz hızda büyüyen kentler, kentsel doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı arttırmaktadır. Doğal kaynakların ihtiyaç dışı tüketimi artmakta ve bu durum kaynağı tüketen kenti, kentlileri ve kent çevresindeki ekosistemi olumsuz etkilemektedir. Üretim süreçleri kadar üretim sonrası ortaya çıkan atıklar da kentsel metabolizma kavramı için büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda kavramı; üretim ve tüketim ilişkileri sonucu oluşan atıklara dair teknik, kültürel, politik ve sosyo-ekonomik ilişkilerin bütünü olarak tanımlamak mümkündür. Kentlerdeki karmaşık ilişkilerle bağlı sistem, heterotrof canlı organizmaların yapısıyla benzerdir. Kentsel metabolizma yaklaşımında bu benzerliğin etkileri bulunmaktadır. Heterotrof canlılar, varlıklarını sürdürebilmek için diğer canlılara bağlı olmanın ötesinde bağımlıdır. Sanayi Devrimi ile birlikte kentler heterotrof özellik göstermeye başlamıştır. Bu durum kentleri, dışarıdaki enerji ve malzeme gibi ihtiyaçlara bağımlı hale getirmektedir.

Kentsel metabolizmasının içeriğini Weizs ve Steinberg, 2010; “mallar, servisler, materyaller ve enerjiden oluşan heterojen ağların ilişkisi ve akışı çevresel, sosyal ve ekonomik bağlam” olarak açıklamıştır. Malzemelerin ve enerjilerin, kent içindeki yer değişimini ve etkilerini konu alan kentsel metabolizma yaklaşımına göre; bu değişim ölçülebilmekte ve malzemelerin içeriği, kent büyüyüp genişledikçe değişen ihtiyaçlara göre çeşitlenerek artmaktadır. Sanayi Devrimi ile birlikte kentte talep edilen malzeme ihtiyacı, yapım yıkım faaliyetleri ve bunlar sonucunda inşaat ve yıkıntı atığı oranı da giderek artmaktadır. Bu durum kentin metabolizmasına olumsuz yönde etki etmekte, kentin metabolik süreçlerinin sağlıklı ilerleyebilmesi için inşaat ve yıkıntı atıklarının en az zarar ile azaltılması veya yeniden yaşama kazandırılmasını zorunlu hale getirmektedir. Kentli aktiviteleri ve kentlilerin süregelen alışkanlıkları, kentteki kaynakların nasıl/ne oranda/ne kadar kullanıldığı, kentsel ulaşım ağları, kentsel alt ve üst yapının kullanımı-inşası-yıkım-yenileme süreçleri ve çıkan atıkların yönetimi gibi birçok konu kentsel metabolizma yaklaşımı için büyük öneme sahiptir. “Kentsel aktivitelerin doğal ekosistemler üzerinde dramatik etkiler oluşturduğu görülmektedir. Günümüzde kentler küresel ısınmanın ve iklim değişikliğine

neden olan faaliyetlerin, sera gazı emisyonlarının, atığın ve dolayısıyla ekolojik krizin kaynağı haline gelmiştir. Kentlerdeki üretim süreçlerinde yüksek oranda enerji kullanılmaktadır. Oysa kentlerin varlıklarını sürdürmesi ekosistem hizmetlerine, altyapı sistemlerinin ve kentsel ağların varlığına bağlıdır" (Kuban ve diğerleri, 2013). Kentlerin sağlığını koruyabilmesi ve varlıklarını sürdürebilmesi için bu tür atıkların döngüsel olarak çözümü gerekmektedir. Özetle karmaşık bir sisteme sahip olan kentlerdeki; yüksek nüfus, kontrolsüz inşaat faaliyetleri, atık yönetimindeki eksiklikler vb. etkiler, kentlerin içindeki inşaat ve yıkıntı atığı oluşumu arttırmıştır. Bu durum; kentlerdeki kaynakların sürdürülemez bir biçimde kullanımına, inşaat ve yıkıntı atıklarının kent sistemi içinde sağlıksız bir biçimde birikimine neden olmaktadır. İnşaat ve yıkıntı atığı miktarının kent sistemi içinde birikmesi; kentlerin metabolizmalarındaki madde akış yönleri, içerikleri, dinamikleri ve bunun sonucunda kent ve kentli sağlığını etkilemektedir. En temel ve basit anlamda kentsel metabolik akış Şekil 2.1'de gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü üzere kent sistemi içinde oluşan ve dışarıdan gelerek kente dâhil olan birçok atık çeşidi bulunmaktadır. Fakat bu araştırma kapsamında inşaat ve yıkıntı atıklarına odaklanılmaktadır.



Şekil 2.1 Temel kavramlarla kentsel metabolik akış

Sanayi Devrimi, kentsel yaşamı kolaylaştıracak birçok yenilik yaratmakla birlikte, kente dair yeni sorunların da doğmasında etkili olmuştur. Çevresel bozulma, gıda ve enerjiye ulaşmada zorluk ve eşitsizlik, su ve hava kirliliği bu sorunlardan birkaçıdır. Bunlarla birlikte Sanayi Devrimi'nin neden olduğu sorunlar arasında; yoğun göç, kent ve barınma hakkı, sosyal eşitsizlik vb. olmak üzere sosyal

boyutları da bulunmaktadır. Kentsel metabolizma kavramı bağlamında kent araştırması ile tüm bu sorunlara sürdürülebilir çözüm alternatifleri üretmek; inşaat ve yıkıntı atıklarının yalnızca maddesel yönetiminden çok daha fazlasını gerektirmektedir.

Geddés ve Mumford kenti, metabolizması olan bir canlı olarak ele aldıkları araştırmalarında Sanayi Devrimi sonrası kentleşme için; "Yeryüzü kaynaklarının tüketimine dayalı, ekolojik ve sosyal sürdürülebilirliği mümkün olmayan, uzmanlaşmış bölgeleme önerilerini beraberinde getirmektedir" (Wahl, 2017) demektedir. Bu tanımlamadan anlaşılacağı üzere kentsel metabolizma kavramı kapsamı içinde; ekonomik ve sosyal içeriklerden bahsetmektedir. What is urban metabolism? (Kentsel metabolizma nedir?) isimli kitapta ise kentsel metabolizmanın çok disiplinli yaklaşımı şu sözlerle ifade edilmektedir: "Karmaşık kent sistemlerinin su, enerji, atık, gıda, insan gibi sayılarını arttırabileceğimiz unsurlarının modellenmesinde kavramsal bir çerçeve sunan kent metabolizması modeli; Çevresel, sosyal ve ekonomik bağlamda insan aktiviteleri ve insan ile doğa arasındaki etkileşim ve ilişkiler, kentsel ağlar ve altyapının kullanılışı ve kaynak kullanımı konularını ele almaktadır. Özellikle kentsel çevrenin daha sürdürülebilir bir biçimde değerlendirilmesi, bu kavramın konu alanına girmektedir (Delf University of Technology, 2018).

Kentsel metabolizma bağlamında kentlerdeki metabolik döngünün sağlıklı bir şekilde işlemesinde çok disiplinli yaklaşım oldukça önemlidir. Kentler, insan yapımı ile kurulmuş yapay sistemlerdir. Bu nedenle; metabolizmalarına karşı oluşan herhangi bir tehditin ortadan kaldırılmasında, canlılara kıyasla çok daha savunmasızdırlar. Tehditlerin başında Sanayi Devrimi sonrası kentlerin hızlı ve kontrolsüz büyümesi gelmektedir. Bu durum kentsel metabolizmada ekolojik, ekonomik ve sosyal birçok soruna neden olmaktadır. Bu bağlamda kentsel metabolizmada ortaya çıkan veya çıkabilecek sorunları tespit ve çözüm için çok disiplinli yaklaşım önem kazanmaktadır.

Sanayi Devrimi ile birlikte insan ve kent arasında süregelen bir arada yaşam ilişkisi değişerek, insanın kente hükmettiği bir biçime dönüşmüştür. İhtiyaç ve

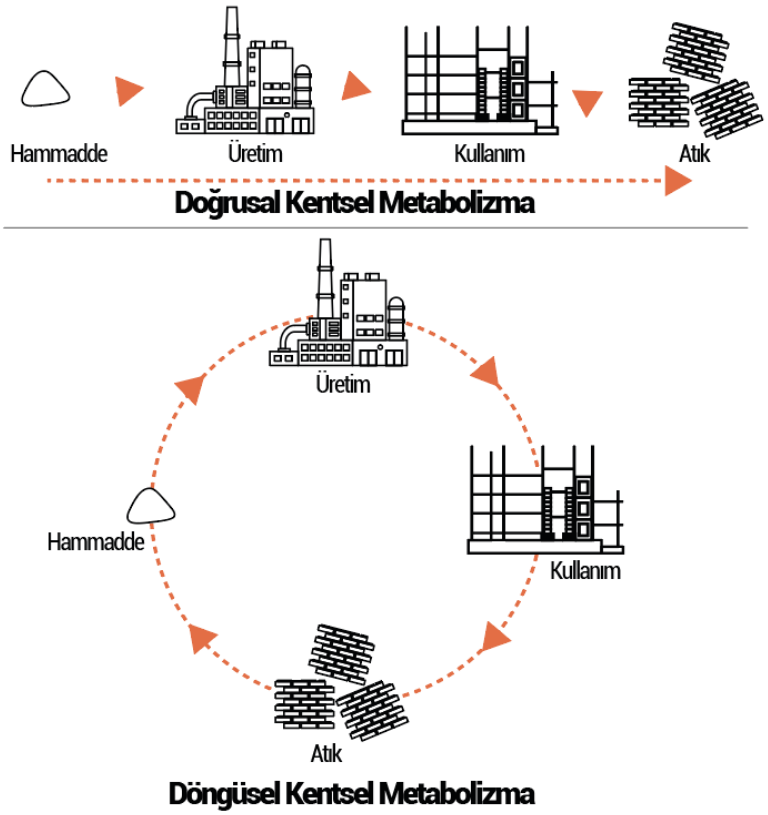
talepleri doğrultusunda kentin doğasını değiştiren kentliler, aynı zamanda kentteki sosyal ilişkilerini, bu ilişkilerin biçimlerini, yönlerini ve öznelerini de değiştirmektedir. Kentsel metabolizma yaklaşımına göre, bu değişimlerin yalnızca ekolojik etkilerine değil, sosyal etkilerine de odaklanmak gereklidir. Kentsel metabolizma kavramı ile yaklaşımda; kentsel sistem çevresel, sosyal ve ekonomik dinamikleri ile birlikte değerlendirilmelidir.

Kentlilerin sosyal sınıfları, toplumsal cinsiyetleri, göçle gelip gelmeme durumları kentlerdeki fiziki ve sosyal konumlarını etkilemektedir. Kentliler bu parametreler doğrultusunda barınacakları/çalışacakları mekânları, edinecekleri hizmet ya da malları seçmek durumunda kalmaktadır. Bu sosyal ilişkiler ağı çift yönlü olarak işlemekte kentin kentliyi etkilemesi kadar, kentlinin de kentin metabolizmasını etkilemesiyle devam etmektedir. “Sosyal ilişkiler, doğal çevrenin metabolizması içinde gerçekleşmekte ve hem doğa hem de toplum dönüşmektedir. Kullanım değeri üzerinden sosyal ilişkiler kontrol, sahiplik ve mal edinimi üzerinden tanımlanarak; metabolize edilmiş sosyo-ekolojik biçimler olan işgücü ve doğa, edinilecek mallar üretmek doğrultusunda harekete geçirilmektedir. Bu metabolik süreçte yeni sosyo- ekolojik yapı sürekli yeni şeyler üretmektedir (Foster, 2000). Lyons, Mokhtarian, Dijst ve Böcker, 2018 yılında yaptıkları araştırmada kentsel metabolizma bağlamında sosyal ilişkileri daha detaylı inceleyerek, kavramın kapsamı genişletmiştir. Yaptıkları araştırmada sosyal sınıf, toplumsal cinsiyet, göçebelik durumlarına ek olarak; yaş, aylık/yıllık gelir, hane halkının kültürel yapısı, eğitim durumu gibi parametreleri de dâhil etmişlerdir. Bu ayrıntılı incelemenin gerekliliğini ise şu sözlerle belirtmişlerdir:” Kent metabolizmasının daha geniş sistem temelli bir yaklaşıma evirilebilmesi için cinsiyet, yaş, hane halkı yapısı, gelir, eğitim seviyesi gibi sosyo-demografik değişkenlerin ve söz konusu akışı yönlendiren sosyo-ekonomik ve politik süreçlerin göz önünde bulundurulması, bu unsurların kentlilerin tüketim alışkanlıklarından, farklı alanlardaki seçimlerine, kentsel faaliyetlerden, kentsel hareketlilik ve göçe kadar çeşitlendirilebilecek, kent metabolizması içinde göz önünde bulundurulması gereken ve onu etkileyen önemli konu başlıklarını oluşturmaları bakımından gereklidir (Lyons, Mokhtarian, Dijst ve Böcker, 2018).” Kentsel metabolizmaya

dair sosyal verileri içeren benzer bir araştırma 1999 yılında yapılmıştır. “Kentsel metabolizma içine insan faktörleri eklemlenerek sosyal faktörler (toplum sağlığı, istihdam oranları, eğitim düzeyi vb.) ve kentsel metabolizma modeli bir araya getirilmelidir” (Newman, 1999). Araştırmaya göre kentteki sosyal faktörlerin yerleri ve değişimleri düzenli olarak ölçülmeli ve değişimler kontrol altında tutulmalıdır.

Kentsel metabolizma kavramı temel olarak, bir kentin metabolizmasının sağlıklı işleyebilmesi için giren/çıkan malzeme ve enerji miktarını ölçmeyi ve metabolizmaya tehdit oluşturan durumlara çözüm geliştirmeyi hedeflemektedir. Kentin duyduğu ihtiyaçlar satın alma yoluyla kente girmektedir, kentte oluşan atıklar için satma veya yüksek maliyet isteyen geri dönüşüm, daha düşük maliyetli depolama/bertaraf gibi metotlar kullanılmaktadır. Örneklerle arttırılabilecek tüm bu süreçler kent ekonomisi ile bağ kurmaktadır. Bu bağlamda kentsel metabolizma, kent ekolojisi kadar kent ekonomisi ile de yakından ilişkilidir. Kentsel metabolizma kavramı 60’lı yılların ortasına kadar birincil formülasyonu olan, canlı organizmalarla benzer olmak ile tanımlanmaktadır. Fakat yapılan araştırmalar ve kentsel metabolizma kavramının genişletilmesiyle 90’lı yılların sonlarında değişime uğramıştır. “Kentsel metabolizma kavramını kullandığında, kenti bir ekosisteme benzetmiş; sisteme malzeme ve enerjinin nasıl girdiğini, aynı şekilde bir ekosistemdeki organizmaların güneş ışığı ve yemek gibi kaynakları nasıl tükettiğini anlatmıştır” (Wolman, 1965). Bu ilk formülasyona göre kentte kullanılacak ürün ile beraber, kullanım ömrünü tamamlayan atık da üretilmektedir. Bu formül kent metabolizmasını, canlı metabolizmasıyla birebir oranda benzemekle değerlendirmektedir. Bu noktada; iki metabolizmayı birbirinden ayıran temel fark olan sıfır atık dikkate alınmamıştır. Sıfır atık kavramına göre; doğadaki hiçbir canlı atık oluşturmamakta, birinin oluşturduğu atık başka bir canlının üretim prosesine dâhil olmakta, bu döngü ölen canlıların bedenleri için dahi gerçekleşmektedir. Kentlerde oluşan atık ise doğalında, başka bir kentin üretim sürecine dâhil edilememektedir. Bu temel fark ilk formülasyonun 90’lı yıllarda

değişime uğrayarak; doğrusal (lineer) kentsel metabolizma ve döngüsel kentsel metabolizma ayrımının ortaya çıkmasına neden olmuştur.



Şekil 2.2 Doğrusal/döngüsel kentsel metabolizma işleyişi (Karakiewicz'den, 2011) uyarlanmıştır

Doğrusal (lineer) kentsel metabolizma, Sanayi Devrimi'nden sonra kentlerdeki metabolik işleyişi; ilk formülasyon olan hammadde, üretim, kullanım ve atık olmak üzere tek yönlü olarak tanımlamaktadır. Bu durum atıkların birikmesi sonucu kentsel metabolizmada bozulmalara neden olmaktadır. Döngüsel kentsel metabolizmaya göre dışarıdan yapılacak müdahaleler ile kent metabolizması canlılar da olduğu gibi sıfır atık prensibiyle işleyebilmektedir. Bu müdahaleler; yeniden kullanım, geri dönüşüm, kentlilerin atık üretiminde bilinçlendirilmesi vb. şeklinde çoğaltılabilir. Döngüsel kentsel metabolizma kavramı 90'lı yılların başlarında Girardet tarafından geliştirilmiştir. Mevcut kentsel metabolizma yaklaşımının, canlı organizmalara benzemediğini şu sözlerle özetlemektedir: "Bir

kentin çevresel kaynakların girişinden, ürün üretimine ve atık yönetimine kadar ilerleyen süreç doğrusal bir düzlemde gerçekleşmektedir" (Girardet, 1990). Kentlerin metabolizması, Sanayi Devrimi'nin başlangıcına kadar döngüsel olarak işlemektedir fakat Sanayi Devrimi döngüsel işleyişin doğrusal metabolik işleyişe dönüşmesine neden olmuştur. "Bugünün ekonomisinde mallar doğrusal bir biçimde atığa dönüştürülür. Mahsuller lağıma, uranyum radyoaktif kalıntılara, petrol ile klordiyoksine; fosil yakıtlar karbondioksite… Doğrunun sonunda her zaman atık, yani ekosferi ayakta tutan çevrim süreçlerine bir saldırı vardır." (Foster, 2002). Metabolizmanın tek yönlü işleyişi, her yıl tonlarca atık üreten kentlerin atıkları yeniden piyasaya dâhil edememesi anlamına gelmektedir. Bu durum kentsel ekonomiyi iki farklı açıdan olumsuz etkilemektedir:

1. Kentin oluşturduğu atıkları yeniden yaşama dâhil edememesinden kaynaklı sürekli yeni malzeme ihtiyacı oluşmaktadır. Bu durum yeni hammadde çıkarılması, işlenmesi, piyasaya sürülmesi, ulaştırılması olmak üzere birçok maddi sürece ihtiyaç duyulmaktadır.

2. Kentin oluşturduğu atıklardan yeni ürün elde edilmediği için bu atıkların depolaması veya bertaraftı için gerekli büyük yüz ölçümlü depolama sahalarına maddi yatırım ihtiyacı oluşmaktadır.

Tüm bu sonuçlar yalnızca sosyal ve çevresel bağlamda değil, ekonomik bağlamda da döngüsel kentsel metabolizmayı önemli kılmaktadır. Kentler üretim ve tüketim merkezleri olmakla birlikte; atıkların biriktiği birer odak noktası haline gelmiştir. Atıkların kentsel sisteme verdiği zarar, kentsel metabolizmayı daha kırılgan hale getirmekte ve iklim krizinin etkilerini arttırmaktadır. Bu nedenle doğrusal metabolizmayı döngüsele dönüştürmek önem taşımaktadır. "Kentsel bir ekosistemle birlikte doğal bir ekosistemin de çalışması için, kaynak tüketiminden kaynaklanan atıkların, sistemi sürdüren iç ve dış ortamlarda birikmelerini ve zarar vermelerini önlemek için bir şekilde yeniden kullanılması için dönüştürülmesi ve tekrardan sisteme dâhil edilmesi gerekmektedir" (Hoornweg ve Kennedy, 2012).

2.2 Tarihsel Süreçte Kentsel Metabolizma Çalışmaları ve Kentsel Metabolizma Kavramının İklim Krizi ile İlişkisi

Kentsel metabolizma yaklaşımı ile kent çalışmalarına dair literatürdeki önemli araştırmalardan biri 1965 yılında Amerika için yapılmıştır. Araştırmada; su, paketlenmiş ürünler ve araçların akaryakıt miktarları kente dışarıdan gelen girdi (besin); bunlar sonucu oluşan katı atık, hava ve su kirliliği ise çıktı (atık) olarak değerlendirilmiştir. Araştırmanı sonucunda Amerika kentsel metabolizmasındaki hava kirliliği ortaya konmuştur. "1965 yılında 1 milyon nüfusa sahip olan Amerika kenti için günlük, 150 galon (1.250 pound) su, 4 pound yiyecek ve 19 pound yakıtın kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu kullanım sonucu ise; 120 galon lağım suyu, 4 pound çöp (katı atık) ve 1,9 pound hava kirliliği oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır" (Reçber, 2018). Zhang ise yaptığı araştırmada Dünya'da birçok kentte farklı ölçeklerdeki ölçüm ve uygulamalarda kentsel metabolizma yaklaşımının kullanıldığı söylemektedir. "Tokyo, Brüksel, Sidney, Toronto, Trinket adası, Viyana, Budapeşte, Lizbon, Los Angeles, Palermo, Manchester, Pittsburg, St.Gallen, Hamburg, Taipei, Singapur, Limerik, Handan, Paris, Nantong, Tianjin, Dalian, Suzhou, Guiyang, Changzhou, Linköping, Tipperory, Shenzhen, Shanghai, Çek Cumhuriyeti, Avusturya, Wujishan, Guangzhou, Tapei, Beijing ve Miami'de kentsel metabolizma yaklaşımının kullanıldığı görülmektedir" (Zhang, 2013). Kent çalışmaları süreçlerinde, kentsel metabolizmaya başvurulması; kentlerin, şimdiki zamana ve geleceğe dair inşaat ve yıkıntı atığı yönetim politikalarını daha oluşmadan kent çalışmalarıyla birlikte geliştirmesi anlamına gelmektedir. Bu süreç işletimi, iklim krizinin etkilerinin azaltılması ve yavaşlatılmasında oldukça önemlidir.

1996 yılında ekolojist Howard Odum tarafından yapılan kentsel metabolizma araştırmasında kavramın sınırları genişletilerek, yenilenebilir enerji kavramıdâhiledilmiştir. Araştırma; yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisine odaklanmaktadır. Araştırmanın temeli; güneş enerjisi kullanarak bir ürünün, üretim ve yeniden kullanım süreçlerinde harcanan enerjinin ölçülmesine dayanmaktadır. Bu kapsamda bir dizi araştırma yapan Odum, araştırmaları

sonucunda kentsel metabolizma değerlendirme yaklaşımlarından biri olan gömülü enerji (emergy) metodunu geliştirmiştir.

Kentsel metabolizma kavramına çok disiplinli perspektifle yaklaşılan literatürdeki önemli çalışmalardan biri Lance Gunderson, 2003 tarafından yapılmıştır. Çalışmada, kentsel çevrenin kentlilerin istek ve ihtiyaçlarına göre değişiminin gerekliliği ve bu değişimin kentsel sosyal ilişkiler bağlamında yapılmasının ihtiyacı konu edilmiştir. 1920'li yıllarda Chicago Üniversitesi'nde kent bilimi kapsamında geliştirilen ve 20.yy'dan itibaren etkisini arttıran kentsel ekolojiyi, kentsel metabolizma yaklaşımı içinde değerlendirmiştir. Chicago Okulu'nda yürütülen kent bilimi araştırmalarının yürütücülerinden olan Robert Park, Louis Wirth ve Ernest Burgess'a göre: "Kent canlı bir varlıktır, farklı bölgelerinin birbiriyle ve doğayla ilişkisi bir yaşam ağı içinde sağlanır ve kent insan bedeninden farklı değildir. Bu sistem içinde zaman zaman ortaya çıkan sıkıntılar tespit edilerek, sistem tekrar düzene oturtulabilir" (Gottdiener ve Hutchison, 2010). Gunderson, bu tanımlamadan yola çıkarak insanın diğer kentlilerden (hayvan ve bitkiler) farklı olarak yaşamını sürdürdüğü çevreyi değiştirirken, bu çevre bağlamında kurduğu sosyal ilişkileri de yeniden şekillendirdiğini söylemektedir. Araştırma kentsel metabolizma kavramına dair yapılan çalışmalar içinde oldukça önemlidir. Bunun nedeni; kentsel metabolizma kavramının sosyal, ekonomik, çevresel ve kültürel bağlamlarla birlikte ele alınmasına yönelik somut araştırmaların başlamasında bir referans noktası niteliği taşımasıdır.

Kentsel metabolizma kavramının literatürde teorik olarak geliştirildiği süreçte kavramın pratikte de uygulanmaya çalışıldığı örnek çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları doğrudan inşaat ve yıkıntı atıklarını hedeflemektedir. Niza, Rosado ve Ferrao, 2004 Paris kenti için yapılan kentsel metabolizma araştırmasında, yaklaşımının değerlendirme yöntemlerinden biri olan malzeme akış analizi kullanıldığını söylemektedir. Yapılan ölçüm sonucu; Paris kentinde, kentliler tarafından 1 yılda kişi başına üretilen inşaat ve yıkıntı atığı miktarı 1,4 ton olarak ölçülmüştür. Bu sayı, Paris kenti özelinde düşünüldüğünde oldukça

düşüktür. Bunun nedeninin Paris'teki inşaat faaliyetlerinin azlığı olarak tespit edilmiştir.

Lizbon kenti özelinde yapılan ölçümde Paris'e benzer biçimde kentsel metabolizma değerlendirme yaklaşımlarından malzeme akış analizi kullanılmıştır. Çalışma, yalnızca kent içindeki binalardan çıkan inşaat ve yıkıntı atığı malzemelerini kapsamaktadır. Yapılan ölçüme göre Lizbon'da depolama alanlarında depolanan inşaat ve yıkıntı atığı miktarı 8,8 megatondur ve bunların %80'si metal olmayan içerikteki malzemelerden oluşmaktadır. Bu veriye bağlı olarak; kentteki fosil yakıt tüketiminin oldukça az olduğu saptanmıştır. Bu durumun metal olmayan malzeme fazlalığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ametal malzeme tüketimi, fosil yakıt tüketim oranını düşürmektedir. 2004-2009 yılları arasında yeniden yapılan kentsel metabolizma ölçümünde ise inşaat ve yıkıntı atığı miktarının artarak 22,5 tona ulaştığı hesaplanmıştır.

Gunderson, 2006 tarafından yapılan ve kentsel metabolizmayı sosyal ilişkiler bağlamında değerlendiren araştırmaya benzer bir çalışma Heynen, Kaika ve Swyngedow tarafından 2006 yılında yapılmıştır. Bu çalışma ile kentsel metabolizma kavramı kentteki sosyal ve ekolojik ilişkiler kapsamında ele alarak, kavramın çalışma alanını genişletmiştir. Araştırmalarında; kentsel metabolizmanın sosyal, çevresel ve ekolojik alt başlıklar olmadan değerlendirilemeyeceğini, kentin tüm bu süreçlerin ortak bir ürünü olduğunu söylemektedir.

Japonya'daki kentsel metabolizma yaklaşımı Daigo ve arkadaşları, 2007 yılında 1980-2000 yılları arasında inşaat işlerinde kullanılan çelik malzemeyi ölçmek için kullanılmıştır. Ölçümde, yöntem olarak diğer çalışmalarla benzer biçimde malzeme akış analizi kullanılmıştır. 1980-2000 yılları arasında Japonya'da başlayan veya süren inşaatlardaki yoğun çelik ihtiyacının üzerinde durularak, bu süreçte atığa dönüşen çelik miktarını bulmak hedeflenmiştir. Çalışma, kentsel metabolizma çalışmalarında önemli bir girdi ola;, kullanımdaki stok, kavramını üretmesi nedeniyle özgündür. Çelik malzemenin kent içindeki hareketini izleyen

araştırmacılar, malzemenin kullanım öncesi stoklanmasına ek olarak; inşaattan artan veya daha sonra kullanılmak için bekletilen çelik malzemeler olduğunu gözlemlemiştir. Bu nedenle; inşaat ve yıkıntı atığı malzeme akışı analizine, toplam stok kavramına ek olarak; kullanımdaki stok kavramını kazandırmışlardır. Çalışma sonucunda; çelik malzemenin kullanım alanları, alanlara göre kullanım ömrü ve stoklanan ürün miktarına ulaşılmıştır.

Christopher Kennedy kentsel metabolizma kavramını; "kentlerde gerçekleştirilen, büyümeyle, enerji üretimi ve atıkların ortadan kaldırılmasıyla sonuçlanan teknik ve sosyo-ekonomik süreçlerin toplamı" (Kennedy ve arkadaşları, 2007) olarak açıklanmaktadır. Çalışmada üretim ve atık süreçleri sosyo-ekolojik ilişkilere ek olarak ekonomik ilişkiler üzerinden de değerlendirilmiştir. Böylece kentsel metabolizma kavramının çok disiplinli yapısına kentsel ekonomi başlığı dâhil edilmiştir.

Günümüzde dünya nüfusunun, üretim ve tüketimin büyük bir bölümünün kentlerde olması, kentleri iklim krizine yönelik kent çalışmalarında önemli bir konuma getirmektedir. Kentlerdeki üretim ve tüketim süreçlerinin kentsel metabolik süreçlere uyumlu işlemesi söz konusu kent, sonrasında ise tüm Dünya'yı etkilemektedir. Araştırmanın; "Kentsel Metabolizma Kavramı, Tarihsel Gelişimi, Kapsamı ve Sınırları" bölümünde de bahsedildiği üzere Sanayi Devrimi sonrası kentler dışa bağımlı hale gelmiştir. Bu nedenle; kentteki enerji, malzeme akışı ve sonrasındaki atık süreçlerinin yönetimi, kentsel metabolik dengeyi sağlamada önemlidir. Bu bağlamda iklim krizine özelinde kentler için üretilmiş çalışmalar da bulunmaktadır. Bu çalışmalar aşağıda özetlenmiştir:

Ekolojik kent, sürdürülebilirlik, atık gibi kavramları içeren ve iklim değişikliğine dair yaptırımları konu alan stratejik araştırma Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ismiyle yayınlanmıştır. 2015 yılında yayınlanan Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nde; ekolojik kent, iklim krizi, enerji verimliliği, atık yöntemi gibi başlıklar birincil hedefler olarak belirlenmiştir. Bu hedefler kapsamında; İklim krizine etki eden kent kaynaklı emisyonların azaltılması için yaptırımlar oluşturulmuştur.

Kent ve iklim krizi ilişkisi kuran anlaşmalar içinde 2015 yılında imzalanan Paris İklim Anlaşması önemli bir yere sahiptir. Anlaşmada iklim krizi, toplumda krize dair yapılan eylemlilikler ve kentlerin iklim krizindeki büyük etkisini üzerinde durulmuştur. Kentlerde yapılması önerilen çalışmalarda yerelden çıkacak tasarım fikirleri ve çözüm önerilerinin gücü vurgulanarak, yerelden üretilecek çözümlerin desteklenmesi belirtilmişir. Desteklenme kararı alınan çözüm önerilerinin ise tüm paydaşları hatta anlaşmaya imza atmayan devletleri de içeren ortak bir dijital ağda, açık kaynak paylaşılması kararı alınmıştır. Bu karar doğrultusunda ise İklim Eylem Portalı kurulmuştur. Sürecin devamında Paris İklim Anlaşması kapsamında iklim krizi özelinde araştırmalar yapan çalışma grupları oluşturulmuştur. Bu çalışma gruplarından biri; İklim krizi ve kent ilişkisi kapsamında araştırmalar yapan: Lima-Paris Eylem Gündemi-LPAA'dır. Araştırmada kentlerdeki kamusal alanlarda iklim krizinin olumsuz etkilerinin azaltılmasına yönelik kentli davranışları öneren bir sonuç raporu üretilmiştir.

İklim krizi ve kent kapsamında üretilen önemli çalışmalardan biri 2016 yılının ekim ayı sonunda Birleşmiş Milletler Habitat III Konferansı sonucu kabul edilen Yeni Kent Gündemi ve Kito Bildirgesi'dir. Yeni Kent Gündemi ve Kito Bildirgesi'nde atık yönetimi, enerji sarfiyatı, fosil yakıt kullanımı ve bu kavramların kentler üzerindeki etkileri gibi başlıklara yer verilmiştir. Kentlerde yenilebilir enerji, atık yönetiminde geri dönüşüm ve yeniden kullanım yöntemlerinin kullanılmasına dikkat çekilmiştir.

Kentsel metabolizma kavramının iklim krizi için kentlerde alınması gereken önlemler içinde bahsedildiği stratejik plan ise 2017 yılında UN HABİTAT tarafından yapılmıştır. Stratejide, kentsel metabolizmayı iyileştirmek için kentlerdeki karbon emisyonunun azaltılması, yeşil alanların arttırılması amaçlanmaktadır.

2.3 İnşaat ve Yıkıntı Atığı Kavramı, Özellikleri, Bileşenleri ve Sınıflandırılması

İnşaat ve yıkıntı atığı problemini; kullanıcı tarafından, kullanım süresi doldu veya tamamlandı denilen bir malzemenin atılması gibi basite indirgeyerek tanımlamak problemin sınırlarını, kapsamını ve Dünya için önemini indirgemeye neden olmaktadır. Modern toplumun Sanayi Devrimi sonrası ihtiyacın üzerinde aşırılaşan ve kontrol edilemeyen bir hale gelen tüketim alışkanlığı, üretilen kentsel atığı önemli kentsel problemlerden biri haline getirmiştir. Atık; önemli, çok yönlü ve karmaşık bir sorundur. "Atık, maddeselliğe ilişkin bir mesele olduğu kadar toplumsal, ekonomik, kültürel, söylemsel, mekânsal, coğrafi ve politik bir meseledir"(Hird, 2012). İklim krizi ile birlikte tüm Dünya'yı etkileyen küresel bir problem haline gelen kentsel katı atık; kentli ile katılım kavramı üzerinden ilişki kuran, çok aktörlü disiplinler arası çalışmayı barındıran, sürdürülebilir, yerel ve uygulanabilir çözüm önerileri gerektiren acil bir gündeme dönüşmüştür. Kentlerde oluşan katı atıkların önemli bir kısmını oluşturan inşaat ve yıkıntı atıklarına dair pek çok farklı tanım bulunmaktadır. İki farklı atığın birleşerek tek bir küme oluşturmasıyla meydana gelen heterojen yapıdaki inşaat ve yıkıntı atıklarının genel ifade ile şu şekilde tanımlamak mümkündür:

İnşaat atıkları: Devam eden veya yakın zamanda tamamlanan inşaat faaliyetleri sonucu ortaya çıkan atıklardır. Yapımda atığın çıkması istenmeyen bir durum olmakla birlikte; atık oluşumunun yaşanması inşa sürecinin olağan bir parçasıdır. Bu süreçte inşaat atıkları; kaza sonucu kırılan malzemeler, yanlış metraj alınması sonucu artan malzemeler vb. durumlarda oluşmaktadır. Dolayısıyla; inşaat atıklarının ortaya çıkması kaynağında azaltma/önleme, yeniden kullanım gibi basit metotlarla önlemek veya en aza indirmek mümkündür.

Yıkıntı atıkları: Malzemelerin yaşamı kullanım ömrü dolması sonucu yıkılan yapılarda ortaya çıkan atıklardır. Bu yıkım, seçici yıkım yöntemi ile kontrollü ve planlı olabildiği gibi afet, kaza, dayanıksızlık vb. planlanmayan durumlarda da ortaya çıkabilmektedir. Yıkıntı atıklarının yönetimi, inşaat atıklarına göre daha fazla aşamaya sahiptir. Yıkıntı atıklarında; yeniden kullanım, geri dönüşüm,

bertaraf vb. modellere başvurmak gerekli hale gelmektedir. Bu iki kümeyi kapsayan inşaat ve yıkıntı atıklarının içerikleri ve miktarları ülkelerin ekonomik gelişmişliklerine, coğrafi ve jeolojik özelliklerine göre değişmektedir. Katı atıklar içinde inşaat ve yıkıntı atıklarının konumu ve içeriği Tablo 2.1'de gösterilmiştir

Tablo 2.1 Bir topluluktaki katı atık kaynakları (Tchobanaglous ve Kreith, 2002)

Katı Atık Kaynakları	Atıkların Oluştuğu Mekânlar veya Faaliyetler	Katı Atık Türleri
Evsel	Konut	Gıda, kâğıt, tekstil, plastik, deri, cam, ahşap, teneke kutu, elektronik atıklar vb.
Ticari	Mağaza, market, ofis, restoran, otel, istasyon, atölye	Gıda, kâğıt, tekstil, plastik, deri, cam, ahşap, teneke kutu, tehlikeli atıklar vb.
Kurumsal	Okul, hastane, devlet kurumu	Gıda, kâğıt, tekstil, plastik, deri, cam, ahşap, teneke kutu, tehlikeli atıklar vb.
Endüstriyel	Üretim yapan tesisi, enerji santrali, rafineri	Endüstriyel işlem atığı, hurda malzeme, tehlikeli atıklar vb.
İnşaat ve yıkıntı atıkları	Yeni şantiye, yol onarımı, yıkılan bina vb.	Ahşap, kâğıt, plastik, beton, kağıt, izolasyon malzemesi, mermer, fayans, cam, metal vb.
Belediye hizmetleri	Sokak, park, plaj, pazar alanı, rekreasyon alanı	Sokak çöpleri, peyzaj ve budama atıkları vb.
Arıtma tesisleri	Su, atık su, endüstriyel arıtma tesisi	Arıtma sırasında ortaya çıkan kalıntı, tortu vb. atıklar
Tarım	Mandıra, çiftlik	Bozuk gıda, tarımsal atık vb.

"Konut, bina, köprü, yol ve benzeri alt ve üst yapıların yapımı esnasında ortaya çıkan atıklar... Yıkıntı atıkları ise: Konut, bina, köprü, yol ve benzeri alt ve üst yapıların tamiratı, tadilatı, yenilenmesi, yıkımı veya doğal bir afet sonucunda ortaya çıkan atıklar..." (Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, 2004) olarak tanımlanmaktadır. UNEP, 2005 ise; "Yeni binaların yapımı, eski yapıların veya yolların yıkımı ve mevcut binalarda bakım işlemleri sırasında olmak üzere kentsel alanlarda düzenli olarak üretilen atık"şeklinde tanımlamaktadır. Lu ve Yuan, 2011; "yapım, yıkım ve yenileme faaliyetleri

sırasında ortaya çıkan atıklar" olarak tanımlamaktadır. Tabloda 2.1'de görüldüğü üzere inşaat ve yıkıntı atıkları heterojen özetle farklı malzemelerin bir araya gelmesinden oluşan karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu nedenle; tarihsel süreçte inşaat ve yıkıntı atıklarını kategorize etmek için farklı sınıflandırma yöntemleri kullanılmıştır. Bunlardan ilki 1974 yılında Spivey tarafından geliştirilen sınıflandırmadır. Sınıflandırmada inşaat ve yıkıntı atıklarını içeriklerine göre ayırmakta ve

- "Beton, tuğla vb.
- Ambalaj malzemeleri; kâğıt, karton, plastik vb.
- Ahşap (ağaçlar dâhil),
- Atık beton ve asfalt,
- Çöp ve sıhhi atık,
- Hurda ve metal ürünler,
- Kauçuk, plastik ve cam,
- Pestisitler ve kutuları" (Gavilan ve Bernold, 1994) şeklinde kategorize etmektedir.

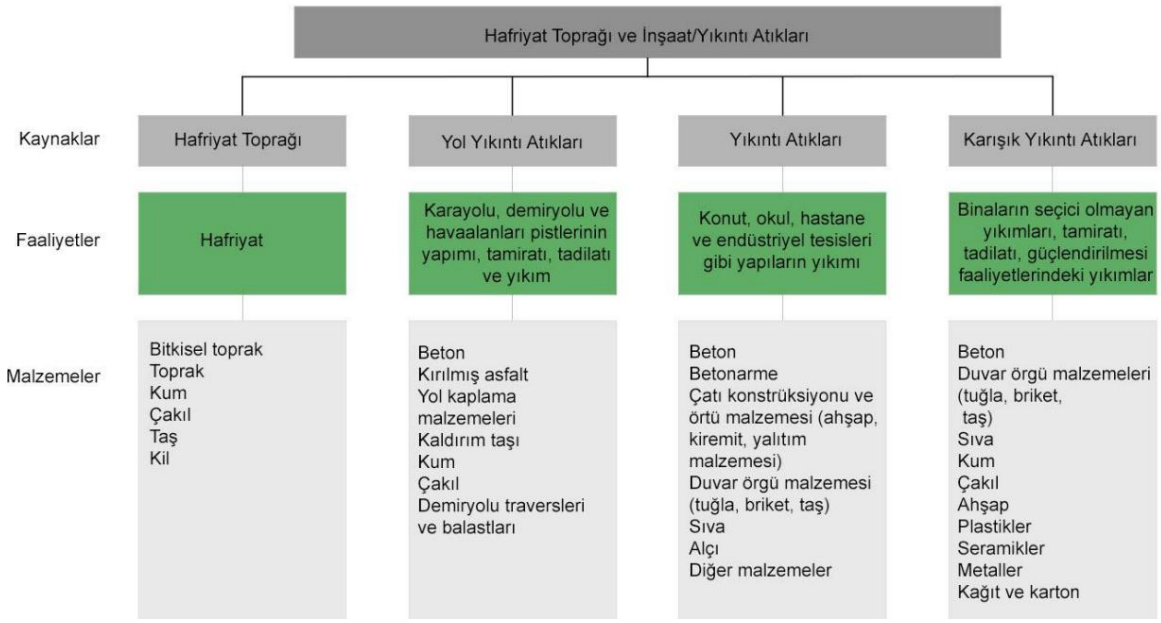
Bir diğer sınıflandırma ise Franklin Associates tarafından yapılmıştır. Bu sınıflandırmada Spivey'in içerik odaklı sınıflandırmasının aksine; inşaat ve yıkıntı atıklarının kent ve kentli sağlığına zararlı olma oranları dikkate alınmıştır. Sınıflandırma kapsamında bir inşaat ve yıkıntı atığının sağlığa zararlı olması için; yüksek yanıcılık, patlayıcılık, zehir, kanserojen madde vb. özelliklere sahip olması gerekmektedir. Sınıflandırma Tablo 2.2'de gösterilmiştir.

Tablo 2.2 Yapım ve yıkım atığı içeriği (Franklin Associates, 1998; Çakmak, 2022 tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir)

Zararsız İçerik	Asfalt, tuğla, donatışız beton, cüruf beton, seramik, cam, plastik levha, plastik boru, porselen, metal, izolasyon malzemeleri

Organik İçerik	Tavan karosu, nakliye konteynerleri, selüloz esaslı yalıtım malzemeleri, ısı yalıtım malzemeleri, palet, makara, presli levha, çatı malzemeleri, kontrplak, kereste
Kompozit İçerik	Halı kaplama halı altlığı, boyalı ahşap, işlenmiş ahşap, alçı levha, lastik, kauçuk hortum/boru

Spivey sınıflandırmasından sonra geliştirilen Franklin Associates sınıflandırılmasında sağlık parametresinin gerekli oluşunun temel sebebi yapıların yıkımı sırasında ortaya çıkan asbest benzeri zararlı maddelere karşı bilincin oluşmaya başlanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Beton, taş, tuğla, vb. inşaat ve yıkıntı atıkları etkisiz olarak değerlendirilmekle birlikte; asbest ve kurşun içeren malzemeler sağlığa zararlı ve zehirli olarak değerlendirilmektedir. İnşaat ve yıkıntı atıklarını Şekil 2.3'te gösterildiği üzere kaynak, faaliyet ve malzeme olmak üzere üç farklı göre kategoriye ayırarak sınıflandırmak mümkündür.



Şekil 2.3 Hafriyat toprağı inşaat ve yıkıntı atıkları (Sönmez, 2021)

Kentsel yaşam standartları, kentsel ekonominin durumu ve refah, coğrafya, kentsel politika, kentlilerin kültürel alışkanlıkları, eğitim durumu gibi çoğaltılabilecek birçok parametre inşaat ve yıkıntı atıklarını farklılaştırmaktadır. Örneklemek gerekirse gecekondu bölgeleri veya kent çeperinden elde edilen inşaat ve yıkıntı atıklarının çoğunlukla ahşap, PVC pencere-kapı gibi malzemeler olmasına karşılık, kent merkezinden elde edilen inşaat ve yıkıntı atıkları demir ve çelik ağırlıklı malzemeden oluşmaktadır. Özetle, kentte çıkan inşaat ve yıkıntı atıkları içeriklerine göre incelendiğinde, çıktıkları kentsel bölgenin ekonomik profiline göre atık kompozisyonu değişmektedir. İnşaat ve yıkıntı atığı kompozisyonundaki ekonomiye bağlı bu değişim kentsel bölgelere benzer biçimde kentler arasında da yaşanmaktadır. Örneğin; "Kanada'nın Ottawa kentinde yapılan karakterizasyon çalışmasında "%9 beton, %26 tahta, %9 metal, %3 biriket, %14 kâğıt, %10 kontraplakt, %17 asfalt döşeme ve kaplama malzemesi, %12 diğer malzemeler oluşturmaktadır. Hong Kong'da yapılan inşaat ve yıkıntı atıklarının %20'lik kısmını beton, %34'lük kısmını betonarme, %7'lik kısmını briket, %7,5 kısmını tahta, %4 kısmını metal ve geri kalanların diğer malzemelerden olduğu tespit edilmiştir" (Ölmez ve Yıldız, 2008). Bir diğer açıdan bakıldığında ise kentsel gelişmişlik seviyesi, istihdam oranları ve nüfus arttıkça kentsel sistemde üretilen inşaat ve yıkıntı oranlarının da arttığı görülmektedir. Bu durum Tablo 2.3'de gösterilmiştir.

Tablo 2.3 Türkiye'de bazı illerin inşaat ve yıkıntı atığı miktarı (Buzkan ve Erman, 2020)

İl	İnşaat ve Yıkıntı Atığı Miktarı (mt3)
İstanbul	35-40 milyon
Manisa	4.180.000,2
Adana	1.111.738,46
Konya	1.115.016,27
Malatya	1.155.424
Trabzon	844.173
Hatay	706.964

İstanbul'daki inşaat ve yıkıntı atıkları artışındaki hızlı artış ise Demir ve Maçin tarafından yapılan araştırmada şu şekilde ifade edilmektedir: "2010-2017 yılları

arasında yapılan ölçümlere göre İstanbul'da inşaat ve yıkıntı atığı miktarının 7 senede 60.4 ton artmıştır. Veriler göz önünde bulundurulduğunda Türkiye'de yıllık %35-40 oranında inşaat ve yıkıntı atığı oluştuğu tahmin edilmektedir" (Demir ve Maçin, 2019).

2.4 İnşaat ve Yıkıntı Atığının Kentsel Metabolizma ve İklim Krizi ile Arasındaki İlişki

İklim; Dünya'daki tüm canlıların yaşamsal ihtiyaçları olan; beslenme, barınma, yiyecek, enerji, çevre ile adaptasyon içinde yaşamına devam edebilme gibi birçok kavramı oluşturan ve etkileyen bütüncül bir kümedir. İklimde doğal akışın dışında ve doğal akışa zarar vererek yapılan tüm yapay değişimler; salgın hastalıklar, ekosistemde bozulmalar, kentsel metabolizmalarda yaşanan tahribatlar olmak üzere birçok sorunu beraberinde getirmektedir. İklim krizinin ortaya çıkmasında temel nedenlerden biri; bilinçsiz ve aşırı doğal kaynak kullanımı, kontrolsüz tüketim ve bu tüketim sonucu oluşan atıkların yönetilememesidir. Bu bağlamda hızla artan inşaat ve yıkıntı atıkları da, iklim krizinin önemli etkenlerinden biridir. Australian Goverment Department of Sustainabilty, Environment, Water, Population and Communities, 2011; "Dünya'daki katı atıkların %50'sini inşaat ve yıkıntı atıkları oluşturmaktadır. Katı atıkların yarısını oluşturan inşaat ve yıkıntı atıklarının iklim krizi üzerinde yalnızca atık oluşumu ile değil; su kaybı, sera gazı emisyonu, enerji tüketimi, verimli toprağın kaybı vb. birçok alanda etkisi bulunmaktadır". Avrupa Komisyonu, İnşaat ve Yıkım Atıklarının Yönetimine İlişkin Hizmet Birimi, 2013 ise; "Sera gazıemisyonunun%33, elektrik tüketiminin %73, verimli toprağın hafriyata dönüşmesinin %12, su kaynağı kullanımının ise %25 oranda inşaat ve yıkım faaliyetleri kaynaklı" olduğunu belirtilmektedir. İnşaat ve yıkıntı atıklarının, iklim krizindeki belirleyici etkisinin temel nedenlerinden biri; beton kullanımıdır. "Dünyada betonun kullanımı 31 milyar tona ulaşarak, beton malzeme sudan sonra insanoğlu tarafından en çok kullanılan malzeme olmuştur" (Sefidehkhan ve Şimşek, 2018). Diğer bir etkili unsur ise inşaatların temelinde ve inşaat malzemesi üretiminin ham maddesi olarak kullanılan topraktır.

Toprağın mineral bakımından en zengin katmanı; en üst ve ilk katmandır. Doğada 2 cm kalınlığındaki bu ilk üst verimli katmanın oluşması 500 yıl gibi uzun bir tarihsel süreci gerektirmektedir. Günümüzde ise bu katmanın çoğu inşaat faaliyetinin başladığı kazım aşamasında ilk atık haline gelen hafriyat toprağına dönüşmektedir.

İnşaat ve yıkıntı atıklarının artan oranlarına ve kentsel metabolizmada yarattıkları tahribat sonucu neden oldukları iklim krizine dair üretilen birçok çözüm önerisinin insan odaklı olduğu görülmektedir. Heterojen ve çok yönlü bir soruna karşı yalnızca bir canlıyı merkeze koymak ve onun çevresinde alternatifler üretmenin ise, araştırmaları pek çok açıdan kör bir noktaya sürüklediği düşünülmektedir. Bunun nedeni ise; günümüzde Dünya'daki çoğu insanın yaşadığı kent kavramının gerçekliğinin ve bu kavram içindeki toplumsal, sosyal, ekonomik ilişkilerin göz ardı edilmesinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle; araştırma kapsamında iklim krizine dair çözüm arayışlarında insan merkezi yerine kent merkezli düşünmenin birçok açıdan olumlu girdi sağlayacağı düşünülmektedir. Bu olumlu girdiler şu şekilde özetlenebilir:

1. Kent merkezli çözüm önerileri yalnızca insanın sağlığını ve ihtiyaçlarını değil tüm kentlileri kapsamaktadır. Bu kapsama; hayvanların, bitkilerin ve kentin sağlığını ve ihtiyaçları da dâhildir.
2. Kent merkezli çözüm önerilerinde kentteki sosyal, toplumsal ve ekonomik ilişkiler bütüncül olarak ele alınmaktadır.
3. Kenti merkeze alarak üretilen ve uygulanan çözüm önerisi başarılı olduğu takdirde kentler arasında olan iletişimden dolayı bir kentin metabolizmasında iyileşme çevre kentleri de olumlu yönde etkilemektedir.

Kentsel metabolizma, kentleri yaşayan birer canlıya benzeterek ilişki kurmakla beraber; Sanayi Devrimi sonrası canlı metabolizması ve kent metabolizması arasındaki farklılıkları da incelemektedir. Kentsel metabolizma yaklaşımına göre kentler; doğal organizmalarda olduğu gibi tanımlanabilir bir sisteme sahiptir. Yaşamak için dışarıdan besin (malzeme) alıp, ihtiyaçlarını karşıladıktan sonra atık oluşturmaktadır. Doğal organizmalarda bu süreçte sıfır atık oluşmaktadır.

Atık olarak ortaya çıkan her madde farklı bir canlının doğal sürecinin parçası olarak dönüşmektedir. Ancak insan yapımı kentler için bunu söylemek mümkün değildir, bu noktada Sanayi Devrimi sonrası metabolik sistemdeki farklılık ortaya çıkmaktadır. Kentlerde ortaya çıkan inşaat ve yıkıntı atığı, doğal süreç içinde başka bir kentlinin yaşamını sürdürmesi için girdi olarak kullanılamamaktadır. Bunun nedeni ise kentlerin metabolizmasının lineer, tek yönlü olarak ilerlemesidir. Çoğu kentin sahip olduğu lineer kentsel metabolizmada atık malzemeler tek yönlü olarak hareket etmekte ve yeniden hayata kazandırılamamaktadır. Doğrusal ve döngüsel kentsel metabolizma arasındaki farkı Foster, 2002; "Mevcut durumda kentlerde varlığını sürdüren lineer/doğrusal bir metabolizma sürecinde, girdilerin çıktılarla doğrudan ilişkisi yoktur. Ancak döngüsel bir sistemde bir çıktı diğer bir süreçte girdi olarak kullanılabilir" şeklinde açıklamaktadır. Bu durumu atık yönetim sistemi ile doğal organizmalarda ve Sanayi Devrimi öncesi kentlerde olduğu gibi döngüsel metabolik işleyişe dönüştürmek mümkündür. Doğrusal kentsel metabolizma artan atık, hava kirliliği vb. tehditler, kentleri iklim krizine karşı dayanıksız hale getirmektedir. Bu nedenle metabolik sistemlerin döngüsel işleyişe dönüştürülmesi aciliyet taşımaktadır.

Günümüzde inşaat sektörü, barınma başta olmak üzere tüm Dünya'daki kentlerin ihtiyaçlarını karşılamak için başvurulan ve en yoğun kullanılan sektörlerin başında gelmektedir. Bu nedenle; inşa süreçleri sonunda ürettikleri inşaat ve yıkıntı atıkları, karbondioksit emisyonu gibi sorunlar ekolojik denge ve iklim krizi üzerinde büyük bir öneme sahiptir. İnşaat sektörünün iklim krizinin oluşmasının nedenlerinden güçlü biri olan karbondioksit emisyonu üzerinde önemli etkisi bulunmaktadır "Küresel inşaat sektörü, toplam karbondioksit emisyonunun %5,5'ini temsil eden 315 milyon ton doğrudan karbondioksit emisyonu oluşturmaktadır. Küresel inşaat sektöründe doğrudan enerji kullanımının %99,5'i fosil tabanlı enerjiden oluşmakta ve fosil kaynaklı yakıtlar, esas olarak yerinde inşaat operasyonu, inşaat makineleri ve ekipmanlarının çalışması için kullanılmaktadır" (Huang ve arkadaşları, 2018). Fosil yakıt kullanımı ve karbondioksit emisyonuna ek olarak, inşaat ve yıkıntı atıklarının

iklim krizi üzerinde çeşitli etkileri bulunmaktadır. Bu etkiler; kentsel doğal kaynak, ısı, hava, su, enerji tüketimi şeklinde çoğaltılabilmektedir. “İnşaat sektörünün ham madde ve malzeme tüketimi ile birlikte ısı ve elektrik enerjisi tüketimi başta gelmektedir. İnşaat malzemelerinin üretimi, inşaatın yapımı veya yıkım aşaması için kullanılan enerji sera gazı emisyonlarına yol açmaktadır. İnşaatın yapımı ve kullanımı aşamasında su kullanımı, bina montajı için arsa kullanımı doğal çevre üzerinde etkilere yol açarken, inşaatın tüm süreçlerinde oluşan atıklar dünyanın yüzey kirliliğinde önemli etkileri vardır” (Adamczyk ve Dylewski, 2017). İnşaat ve yıkıntı atıklarının kentsel metabolizmada yarattıkları tahribatın iklim krizi ile olan ilişkisi ise üretilen ve dönüştürülemeyen atık miktarı ile bağlantılı olarak artmaktadır. Bunun nedeni inşaat sektörünün yalnızca inşa faaliyetleri ile sınırlı kalmayıp kentteki diğer pek çok sektör ile ilişki kurmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum; ulaşım sektörü için yol yapım ihtiyacı gerekmesi ve inşaat sektörünün ulaşım ile ilişkilenmesi şekilde örneklendirilebilir. Kentsel metabolizma, inşaat ve yıkıntı atıkları ile iklim krizi ilişkisini U.S. Geological Survey araştırması örneği üzerinden şu şekilde açıklanmaktadır: “U.S. Geological Survey tarafından yapılan bir araştırmaya göre Amerika’da hızlı kentleşme 2030 yılına kadar 39,7 milyar m2'ye genişlemesi beklenmektedir. Kentleşmenin, artması inşaat sektöründe kullanılacak girdilerin artması anlamına gelmektedir. Örneğin, binalar elektriğin %65'ini, birincil enerjinin %37'sini, su kaynaklarının %25'ini ve tüm ahşap ve malzemelerin %30'unu tüketmektedir. Yapılı çevre ve içindekiler katı atıkların %35'ini, CO2'nin %36'sını ve SO2 emisyonlarının %46'sını, NOx'in %19'unu ve ince partikül emisyonlarının %10'unu üretmektedir. Ayrıca, ABD ekonomisinde kullanılan 3.4 milyar metrik ton yeni malzemenin %75'i inşaat sektörü tarafından kullanılmaktadır” (Nelson, 2004). İnşaat ve yıkıntı atıkları, iklim krizinin oluşmasına neden olmakla birlikte; iklim krizinden etkilenme oranı en yüksek olan sektörlerden biridir.

Tablo 2.4 İnşaat sektörü üzerinde iklim değişikliğinin etkileri ve riskler (Hurlimann ve diğerleri, 2018; ; Çakmak, 2022 tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir)

İklim değişikliği	Öngörülen iklim değişikliği riskleri	İnşaat sektörü için olası etkiler
Sıcaklık değişiklikleri	Daha yüksek ortalama sıcaklıklar, aşırı sıcak günlerde artan sıklık, ısı dalgalarının artan frekansı, artan orman yangını riski, bazı bölgelerde artan kuraklık	Yaz aylarında artan elektrik talebi, güç kesintileri, işçilerin ısıya bağlı yorgunluğu nedeniyle üretkenlik kaybı, orman yangınına meyilli alanlarda inşaat için olası kısıtlamalar, inşaat ekipmanlarında hasar, suyla ilgili daha yüksek inşaat maliyetleri ve inşaat yönetimi sorunları, çevre düzenlemesini etkileyen su kullanımına ilişkin kısıtlamalar, suya-elektrik ve güvenliğe sınırlı erişim nedeniyle projelerde uygulanamayabilirlik
Aşırı hava olayları	Siklon, dolu fırtınası, rüzgâr, fırtına dalgalanması, selde artış	Aşırı sıcaklık koşullarında saha işçiliğinin yönetimi, malzemeler ve inşaat için gerekli değişikliklerde ek maliyetler, tedarik zincirindeki kesintiler dâhil olmak üzere inşaat zaman çizelgelerinde gecikmeler, inşaat araçlarına, malzemelerine ve devam eden binalara hasar, sigorta maliyetlerinin artması ve sigorta alamama olasılığı, bu etkileri hafifletmek için artan maliyetler

Deniz seviyesi yükselmesi	2065 yılına kadar 0,17-0,38 metre arasında tahmin edilen deniz seviyesi artışı ve 2100'e kadar 0,26 ile 0,82 metre arasında artan deniz seviyesi artışı	Temel hizmetlere ve altyapıya zarar vermesi, mevcut yapılı varlıklarda hasar onarım maliyetleri, işçiler için yerinde güvenlik etkileri, inşaat maliyetini artırması, inşaat için artan süre, izinler ve yerler için kısıtlamalar, mevcut inşa edilmiş varlıklarda hasar, alçakta kalan alanlarda (su altında kalmayan) aralıklı taşkın, buna bağlı olarak sigorta sorunları ve maliyetler

2.5 İnşaat ve Yıkıntı Atığının Kentsel Metabolizma Bağlamında Yönetim Modelleri

İnşaat ve yıkıntı atıklarının, kentsel metabolizmada yarattığı tahribatı önlemeye yönelik en faydalı yöntem yönetim; bu tür atıkların üretilmemesidir. Fakat kentlerin mevcut teknolojileri, kentlilerin günlük alışkanlıkları ve yaşamsal pratikleri, kentsel ekonomi ve gelişmişlik gibi koşullar inşaat ve yıkıntı atığı üretimini zorunlu hale getirmektedir. Bu koşullar altında ise atık üretmemek yerine üretilen atığın, en verimli atık yönetimini uygulanarak en yüksek oranda yeniden kullanımı veya geri dönüşümü öncelikli hale gelmiştir. “Atık yönetimi; uygun depolama, toplama, taşıma ve bertaraf teknikleri ve sistemlerinin uygulanmasını kapsayan bütüncül bir yaklaşımdır” (Pichtel, 2005). Atığa dair faydalı bir yönetim planı için atığın nasıl oluştuğu ve özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu kapsamda; oluşan inşaat ve yıkıntı atıklarına yönelik nasıl bir atık yönetim sistemi oluşturulacağını bulmak için bir takım sorular sorulmasını önemlidir. Bu sorular aşağıda sırlanmıştır:

1. “Hangi tür ve ne miktarda atık üretiliyor?
2. Kaç oranında atık üretiliyor?
3. Hangi tür ve ne miktarda atık yeniden kullanım ve geri dönüşüm için ayrılabilir?

4. Oluşan atığın özellikleri nedir?
5. Üretilen atığın özellikleri nasıl değişiyor?
6. Üretilen atığın özellikleri atık işleme sırasında nasıl değişiyor?
7. Hangi atığın ekonomik değeri var?
8. Hangi atık çevre ve insan sağlığına zararlı?
9. Sorulara cevap bulmak için hangi testler yapılmalıdır?
10. Ölçülen atık miktarında ne çeşit değişkenler beklenmeli ve hangi güven seviyesine sahip olmalı?" (Kreith ve Tchobanoglous, 2002).

İnşaat ve yıkıntı atıklarının, kentlerin metabolizmasının döngüsel ve en sağlıklı olacak biçimde yönetilmesinin aciliyeti Japonya'da düzenlenen Döngüsel Ekonomi Forumu'nda öncelikli konu olarak tartışılmıştır. "2018 Dünya Döngüsel Ekonomi Forumu'nda 2018 yılı itibariyle 90 milyar ton dünya hammadde tüketiminin, 2060 yılında yaklaşık 2 katına çıkarak 167 milyar ton olacağı, kaynak tüketimindeki en büyük artışın gelişmekte olan ülkelerdeki inşaat malzemelerinde olacağı belirtilmiştir" (OECD, 2018). 2018 ile 2060 yılları arasındaki inşaat ve yıkıntı atıklarını kapsayan ve 167 milyar ton gibi oldukça yüksek bir rakamdan bahseden rapor, atık yönetiminin aciliyetini göstermektedir. Tez araştırmasının devamında inşaat ve yıkıntı atıklarına dair Dünya'da kullanılan mevcut yöntemler olan; kaynağında önleme/azaltma, yeniden kullanım ve geri dönüşüm yöntemleri incelenmiştir.

2.5.1 Önleme/Azaltma

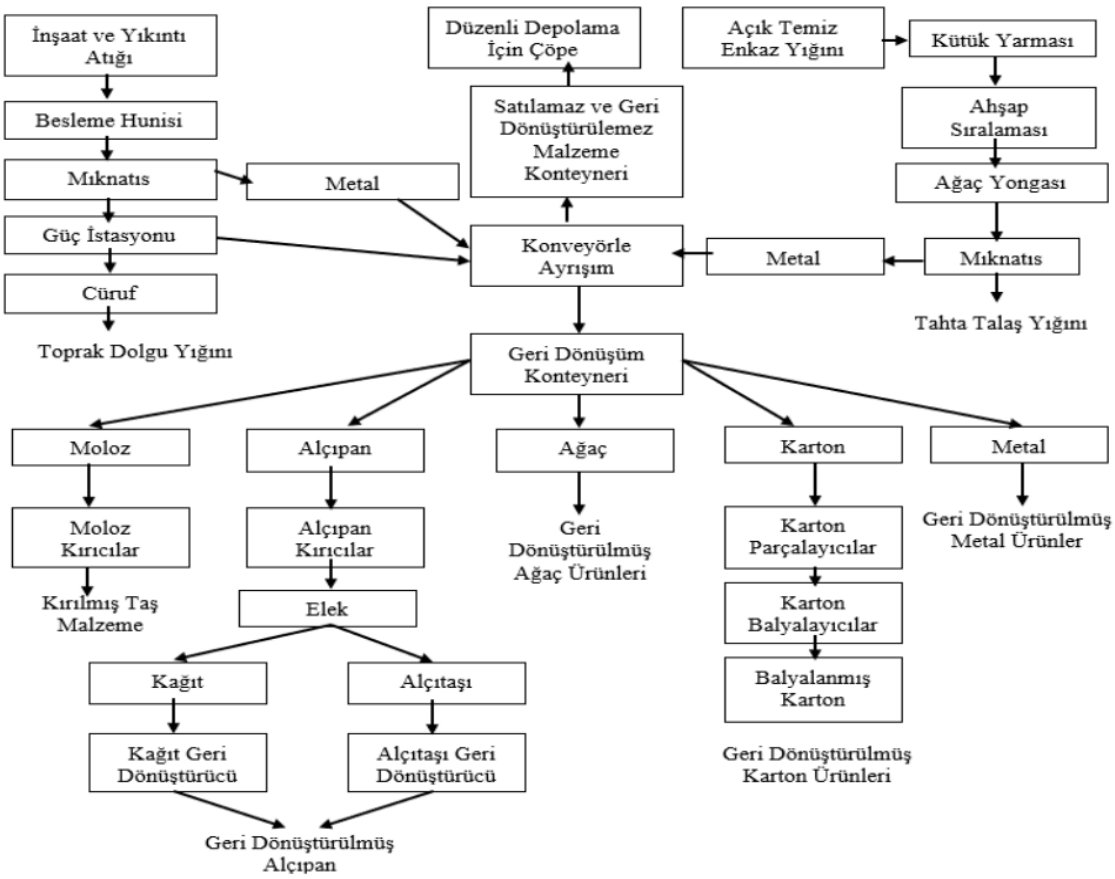
Atık önleme veya diğer bir ismiyle atık azaltma herhangi bir maddenin atık haline gelmeden önce alınan önlemleri kapsamaktadır. Bu önlemler; atık kaynağının belirlenerek miktarının azaltılması, maddelerin yaşam/kullanım ömrünün uzatılması ve yeniden kullanımı şeklinde örneklendirilebilir. Temel olarak atık önleme/azaltma; üretimde kullanılan su, hammadde, enerji gibi kaynakların kontrollü bir şekilde kullanımı ve insan-çevre sağlığına tehdit oluşturmayacak malzemelerin seçilmesi ile doğrudan ilişkilidir. Atık

önleme/azaltmanın; hammadde verimliliği ile üretim maliyetlerini düşürmesi, düşen maliyetlerin pazara yansıması ile müşteri memnuniyeti arttırması gibi olumlu ekonomik geri dönüşleri de bulunmaktadır. Fakat bu tür önlemlerin atık oluşmadan önce alınacak yasal kararlar ve yönetim modelleri ile sistematik bir şekilde yürütüldüğü görülmektedir. Türkiye'de hızlı ve kontrolsüz inşaat ve yıkıntı atığı oluşumu göz önüne alındığında atık önleme/azaltmanın faydalı olamayacağı tespit edilmiştir.

2.5.2 Geri Dönüşüm

Geri dönüşüm yöntemi; yaşam süresinin sonuna geldi olarak nitelendirilen malzemelerin, malzemeyi oluşturan temel bileşenlerinde yapısal değişiklikler yapılarak yeni ve farklı bir ürüne dönüştürülmesi işlemidir. "Geri dönüşüm işleminde ürünün yapısı korunmaksızın malzeme geri kazanılmaktadır" (Fleischemann, 2001).

Geri dönüşüm yönteminin uygulanmasında; diğer yöntemler olan yeniden kullanım ve kaynağında azaltmaya kıyasla daha fazla işlem basamağına, enerji kullanımına ve büyük tesislere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle; geri dönüşümü bir inşaat ve yıkıntı atığı yönetim modeli olarak kullanmak isteyen kentlerin, kentsel ekonomik ekonomik düzeyleri belirleyici olmaktadır. Geri dönüşüm sürecindeki inşaat ve yıkıntı atıkları için gereken birçok aşamada Şekil 2.2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.4 İnşaat ve yıkıntı atığı geri kazanım akış şeması (Altındağ, 2011)

"İBB tarafından hazırlanan İstanbul'daki inşaat ve yıkıntı atıklarının değerlendirilmesi konulu raporda; İstanbul'daki doğal agrega kaynaklarının İstanbul'un ihtiyaçlarını karşılamak için mevcut alanların yeterli olduğu belirtilmiş olmasına rağmen, hafriyat ve yıkıntı atıklarının öncelikle geri kazanılabilir ve yeniden kullanılabilir kısımlarının geri kazanımının gerçekleştirilmesi önerilmektedir" (Vardar ve diğerleri, 2012).

Geri dönüşüm yöntemi özetle; inşaat ve yıkıntı belli yasal prosedürlere bağlı kalınarak, malzemelerin toparlanarak depoya getirilmesi ve burada çeşitli işlemlerden geçtikten sonra malzemeye yüksek enerji verilmesiyle, orijinal yapısının bozulmasıdır. Bununla birlikte tüm inşaat ve yıkıntı atıkları geri dönüştürülebilir değildir. Bu uygulama inşaat ve yıkıntı atıklarının tamamına uygulanamamakta hatta bazı durumlarda bir malzemenin de tamamına değil, atık içinde geri dönüştürülebilir kısmına uygulanabilmektedir. Dolayısıyla geri

dönüşüm için; büyük tesisler ve yüksek maliyet, atığın tamamının dönüştürülememesi gibi nedenlerle büyük depolama alanları, dönüşüm sırasında gereken yüksek enerji gibi ihtiyaçlar doğmaktadır. Bu ihtiyaçlar geri dönüşüm sürecini zorlaştırmaktadır.

2.5.3 Yeniden Kullanım

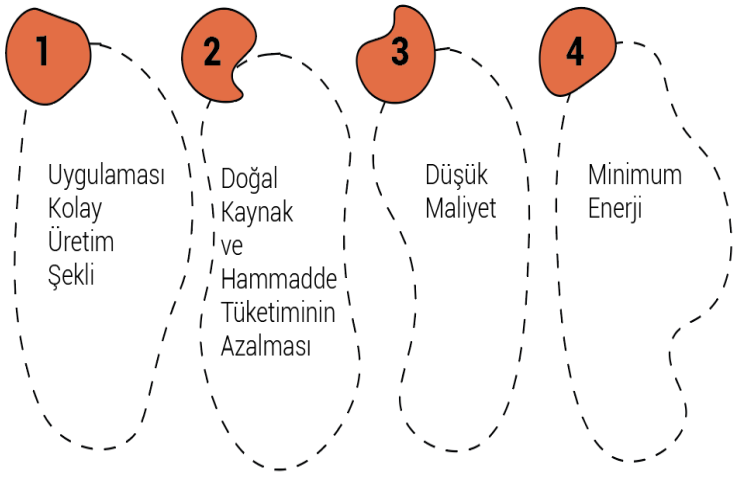
Yeniden kullanımı diğer yöntemlerden en temel fark: İnşaat ve yıkıntı atıklarının, toplanması ve temizlenmesi ve temel tasarım biçimleri (kır, yapıştır, monte et vb.) dışında hiçbir işlem görmeden, maddesel yapısı değişmeden defalarca kullanılabilmesidir. Bu nedenle çok daha az enerjinin harcandığı, düşük maliyetli bir yöntemdir. Yeniden kullanım ile yaşam süresinin sonuna gelmiş bir madde, bileşenlerinde bir değişiklik yapılmadan basit yöntemlerle tekrar yaşama kazandırılır. Bu basit yöntemler; kesme/yapıştırma, tamir etme, boyama, takma/çıkarma vb. şeklinde çoğaltılabilir. Yeniden kullanım süreci atığın oluştuğu anda başlamaktadır. İlk olarak oluşan inşaat ve yıkıntı atığının toplanması gerekmektedir. Bu işlem; tüketicinin getirmesi veya tüketiciden alınması şeklinde iki farklı şekilde yapılmaktadır. İkinci adımda ise; heterojen yapıya sahip olan inşaat ve yıkıntı atıklarının çeşitlerine göre ayrılmasıdır. Ayrılma işlemi 3 farklı şekilde yapılabilmektedir. Bunlar; kaynağında ayırma, toplarken ayırma ve merkezde ayırma şeklindedir. Kaynağında ayırma; inşaat ve yıkıntı atıklarının oluştuğu alanda tüketici tarafından içeriğine göre ayrılmasıdır. Kaynağında ayırma Almanya ve ABD ülkelerinde sıkça kullanılan bir yöntemdir. Toplarken ayırma ise; inşaat ve yıkıntı atığı toplayıcıları tarafından atıklar araca dökülmeden önce yapılmaktadır. Bu işlem; kaynağında ayırmaya göre daha uzun bir vakit almakta fakat inşaat ve yıkıntı atıklarının sıkıştırılarak taşınması nedeniyle taşımayı kolaylaştırmaktadır. Merkezde ayırmada; tesise birlikte ve karışık getirilen inşaat ve yıkıntı atıkları, tesis içinde ayrılmaktadır.

Yeniden kullanım, kentsel metabolizma için önemli olmakla beraber, ekonomik açıdan da değer taşımaktadır. İnşaat ve yıkıntı atıklarının basit yöntemlerle onarılması ve birleştirilmesi; aynı ürünün daha fazla ekonomide kalmasını sağlamakta, yeni kaynak tüketimini azaltmakta ve yavaşlatmakta ve iklim krizini

hızlandıran etkilerden olan doğaya inşaat ve yıkıntı atma sorunu en aza indirilmektedir.

Avrupa'da yeniden kullanım metodunu temel kabul eden pazarlar bulunmaktadır. Örnek olarak; Brüksel'de bulunan Opalis pazarından herkesin ulaşabileceği, yeniden kullanılabilir haldeki inşaat ve yıkıntı atıklarının satışı yapılmaktadır. Ülkemizde yeniden kullanım pazarlarının sistematik bir biçimde yapılmadığı gözlemlenmekle birlikte hurdacı vb. gibi meslek grupları ile bu perspektife uzak olmadığımız görülmektedir.

İnşaat ve yıkıntı atıklarının yeniden kullanım oranının yükselmesi ile yeni madde ihtiyacı azalacak ve atık oluşmadan kaynağında azaltılmış hale gelecektir. Bu bağlamda yeniden kullanım metodu, kaynağında azaltma metodunu kapsamaktadır. Yeniden kullanımda başvurulan üretim biçimlerinin diğer alternatiflere oranla kolaylığı, maliyetinin düşük oluşu, ham madde ihtiyacını düşürmesi, maddenin dönüşümünde artı enerji harcanmaması ve karbon ayak izi oluşturmaması gibi olumlu değerler nedeniyle yeniden kullanım ülkemiz için elverişli bulunmakta ve önerilmektedir. Bu durum şekil 2.5'de özetlenmiştir.



Şekil 2.5 Yeniden kullanımın faydaları

Yeniden kullanım yöntemiyle yaşama tekrar kazandırılan inşaat ve yıkıntı atıklarının birçok kullanım alanı bulunmaktadır. Bu alanlar aşağıda sıralanmıştır:

- Beton inşaat ve yıkıntı atıkları: Üretilen inşaat ve yıkıntı içinde en yüksek orana sahip beton: dolgu malzemesi, otoyol, yürüyüş yolu, kanalizasyon ve drenaj çalışmaları, kaldırım, otopark gibi dış mekânlarda kırma-ufalama yöntemi kullanılarak daha basit bir anlatım ile parçalanarak yeniden kullanılabilmektedir.
- Tuğla, taş, kiremit inşaat ve yıkıntı atıkları: Üzerlerindeki yapıştırma harcı ve derz artıklarının temizlemesi ve kırma-ufalama aşamalarından sonra: Dolgu malzemesi, bina çatı kaplaması, yürüyüş yolu, kanalizasyon ve drenaj çalışmaları, kaldırım, otopark gibi dış mekân çalışmaları, kent mobilyası konstrüksiyonu gibi ürün tasarımlarında yeniden kullanılabilmektedir. Özellikle tuğla malzemede, yeniden kullanım yöntemiyle yaşama kazandırılma oranı oldukça yüksektir. Avrupa Birliği tarafından geliştirilen ve yeniden kullanım odaklı bir proje olan REBRICK projesinde, inşaat ve yıkıntı atıkları içindeki yeniden kullanılabilir tuğlaları ayıran ve üzerlerindeki sıva, alçı, boya gibi kalıntıları temizleyen özel bir sistem geliştirilmiştir. REBRICK projesinin uygulamaya geçmesinin ikinci yılında 24.000 ton yıllık tuğla inşaat ve yıkıntı atığının azaldığı ölçülmüştür. Yeniden kullanılan her tuğlanın, yeni tuğlalarla yapılan binalara kıyasla 0,5 kilo CO2 emisyonu tasarrufu sağladığı belirtilmiştir (CORDIS, 2013).
- Mermer, seramik, doğal taş inşaat ve yıkıntı atıkları: Üzerlerindeki yapıştırma harcı ve derz artıklarının temizlemesi, kırma-ufalama ve kesik yerlerin sağlığı tehdit etmeyecek şekilde onarımı aşamalarından sonra; asfalt harcında özellikle zemin iyileştirme çalışmalarında dolgu malzemesi, beton ve asfalt uygulamalarında agrega, bina iç mekân ve dış mekânda yüzey kaplaması, yürüyüş yolu ve kent mobilyası uygulamalarında kaplama olarak yeniden kullanılabilmektedir.
- Plastik inşaat ve yıkıntı atıkları: Yıkama, kırpma-kesme, kırma-ufalama veya doğrudan kullanım aşamalarından geçtikten sonra; yalıtım

malzemesi, binalarda PVC pencere-kapı şeklinde yeniden kullanılabilmektedir.

- Metal inşaat ve yıkıntı atıkları: Temizleme, kırpma-kesme veya doğrudan kullanım aşamalarından geçtikten sonra; konstrüksiyon malzemesi, ürün tasarımda taşıyıcı eleman olarak yeniden kullanılabilmektedir.
- Ahşap inşaat ve yıkıntı atıkları: Ahşap malzemeden oluşan inşaat ve yıkıntı atıklarının ham maddesi doğrudan doğaya müdahale edilerek ağaçların kesimiyle elde edilmektedir. Bu nedenle bu tür inşaat ve yıkıntı atıklarının yeniden kullanımı oldukça önemlidir. Kullanılabilir durumdaki kalas gibi malzemeler tamir ve temizlenerek yeniden konstrüksiyon malzemesi veya taşıyıcı olarak kullanılabilmektedir. Ahşabın toz haline getirilmesiyle elde edilen talaş, plastik malzeme ile karıştırılarak laminant parke yapımında kullanılabilmektedir. Benzer biçimde kırık ahşaplar eğimli yüzeylerdeki toprağın güçlendirilmesinde ve talaş malzeme ile toprak ile karıştırılarak yine güçlendirmede yeniden kullanılabilmektedir.
- Cam inşaat ve yıkıntı atıkları: Cam malzemeler, yıkım aşamasında hasara uğramadan çıkarıldıkları takdirde yeniden aynı işlevle kullanılabilmektedir. Cam malzeme eritilerek %100 oranında yeniden kullanılabilmekte ve yine cam ham maddeli yeni bir ürün olarak şekillendirilebilmektedir. Bunun birlikte cam inşaat ve yıkıntı atıkları, çimento üretimin ham maddesi olarak yeniden kullanılabilmektedir.
- Alçı inşaat ve yıkıntı atıkları: Alçı malzeme, betondan sonra inşaat faaliyetlerinde en çok kullanılan malzemedir. Dünya'da her yıl 80 milyon ton alçı malzeme kullanılmakta, bunun her yıl 15 milyon tonu, günlük olarak ise 40.000 tondan fazlası inşaat ve yıkıntı atığına dönüşmektedir. İnşaat ve yıkıntı atığı olan alçının ayıklanması ve düşük sıcaklıkla dönüşebilmesi nedeniyle yeniden kullanımı oldukça uygundur. Bu nedenle; yeniden alçı veya çimento ham maddesi olarak yeniden kullanılabilmektedir.

İnşaat ve yıkıntı atıklarının yeniden kullanılarak yaşama kazandırılması, iklim krizi ile mücadelede oldukça önemli bir adımdır. Bununla birlikte atıkların yeniden kullanım yöntemiyle kazandırılması maliyet tasarrufu sağlamaktadır. Bir alanda çıkan inşaat ve yıkıntı atığı miktarının oranın nüfusu ile doğru orantılı olduğu öngörülmektedir. Bu nedenle, tonlarca atığın ekonomik olarak maliyeti söz konusudur. Bu değerlendirme iki farklı açıdan yapılabilir. İlki; geri dönüşüm gelişmiş ülkeler için en iyi alternatif olmak beraber Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler için maliyeti oldukça yüksektir. Geri dönüşüm işlemi için büyük metrekare ve teknolojik donanıma sahip tesisler ve geri dönüştürme işlemi sırasında yüksek enerji sarfiyatlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun yerine yeniden kullanım yöntemi çok daha tasarruflu bir öneridir. Yeniden kullanım; tamir etme ve onarma gibi temel tasarım ile gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle işlem atölye gibi küçük metrekareli alanlarda da yapılabilmekte, büyük tesislere ihtiyaç duyulmamaktadır. Böylece; mekândan ve kullanılan teçhizattan tasarruf sağlanmaktadır. Bir diğer yandan ise; yeniden kullanım ile inşaat ve yıkıntı atıkları döngüsel olarak ekonomiye kazandırılmaktadır. Ürünün ömrü uzamakta ve yeni ham madde ihtiyacı düşmektedir. Bu durum; madem çıkarma, ağaç kesme vb. doğal kaynakların ve bu kaynakların çıkarılması-işlenmesinde ihtiyaç duyulan maliyeti azaltmaktadır.

İnşaat ve yıkıntı atıklarının ekonomik maliyetlere ek olarak; sebep olduğu farklı maliyetler bulunmaktadır. Bu maliyetler şu şekilde sıralanmıştır:

1- “Ön maliyet: Kentlinin bilgilendirilmesi, arazi tahsisi, izin alımı, şantiye
2- İşletme maliyet: Yatırım, işletme, bakım, borçlanma
3- Son maliyetler: Yıkım, işçi giderleri
4- Faaliyette olmayan tesis ıslahı: Atık sahasının kapatılması, emisyonların önlenmesi
5- Öngörülemeyen maliyet: Kaza, doğal kaynakların zarar görmesi
6- Çevresel maliyet: Çevre bozulması, kaynak kullanımı
7-Sosyal maliyet: Görsel estetik algı, yaşam kalitesi değişimi” (EPA, 1997)

Araştırmanın ilerleyen bölümlerinde görüleceği üzere; inşaat ve yıkıntı atığı maliyet hesabında genelde ilk üç basamak hesaba alınmıştır. Oysa inşaat ve yıkıntı atıklarının kentsel metabolizma üzerinde çevresel ve sosyal maliyetler açısından da zararları bulunmaktadır. Bu nedenle atıkların yeniden kullanımı kent içinde birçok açıdan tasarruf edilmesini sağlayacaktır.

2.6 Bölüm Değerlendirmesi

Kentlerin içindeki yapıların sürekli yıkılması ve yeniden yapılmasına dair duyulan istek ve ihtiyaç, inşaat ve yıkıntı atıklarına neden olmakta atıkların yönetilememesi ise önce kentlerin metabolizmasına sonrasında ise ekolojik dengeye zarar vererek iklim krizine neden olmaktadır. Dolayısıyla; inşaat ve yıkıntı atıkları, kentsel metabolizma ve iklim krizi arasında kuvvetli bir ilişki ağı olduğunu söylemek mümkündür. Kentsel metabolizmanın sağlıklı işlemesi ve iklim krizinin yıkıcı etkilerinin en aza indirgenmesi için doğrudan kentsel metabolizma yerine döngüsel kentsel metabolizmanın desteklenmesi gerekmektedir. Bu noktada tez araştırması kapsamında; Sanayi Devrimi ile etkilerini arttıran tüketim toplumunun kentleri de tüketen bakış açısı yerine, inşaat ve yıkıntı atıklarının tekrar kullanıldığı yeniden kullanım yöntemi önemli görülmektedir. Yeniden kullanım yalnızca çevresel açıdan değil; maliyeti düşük olması nedeniyle kentsel ekonomi açısından, kolektif tasarım biçimlerini içermesi nedeniyle kentli katılımı açısından gibi nedenlerle de önerilmektedir.

Tezin 2. bölümünde kentsel metabolizma ile inşaat ve yıkıntı atığı kavramları üzerine derinlemesine literatür araştırması sunulmuştur. Bu araştırma sonucu elde edilen farklı araştırmacılar tarafından yapılan tanımlamalardan kabul edilen içerikler tezin sınırlarını oluşturmaktadır. Bu tanımlamalar aşağıda özetlenmiştir:

Kentsel metabolizma kavramına dair temel alınan tanımlamalar;

- Doğa ve toplum arasında insan aktiviteleri sonucunda gerçekleşen etkileşim (Marx, 1959 aktaran; Karakiewicz, 2011),
- Konut ve kamusal alanda kentte yaşayan canlıların ihtiyacı olan materyallerin ve malların tümü (Wolman, 1965),

- Büyüme, enerji üretimi ve atıkların ortadan kaldırılması ile sonuçlanan şehirlerde meydana gelen teknik ve sosyo-ekonomik işlemlerin toplamı (Codoban, Natalia, Kennedy ve Christopher, 2008),
- Kentsel metabolizmasının içeriğini; "mallar, servisler, materyaller ve enerjiden oluşan heterojen ağların ilişkisi ve akışı çevresel, sosyal ve ekonomik bağlam (Weizs ve Steinberg, 2010),
- Kentlerde kalkınma ve enerji üretimini ve atıkların ortadan kaldırılmasını sağlayan teknik 16 ve sosyoekonomik süreçlerin toplamı olarak tanımlanan kentsel metabolizma, bir kentteki girdi ve çıktılar, enerji, su, besin miktarı, materyaller ve atık miktarı gibi unsurları içermekte; kentler ve ekosistemler arasında bağ kurulmasına yardımcı olmaktadır (Kennedy, Pincetl ve Bunje, 2011).

İnşaat ve yıkıntı atığı kavramına dair temel alınan tanımlamalar;

- Katı atıkların önemli bir bölümünü oluşturan inşaat ve yıkıntı atıkları; ev, köprü, altgeçit, ulaşım hattı inşaatları, yol ve benzeri yapıların tamiratı, restorasyonu, yıkımı ve afetler sonucu oluşan atıklar ve sağlıklaştırma çalışmaları sonucu ortaya çıkan atıklardır (Kırbıyık, 2017),
- Yeni binaların yapımı, eski yapıların veya yolların yıkımı ve mevcut binalarda bakım işlemleri sırasında olmak üzere kentsel alanlarda düzenli olarak üretilen atık (UNEP, 2005),
- Yapım, yıkım ve yenileme faaliyetleri sırasında ortaya çıkan atıklar (Lu ve Yuan, 2011),
- Dünya'daki katı atıkların %50'sini inşaat ve yıkıntı atıkları oluşturmaktadır. Katı atıkların yarısını oluşturan inşaat ve yıkıntı atıklarının iklim krizi üzerinde yalnızca atık oluşumu ile değil; su kaybı, sera gazı emisyonu, enerji tüketimi, verimli toprağın kaybı vb. birçok alanda etkisi bulunmaktadır (Australian Goverment Department of Sustainabilty, Environment, Water, Population and Communities, 2011).

Kentsel metabolizma kavramı ile inşaat ve yıkıntı atıkları arasında yeniden kullanım yöntemi üzerinden kurulan ilişki Kevin Lynch tarafında Wasting away- an exploration of waste: what is, how is happens, why we fear it, how do it well (Boşa harcamak - israfın keşfi: nedir, nasıl olur, ondan neden korkarız, nasıl iyi yapılır?) (Lynch, 1990) isimli araştırmada çarpıcı bir şekilde ele alınmaktadır. Lynch araştırmasında; kenti ölmekte olan ve kan kaybeden bir canlıya, inşaat sektöründe çalışan insanları ise doğada ölen canlıları parçalamakla görevli olan saprofitlere benzetmiştir. Ancak doğadaki saprofitlerin döngüsel sistem içinde sıfır atık mantığıyla çalıştıklarını; kenttekilerin ise yalnızca yıkım yaptığını, ortaya çıkan inşaat ve yıkıntı atıklarına ise çözüm üretmediklerinden bahsetmektedir. Lynch'in yaptığı araştırma ve diğer tüm veriler göz önünde bulundurularak kent çalışmalarında; inşaat ve yıkıntı atıklarının önemini göz önünde bulunduran, kentsel metabolizma kavramını temel yaklaşım kabul eden ve iklim krizine dair olumlu yönde kritik kazanımlar sağlayan yeniden kullanım yöntemini kullanan çalışmalar önemli bulunmaktadır.

3
İNŞAAT VE YIKINTI ATIĞI POLİTİKALARI VE YÖNETİM BİÇİMLERİ

Tez araştırmasının bu bölünde Avrupa Birliği'nde inşaat ve yıkıntı atıklarına dair politikalar ve yönetim biçimleri, tarihsel süreç içindeki değişimleri ile birlikte incelenmiştir. Türkiye'deki inşaat ve yıkıntı atıklarına dair mevcut duruma dair bilgi verilmiştir. Avrupa Birliği'nde Sanayi Devrimi'nin ardından İkinci Dünya Savaşı'nın kentlerde yarattığı yıkımın etkisiyle 1900'lü yıllardan itibaren inşaat ve yıkıntı atıklarının kentsel metabolizmadaki tahribatı artmıştır. Bununla birlikte kentsel metabolizmada inşaat ve yıkıntı atıklarının etkileri özelinde araştırmalar 1970'li yıllarda başlamıştır. Bu dönemde kurulan Yeşil Parti gibi ekoloji üzerine çalışan toplulukların parlamentoda yer alması, Avrupa Birliği'ndeki inşaat ve yıkıntı atıkları çalışmalarına hız kazandırmıştır. İnşaat ve yıkıntı atıklarında politika geliştirmek üzere önemli adımlardan biri 1973 yılında Avrupa Komisyonu, Çevre Genel Müdürlüğü'nün kurulmasıyla atılmıştır. Avrupa Birliği'nin inşaat ve yıkıntı atıkları özelinde geliştirilen politika önerileri Avrupa Komisyonu, Çevre Genel Müdürlüğü tarafından üretilmektedir.

Yapılan analizlerde; Avrupa Birliği kentlerinde üretilen inşaat ve yıkıntı atığı miktarının toplam kentsel katı atık miktarına oranının yüksek olması yalnızca inşaat ve yıkıntı atıklarına odaklanan; European Demolition Association-EDA (Avrupa Yıkım Derneği) kurulmasına neden olmuştur. 1978 yılında kurulan dernek, günümüzde de inşaat ve yıkıntı özelindeki çalışmalarına devam etmektedir. Derneğin inşaat ve yıkıntı atıklarına dair hedeflerinden bazıları aşağıda sıralanmıştır;

- "Yıkım tekniklerinde Avrupa standartlarını belirlemek,
- Geri dönüşüm ve yeniden kullanımı teşvik etmek
- Yıkım esnasında ortaya çıkan sağlık (asbest vb. konular) ve güvenlik mevzuatlarını belirlemek,

- Teknikler ve çalışma yöntemleri hakkında bilgilendirme çalışmaları organize etmek
- Dünyadaki benzer kuruluşlarla bağlantı kurmak" (www.europeandemolition.org).

"Yeni yapıların inşaatı, tamirat, tadilat ve yıkım işleri sonucunda Avrupa Birliği ülkelerinde yılda 180 milyon ton, Almanya'da 59 milyon ton ve ABD'de 136 milyon ton inşaat yıkıntı atığı oluşmaktadır. ABD'de inşaat atıklarının %43'ü konutlardan, %57'si diğer kaynaklardan oluşmakta ve bu atıkların %8'i yeni inşaat yapımından, %44'ü yenilemelerden ve %48'i yıkıntı kaynaklarından meydana gelmektedir. Avustralya'nın Sydney şehrinde oluşan inşaat ve yıkıntı atıklarının miktarı, toplam katı atığın %60'ını oluşturmaktadır. İngiltere'de yılda 53,5 milyon ton inşaat ve yıkıntı atığı oluşmaktadır. Bu atıkların 27,4 milyon tonu depolanmakta, 21,2 milyon tonu inşaat işlerinde dolgu malzemesi olarak, 5 milyon tonu yeni ürün kazanmak üzere değerlendirilmektedir. AB ülkelerinde ise inşaat ve yıkıntı atıklarının %72'si depolanmakta, %28'i geri kazanılmaktadır" (Öztürk, 2005). "Avrupa Birliği ülkelerinde üretilen atık miktarı yaklaşık 2,5 milyar ton, kişi başına düşen atık ise 4,9 tondur. Aynı yıl üretilen atık miktarının %47'si depolanırken, %36'sı geri dönüştürülebilmiştir. Rapora göre 2014 yılı inşaat ve yıkıntı atığı miktarı 868 bin tondur. Özetle; inşaat ve yıkıntı atıkları, toplam atık miktarının %35 gibi önemli bir kısmını oluşturmaktadır" (Eurostat Atık İstatistikleri, 2014).

Avrupa Birliği tarafından inşaat ve yıkıntı atıklarının yönetimi özelinde politika üretmek/uygulamak üzere kurulan dernek, komisyon ve yapılan çalışmalara ek olarak; Hiser Projesi, Bamb Projesi ve Cindirella Projesi gibi pilot uygulamaları yapılarak denenmiş projeler de bulunmaktadır. Bu projeler içinden Hiser Projesi'nin amacı; inşaat ve yıkıntı atıklarının, kentsel ekonomiye en az maliyet ile en yüksek oranda yeniden yaşama kazandırıldığı yeniden kullanım alternatiflerini araştırmak ve geliştirmektir. Bu kapsamda; inşaat ve yıkıntı atıklarının yeniden kullanımına dair bir ar-ge çalışmasının belirlenen kentsel alana uygulanması olarak özetlenebilen Hiser Projesi; kentsel metabolizma

yaklaşımının değerlendirme yaklaşımlarından malzeme akış analizini kullanmaktadır.

Bamb Projesi ise; inşaat ve yıkıntı atığı oluşmadan önce kaynağında azaltma ile önlemeyi birincil hedef olarak belirlemekle birlikte yeniden kullanılan malzemelerle üretilen ekolojik mimari tasarımları desteklemektedir. Bamb Projesi içinde sonradan kentsel metabolizma uygulama çalışmalarında kullanılacak olana malzeme pasaportu kavramı geliştirilmiştir. Bu bağlamda Bamp Projesi'nin konu başlıkları şu şekilde özetlenebilir:

1. Sürdürülebilir, geri dönüştürülüş malzemelerle ekolojik mimari tasarım,
2. Malzeme pasaportu.

Bamb Projesi; sürdürülebilir, geri dönüştürülüş malzemelerle ekolojik mimari tasarım başlığı kapsamında, geri dönüştürülmüş veya yeniden kullanılan malzemelerle inşaat süreçlerini araştırmaktadır. Malzeme pasaportu başlığında ise geri dönüşüm veya yeniden kullanım için uygun olan inşaat malzemelerinin özelliklerinin tanımlandığı detaylı bir ürün özgeçmişi bir başka deyişle bir ürüne dair soy ağacı oluşturmak amaçlanmaktadır. Bu bağlamda araştırmanın devamında detaylandırılacak olan döngüsel malzeme bankası gibi yapıların kentte inşasını önermektedir.

Cindirella Projesi ise Bamb ve Hiser Projelerinin aksine inşaat ve yıkıntı atıklarının bürokratik süreçlerine ve kurumlarla ilişkilerine odaklanmaktadır. Bu kapsamda; inşaat ve yıkıntı atıklarının yeni inşaatlarda yeniden kullanılabilmesi için; belediyeler, özel inşaat sektörü, kamunun biraya gelmesi ve çok aktörlü bir sürecin başlamasını amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda; diğer projelerden farklı çevrimiçi ve güncel yöntemlere yönelerek; çevrimiçi konferanslar ve BIM (Yapı Bilgi Sistemi) gibi güncel mimari teknolojileri kullanmaktadır.

Türkiye'de ise Sanayi Devrimi etkisiyle hızla büyüyen inşaat sektörü nedeniyle kentlerde hızlı bir inşaat ve yıkıntı atığı üretme sürecine neden olmaktadır. Türkiye'de inşaat ve yıkıntı atıklarına odaklanan yasal düzenlemelerin Avrupa Birliği'ne kıyasla daha az sayıda ve içerik olarak daha az kapsamda olduğu görülmektedir. Türkiye'de inşaat ve yıkıntı atıklarına dair Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yayınlanan üç ana yönetmelik

bulunmaktadır. Bununla birlikte Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, inşaat ve yıkıntı atıkları sorununa birincil olarak odaklanan temel dokümandır. Bu yönetmeliğe ek olarak; Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik (Resmî Gazete Tarihi:25.01.2013, Sayı:28539) bulunmaktadır. Yönetmelik kentteki yapıların yıkımı sırasında ortaya çıkan, kent ve kentli sağlığı için tehdit oluşturan asbestin önlenmesini konu almaktadır. Türkiye'de inşaat ve yıkıntı atıkları yönetimine dair yasal düzenlemelere ek düzenlemeler de bulunmaktadır. Bunlar düzenlemeler aşağıda sıralanmıştır:

1. Ulusal Çevre Entegre Uyum Stratejisi,
2. Atık Yönetimi Eylem Planı,
3. Yüksek Maliyetli Çevre Yatırımlarının Planlaması,
4. Katı Atık Ana Planı,

Yapılan yasal düzenlemeler ve politikalara rağmen atıkların yönetiminde yetersiz kalınmakta kentsel metabolizmada hasarlar oluşmaktadır. Bu durum; Türkiye'de 2010 tarihinde yayınlanan Düzenli Atık Depolama Yönetmeliği gibi yönetmeliklerin çıkmasında etkili olmuştur. Buna ek olarak; kentsel yeşil alanlara veya kent merkezinden uzaktaki doğal alanlara kaçak inşaat ve yıkıntı atığı dökümünün engellenmesi için yerel belediyelere Alo Moloz Hattı kurulmuştur. Alo Moloz Hattı, inşaat ve yıkıntı atığına sahip atık üreticilerden atıkları toplama ve kaçak döküm yapan kişilerin kentliler tarafından yerel belediyeye ihbarı olmak üzere iki temel işleve sahiptir. Bu bağlamda; kentli katılımını sağlaması yönünden de olumlu etkileri bulunmaktadır. "TÜİK'e göre atık; belediye ve sanayi atığı olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. İnşaat ve yıkıntı atıklarının toplanması, bertaraftı ve yeniden yaşama kazandırılması belediye görevleri arasında yer almaktadır. "Mevcut durumda inşaat ve yıkıntı atığı miktarının 4-5 milyon ton/yıl olduğu tahmin edilmektedir. Kentsel dönüşüm kanununun yürürlüğe girmesiyle birlikte sayıları artacak olan yıkım ve yapım faaliyetleri ile birlikte inşaat ve yıkıntı atığı miktarının ilk 3 yıl boyunca yıllık hedefin %40'ı esas alınarak 10 milyon ton/yıl ve geri kazanılacak malzeme miktarının 6 milyon ton/yıl civarında oluşacağı öngörülmektedir" (Bilim, Sanayi

ve Teknoloji Bakanlığı, 2017). Bu nedenle Türkiye'de kentsel dönüşüm çalışmaları ile üretimi artan inşaat ve yıkıntı atıklarının yönetimi önem kazanmıştır.

3.1 Avrupa Birliği İnşaat ve Yıkıntı Atığı Politikaları ve Yönetimi

Avrupa Birliği'nde kentsel katı atık yönetimi oldukça geniş ve kapsamlı bir süreci içermekle birlikte bu "Avrupa Birliği'nin çevre alanında bütün ekler ve teknik uyarlamalar da dâhil olmak üzere 500'den fazla yasal düzenlemesi bulunmaktadır" (EEA, 2015). Avrupa Birliği'nin kentsel katı atık yönetimi temel hedeflerini ise; kent ve kentli sağlığını korumak, yerel kaynak kullanımına teşvik etmek ve doğal kaynak kullanımını kontrol altında tutmak, kentsel çevre kalitesini arttırmak, iklim krizine yönelik araştırmaları desteklemek şeklinde özetlemek mümkündür.

Avrupa Birliği'nin inşaat ve yıkıntı atıkları ile ilgili yasal düzenlemeleri 1970'li yıllarda Yeşil Parti'nin etkileri, 1972 yılında yayınlanan Çevre Eylem Programı ve 1973 yılında Avrupa Komisyonu, Çevre Genel Müdürlüğü'nün kurulması ile resmi olarak başlamıştır. İnşaat ve yıkıntı atıklarına dair politika üretimi sürecinin devamında, 1987'de kabul edilen Avrupa Tek Senedi ile kentsel katı atık kirliliği sorununa ayrı bir bölüm ayrılmış ve bu sorunun çözümü Avrupa Birliği'nin çözmesi gereken temel politikalardan biri olarak kabul edilmiştir. 1980'li yıllarda kentsel sistemlerde artan ulaşım çeşitliliği nedeniyle inşaat ve yıkıntı atıklarının ihracatı artmıştır. Bu nedenle; 1989 yılında tehlikeli katı atıkların ihracatını konu alan Basel Sözleşmesi imzalanmıştır. 1992 yılında yapışan Maastricht Antlaşması ile atıkların yeniden yaşama kazandırılması, yeniden kullanım, geri dönüşüm ve sürdürülebilir kentsel çevre gibi kavramlar detaylandırılarak, resmi bir antlaşmada yer almıştır. 1992 yılında Basel Sözleşmesi'ni destekleyici nitelikte olan ve atık taşıyan gemilerin, atık dökümünü denetleyen katı atıkları taşıyan gemilerin rotasının kontrol ve denetimi yönergesi yayınlanmıştır. 1997 Amsterdam Antlaşması ile yeniden kullanım, kent ve kentli sağlığı, sürdürülebilir kentsel çevre kavramları Avrupa Birliği'nin yeni hedefleri olarak resmen kabul edilmiştir.

Avrupa Birliği'nde inşaat ve yıkıntı atıklarını doğrudan hedef alan ve tartışan düzenlemeler ise 2008 yılında yürürlüğe giren Atık Çerçeve Direktifi'nde yer almaktadır. Atık Çerçeve Direktifi'nin kapsamı; kentsel atıklar ve bu atıkların yönetimi üzerinedir. Atık Çerçeve Direktifi'ni tek bir belgeden oluşmamakta, direktifi destekleyen pek çok alt direktif bulunmaktadır. Bu direktifler içinden en önemlisi inşaat ve yıkıntı atıklarını hedef alan; Katı Atık Çerçeve Direktifi'dir. Direktifte; iklim krizi ile mücadele, kent ve kentli sağlığının korunması, sürdürülebilir kent çalışmaları, yeniden kullanım kavramları yer almaktadır. Direktif'te, Dünya'daki inşaat ve yıkıntı atığı üretimi sorununa bütüncül bir perspektifle yaklaşılarak inşaat ve yıkıntı atıklarına dair temel ilkeler şu şekilde sıralanmıştır:

- Çevreyi ve ekolojik değerleri yüksek seviyede koruma ilkesi,
- Atıkların kaynağında önlenmesi veya yeniden kullanımı ilkesi,
- Bütüncül yaklaşım ile inşaat ve yıkıntı atıklarına dair politikaların, çevreyi doğrudan ya da dolaylı olarak ilgilendiren diğer politikalarla birlikte işlemesi ilkesi,
- Ceza yaptırımı-kirleten öder ilkesi" (United Nations Environment Programme, 2005).

İnşaat ve yıkıntı atıkların, kent metabolizmasında yarattığı tahribat ve bunun iklim krizine olan etkisine 2009 yılında yapılan Lizbon Anlaşması'nda değinilmektedir. Anlaşmada küresel bir sorun haline gelen iklim krizine karşı, inşat ve yıkıntı atıklarını içeren kentsel katı atık sorunuyla mücadele temel hedeflerden biri olarak sayılmaktadır. Lizbon Anlaşması'nda, inşaat ve yıkıntı atığı sorunu çözümü için birincil olarak; kaynağında azaltma yöntemi sonrasında ise yeniden kullanım önerilmektedir. Ek olarak; inşaat ve yıkıntı atıklarının kentsel ekonomide yarattıkları ekonomik sorunlar üzerinde de durulmakta ve ülkelere bu konu bağlamında maliyet analizi yapılması önerilmektedir. Maliyet analizinin yapılmasına ilişkin ise kentsel metabolizma değerlendirme yaklaşımlarından olan muhasebe yaklaşımının bir alt kolu olan malzeme akış analizi önerilmektedir. Avrupa Birliği'nin 2020 stratejisine bakıldığında ise

birincil öneride kaynağında azaltma yöntemi yerine, geri dönüşüm ve yeniden kullanım yöntemleri bulunmaktadır.

Avrupa Birliği tarafından 17 Ocak 2014 tarihinde yürürlüğe giren 7. Çevre Eylem Planı ise, Atık Çerçeve Direktifi'ni destekler niteliktedir. 2013 yılında kabul edilen ve 2050 yılına kadar geçerliliğini koruyan plan; 2050 yılı vizyonu, öncelikli hedefler ve hedeflere giden yol haritalarını konu almaktadır. 7. Eylem Planı'nda; ekolojik dengenin ve kentsel metabolizmanın korunması, ihtiyaç dışı kentsel kaynak tüketiminin azaltılması, iklim krizinin etkileri ile bağlantılı kent ve kentli sağlığına ve kentsel yaşam kalitesine dair tehditlerin azaltılması gibi öncelikli çalışma konuları kararları alınmıştır. Bu kararların yaşama geçirilebilmesi için yapılması planlanan uygulama adımları ise şu şekilde belirtilmiştir:

- "Atıklara yönelik çevre politikalarına ve bunların yönetimlerine dair bilgi birikiminin arttırılması,
- Ürünlerin yaşam döngülerinin arttırılması,
- İklim krizine önlem alınabilmesi için, atık sorununa çözüm arayan önerilere yatırım olanağı sağlanması,
- Kentlerin ekolojik dengelerinin sürdürülebilirliklerinin desteklenmesi,
- Avrupa Birliği'nin iklim krizi ile mücadele için uluslararası kapsamda düzenlediği çalışma, konferans, proje vb. üretimlerinin desteklenmesi,
- Düzenli depolamanın yalnızca yeniden kullanılamayan ve geri dönüştürülemeyen atıklara uygulanması,
- Üretilen kentsel katı atık miktarının azaltılması, atıkların yeniden kullanımının maksimum orana çıkarılması" (ec.europa.eu/environment/archives/action-programme/archives/results.htm).

Avrupa Birliği tarafından 2015 yılında yayınlanan ve 2030 yılına kadar olan hedefleri kapsayan Döngüsel Ekonomi Paketi'nde ise inşaat ve yıkıntı atıklarına özellikle dikkat çekilmektedir. Bu tür atıklar için geri dönüşüm ve yeniden kullanım önerilmekle beraber; üretim başlığında ürün tasarımı üzerinde durulmaktadır. Ürünlerin kolayca atık haline gelmemesi önerilmiş, atık haline

gelen ürünlerde ise kolay tamir edilebilme gibi yeniden kullanım yöntemlerinin önemine dikkat çekilmiştir. Paketin atık yönetimi başlığında ise; atıkların maliyet analizleri ve yeniden kullanılarak döngüsel ekonomiye dâhil olduğu zaman yapılan tasarruf hesaplamalarının yapılması önerilmiştir. Bununla birlikte Döngüsel Ekonomi Paketi'nin hedefleri arasında inşaat ve yıkıntı atıklarının yönetiminde atık yönetim hiyerarşisini tam olarak hayata geçirebilmek bulunmaktadır. Atık yönetişim hiyerarşisi grafiği Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Avrupa Birliği atık yönetim hiyerarşisi (Mısır ve Arıkan, 2022)

11.03.2020 tarihinde revize edilerek yeni düzenlemeler yapılan ve Yeni Döngüsel Ekonomi Eylem Planı'nda inşaat ve yıkıntı atıklarını ilgilendiren başlıklar aşağıda sıralanmıştır:

- Ürün dayanıklılığı, yeniden kullanılabilirliği, kalitesi, onarılabilirliği ve iyileştirilmesinin arttırılması,
- Tehlikeli kimyasalların azaltılması, enerji ve kaynak verimliliğinin artırılması,
- Yeniden kullanım ve yüksek kaliteli geri dönüşüme olanak sağlanması,
- Karbon ve çevresel ayak izinin azaltılması,
- Tek kullanımlık ürünlerin kısıtlanması ve erken eskimelerinin önlenmesİ

- Üreticilerin ürünün mülkiyeti ve kullanım ömrü boyunca performansına ilişkin sorumluluğunu elinde bulundurması,
- Yüksek performans seviyelerine göre farklı sürdürülebilirlik performansları olan ürünlerin ödüllendirilmesi (European Commission, 2020).

3.1.2 Avrupa Birliği İnşaat ve Yıkıntı Atığı Yönetim Stratejileri, Uluslararası Antlaşmalar, Raporlar ve Konferanslar

Araştırmanın bu bölümünde Avrupa Birliği tarafından kentsel katı atık yönetimi kapsamında yapılan ve inşaat ve yıkıntı atıklarını kapsayan çeşitli biçimlerdeki önemli çalışmalar kronolojik olarak incelenmiştir.

Avrupa Birliği üye ülkelerinde, inşaat faaliyetlerinde kullanılan malzemeler Avrupa Birliği içindeki ülkelerin hammadde kaynaklarının tüketimi ile elde edilmektedir. Hızlı doğal kaynak ve hammadde tüketimi ve bu tüketim sonucu üretilen inşaat ve yıkıntı atıklarının da doğal kaynakları tahrip etmesi, inşaat ve yıkıntı atıklarını Avrupa Birliği için önemli sorunlardan biri haline getirmiştir. Artan kaynak kullanımı, kentsel metabolizma içinde biriken atıklar, kent/kentli sağlığındaki hastalıklar, kentsel yaşam kalitesinin düşmesi, kentsel çevrede tahribat ve iklim krizin gibi çoğaltılabilecek tüm sorunlar; Avrupa Birliği'nde inşaat ve yıkıntı atıklarına özelinde yönetim stratejileri geliştirmeyi öncelikli hale getirmiştir. Avrupa Birliği'nde inşaat ve yıkıntı atıklarını kapsayan birçok strateji geliştirilmiş olmakla beraber bu bölümde seçilen inşaat ve yıkıntı atıklarını ilgilendiren içeriklere sahip stratejiler üzerinden okuma yapılmıştır.

Avrupa Kentsel Şartı (1992): 1992 yılında düzenlenen Avrupa Konseyi'nde kabul edilen Avrupa Kentsel Şartı; kentlerin gelişimleri, kentsel yaşam kalitesi, kent ve kentli hakları konularına odaklanmaktadır. Avrupa Kentsel Şartı'nın hedefleri aşağıdaki gibidir:

- Kentli haklarını koruyan sözleşmenin hazırlanması,
- Yapılı çevrenin kent hakkı sözleşmesi çerçevesinde geliştirilmesi,
- Kentsel yaşam kalitesinin arttırması,

- Yerel yönetimler için kent yönetimi el kitabı oluşturulması,
- Kentli hakları kongresi için temel ilkelerin oluşturulması;
- Şartın ilkelerini yerine getiren kentler için uluslararası ödüllerin oluşturulması,
- Avrupa Konseyi'nin katılımı ile tasarlanan kent çalışmalarının gerçekleştirilmesi.

Avrupa Kentsel Şartı, kent ve kentli haklarını vurgulaması, katılım ilkesinin üzerinde durması nedeniyle oldukça önemlidir. Bununla birlikte; inşaat ve yıkıntı atıklarına dair Avrupa Birliği'nde üretilen diğer önemli çalışmalardan farklı olarak Avrupa Kentsel Şartı evrakından önce 20 maddelik Avrupa Kentli Hakları Deklarasyonu bulunmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma, doğal kaynak kullanımı gibi konu başlıklarına odaklanan 20 maddelik deklarasyon aşağıda açıklanmıştır:

1. "Güvenlik: Suç, şiddet ve yasa dışı olaylardan arındırılmış güvenli bir kent,
2. Kirletilmemiş, sağlıklı bir çevre: Hava, gürültü, su ve toprak kirliliği olmayan, doğası ve doğal kaynakları korunan bir çevre,
3. İstihdam: Yeterli istihdam olanakların oluşturularak, ekonomik kalkınmadan pay alabilme şansının ve kişisel ekonomik özgürlüklerin sağlanması
4. Konut: Mahremiyet ve dokunulmazlığının garanti edildiği, sağlıklı, satın alınabilir, yeterli konut stokunun sağlanması,
5. Dolaşım: Toplu taşıma, özel araçlar, yayalar ve bisikletliler gibi tüm yol kullanıcıları arasında, birbirinin hareket kabiliyetini ve dolaşım özgürlüğünü kısıtlamayan uyumlu bir düzenin sağlanması,
6. Sağlık: Beden ve ruh sağlığının korunmasına yardımcı çevrenin ve koşulların sağlanması,
7. Spor ve dinlence: Yaş, yetenek ve gelir durumu ne olursa olsun, her birey için, spor ve boş vakitlerini değerlendirebileceği olanakların sağlanması,

8. Kültür: Çeşitli kültürel faaliyetlerin, yaratıcı aktivitelerin ve benzeri olanakların sunulması ve katılımın sağlanması,
9. Kültürler arası kaynaşma: Geçmişten günümüze, farklı kültürel ve etnik yapıları barındıran toplulukların barış içinde yaşamalarının sağlanması,
10. Kaliteli bir mimari ve fiziksel çevre: Tarihi yapı mirasının duyarlı bir biçimde restorasyonu ve nitelikli çağdaş mimarinin uygulanmasıyla, uyumlu ve güzel fiziksel mekânların oluşturulması,
11. İşlevlerin uyumu: Yaşama, çalışma, seyahat işlevleri ve sosyal aktivitelerin olabildiğince birbiriyle ilintili olmasının sağlanması,
12. Katılım: Çoğulcu demokrasilerde; kurum ve kuruluşlar arasındaki dayanışmanın esas olduğu, kent yönetimlerinde gereksiz bürokrasiden arındırma, yardımlaşma ve bilgilendirme ilkelerinin sağlanması,
13. Ekonomik kalkınma: Kararlı ve aydın yapıdaki tüm yerel yönetimlerin, doğrudan veya dolaylı olarak ekonomik kalkınmaya katkı konusunda sorumluluk sahibi olması,
14. Sürdürülebilir kalkınma: Yerel yönetimler tarafından ekonomik kalkınma ile çevrenin korunması ilkeleri arasında uzlaşmanın sağlanması,
15. Mal ve hizmetler: Erişilebilir, kapsamlı, kaliteli mal ve hizmet sunumunun yerel yönetim, özel sektör ya da her ikisinin ortaklığıyla sağlanması,
16. Doğal zenginlikler ve kaynaklar: Yerel doğal kaynak ve değerlerin; yerel yönetimlerce, akılcı, dikkatli, verimli ve adil bir biçimde, kentte yaşayanların yararı gözetilerek, korunması ve yönetimi,
17. Kişisel bütünlük: Bireyin sosyal, kültürel, ahlaki ve ruhsal gelişimine, kişisel refahına yönelik kentsel koşulların oluşturulması,
18. Belediyeler arası iş birliği: Kişilerin yaşadıkları yerleşmelerin ve yerleşmeler arası ya da uluslararası ilişkilere doğrudan katılma konusunda özgür olmaları ve özendirilmeleri,

19. Finansal yapı ve mekanizmalar: Bu deklarasyonda tanımlanan hakların sağlanması için, gerekli finansal kaynakları bulma konusunda yerel yönetimlerin yetkili kılınması,
20. Eşitlik: Yerel yönetimlerin; tüm bu hakları bütün bireylere cinsiyet, yaş, köken, inanç, sosyal, ekonomik ve politik ayrım gözetmeden, fiziksel veya zihinsel özürlerine bakılmadan; eşit olarak sunulmasını sağlamakta yükümlü olması"(Tuğaç, 2020).

Aalborg Şartı (1994) ve Aalborg10+ Şartı (2004): I. Avrupa Sürdürülebilir Kentler ve Kasabalar Konferansı sonucunda kabul edilen Aalborg Şartı, 2004 yılında güncellenerek 10 temel ilkenin belirlenmesiyle yenilenmiştir. İlkelerde; kentsel tasarım ve planlamanın, kentsel çevre ve kaynak kullanımında önemi, iklim krizi, sürdürülebilir ekonomi, bilinçli atık üretimi konularının üzerinde durulmaktadır.

Atık Önleme ve Geri Dönüşüm Tematik Stratejisi (2005): Avrupa Birliği tarafından 2005 yılında 6. Çevre Eylem Programı kapsamında kabul edilmiştir. Strateji; inşaat ve yıkıntı atıklarını içermekte ve kentsel sistemde üretilen katı atıkların yeniden kullanım ile döngüsel olarak yaşama kazandırılması, atık hiyerarşisine göre atık yönetiminin sağlanması ve inşaat ve yıkıntı atığı üreten kentlilerin ürettikleri atıkların sorumluluklarını almaları olmak üzere üç temel ilkeye sahiptir. Atık Önleme, Yeniden Kullanma ve Geri Dönüşüm Tematik Stratejisi'nin temel hedefi; Avrupa Birliği'ni inşaat ve yıkıntı atıklarını oluşmadan kaynağında azaltan/önleyen, üretilmek zorunda kalan inşaat ve yıkıntı atıklarını ise kaynak olarak kullanarak yeniden kullanan bir yapıya dönüşmesi şeklinde açıklanmaktadır. Strateji; atıklara dair kent içindeki tüm süreçleri kapsamakta ve bunların yönetimlerini konu almaktadır. "AB'nin atık stratejisi, atığın üretim, toplama, kullanım ve nihai bertaraf evrelerinden oluşan, yaşam döngüsü boyunca çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin geri dönüşüm vasıtasıyla önlenmesini amaçlamaktadır" (EC, 2005). Stratejide atık kavramına kirlilik olarak bakılmasının yanında fayda sağlanması gerekli bir kaynak olarak da bakılması gerektiğinin önemi vurgulanmaktadır.

Avrupa 2020 Stratejisi (2010): Strateji üç temel ilke üzerinde kurularak, orta vadeli bir plan olarak tasarlanmıştır. Stratejinin ana prensipleri; kentlerde akıllı büyüme ve sürdürülebilir kentsel tasarım olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte stratejide; İnşaat ve yıkıntı atıklarını kapsayan süreçlerle ilgili; yeşil ekonomi, atık hiyerarşisinde azaltma ve yeniden kullanım, teknolojiye dayalı atık yönetimi ana hedefler olarak belirlenmiştir. Avrupa 2020 Stratejisi'nde ayrıca diğer çalışmalardan farklı olarak yeni bir kavram; kapsayıcı büyüme kullanılmaktadır. Kapsayıcı büyüme; sürdürülebilir kentsel ekonomi ve sosyo-kültürel süreçleri bir arada tasarlayarak, çalıştıran bir kentsel büyüme modelidir. Avrupa 2020 Stratejisi, kapsayıcı büyüme modelini kullanarak Avrupa Birliği içindeki istihdam oranını arttırmayı hedefleri arasında saymaktadır.

Kaynakların Verimli Kullanıldığı Avrupa İçin Yol Haritası Stratejisi (2011): 2008 yılında yaşanan ekonomik kriz ve süregelen iklim krizinin etkilerinin artması; yeşil ekonomi, doğal kaynakların verimli kullanımı ve atık yönetimi konularını öne çıkarmıştır. Bu nedenle Kaynakların Verimli Kullanıldığı Avrupa İçin Yol Haritası Stratejisi'nde Avrupa Birliği'nin 2050 yılına kadar kentsel sürdürülebilirlik konulu hedeflerine ve çözüm önerilerine yer verilmiştir. Stratejisi'de öncelikle Avrupa Birliği'nde en çok kullanılan kaynaklar, bu kaynakların hangi sektörler tarafından kullanıldığı ve kaynakların kullanımı sonucu üretilen atıklar belirlenmiştir. Yapılan araştırma sonucunda en çok kentsel atık üreten sektörler;

- Gıda,
- İnşaat,
- Ulaşım şeklindedir.

En çok kaynak kullanan sektörlerin tespitinden sonra en çok üretilen atık çeşitleri belirlenmiştir. Bunlar ise; ambalaj, plastik, inşaat ve yıkıntı atıkları şeklindedir. Strateji'nin devamında belirlenen atıkların azaltılması veya yeniden yaşama kazandırılmasına dair önerilere yer verilmiştir. Bu önerileri, diğer stratejilerden ayıran en temel özellik ise ekonomik yaptırımlara dayanmasıdır. Atıkların azaltmasında ürünlerin fiyatlarının arttırılması, yeşil ekonomiye ve atık dönüşümüne ayrılan yatırımların arttırılması şeklindedir.

Avrupa Birliği Döngüsel Ekonomi Paketi (2015): Avrupa Birliği Döngüsel Ekonomi Paketi 2015 yılında kabul edilmiştir. Avrupa Birliği Döngüsel Paketi'nde; atık önleme/azaltma, eko-tasarım, yeniden kullanım başlıkları öne çıkartılmıştır. Bu başlıkları özelinde kentlerde iyileştirmelerin yapılmasıyla; iklim krizinin yavaşlatılması ve tahrip edilen kentsel alanların iyileştirilmesi, sürdürülebilir kentsel çevre tasarımı, yeni ekonomik fırsatların yaratılması ve rekabet ortamının yaratılmasının yanı sıra sera gazı emisyonlarında %5 oranında bir azalma sağlanabileceği belirtilmiştir. Avrupalı Birliği'ne üye olan firma ve farklı ölçekteki işletmelerin, büyümekte yeni bir pazar olan eko-endüstri alanında döngüsel ekonomi kullanımıyla, Dünya'daki diğer firmalara kıyasla büyük avantajlar yakalayabileceği öngörülmektedir. Bununla birlikte Avrupa Birliği Döngüsel Paketi'nde; Avrupa Birliği'ne üye olan ülkelerin 2030 yılına kadar inşaat ve yıkıntı atıklarından olan;

1. Ahşap malzemede %80,
2. Plastik malzemede %60,
3. Kâğıt ve karton malzemede %90,
4. Demir, metaller, alüminyum malzemede %90
5. Camda malzemede %90,

Geri dönüşüm / yeniden kullanım yapma oranlarına ulaşılması hedeflenmektedir. Stratejinin bir diğer hedefi ise 2025 yılından itibaren geri dönüştürme / yeniden kullanma imkânının en yüksek inşaat ve yıkıntı atıklarından olan; plastik, cam, demir ve kâğıt atıkların depolanmasının yasaklanmasıdır. Bu bağlamda; döngüsel ekonomi yeniden kullanım yöntemi ile ürünlerin piyasada kalış sürelerini uzatmak için yaşam sürelerini arttırmayı hedeflemektedir. Döngüsel Ekonomi Paketi'nin hedefleri aşağıda sıralanmıştır:

- "Horizon 2020 programı altında 650 milyon Euro üzerinde fon, yapısal fonlar altında ise 5.5 milyar Avro fon desteği,
- Gıda atıklarını azaltmak için eylemler,
- Ortak Pazar'da üreticilerin riskini azalmak için ikincil hammaddelerin kalite standartlarının artırılması,

- Enerji verimliliğinin yanı sıra ürünlerin tamir edilebilirliği, dayanıklılığı ve geri dönüştürülebilirliğini artırıcı tedbirler,
- Organik ve atık bazlı gübrelerin bilinirliğini kolaylaştırmak ve biyobesinlerin rolünün desteklenmesi,
- Geri dönüşebilirlik, biyobozunurluk, plastiklerde zararlı maddelerin varlığı konularını ele alan ve deniz çöpünü önemli miktarda azaltacak sürdürülebilir kalkınma hedeflerine paralellik,
- Atık suyun yeniden kullanımı için minimum gerekliliklere ilişkin mevzuat teklifini içeren suyun yeniden kullanıma ilişkin eylemler " (EC, 2015).

Avrupa Birliği 7. Çevre Eylem Planı (2020): Avrupa 7, Çevre Eylem Planı kapsamında iklim krizini birincil gündem alan ve 10 yıllık bir süreci kapsayan planlama sunulmuştur. Bu bağlamda planın konu aldığı öncelikli hedefler şu şekilde sıralanmaktadır:

- "İklim Krizi
- Doğa ve Biyolojik Çeşitlilik
- Çevre ve Sağlık
- Doğal Kaynaklar ve Atıklar" (Erpul, 2020).

3.2 Türkiye'de İnşaat ve Yıkıntı Atığı Yönetimi

Türkiye'de inşaat sektörü ülke ekonomisinde önemli bir paya sahip olmakla birlikte 2012 yılında başlayan kentsel dönüşüm süreci ile çok daha kritik bir yere gelmiştir. Bu nedenle; kentsel politikada kent sisteminde üretilen inşaat ve yıkıntı atıklarına dair politikalar önemli bir yere sahiptir.

Umumi Hıfzıssıhha Kanunu ve Belediye Kanunu (1930): Türkiye'de atık kavramı resmi evraklarda ilk olarak 06.05.1930 tarihinde yayınlanan 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu ve aynı yıl yürürlüğe 1580 sayılı Belediye Kanunu'nda geçmektedir. Umumi Hıfzıssıhha Kanunu'nda; katı atıkların toplanması, depolanması, doğaya atılmaması, toplum sağlığının korunumu gibi konular bulunmaktadır.

1982 Anayasası (1982): Anayasanın, Sağlık Hizmetleri ve Çevrenin Korunması isimli 56. Maddesinde; çevre ve halk sağlığı, sağlıklı çevrede yaşam hakkı, çevre kirliliğinin önlenmesi gibi konu başlıkları bulunmaktadır. Anayasayla birlikte kirleten öder ilkesi kabul edilerek, yasa dışı inşaat ve yıkıntı atığı dökümü yapanlara cezai yaptırım uygulanması kararı alınmıştır.

Çevre Kanunu (1983): 1983 yılında yayınlanan 2872 sayılı Çevre Kanunu'nda katı atık kavramına yer verilerek çevre konusundaki cezai yatırım kararlarına devam edilmiştir.

Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (1991) ve Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (1995): Bu yönetmeliklerle katı atık yönetimine dair sınırlar belirlenmiştir. Yönetmeliklerde; yeniden kullanım, kaynağında azaltma katı atık üretimine dair toplumun bilgilendirilmesi gibi önerilere yer verilmiştir. Atık kontrolüne dair kararlar 90'lı yılların sonuna kadar devam etmekle birlikte, Avrupa Birliği'nde 1989 yılında yayınlanan Basel Sözleşmesi'nin etkisiyle Türkiye'de 1995 yılında Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği yürürlüğe girmiştir. Yönetmelik inşaat ve yıkıntı atıkları içinde kent ve kentli sağlığını tehdit eden zehirli malzemeleri de kapsamaktadır.

Atık Yönetim Stratejisi (2003): "2003 yılında Avrupa Birliği atık yönetimine benzer bir atık yönetim stratejisi yayınlanmıştır. Bu strateji ile birçok karar kanunlaşmış ve vergilendirilmiştir. Hayata geçirilen yasal ve idari düzenlemelerle belirlenen amaçları gerçekleştirebilmek için mali araçlar da devreye sokulmuş ve bu bağlamda çevre temizlik vergisi, katı atık vergisi, özel tüketim vergisi, motorlu taşıtlar vergisi ile katma değer vergisinden oluşan vergi politikası yoluyla çevresel bozulmalar önlenmeye çalışılmıştır" (Aydın ve Deniz, 2018). Vergiler günümüzde de geçerli olmakla beraber, inşaat ve yıkıntı atıklarının denetleyicisi, değerlendirilmesi ve raporlanması T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na aittir. Fakat inşaat ve yıkıntı atıklarına dair resmi kararların uygulayıcısı yerel belediyelerdir.

Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (2004): Türkiye'de inşaat ve yıkıntı atıklarıyla doğrudan ilgilendiren yasal düzenleme ise

2004 senesinde Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından yayınlanan Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği'dir. Yönetmeliğin amacı; hafriyat toprağı, inşaat ve yıkıntı atıklarının, kent ve kentli sağlını tahrip etmeden toplanması, depolanması, bertaraf edilmesi, yeniden kullanılması veya geri dönüştürülmesini düzenlemek olarak açıklanmaktadır. Yönetmelik; inşaat ve yıkıntı atıklarının, yeniden yaşama kazandırılmasındaki tüm idari ve teknik süreçleri kapsamaktadır. İnşaat ve yıkıntı atıklarının yönetimine dair kararlar şu şekildedir:

"a) Atıkların kaynağında en aza indirilmesi esastır,

b) Bu atıkların yönetiminden sorumlu kişi, kurum/kuruluşlar, atıkların çevre ve insan sağlığına olabilecek zararlı etkilerinin azaltılması için gerekli tedbirleri almakla yükümlüdürler,

c) Hafriyat toprağı ile inşaat/yıkıntı atıklarının geri kazanılması ve özellikle alt yapı malzemesi olarak yeniden değerlendirilmesi esastır,

d) Hafriyat toprağı ile inşaat/yıkıntı atıklarının karıştırılmaması esastır,

e) Sağlıklı bir geri kazanım ve bertaraf sisteminin oluşturulması için atıkların kaynağında ayrılması ve seçici yıkım esastır,

f) Hafriyat toprağı ile inşaat/yıkıntı atığı üreticileri, atıklarının bertarafı için gerekli harcamaları karşılamakla yükümlüdür." (ÇŞB, 2004)

İnşaat ve yıkıntı atıklarına dair kanunlar ise aşağıdaki gibidir:

1. 2872 sayılı Çevre Kanunu,
2. 3194 sayılı İmar Kanunu,
3. 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu,
4. 5326 sayılı Kabahatler Kanunu,
5. 27471 sayılı Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik,
6. 27717 sayılı Orman Kanunu 16. Maddesinin Uygulama Yönetmeliği bulunmaktadır.

Çevre Kanunu (2006) ve Atık Yönetimi Genel Esasları (2008): 2006 yılında Çevre Kanunu'nda revizeler yapılarak inşaat ve yıkıntı atığı dökümü ile ilgili

cezai yaptırımların kapsamı genişletilmiş, 2008 yılında ise yayınlanan Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik ile kentli sağlığı kavramı üzerinde durularak, kentsel katı atık yönetimine odaklanılmıştır.

Atık Yönetimi Yönetmeliği (2015): 2015 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayınlanan Atık Yönetimi Yönetmeliği'nin kabul edilerek, uygulanmaya başlanması ile aşağıda sıralanan yönetmelikler yürürlükten kaldırılmıştır:

"14/3/1991 tarihli ve 20814 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği,

14/3/2005 tarihli ve 25755 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği,

5/7/2008 tarihli ve 26927 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik" (Aldırmaz, 2018).

Günümüzde Türkiye'de yürürlükte olan inşaat ve yıkıntı atıklarına ile ilgili yönetmelik ve kanunlar ise Tablo 3.1'de kronolojik olarak sıralanmıştır:

Tablo 3.1 Türkiye'de İnşaat ve Yıkıntı Atığı Yönetimi Hakkında Kanun ve Yönetmelikler

Yıl	Yasal Dayanak
1983	Çevre Kanunu
2004	Hafriyat Toprağı İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği
2005	Belediye Kanunu
2006	Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği
2010	Atıkların Düzenli Depolamasına Dair Yönetmelik Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik
2015	Atık Yönetimi Yönetmeliği
2017	Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği

2019	Geri Kazanım Katılım Payına İlişkin Yönetmelik Sıfır Atık Yönetmeliği

3.2.1 Türkiye'de İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Yönetim Politikalarına Dair Kurumsal Yapılanma

İnşaat ve yıkıntı atığının probleminin ölçeği tüm Dünya olmakla birlikte, problemin çıkış noktası yereldir. Bu nedenle yerelden üretilecek çözümler oldukça büyük önem taşımaktadır. Türkiye'de benzer bir bakış açısı ile inşaat ve yıkıntı atıklarına dair politikalar Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından üretilmekle beraber; atıkların denetlenmesi yerel yönetimler tarafından yapılmaktadır. İnşaat ve yıkıntı atıklarına dair kurumsal yapılanmada görev alan kurumlar ise aşağıdaki gibidir:

- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı,
- Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü.

1848 yılında Bayındırlık ve İskân Bakanlığı ismiyle kurulan ve sonrasında isim değişikliğine gidilen Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın kuruluş amacı Türkiye'deki imar ve barınma sorunlarını çözmek olarak açıklanmaktadır. 2011 senesinde yayınlanan Teşkilat ve Görevler Hakkında Kanun ile çevre ve kentleşme sorunları da görev tanımları arasında katılmıştır. Bakanlığı'nın inşaat ve yıkıntı atığına dair görevleri aşağıdaki gibidir:

- "Çevreye katı atık bırakan veya bırakması muhtemel olan her çeşit tesisin ve faaliyetin çevreye etkilerini değerlendirmek, bu tesislerin ölçüm ve izlemlerini yapmak, izin vermek, denetlemek,
- Atık yönetimine ilişkin hedef, politika ve ilkeleri belirlemek,
- Atıkların kaynağında en aza indirilmesini sağlayarak sınıflara ayrılması, toplanması, taşınması, geçici depolanması, geri kazanılması, bertaraf edilmesi, yeniden kullanılması, arıtılması, enerjiye dönüştürülmesi ve nihai depolanması konularında politika ve strateji belirlemek ve mevzuat oluşturmak" (Dağıdır, 2020).

Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü ise inşaat ve yıkıntı atığı üreten tesislerinden takibime kaçak döküm olmak üzere pek çok konuda yetkilidir. 09.07.2022 tarihli, 31907 sayılı Resmi Gazete yayınlanan karar birlikte Çevre Etki Değerlendirmesi'nde revizeler yapılmıştır. Yapılan revizyonlardan inşaat ve yıkıntı atıkları, iklim krizi ve kentsel metabolizmayı etkileyen kararlar aşağıdaki gibidir:

- "Halkın bilgilendirilmesinin etkinleştirilmesine yönelik düzenlemeler gerçekleştirilmiş, yürürlüğe alınan Paydaş Katılım Planı ile katılımcılıkta iletişim yollarının sayısı arttırılmıştır.
- Çevresel ve sosyal eylem planı hazırlanması, sürdürülebilirlik ve çevre izleme planı hazırlanması zorunlu hale getirilmiştir.
- Sıfır Atık Planı, Sera Gazı Azaltımı Planı, İklim Değişikliğine Etkiler, Çevre İzleme Planı, Çevresel ve Sosyal Yönetim Planı vb. birçok planın "Sürdürülebilirlik Planı" altında ÇED Raporları'nda yer alması zorunlu hale getirilmiştir" (ced.csb.gov.tr).

3.3 Bölüm Değerlendirmesi

Avrupa Birliği, Türkiye'ye kıyasla inşaat ve yıkıntı atıklarına dair çevre politikaları ve yönetim stratejilerini geliştirmeye daha erken dönemde ve resmi kararlar ile başlamıştır. Alınan yerel kararların dahi tüm birliğe uygulanmaya zorunlu kılan önlemler içermesi, iklim çalışmalarında hız kazanılmasına neden olmuştur. "Avrupa Birliği'nde çevre konusu ilk defa 1971 yılında ciddi bir şekilde ele alınmış ve Avrupa Topluluğu Komisyonu, Birliğin çevre politikasını bir bildiri ile yayınlamıştır" (Bayram, Altıkat ve Torun, 2011). Bu süreçte Avrupa Birliği tarafından geliştirilen; Çevre Eylem Planları, Döngüsel Ekonomi Politikası, Atık Önleme, Yeniden Kullanma ve Geri Dönüşüm Tematik Stratejisi, Kaynakların Verimli Kullanıldığı Avrupa İçin Yol Haritası Stratejisi vb. şeklinde çoğaltılabilecek birçok mevzuat, yasal düzenleme ve uygulama projeleri bulunmaktadır.

Türkiye'de katı atık sorunu Avrupa Birliği ile benzer bir tarihsel süreçte, yasal evraklarda geçmekle beraber yalnızca teorik bir araştırma yapıldığı görülmektedir. Katı atık kavramı detaylı bir şekilde işlenmemiş ve bu nedenle de

katı atığın bir çeşidi olan inşaat ve yıkıntı atıklarının kentsel metabolizma üzerinde yaptığı tahribatın fark edilme süresi uzamıştır.

Türkiye'de inşaat ve yıkıntı atıklarına dair üretilen çoğu politika ve yasal düzenlemelerin Avrupa Birliği'nin katı atık yönetimine dair uluslararası alanda geçerli olan kararları doğrultusunda alındığı görülmektedir. İnşaat ve yıkıntı atığı sorunun; atığın oluştuğu bölgenin iklimi, ekonomisi, toplumsal ilişkileri vb. birçok kavramla ilgisi bulunmaktadır. Bu nedenle sorunun çözümü için önerilen düzenlemelerin yerel çözümler içermesi önemlidir. Bu bağlamda Türkiye'de inşaat ve yıkıntı atığa dair yere özgü çözümler üretilmesi konusunda eksiklikler olduğu görülmektedir. Bununla birlikte Avrupa Birliği'nde 1992 yılında Maastricht Anlaşması ile birlikte inşaat ve yıkıntı atıklarına dair anlaşma ve yönetmeliklerin yayınlanmaya başladığı görülmektedir. Türkiye'nin inşaat ve yıkıntı atığı yönetim sürecinde benzer anlaşmalara rastlanmamaktadır. Daha üst ölçekten bakıldığında kentsel katı atıklara dair yönetmeliğin yayınlanması 2000'li yıllara dayanmaktadır. Bu yönetmelik ise; 2019 yılında yayınlanan Sıfır Atık Yönetmeliği'dir.

Avrupa Birliği tarafından; kentlilerin ürettikleri inşaat ve yıkıntı atıklarının sorumluluğunu alması, kentsel metabolizma, kent ve kentli sağlığı gibi konularda bilinç yaratılması kapsamında Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu gibi birçok proje çalışması geliştirilmiştir. Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu Projesi'ne göre inşaat ve yıkıntı atığı üreten üreticiler; bu atıkların toplanması, taşınması, depolanması, bertaraftı veya geri kazanılması süreçlerinde finansal ve yasal sorumluluğu üstlenmek zorundadır. Türkiye'de ise inşaat ve yıkıntı atıklarının yönetiminde katılım ilkesinin 09.07.2022 tarihli, 31907 sayılı Resmi Gazete yayınlanan Çevre Etki Değerlendirmesi'nde yapılan revizelerde yer aldığı görülmektedir. Bu durum; inşaat ve yıkıntı atığı üreten kentlilerin, atık üretimi ve kentsel metabolizmaya tahribatı konusunda bilgi sahibi olması ve sorumluluk almasında gecikmeye neden olduğu düşünülmektedir.

Avrupa Birliği'ndeki inşaat ve yıkıntı atıklarına dair geliştirilen politikalar ve uygulama projelerinde; atık hiyerarşisinin ilk basamakları olan önleme ve kaynağında azaltmaya odaklanılmaktadır. Dolayısıyla; inşaat ve yıkıntı atığı oluşmadan önce müdahale etmek ve sorunu sürecin başında sonlandırmak

hedeflenmektedir. Türkiye'de ise çoğunlukla inşaat ve yıkıntı atıklarının depolanmasına, bertarafına ve dönüşümüne yönelik tesisler kurulmaktadır. Avrupa Birliği'nin aksine inşaat ve yıkıntı atıklarının oluşmaması değil; oluştuktan sonraki süreçlere odaklanılmaktadır. Bu durum ise araştırma kapsamında, atık sorunun çözümü için sürdürülebilir ve faydalı bir yöntem olarak değerlendirilmemektedir.

Türkiye'de özellikle gecekondu bölgelerinde yaygın olan çıkmacılık mesleği; yıkılan veya yenilenen binalardan elde edilen inşaat ve yıkıntı atıklarının çıkmacılar tarafından toplanarak, yeni yapılan binaların hammaddesi için satılması anlamına gelmektedir. İkinci el inşaat malzemesi olarak da isimlendirilen çıkma malzemelerin satışının, kentte özellikle kentsel dönüşüme uğrayan alanlarda yaygın olduğu görülmektedir. Dolayısıyla Türkiye'nin yaşama kazanım yöntemlerinden biri olan yeniden kullanıma teori ve pratikte yabancı olmadığı görülmektedir. Çıkmacılık ve yeniden kullanım arasındaki ilişkiyi Ceritlioğlu ve Altay yaptıkları araştırmada şu sözlerle açıklamaktadır: "Çıkmacılarda gerçekleşen geri dönüşüm ve yeniden kullanım süreci yapıların sürdürülebilirliği ve yapı malzemelerinin tüketimi konusu ile birebir ilişkilidir. Çıkmacı hurdalıklarında biriken malzemeler yapılar yıkılmadan önce sökülen PVC doğrama, kapı, klozet, kalorifer petekleri gibi yeniden kullanılabilecek yapı malzemelerinden oluşur. Sergilenen malzemeler dar gelirli kent sakinleri için erişilebilir değerdedir" (Altay & Ceritoğlu, 2016). Çıkmacılık kültürüne benzer bir uygulama Avrupa Birliği'nde Hollanda kentinde süper kullanım(super-use) ismiyle uygulanmaktadır. Süper kullanımda, geri dönüşümün harcadığı fazla enerji sarfiyatı eleştirilerek özellikle kentteki küçük ölçekli inşalar için yeniden kullanım metodu önerilmektedir. Buna ek olarak süper kullanımda; geri dönüşüm yönteminin yeni malzeme elde edebilmek amacıyla elde olan malzemeleri en küçük parçacığına kadar ayrıştırarak, yapısal değişiklikler yapmasına eleştirel yaklaşılmaktadır. Süper kullanım ile inşaat ve yıkıntı atıklarının yapısal değerlerinin korunarak yeniden kullanılmasıyla üretilmiş Wikado (www.archello.com/project/wikado) isimli bir oyun parkı tasarımı bulunmaktadır.

4
KENTSEL METABOLİZMA YAKLAŞIMININ İNŞAAT VE YIKINTI ATIKLARI BAĞLAMINDA KENT ÇALIŞMALARINDA KULLANIMI

Kentler, Sanayi Devrimi ile birlikte kontrolün dışında bir hızda büyümeye ve büyürken aynı oradan atık oluşturmaya başlamıştır. Oluşan atıkların kentsel metabolizmada yarattığı bozulmalar ve iklim krizi ile olan ilişkisi, atık sorununu birincil gündem haline getirmiştir. Kentsel metabolizma yaklaşımı, kentlerin şimdiki zamanda, atık ve metabolik süreçlerindeki sorunlarına çözüm aramakla birlikte geleceği de planladığı için büyük bir öneme sahiptir. Kentsel metabolizma yaklaşımının ölçüm yöntemleri ile kentlerdeki; materyal ihtiyacı, atık üretimi, bunların nerelerde/ne zaman yoğunlaşacağı, ekonomik-sosyal ve çevresel faktörlere etkileri gibi birçok parametre öngörülebilmektedir. Bu öngörü sayesinde kentlere dair sürdürülebilir gelecek planları hazırlanabilmekte ve iklim krizine dayanıklı kent çalışmaları geliştirilebilmektedir.

Araştırma kapsamında incelenen, kentsel metabolizma yaklaşımıyla geliştirilen kent çalışmalarına dair içeriklerde 4 hedefin öne çıktığı görülmektedir. Bunlar;

1. Kentsel altyapı ve ulaşım ağlarının sürdürülebilir hale getirilmesi,
2. Kent içindeki sistemlerin tümü düşünülerek bütüncül tasarım yapmak,
3. Süreçlerde kentli katılımı sağlamak ve diğer kentlerle işbirlikleri kurmak,
4. Döngüsel kentsel metabolizmayı işler hale getirmek şeklindedir.

Kentsel altyapı ve ulaşım ağlarının sürdürülebilir hale getirilmesi ilkesi, inşaat ve yıkıntı atıklarının kent içindeki dolaşımını kapsamaktadır. Kentin sahip olduğu ulaşım ağları kullanarak taşınan inşaat ve yıkıntı atıkları, kentsel metabolizma içinde gezinmekte, konut alanları veya hastane gibi sağlık merkezlerinin çeperlerinden sıklıkla geçmektedir. Bu noktada, inşaat ve yıkıntı atıklarının döküldükleri alan kadar, o alana ulaşırken izledikleri güzergâhın da önemi bulunmaktadır. İnşaat ve yıkıntı atıkları yalnızca döküldükleri doğal alanlar

nedeniyle iklim krizini tetiklememektedir. Aynı zamanda bu atıkların havaya bulaştırdığı asbest gibi zararlı maddeler de iklim krizine sebep olan dolayısıyla kentsel metabolizmayı tahrip eden etkenlerden biridir. Tüm bunlar düşünüldüğünde; inşaat ve yıkıntı atıklarının kentsel metabolizma içinde seyahati daha kısa bir ifade ile kentsel ulaşım ağlarının tasarımı büyük önem taşımaktadır.

Canlıların metabolik sistemlerinde besinleri, atıkları taşıyan damar, sinir yapısı gibi doğal ağ sistemleri bulunmaktadır. Bu sistemler; canlının büyüme, gelişme, hastalanma vb. durumlarına göre kendiliğinden şekil değiştirmektedir. Kentlerin metabolizmalarındaki benzer ağ sistemi ise; kentsel ulaşım ağlarıdır. Fakat canlı organizmalarından farklı olarak kentlerdeki ulaşım ağları kendiliğinden gelişememekte, dışarıdan müdahale gerekmektedir. Bu müdahalelerin kentsel metabolizma yaklaşımına uygun olarak yapılması; kentleri sürdürülebilir, dayanıklı, sağlıklı ve yaşanabilir hale getirmektedir.

Kent içindeki sistemlerin tümü düşünülerek bütüncül tasarım yapmak ise kentsel metabolizmanın çok disiplinli tasarım yapma yaklaşımını kapsamaktadır. Canlı organizmalar yaşamlarını sürdürebilmek için birçok doğal sistemle etkileşim halindedir. Kentsel metabolizma yaklaşımı, canlı organizmaların metabolizmalarının işleyiş biçimlerinden ve yaşam süreçlerinden öğrendiği deneyimlerle, sürecin çok disiplinli işlemesi gerektiğine ulaşmıştır. Bu nedenle süreçte; kentsel ekonomi, kent sosyolojisi, kentsel tasarım başta olmak üzere birçok disiplinin birlikte çalışmasını önermektedir.

Süreçlerde kentli katılımı sağlamak ve diğer kentlerle işbirlikleri kurmak ilkesine göre etkin ve etkileşimli tasarım yapmak, kentsel metabolizma yaklaşımının sosyo-kültürel yanını kapsayan ilkedir. Süreçlerde kentli katılımını sağlamak ve diğer kentlerle işbirlikleri kurmak; en temelde kentlilerin istek ve ihtiyaçlarının karşılanmasını, bu sırada kentlilerin süreçlere dâhil edilmesini ve diğer kentlerle iletişim kurulmasını amaçlanmaktadır. Kentsel metabolizma yaklaşımına göre kentlerin hücrelere benzer ağ sistemleri bulunmaktadır. Bu ağ sistemi yalnızca kentin içinde başlayıp bitmemekte, çevre kentleri de birbirine bağlamaktadır, etkilemektedir. Dolayısıyla bir kentin metabolizmasındaki bozulma çevresindeki

diğer kentlere de iletilmekte ve etkilemektedir. Bu nedenle kentlerin aralarında işbirlikleri kurması önemli bir hale gelmektedir.

Döngüsel kentsel metabolizmayı işler hale getirmek ise; günümüzde çoğu kentin sahip olduğu ve inşaat ve yıkıntı atığı sorununa çözüm bulamayan doğrusal metabolizma yerine döngüsel metabolizmaya geçmek bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır. Döngüsel metabolizma ile desteklenen sıfır atık oluşumu ile atık üretiminin önüne geçilebilmektedir.

Araştırmanın devamında kentsel metabolizma yaklaşımı ile üretilen kent çalışmalarında ortak ilkelere odaklanılmıştır. Bu tasarım ilkelerinin sınırları bölümün başında sıralanan hedefleri de kapsamaktadır. Tasarım ilkeleri Bölüm 4.1'de detaylandırılmıştır.

4.1 Kentsel Metabolizma Yaklaşımının Kent Ölçeğine Uygulanmasında Temel İlkeler

Sanayi Devrimi'nin etkisiyle birlikte 20. yüzyıldaki kentsel sistemler içlerinde birçok farklı disiplinin çalışmasını gerektiren karmaşık bir yapıya dönüşmüştür. Sürdürülebilir kent çalışmaları için yalnızca çevresel veriler yerine sosyal, ekonomik, politik vb. olmak üzere birçok süreç tasarımı etkilemektedir. Bu nedenle kentsel metabolizma yaklaşımının iklim krizine dayanıklı, ekolojik ve sürdürülebilir tasarım yaparken çok disiplinli yaklaşımı benimsemesi çok daha fazla önem kazanmaktadır. Günümüzdeki karmaşık kent sistemleri, sistemler içinde ve arasındaki sorunların çözümlenmesinde kentsel metabolizma yaklaşımının uygulanmasının önemi artmaktadır. Tez araştırmasının bu bölümünde literatürdeki araştırmaların incelenmesi sonucu, kentsel metabolizma yaklaşımıyla geliştirilen çok disiplinli çalışma modeline sahip kent çalışmalarındaki iki temel tasarım ilkesi incelenmiştir. Bu temel ilkeler; döngüsel kentsel metabolizmayı konu alan kentsel kaynakların döngüsel akışı ve kent/kentli katılımını konu alan kentsel yönetişimdir. Kentsel kaynakların döngüsel akışı ile kentliler arası işbirliği ve katılım ilkelerini kentsel metabolizma çalışmaları içinde ilk olarak 1995 yılında Fritjiof Capra tarafından kullanılmıştır. Kentsel metabolizmaya geçişi ve yeni ilkelerin kullanılmasının önemini şu sözlerle ifade etmektedir: “Mevcut ekolojik ve sosyal krizlerin çözümünde büyük

bir bilimsel, içsel, sosyal dönüşümün yapılması gerekmektedir. Mekanik insan merkezci dünya görüşünden organik ve ekolojik olarak ilişkili, bütüncül bir yaklaşıma geçiş yapılmalıdır (Capra, 1995). Kent çalışmalarında kentsel kaynakların döngüsel akışı, kentliler arası işbirliği ve katılım ilkelerinin kullanılarak kentsel metabolizma yaklaşımının uygulanması bütüncül ve geniş perspektifli bir ekolojik yaklaşımı ifade etmektedir. Bu bütüncül yaklaşım yalnızca kentteki atıklar veya ekonomik süreçleri değil; kentsel metabolizmanın etki ettiği tüm kentsel yaşamı kapsamaktadır. Uluslararası Şehir ve Bölge Plancıları Derneği ISOCARP tarafından 2011 yılında düzenlenen 47th ISOCARP Kongresi'nde Karakiewicz, 2011 makalesinde Capra'nın ilkelerini temel almıştır. Kentsel metabolizma yaklaşımının uygulandığı kent çalışmalarında bu ilkelerin uygulanmasının, kentlerdeki metabolik süreçlerde olumlu göstergelere neden olduğunu söylemektedir.

4.1.1 Kentsel Atıkların Döngüsel Akış İlkesi: Döngüsel Kentsel Metabolizma Kurgusu

Bitkiler; su ve oksijeni tüketerek enerjiye dönüştürmekte bu sürecin sonucunca atık olarak karbondioksit üretmektedir. Hayvanlar; bitkiler ve başka hayvanları tüketerek elde ettikleri enerjiyi hareket etmek gibi aktiviteleri gerçekleştirmek için kullanmakta ve aktiviteleri sonucunda gübre gibi atıklar oluşturmaktadır. Tüm bu süreçler canlıların metabolik faaliyetlerinin sonucu olup, insan dışındaki her canlının yaşamını devam ettirmek için oluşturduğu atık bir başka canlının yaşamsal sürecinde hammadde olarak kulllanılabilmektedir. Canlılara benzer olarak kentler de insanlara; gıda, barınma, hizmet sağlama gibi amaçlarla malzeme ve enerji kullanmakta ve bunun sonucunda inşaat ve yıkıntı atıkları üretmektedir. "Günümüzde, kentler küresel maddi kaynakların yaklaşık %75'ini ve küresel enerji arzının %80'ini tüketirken, dünyadaki atıkların yaklaşık% 50'sini ve toplam karbon emisyonunun %75'ini oluşturmaktadır" (Rosales ve Worrell, 2018). Günümüzde çoğunlukla doğrusal işleyen kentsel metabolik sistemleri, döngüsel biçime dönüştürmek teknolojik olanaklar bakımından uygulanabilir olmakla birlikte, iklim krizi nedeniyle bir zorunluluk haline gelmiştir. Bunun önemli nedenlerinden biri hızlı kentsel nüfus artışı sonucu oluşan inşaat ve yıkıntı atıklarının yönetilememesinden kaynaklanmaktadır.

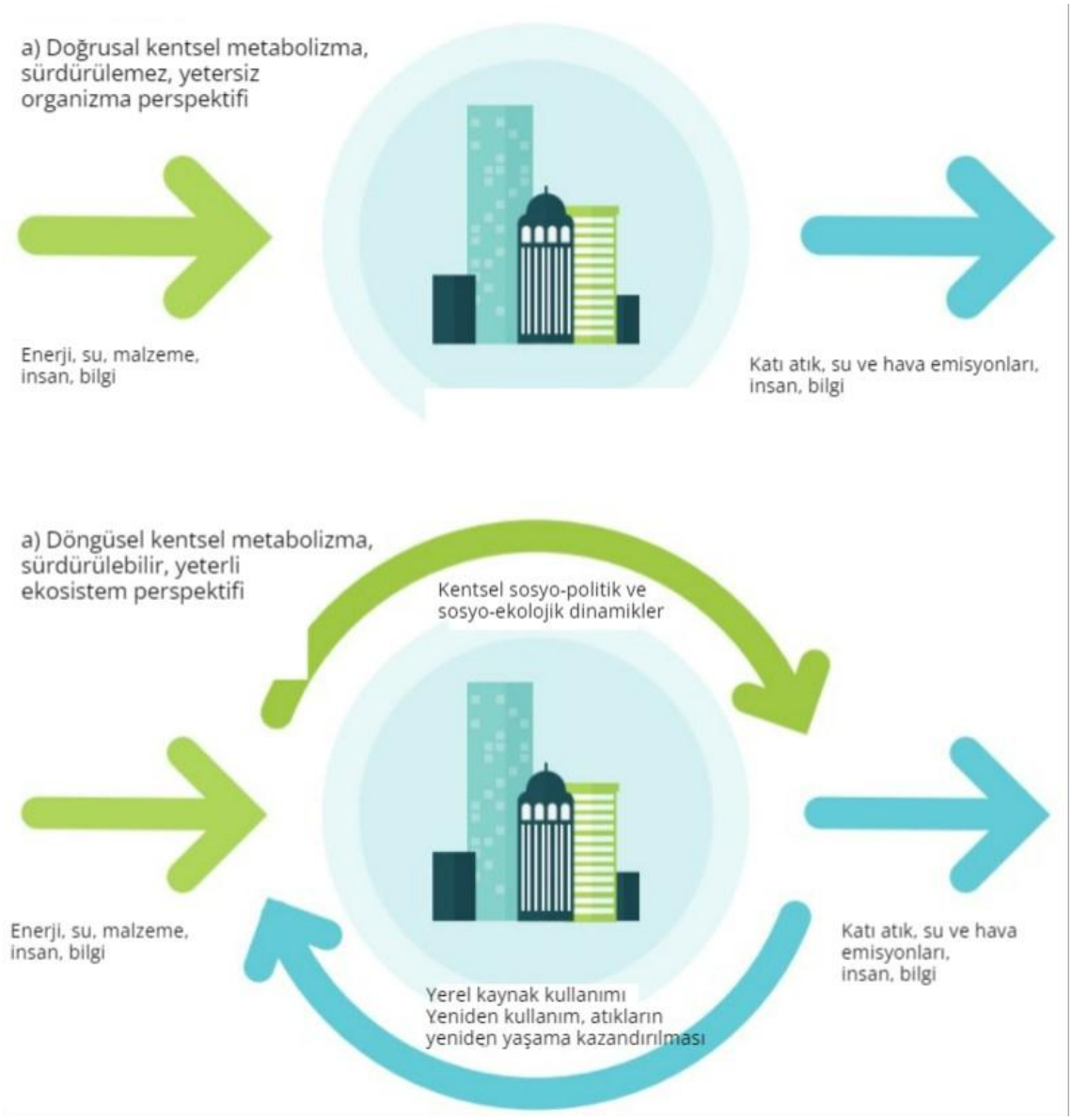
World Urbanization Prospects tarafından yapılan araştırmaya göre; “2014 yılında Dünya'daki kentsel nüfus oradaki oranı yüzde 54 düzeylerine çıkmış ve 2050 yılına kadar bu oranın toplam nüfusun yüzde 66’sına geleceği öngörülmektedir” (Akbaş, 2020). Ancak kentsel sistemlerin gelişmesi için kentsel ekosistemin hammadde kaynaklarına bağımlı olması beraberinde kaynak kullanımı, arazi kullanımı ve kirlilik nedeniyle aynı kentsel ekosistemi tehdit etmektedir. Fakat bu bağımlılık ve kentlerin iklim krizinde olan büyük etkisi tüm tarihsel süreci kapsamamaktadır. Sanayi Devrimi öncesi atıkları kendi içinde dönüştürebilen döngüsel kentsel metabolizmaya sahip kentsel sistemler, Sanayi Devrimi ile artan tüketim hızı, nüfus nedeniyle atık oluşumunu kendi içinde çözememektedir. Bunun nedeni metabolik sistemlerinin doğrusal işleyişlerinden kaynaklanmaktadır. Ortaya çıkan sorunlar ise kentler arasında artan iletişim nedeniyle tüm Dünya ekosistemini etkilemektedir.



Şekil 4.1 Doğrusal kentsel metabolizma akış geçişleri (Akbaş, 2020)

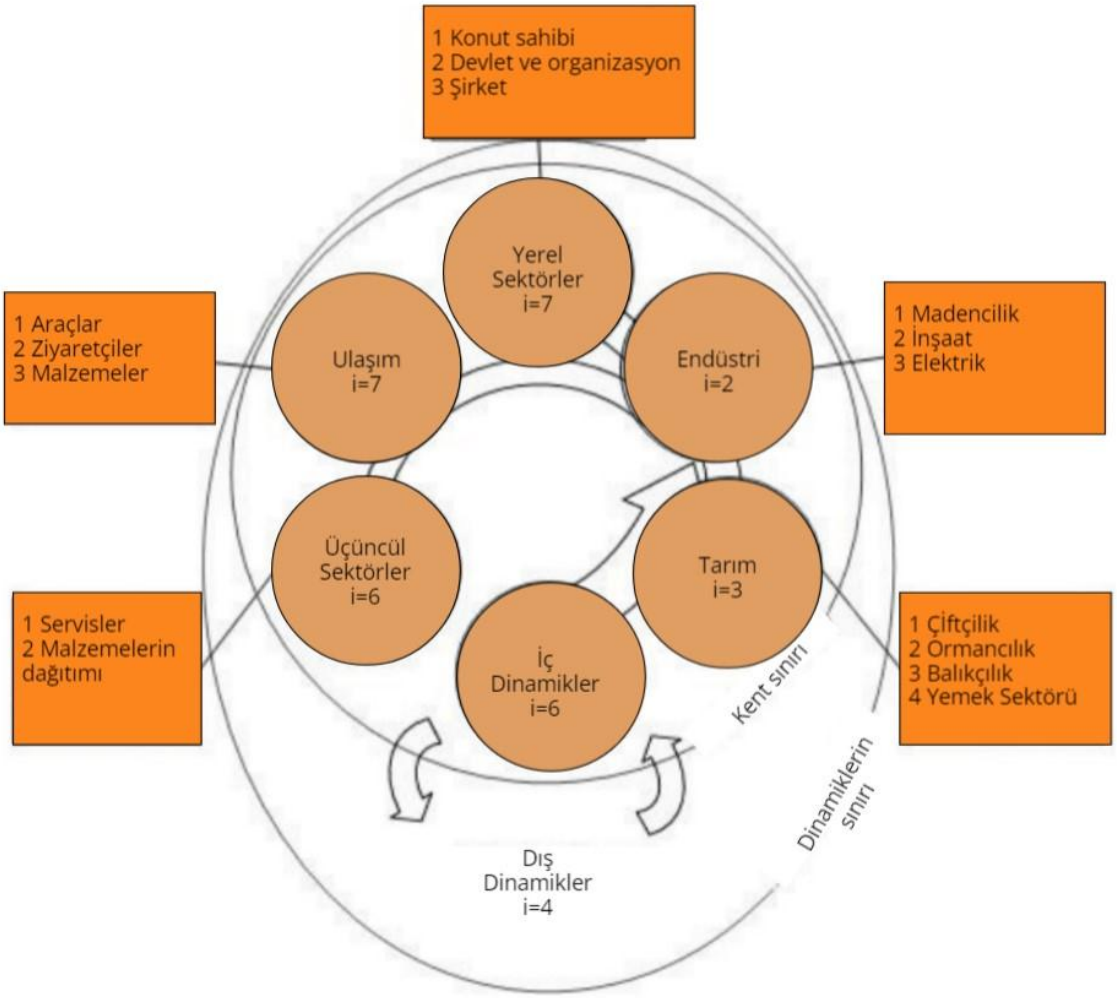
Doğrusal kentsel metabolizma, kentlerdeki materyal ve enerjinin tek yönlü olarak işlemesi ve proses sonucunda birikmesi anlamına gelmektedir. Bu birikim; inşaat ve yıkıntı atıklarının yeniden kullanılamaması ve doğaya atılması ile sonuçlanmaktadır. Doğrusal kentsel metabolizmanın döngüsele çevrilmesi, atıklarının yeniden kullanılarak tekrar üretim sürecine dâhil edilmesi anlamına gelmektedir. Doğrusal yapının, döngüsele dönüştürülmesiyle, kentsel sistemdeki malzeme ve enerji akışı takip edilebilmektedir. Kentte oluşan veya kente giren inşaat ve yıkıntı atığı miktarı hesaplanabilmekte ve bu atıkların yeniden kullanımına dair senaryolar üretilebilmektedir. Döngüsel kentsel metabolizma yalnızca kentin çevresel değil; sosyo-kültürel, ekonomik vb. olmak üzere birçok sorunu ele aldığından tüm bu başlıklarda gelişmeye neden olmaktadır. Bununla

birlikte metabolizması döngüsele dönüşen bir kent, kentsel sistemler arası iletişim nedeniyle diğer kentlerin metabolizmasında da iyileşmelere etki etmektedir. Bu iyileşmelerin iklim krizinin yıkıcı etkilerinin azaltılmasında etkin rol oynayacağı düşünülmektedir.



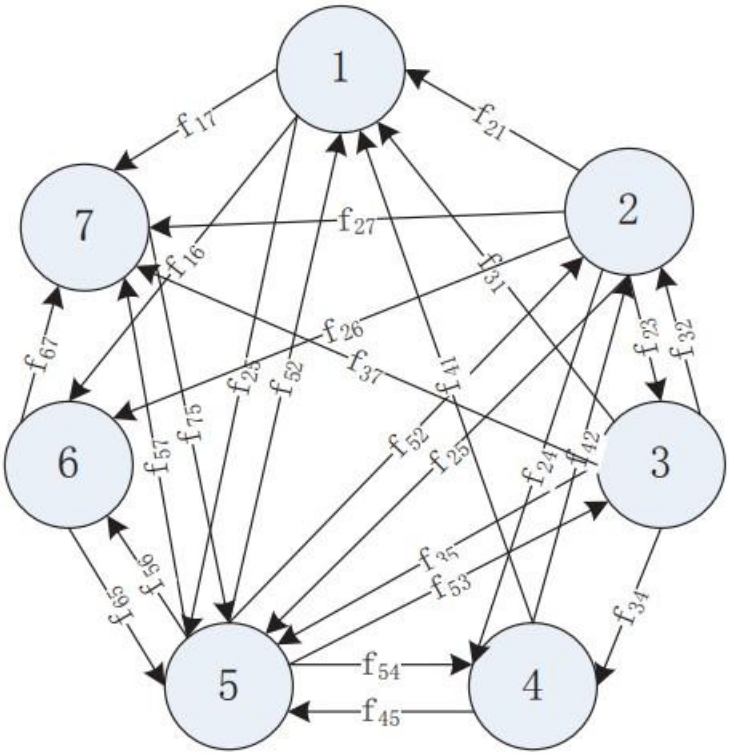
Şekil 4.2 Doğrusal kentsel metabolizma ve döngüsel kentsel metabolizma (Musango ve diğerleri, 2017)

Kentsel metabolizma yaklaşımıyla üretilen kent çalışmalarında; döngüsel kentsel metabolizmanın uygulanmasından sonra kentsel ağ yapısının çeşitlendirilmesi yer almaktadır. Yapılan kentsel metabolizma çalışmalarında, bir kentin kentsel metabolizma ölçümlerinde ilk olarak değerlendirilen unsurun kentsel sistem olduğu görülmektedir. Kentsel sistemler, kent içinde inşaat ve yıkıntı atıkları dâhil olmak üzere tüm atıkların taşınmasını sağlayan kentsel altyapıyı ve ulaşım ağlarını kapsamaktadır. Canlılarda bu görevi sinir ağları üstlenmekte ve metabolizmalarındaki değişime göre (büyüme, hastalanma, uzuv kaybı vb.) çeşitlenmekte ve dönüşmektedir. Fakat kentler için doğal bir dönüşüm söz konusu değildir. Metabolizmadaki olası bir durumda rahatsızlık durumunda dışarıdan müdahale gerekmektedir. Kentsel metabolizma yaklaşımına göre; metabolik sisteme mübadele edilerek döngüsel işleyişiyle dönüştürülmesi, ağ yapısının çeşitlendirilmesinin iklime dair olası sorunları en aza indirgeyeceği ön görülmektedir. Döngüsel kentsel metabolizmanın kentsel sistem içindeki çeşitlendirilmiş yapısı Şekil 4.2'de gösterilen grafikle açıklanmaktadır.



Şekil 4.3 Kentsel metabolik sistemin kapsamlı kavramsal modeli (Chen vd, 2010)

Bu modele göre kentsel sistem pek çok farklı başlığa sahip olmakla birlikte her bir başlık birbiriyle ilişkilidir. Başlıkların ilişkisi ise model üzerinde verilen sayılarla ifade edilmiştir. Model üzerinde verilen sayılar ve bunların birbiriyle olan ilişkisini Şekil 4.3'de gösterilen grafikle açıklamaktadır.



Şekil 4.4 Kentsel metabolizma ağ modeli için çevreyle ilgili akışlar (Chen vd, 2010)

Döngüsel kentsel metabolizma ile insan tüketimi sonucu oluşan inşaat ve yıkıntı atıkları kontrol altına alınabilmekte ve yeniden kullanılabilmektedir. Metabolik süreçlerdeki bu değişim kentteki atık oranını yakından etkilemektedir. Örneğin; Bergbäck ve arkadaşları tarafından yapılan araştırmaya göre "Viyana'da insan faaliyetleri sonucunda malzeme ve atık miktarı yılda yaklaşık olarak %1 ile %3 arasında artmaktadır" (Bergbäck ve diğerleri, 2001). Araştırmada %1 ile %3 arasında artış gösterdiği ifade edilen bu atıkları; kentlerdeki altyapı faaliyetlerinden kaynaklanan inşaat ve yıkıntı atıkları oluşturmaktadır. "Atık ve ürün miktarındaki artış beraberinde çıktı olarak daha fazla atık olarak kendini gösterecektir. Girdi ile çıktı arasındaki bu sürecin etkin şekilde yönetilmesi bu aşamada atık yönetimini ve beraberinde geri dönüşümü kolaylaştıracaktır. Girdi ve çıktı yönetimi kentin büyümesi için gerekli enerji ve barınma için gerekli kentsel alanların sağlanmasını yanında kent içinde yaşayanların yaşamsal döngülerinin devamı için bir süreklilik sağlayacaktır. Kaynak akışlarının yönetimini kentte meydana gelen nüfus artışı ve kentsel alanda mekânsal

dağılımda meydana gelen değişiklikler etkilemektedir. Kaynak ve atık yönetimi uzun vadeli bir süreçtir. Eğer bu süreç yönetilemez ise kentsel alan sürdürülemez hale dönüşerek kentsel yapı kilitlenebilir" (Akbaş, 2020).

4.1.2 Kentler ve Kentliler Arası Katılım İlkesi: Kentsel Yönetişim

Kentsel metabolizmanın sağlıklı işleyebilmesi, az inşaat ve yıkıntı atığı oluşumu ve bu atıkların yeniden kullanım oranı ile yakından ilişkilidir. Bu ilişkide kentlilerin rolü oldukça büyüktür. Kentlilerin; inşaat ve yıkıntı atıklarına dair tüketim alışkanlıklarını değiştirmeleri, oluşturdukları atıkları yeniden kullandıkları alternatifler geliştirmeleri kentsel metabolizmadaki iyileşmeleri etkilemektedir. Kentlilerin dâhil oldukları tüm bu süreç kentsel metabolizma çalışmalarında kentsel yönetişim kavramıyla ifade edilmektedir. Kentsel yönetimişime göre kentsel metabolik süreçlerde yalnızca kentli paydaşların katılımı değil; kentler arasındaki iletişim de oldukça önemlidir. 2020-2023 stratejik planında kentsel yönetişim ilkesi "Kentsel problemlere etkin çözümler üretilmesi konusunda hesap verebilir nitelikteki yerel yönetimlerin sivil halkla birlikte iş birliği içinde çalışması" (UN-HABITAT, 2022) şeklinde tanımlanmıştır. Bu bağlamda kentsel yönetişimde, yerel yönetimlerin de etkisi önemlidir. Kentsel metabolizma yaklaşımının bir kentsel tasarım yaklaşımı olarak uygulanmasında kentsel yönetişimin ilkesinin sürdürülebilir biçimde işliyor olması gerekmektedir. Kentlilerin tasarım süreçlerine katılımı; inşaat ve yıkıntı atıklarının oluşumuna dair tüketim alışkanlıklarının değişimi, atıkların yeniden kullanıldığı projelerin kurgulanmasını geliştirmeleri tasarımın temel hedeflerinden sayılmaktadır. Kentsel metabolizma yaklaşımıyla geliştirilen kent çalışmalarında kentliler ve kentler arasındaki iletişim oldukça önemlidir. Bu nedenle iletişimin geliştirilmesi tasarım sürecinin ana hedeflerinden birini oluşturmaktadır. Kentsel metabolizma yaklaşımı ile geliştirilen kent çalışmalarında kentlilerin yalnızca kentin çevresel sorunları üzerine değil; sosyal, politik, ekonomik vb. sorunları üzerine de sorumluluk almasını önemli görülmektedir. "Sürdürülebilir nitelikte yeşil bir toplumun karakteristik özellikleri; tabana dayalı bir demokrasi, sosyal sorumluluk ve karşılıklı yardımlaşma, şiddete karşı durma, gönüllülük temelli sade bir yaşantı, uygun teknolojilerin benimsenmesi; işyeri-konut mesafesinin yakınlığı, toplu taşıma araçlarının yaygın kullanımı, toplumsal hiyerarşinin

olmaması, erkek egemenliğinin söz konusu olmaması ve tüm süreçlerde doğaya saygılı olunmasıdır. İnsan benliği temelde ekolojiktir. Buna göre insanın bir çevre içinde yaşadığını söylemek yanlıştır, çünkü insan çevrenin bir parçasıdır. Doğa ise kendi içkin değerinin varlığı nedeniyle önemlidir ve değerinin insana hizmet etme derecesiyle değerlendirilmemesi gereklidir" (Naess, 1986 aktaran; Voskamp ve diğerleri, 2018).

Kentsel yönetişim ilkesinin kapsamında kentliler ve diğer kentler arasındaki iletişimi teknolojik olanakları kullanarak kuran Metabolism of Cities (kentlerin metabolizması) çalışması somut bir örnek olarak çıkmaktadır. Eberlein tarafından yapılan, Profiles in urban metabolism: a multimedia showcase for exploring, measuring and guiding progress toward resource efficient cities (Kent metabolizmasında profiller: kaynak verimli şehirlere doğru ilerlemeyi keşfetmek, ölçmek ve yönlendirmek için bir multimedya vitrini) isimli araştırmada kentsel metabolizma çalışmalarında yönetişim ilkesine dair olumlu örnek olarak gösterilmektedir. İnternet ağı üzerinden çevrimiçi olarak geliştirilen çalışma, kentsel yönetişim ilkesi kapsamında geliştirilen ve kentsel metabolizmaya dair güncel çalışmalar içinde önemli bir yer tutması nedeniyle Bölüm 4.1.2.1'de detaylandırılmıştır.

4.1.2.1 Metabolism of Cities Kentsel Yönetişim İlkesine Dair Kentsel Metabolizma Araştırması

Metabolism of Cities, Belçika Brüksel'de Dünya'daki kentlerin kentsel metabolizmalarını ölçmek ve bu verileri web portalından açık kaynak paylaşmak amacıyla bir araya gelen gönüllülerden oluşan bir çalışma grubu olarak kurulmuştur. Çalışma grubunun araştırmaları zamanla genişleyerek gönüllülerden oluşan ve kar amacı gütmeyen bir kuruluş haline gelmiştir. Yapılan araştırmaların süresi ve kapsamı; kısa zamanlı geçici enstalasyonlardan, kentsel verileri arşivlemek ve paylaşmak gibi uzun süreli bir çalışmaya kadar değişmektedir. Üretilen projelerden bazıları içeriklerine göre yerinde müdahaleyi içerirken, bazıları dijital platformlarda bulunmaktadır. Üretilen dijital projeler arasında; Kentsel Metabolizma Veri Merkezi, Kentsel Metabolizma Online Kütüphanesi, Kentsel Metabolizma Online Eğitim Merkezi, Kentsel Metabolizma

Multimedya Kütüphanesi bulunmaktadır. Yüz yüze projeler arasında ise bir dizi master sınıfı, bir Kentsel Metabolizma ve Azınlıklar projesi, bir seminer serisi ve CityLoops projesi yer almaktadır. Grup, kentsel metabolizmadaki tahribatı adil ve yerele değerlere özgü yöntemlerle azaltarak kentsel metabolizmayı döngüselleştirmeyi amaçlamaktadır. Grubun yaptığı kentsel metabolizma çalışmalarında, araştırma yapılan bölgedeki insanlar birlikte çalışmakta ve elde edilen bilgi web portal üzerinden diğer kentlerin faydası için paylaşılmaktadır. Kentsel metabolizma araştırmalarında kullanılan kentsel yönetişim modelini 4 basamağa ayırmak mümkündür. Bunlar: Bilgi yaratma (araştırma projelerine katılarak bilgi geliştirme), paylaşma (verilerin kent, kentli ve Dünya ile açık kaynak paylaşımı), uygulama (politikacılarla kentsel metabolizmaya dair ortak çalışmalar yapılması) ve bir topluluğu kentsel metabolizmaya yönelik çalışmalara teşvik etme (bilinç yaratma ve yeni paydaşların katılımı) şeklindedir.



Şekil 4.5 Kentsel metabolizma yönetişim modeli (Metabolism of Cities,2022)

Kentsel metabolizmaya dair yapılan araştırmalar şu şekilde özetlenmiştir:

Tablo 4.1 Metabolism of Cities araştırmaları(Çakmak, 2022 tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir)

Araştırmanın Biçimi	Araştırmanın Adı	Araştırmanın İçeriği
Açık kaynak veri platformları	Kentsel metabolizma veri merkezi	Dünya'daki farklı kentlerin kentsel metabolizmalarına dair açık kaynak veri merkezidir. Tüm çalışma gruplarının veri yüklemelerine açık olup kentlerin; altyapı, kentlerin biyofiziksel özellikleri başta olmak üzere metabolizmalarına dair birçok bilgi paylaşılmaktadır. Mevcut durumda 69 kentin, kentsel metabolizmasına dair bilgi

		verilmektedir.
	Kentsel malzeme stokları ve akışları veri tabanı merkezi (STAFdatahub)	Kentsel metabolizma araştırmacıları, uygulayıcıları ve meraklılarının kentlerine dair malzeme ve enerji akışları özelinde veri yükleyebilecekleri ve açık kaynak bir veri tabanıdır.
	Kentsel malzeme stokları ve akışları veri tabanı şeması (STAFdbs)	Veri yükleme, kullanma, depolama, işbirliği kurma, katılım vb. pek çok açıda değişim yaşamıştır. STAFdbs'de bu değişim, kronolojik olarak açıklanarak başka gönüllü gruplar için kurulum süreçlerini kolaylaştırmak adına deneyim paylaşımı yapılmaktadır.
	Online kentsel malzeme akış analizi aracı (OMAT)	Çevrimiçi malzeme akış analizi aracı (OMAT), kentlerin malzeme akış analizi (MFA) yapmak için geliştirilen ücretsiz, açık kaynak bir özgür yazılım aracıdır.
	Platform U	Kentsel metabolizma çalışmaları için kaynak, teknolojik ihtiyaç, mekân ve personel talebi gibi verinin toplanması ve görselleştirilmesini sağlayan dijital yardımcı araçtır.
	Küresel kentsel metabolizma veri kümesi	Kentsel metabolizma çalışmalarına dair çeşitli biçimlerde araştırmalar bulunmaktadır. Bu kapsam ve biçim çeşitliliği, kentsel metabolizma çalışmalarını karşılaştırmayı zorlaştırmaktadır. Küresel kentsel metabolizma veri kümesi; kentsel

		metabolizma çalışmalarının depolandığı, analiz edildiği çevrimiçi ve açık kaynak bir kentsel metabolizma veri tabanıdır. Veri tabanı; Dünya genelinde kentsel kaynak kullanımı, kentsel atık üretimi ve kirliliğini incelemeyi kolaylaştırmaktadır. Bununla birlikte kentlilerin kentlerine dair metabolik veriler bulmalarını ve diğer kentlerle karşılaştırmalarını sağlamaktadır.
Ücretsiz eğitimler	Kentsel metabolizma eğitimi	Kentsel metabolizma eğitimi kapsamında çevrimiçi eğitimler verilmektedir. Bunlar; • Politika yapıcılar için kentsel metabolizma, • Veri ve kentsel metabolizma: veri toplama, • Veri ve kentsel metabolizma: veri işleme, • Kentsel metabolizma ve veri yönetimi, • Afrika kentlerinde kentsel metabolizma: veri toplama, Şeklindedir. Bununla birlikte kentsel metabolizma özelinde çalışan araştırmacılar tarafından verilen üniversite dersleri ve tezler bu başlık altında toplanmaktadır.
	Kentsel metabolizma ve azınlıklar eğitimi	Kentsel metabolizma ve azınlıklar eğitimi, 2030 Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri kapsamında geliştirilmiştir. Eğitimde; engelliler, evsizler,

		mülteciler, öğrenciler ve akademisyenler, LGBTİ+ üyeleri, dezavantajlı çocuklar ve ihtiyaç sahibi yaşlılar azınlık gruplar olarak değerlendirilirken bu gruplar üzerinde kentsel metabolizma eğitimine dair bilgilendirme yapmak hedeflenmektedir.
	Kentlerin metabolizması yaşam laboratuvarı (MOC-LLAB)	Kentlerin metabolizması yaşam laboratuvarı (MOC-LLAB), veri odaklı çözümler kullanarak, kentlerin iklim değişikliğine uyum planlamasında çözüm yollarını ve iletişimi güçlendirmek amacıyla disiplinler arası profesyonellerin çok aktörlü ortaklığıdır.
Konferanslar ve etkinlikler	2020 ASCuS konferansı	Kentsel metabolizma araştırmalarında eyleme dönüştürülebilir içerikleri tartışmayı ve paylaşmayı hedefleyen konferanstır.
	2019 Kentsel metabolizma seminer serisi	Kent Araştırmaları Vakfı tarafından desteklenen seminer serisi 3 farklı kente odaklanmaktadır. Bu kentlerin (Pekin, Brüksel, Cape Town); kentsel metabolizmasının durumunu ve nasıl daha iyi hale getirilebileceği, seminer serisinin ana konusudur.
	2018-2019 Kentsel esneklik fuarı	Kentlerin Sanayi Devrimi ile daha karmaşık hale gelen yapılarını; trafik ve gürültü gibi etkenlerin görselleştirildiği fuardır.

	2016-2017 master sınıfları, kentsel akışlarla tasarım etkinliği	Kentsel metabolizma alanında bilgi sahip olmak isteyen herkese açık master sınıflarıdır. Sınıflardaki eğitimler açık kaynak olarak paylaşılmaktadır.

Yapılan çalışmaların; araştırmalara kentli ve diğer kentleri dâhil etmesini ana hedeflerinin içinde belirlemesi nedeniyle kentsel metabolizma yaklaşımının, kentsel yönetişim ilkesiyle yakından ilişki kurmaktadır. Bu nedenle; grup tarafından yapılan çalışmalar kentsel yönetişim için önemli bir örnek oluşturmaktadır.

4.2 Kentsel Metabolizma Ölçümünde Kullanılan Değerlendirme Yaklaşımları

Kentsel metabolizma çalışmalarında kullanılan yöntemler, ölçüm yapılmak istenen alana ve ölçülmek istenen bilgiye göre değişmektedir. Bununla birlikte; Marx'ın Sanayi Devrimi'nin kentsel ekosistem üzerindeki yıkıcı etkilerini kent metabolizması kavramı ile açıkladığı günden bugüne kentsel metabolizmaya dair pek çok ölçüm yöntemi geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yöntemlerin sayısı ise her geçen gün artmaktadır. Ölçüm yöntemlerinin değişmesi ve çeşitlenmemesinin nedeni ise değişen Dünya'daki artan sorunsallardan kaynaklanmaktadır. Değişen Dünya ile birlikte kentsel metabolizma araştırmaları ekolojik sorunlara ek olarak malzeme ve enerji kaynaklarına adil ulaşma veya kentsel sistemlerin bu kaynak akışlarını nasıl şekillendirdiği gibi yeni sorunlara da çözüm aramaya başlamıştır. 112 kent üzerinden yapılan araştırmada kentsel metabolizma ölçümünde kullanılan yeni ve eski yöntemler özetlenmektedir. “Bu araştırma, kentlerde ve kentsel alanlardaki malzeme veya enerji akışlarını basitçe hesaba katmaya çalışan yöntemler, metabolik değişiklikler ve metabolizmaların çevresel etkileri için göstergeler sağlamaya çalışan yöntemlere geçişi belgelemektedir“ (Beloin-

Saint-Pierre ve diğerleri, 2016). Kentsel metabolizma yaklaşımına dair ölçüm yöntemleri ise şu şekildedir:

1. Muhasebe yaklaşımları (Malzeme Akış Analizi MFA, emerji metodu, ekserji metodu),
2. Input-Output (Girdi/çıktı analizi),
3. Ekolojik ayak izi,
4. Yaşam döngüsü analizi (LCA),
5. Simülasyon yöntemleri (Sistem dinamiği, etmen tabanlı modelleme, ayrık olay),
6. Hibrit yöntemler.

"Muhasebe yaklaşımları; kütlenin korunumu ve enerjinin korunumu ile ilgili termodinamik yasalarından yararlanmaktadır" (Mostafavi ve diğerleri, 2014). Muhasabe yaklaşımında; kentsel sisteme giren ve çıkan malzemeler eş değer kabul edilmektedir. Bu durum ise giren malzeme kadar çıkan malzeme olması gerektiği kabulüne dayanmaktadır. Yaklaşımda, malzeme analizi orijinal adı ile material flow analysis olan ve literatürde çoğunlukla MFA kısaltmasıyla geçen analizden yararlanılmaktadır. "Malzeme akışı analizi (MFA), kaynak akışlarını fiziksel ağırlık veya hacme göre nicelleştiren, birden fazla ölçekte yürütülebilen ve geniş bir ayrıntı yelpazesi sunan bir dizi metabolik akışı dikkate alır" (Barles, 2010). Malzeme akış analizi kentsel metabolizma yaklaşımında kullanılan analizlerde en sık başvurulan yöntemlerdendir.

Malzeme akışı analizi; bir kentte ve belirlenen bir kentsel alanda, sınırlı bir zaman aralığında malzemeye dair metabolik akışların genel büyüklüklerini ölçmektedir. Kentsel metabolizmaya dair ölçümleri yaparken ise kentteki yerel hammadde kaynağı kullanımı, kente ithalat yoluyla gelen malzemeler, kentsel sistemde stoklu malzemelerdeki değişimleri girdi; ihracat ve atıkları ise çıktı olarak hesaplamaktadır. Ölçülen bu verilerin karşılaştırılmasıyla ekonomi alanında malzeme akışı analizine dair sonuçlara ulaşılmaktadır. Kaynak girdilerini ve çıktılarını karşılaştırmak, kentlere dair karakteristik özellikleri gösterir (Fernández, 2014). Kennedy ve diğerleri ise; malzeme akışı analizi,

inşaat ve yıkıntı atıkları ve yeniden kullanım arasındaki ilişkiyi şu sözlerle ifade etmiştir: “Gençşehirler büyüdükçe ve stok oluşturmak için kaynaklara ihtiyaç duyduklarından (örneğin binalar ve altyapılar) çıktılardan daha büyük girdilere sahip olma eğilimindedir; zamanla, bu yerleşik stok birikimi, bozulduğu için atık akışlarına katkıda bulunur. Şehirler olgunlaştıkça girdiler ve çıktılar büyüklük olarak daha benzer hale gelir ve yeniden kullanım ve geri dönüşüm girişimleri şehrin metabolik yoğunluğu üzerinde daha fazla etkiye sahiptir (Kennedy ve diğerleri, 2011).”Malzeme akış analizi ile kente, hangi malzemeden ne kadar girdiği, kentin bu malzemenin ne kadarına ihtiyacı olduğu/olmadığı ve ne kadarının sistemden atılabildiği ölçülebilmektedir. Buna ek olarak; kentsel sistemde kalan ve atılamayan atık miktarını tespit ederek iyileştirme çalışmaları yapmaya olanak sunmaktadır. Analizin içinde kullanılan yöntemler kendi içinde çeşitlenmektedir. Bu yöntemler; direkt malzeme girdisi, indirekt akış-gizli akış-dolaylı akış, toplam malzeme ihtiyacı, yerel proses çıktısı, toplam yerel malzeme çıktısı, yerel malzeme tüketimi, malzeme stok miktarı, fiziksel ticaret dengesi şeklindedir.

Muhasebe yaklaşımları içinde kullanılan metotlarda malzeme akışına ek olarak enerji akışını ölçmeyi hedefleyen yöntemler de kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden biri emerji metodudur. Emerji metodu 1970’li yıllarda Amerikalı ekolojist Howard Odum tarafından geliştirilmiştir. Odum tarafından emerji ismi verilen ve bedenlenmiş enerji anlamında kullanılan metot; eş değerlik birimi olarak güneş enerjisini kullanmaktadır. Bir diğer yöntem ise kentte, enerji kullanılarak yapılabilen işleri hesaplayan ekserjidir. Muhasebe yaklaşımları içinde farklı metot ve analiz biçimlerinin kullanılması, muhasebe yaklaşımlarını kentsel metabolizma ölçüm yöntemlerinde en sık başvurulan yöntem olmasının birincil nedeni olarak görülmektedir. “Kentsel metabolizma ölçümünde bir eşdeğerlik ölçüsü kullanmanın yararı, bütünleştirici bir analiz için farklı birim ölçümlerinin malzeme veya enerji akışlarını birleştirme yeteneğidir, böylece farklı akışların göreli öneminin karşılaştırılmasını sağlar. Ayrıca yenilenebilir kaynaklarının (örneğin güneş enerjisi) ve hem doğrudan hem de dolaylı akışların dâhil edilmesini sağlar” (Huang ve diğerleri, 2015). Karmaşık kentsel sistem için tek bir ölçüm yolu yerine, birleşik ölçümlerin kullanıldığı yöntemler

bulunmaktadır. “Her akış uygun dönüşüm oranlarını bulmakta zorluklarla karşı karşıyadır ve yöntemin, atıkları hesaba katmak için birleşik bir yolu yoktur” (Zhang, 2013). Beloin-Saint-Pierre ve diğerleri, 2016 tarafından incelenen kentsel metabolizma çalışmalarının %38'inde muhasebe yaklaşımından yararlanılmıştır.

Input-Output (Girdi-Çıktı) analizi; “Girdi-çıktı analizi; bir kent ekonomisini farklı üreten ve tüketen sektörleri arasındaki meta akışlarının ampirik analizlerini yürütmek için geliştirilmiştir” (Duchin ve Lange, 1998). Girdi çıktı analizi, en basit anlatımla kent içinde üretim yapan endüstrilerin kaynaklarını nasıl edindikleri, işledikleri, sattıkları gibi süreçlerin takibini yapmaktadır. Kente giren malzemelerin giriş ve çıkış miktarının ölçülmesine ek olarak, kentsel sistem içindeki üreticilerin bu malzemeleri nasıl ürettiklerini takip etmektedir. Analiz sonucunda; belirlenen aktörler sektörlerine göre kategorize edilmektedir ve bu kategoriler arasındaki metabolik akış, girdi çıktı tabloları biçiminde sayısal veriler ile somutlanmaktadır. “Girdi-çıktı analizi meta ve sektöre özel kaynak akışlarının yanı sıra üretkenliği izleyerek kentsel ekonomideki sektörler arasında malzeme akışlarını değerlendirir” (Giljum ve Hubacek, 2009). “Kentsel metabolizma çalışmalarının %7'sinde girdi çıktı analizinden yararlanmıştır” (Beloin-Saint-Pierre ve diğerleri, 2016).

Ekolojik ayak izi analizi; herhangi bir ölçekte, insan ekonomisinin sürdürülebilir bir göstergesi olarak dünyanın taşıma kapasitesinde kullanılmak üzere geliştirilmiştir (Rees ve Wackernagel, 1996). Ekolojik ayak izi analizi ile kentsel metabolizma ölçümü yapılırken; belli bir yerde yaşayan insan nüfusunun kaynak tüketimini ve arazi kullanımına odaklanılmaktadır. Analize göre kentsel ekosistemde olumsuz bir gösterge kabul edilen ve sürdürülebilir olmayan popülasyonlar olarak isimlendirilen gruplar, ihtiyaçları dışında arazi ve kaynak kullananlar olarak kabul edilmektedir. Analizde; kentlilerin ekonomik kalkınma talepleri yaşadıkları ekosistemin taşıma kapasitesiyle birleştirerek kentsel metabolizma ölçümünü kolaylaştırmaktadır. Bu kolaylaştırmanın ise kentsel metabolizma araştırmacıları tarafından eleştirildiği noktalar bulunmaktadır. Opschoor, 2000 yılında yaptığı araştırmada bu durumla ilgili şunları söylemiştir: "Ekolojik ayak izi analizi, toplu bir ölçümde (arazi) sürdürülemezliğine

odaklanarak belirli bir nedeni kaybetmesi veya yalnızca tek bir arazi kullanımı önermesine odaklanarak, kaynak sürdürülebilirliğini ölçmeyi aşırı basitleştirilmesi nedeniyle eleştirilir (Opschoor, 2000). Bu nedenle "Ekolojik ayak izi göstergesi; temel olarak bir popülasyonun veya bireyin aşırı tüketim kalıplarını iletmek için bir kamuoyu bilinçlendirme aracı olarak kullanılmıştır" (Brunner, 2001). Bununla birlikte Beloin-Saint-Pierre ve diğerleri tarafından yapılan araştırmaya göre kentsel metabolizma çalışmalarının %10'unda ekolojik ayak izi analizine başvurulmuştur.

Yaşam döngüsü analizi (LCA), daha geniş etkilerini belirlemek için ürün ve hizmetlere gömülü malzeme akışlarının “beşikten mezara” bir analizini sunar (Ferrao ve Nhambiu, 2009). Yaşam döngüsü analizi (LCA) hammadde çıkarılmasından ürün ve hizmet yaratılmasına ve ürün atıklarının çevreye atılmasına kadar ürün veya hizmetin yaşam döngüsünün tüm aşamalarını değerlendirir (Hendrickson ve diğerleri, 2006). Bir ürünün veya hizmetin tüm yaşam döngüsü kapsayan bu geniş süreç Ferrao ve Nhambiu tarafından “beşikten mezara bir analiz" (Ferrao ve Nhambiu, 2009) şeklinde isimlendirilmektedir. Yaşam döngüsü analizi, analiz sürecine kentsel sistem içinde üretim yapan tüm üreticilerin birbiriyle bağlı hatta bağımlı olduğu ön kabulü ile başlamaktadır. Yaşam döngüsü değerlendirmesinin gösterdiği herhangi bir çevresel etki, ürün ve hizmet arasındaki göreceli bir ölçü olarak sunulur (Goldstein ve diğerleri, 2013). Bununla birlikte yaşam döngüsü analizi bir ürün veya hizmetin tüm yaşamsal sürecini takip ettiğinden oldukça uzun bir zaman gerektirmektedir. Bu uzun zaman ihtiyacı ise analizin olumsuz yönü olarak görülmektedir. Bu nedenle yaşam döngüsü analizi bir ürün veya bir hizmete odaklanılarak daha noktasal çözümler için uygulanmaktadır. Beloin-Saint-Pierre ve diğerleri, 2016 tarafından yapılan araştırmaya göre yaşam döngüsü analizi politik kararlar almak için en elverişli analiz olmakla beraber kentsel metabolizma çalışmalarının yalnızca %4'ünde bu analizden yararlanılmıştır.

Kentsel metabolizma ölçüm yöntemlerinden olan similasyon yöntemleri; kentsel metabolizma ölçümü yapılan kente veya kentsel alana dair uzun vadeli kentsel politika ve tasarım planlamalarının similasyon olarak geliştirilerek, denendiği bir yöntemdir. Similasyon yöntemleri içinde “Üç ana simülasyon yöntemi

bulunmaktadır: Sistem dinamiği, etmen tabanlı modelleme; ve ayrık olay" (Baum, 2005). Sistem dinamiği; herhangi bir kentsel sistemin yapısının, bileşenleri arasında doğrusal olmayan birbiriyle bağıntılı nedensel ilişkilere sahip olduğunu kabul eder (Sterman, 2000). Sistem dinamiği modellemesi; uzun süreçli politika sorunlarını ele almak ve kentsel sistemlerin zaman içindeki davranışını anlamak için disiplinler arası kurulan bir yöntemdir (Barlas ve Yaşarcan, 2006). Etmen tabanlı modelleme ve ayrık olay analizleri ise etken yani kentli merkezli analizlerdir. Zhang, bu durumu şu sözlerle açıklamaktadır. "Etken tabanlı modellerin metabolik akış analizine uygulanması, etken davranışının karmaşıklığını ve özellikle bireysel düzeyde değişim süreçlerini hesaba katmayan girdi-çıktı yaklaşımlarıyla ilişkili sınırlamaların aşılmasını sağlar" (Zhang ve diğerleri, 2015). Etmen tabanlı modelleme ve ayrık olay analizleri, kentlilerin alışkanlıkları ve davranış modellerini takip etmesi nedeniyle önemli analizler olarak görülmektedir. Kentlilerin isteklerinin iletilmesi, ortak çalışmalarda karar alınması, işbirlikleri kurma gibi hedeflerde bu analizlere başvurulmaktadır. Bununla birlikte; karmaşık ve çok nüfuslu kent sisteminde similasyon yöntemlerine başvurmak oldukça zor bir hale gelmiştir. Bu nedenle; similasyon yöntemleri malzeme akış analizinde ihtiyaç duyulan kısmi alanlarda kullanılmaktadır.

Her geçen gün değişen, dönüşen ve yeni sorunlarla daha karmaşık hale gelen kentsel sistemlerin metabolizmasının ölçümüne dair tartışmalar bulunmaktadır. Bu tartışmalar; geleneksel kentsel metabolizma ölçüm yöntemlerinin yeterli olmadığı şeklindedir. "Geleneksel yöntemlerin standardizasyonu gerekli olmakla beraber, kentsel metabolizma yaklaşımının birden fazla alana yayılması, geleneksel yöntemlerle tam olarak ele alınamayacak yeni araştırma hatlarını ortaya çıkarmıştır. Kentsel metabolizma yöntemleri; ekolojik ayak izi analizi, yaşam döngüsü analizi ve girdi-çıktı analizi doğrudan kaynaklara odaklanma eğilimindedir" (Kral ve arkadaşları, 2013). Bu perspektif ise geleneksel kentsel metabolizma ölçüm yöntemlerine yeni alternatifler olan hibrid sistemlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Hibrid sistemlere örnekler aşağıda sıralanmıştır;

Malzeme akış analizi, enerji akış analizi ve insan etkinliği analizi hibridi (Giampietro ve arkadaşları, 2009) analizi, kentsel sistemdeki Giampietro ve

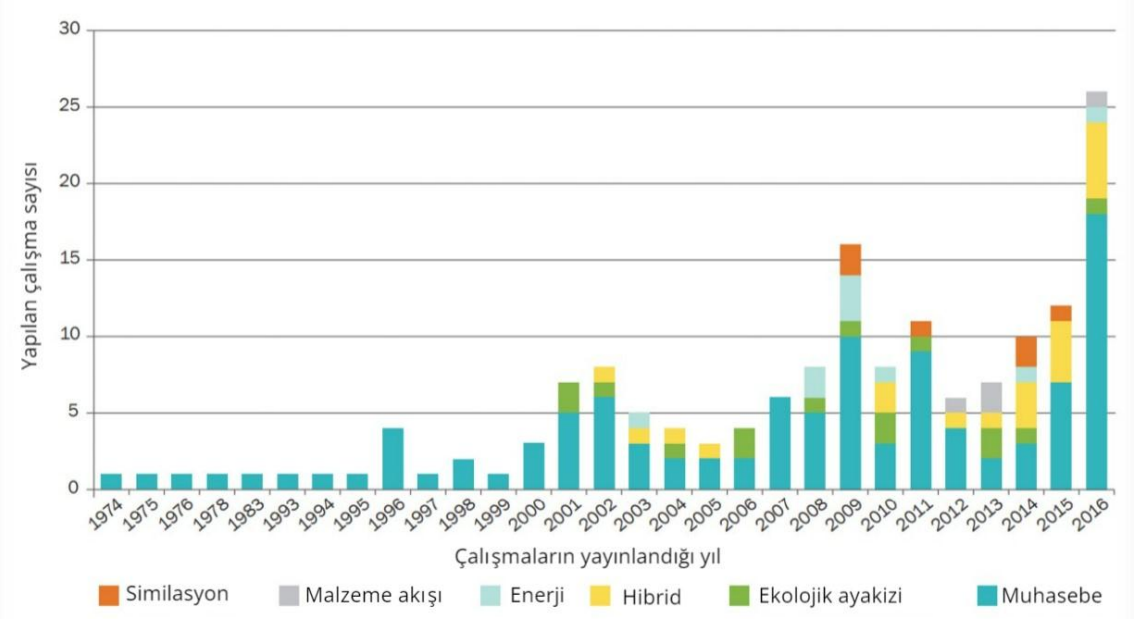
arkadaşları tarafından "biyolojik ekonomik baskı" olarak tanımladıkları bir analiz biçimidir. Biyolojik ekonomik baskı analizinde; malzeme ve enerji akışına ek olarak kentsel sistemdeki kentlilerin saat bazlı davranışsal ölçümlerine yer verilmektedir.

Kampeng, 2009 tarafından geliştirilen hidrid analiz; Çin Halk Cumhuriyetine bağlı özel bir bölge olan Makao'nun ekonomik ve ekolojik değişimini ölçmek amacıyla ortaya çıkmıştır. Analizde; geleneksel girdi-çıktı analizi ile malzeme akış analizleri birleştirmektedir.

Dakhia ve Berezowska-Azzag, 2010 ise yaptıkları hidrid analizde; ekolojik ayak izi ile kentsel alanlar ilgili görev yapan tüm kurumları ve kentli katılımını birleştirmeyi amaçlamaktadır.

4.3 Kentsel Metabolizma Yaklaşımının Kent Ölçeğinde Uygulanması

Kentsel metabolizma yaklaşımının kent ölçeğinde uygulandığı çalışmaların sayısında, kontrolü gün geçtikçe azalan inşaat ve yıkıntı atıkları ve hızlı kentleşme ile birlikte artış olduğu görülmektedir. Bu bağlamda tez kapsamında; kentsel metabolizma çalışmalarındaki artışı konu alan bir araştırma olan Urban metabolism for resource efficient cities: from theory to implementation (Kaynak verimli kentler için kentsel metabolizma: teoriden uygulamaya) araştırma raporları incelenmiştir. Urban metabolism for resource efficient cities: from theory to implementation çalışması, Sürdürülebilirlik Enstitüsü (www.sustainabilityinstitute.net) ve BM Çevre (www.unep.org) ve Kaynak Verimli Şehirler için Küresel Girişim (www.resourceeffi cientcities.org) ortaklığında üretilmiştir. Araştırma, 20.yüzyılda kentsel metabolizma yaklaşımı teorisinin, kentsel metabolizma analizleri ile birlikte kentler üzerinde uygulamaya nasıl geçildiğini tariflenmesi nedeniyle önemli görülmektedir. Araştırma, Dünya'da kentsel metabolizma ölçümü yapılan farklı özellik ve ölçeklerde 165 kenti kapsamaktadır. Bölümün başında da değinildiği üzere Urban metabolism for resource efficient cities: from theory to implementation araştırmasına göre kent çalışmalarında kentsel metabolizma yaklaşımına başvurulmasına dair artan ihtiyaç ve istek Şekil 4.5'de gösterilmiştir.



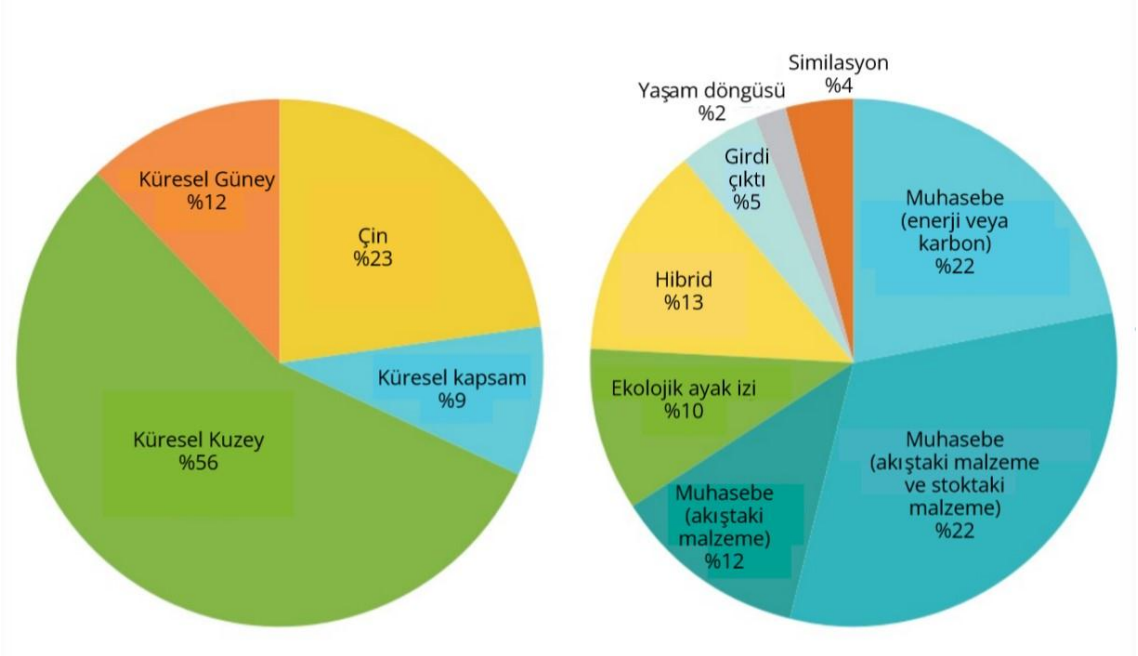
Şekil 4.6 1974-2016 aralığında artan kentsel metabolizma çalışmalarının sayısı (www.sustainability-institute.org; Çakmak, 2022 tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir)

Şekil 4.6'da ise kentsel metabolizma ölçümüne ihtiyaç duyulan ve kentsel metabolizma yaklaşımı uygulanan 165 kentin nerede olduğuna dair bir harita sunulmuştur. Buna haritalama çalışmasına göre kentsel metabolizma çalışmalarının yoğun olarak Avrupa ülkelerinde yapıldığı görülmektedir. Bunun nedeninin Avrupa'da, Dünya'ya kıyasla çok daha erken başlayan iklim krizi çalışmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.7 1974-2016 aralığında artan kentsel metabolizma çalışmalarının haritası (www.unep.org; Çakmak, 2022 tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir)

Raporun devamında haritalama çalışmasında iz şeklinde verilen ve kentsel metabolizma ölçümünde kullanılan yöntemler grafikleştirilmiştir.



Şekil 4.8 165 kentsel metabolizma kent incelemesinin yeri ve kullanılan ölçüm yöntemleri (Musango ve diğerleri, 2017; Çakmak, 2022 tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir)

165 kenti kapsayan araştırmada; kentsel metabolizma yaklaşımını kentlere uygularken en sık kullanılan kentsel metabolizma ölçümlerinin; accounting

approaches (muhasebe yaklaşımı) adıyla bilinen malzeme akış analizlerini kullanarak kentteki malzemelerin akışı üzerinden ölçüm yapan yöntem ve energy approaches (enerji yaklaşımı) adıyla bilinen enerji ve karbon ölçümünü içinde barındıran karma yöntem olduğu görülmektedir.

Kentsel metabolizma yaklaşımı yalnızca Avrupa kentlerinde değil; Dünya'da birçok farklı kentte kullanılmıştır. Aşağıda inşaat ve yıkıntı atıkları bağlamında kentsel metabolizma yaklaşımının kent ölçeğinde uygulandığı çalışmalardan örnekler sıralanmıştır. Bu örneklerin kent çalışmaları geliştirirken; inşaat ve yıkıntı atıklarına dair kullandıkları kentsel metabolizma ölçüm yöntemlerine yer verilmiştir:

- "Hawai takımadalarına ait ikinci büyük ada olan Maui Adası için kentsel metabolizma ölçüm yöntemlerinden similasyon yöntemlerinin bir alt başlığı olan sistem dinamiği kullanılmıştır. Maui'deki sistem dinamiği modelleme süreci, akarsu sistemlerinin ve su kullanımının kültürel önemini göz ardı etmeden artan talebe cevap vermek için su politikalarını incelemektedir" (Bassi ve diğerleri, 2009). İnceleme ve analizler sonucunda adada kentsel politika ve inşaat sektörü için yatırım önerileri sunulmuştur. Bu önerilerden birinde; malzeme akış analizi sonucu tespit edilen inşaat ve yıkıntı atıkları ile suyun tuzdan arındırılması amaçlayan bir arındırma tesisi inşa etmektir.
- Paris'te kent merkezinin çevresinde yer alan farklı ölçeklerdeki banliyölerin inşaat ve yıkıntı atığı miktarını ölçmek için ekonomi odaklı malzeme akış analizine başvurulmuştur. Süreç Barles tarafından şu şekilde açıklanmaktadır: "Kent merkezine kıyasla banliyö bölgelerinde daha yüksek olan inşaat ve yıkıntı atığı üretimine odaklanmaktadır. Analiz edilen ve ölçümlenen bu bilgi sonrasında; inşaat ve yıkıntı atığı üretimini azaltmak için yeni kentsel politikalar oluşturulması, yerel malzeme kullanımı, yeniden kullanım gibi önerilere yer verilmiştir"(Barles, 2009).
- "Pekin, Cape Town, Hong Kong, Londra ve Toronto için yapılan yaşam döngüsü analizi ise Paris banliyöleri örneğinin aksine kent merkezinin

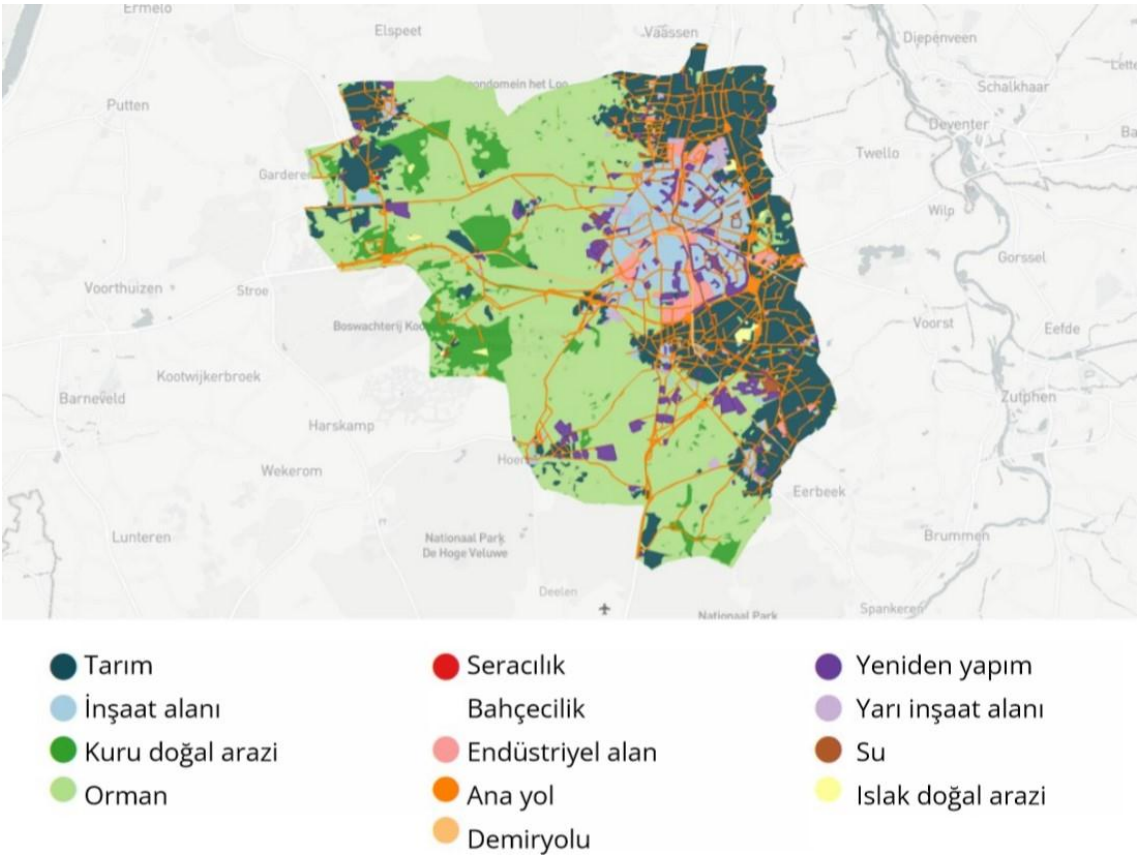
dışında kalan veya yoksul kentlerdeki inşaat ve yıkıntı atığı üretiminin; merkeze ve zengin kentlere kıyasla daha düşük olduğunu ortaya koymaktadır" (Goldstein ve diğerleri, 2013). Bununla birlikte; kentsel ekonomileri daha az gelişmiş olan kentlerde yaşayan kentlilerin; inşaat ve yıkıntı atığı üretiminin daha düşük olduğu, kentsel alt yapı, ulaşım gibi sistemlerinin daha eski olduğu, enerji-gıda-su gibi temel ihtiyaçlara erişimin ise daha zor olduğu analiz edilmiştir.

- Macao'da yapılan bir emergy çalışması (Lei ve diğerleri, 2016) olan araştırma ise inşaat ve yıkıntı atıklarına dair kaynağında azaltma ve yeniden kullanımı öncelikli olarak önermekle birlikte bu süreçlerin işletilmesinin mümkün olmadığı durumlar için atıkları yakmayı önermektedir. Çalışmada; demir gibi yakılması sırasında daha çok ısı ortaya çıkan inşaat ve yıkıntı atıklarının ise yerel elektrik üretimi için hammadde olarak kullanılabileceğini söylenmektedir.
- Stockholm'deki kente bakır girişleri, stokları ve çıkışlarının malzeme akış analizi (Amneklev ve diğerleri, 2016) ise Stockholm kentsel metabolizmasında bakır malzemesi özelinde gerçekleştirilen bir çalışmadır. Yapılan malzeme akış analizi sonucu kentteki bakır rezervinin 2400 yılına kadar tükeneceği sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle; yapıların çatı kaplamalarında ve su borularında kullanılan bakırın yeniden kullanımı önerilmektedir.
- Bogota'da yapılan atık sisteminin yaşam döngüsü analizi (Vergara ve diğerleri, 2016), kentteki sera gazı emisyonu açısından hangi atık yönetim stratejisini daha sürdürülebilir olduğunu araştırmaktadır. Yapılan araştırmada kentteki atık taşıma ve toplama işleminin, geri dönüştürmeden daha fazla emisyon ürettiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle; yeniden kullanım tavsiye edilmektedir.

Araştırmanın devamında kentsel metabolizma yaklaşımı ve yöntemlerinin kent çalışmalarına uygulanarak olumlu sonuçlar alınan 5 farklı kent çalışması incelenmiştir. Bu kentler sırasıyla; Apeldoorn Hollanda, Sevilla İspanya, Bodø

Norveç, Høje Taastrup Danimarka ve Netzstadt şeklindedir.

4.3.1 Apeldoorn Hollanda Kentsel Metabolizma Çalışması



Şekil 4.9 Apeldoorn kenti arazi kullanımı (Sector-wide_Circularity_Assessment_for_the_Construction_Sector_-_Apeldoorn.pdf; Çakmak, 2022 tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir)

Apeldoorn kenti, Hollanda Amsterdam'a 96 km uzaklıktaki Gelderland'a bağlıdır. Apeldoorn'a dair kentsel metabolizma yaklaşımı ile kent çalışması süreci 2019 yılında başlayarak 2021 yılında tamamlanmıştır. Kentsel metabolizma yaklaşımı ile ölçüm ve değerlendirmesi yapılan kentte, bu tez araştırmasının sınırları göz önünde tutularak yalnızca inşaat ve yıkıntı atıkları kapsamında yapılan analiz, sentez, tasarım ve politika önerileri incelenmiştir.

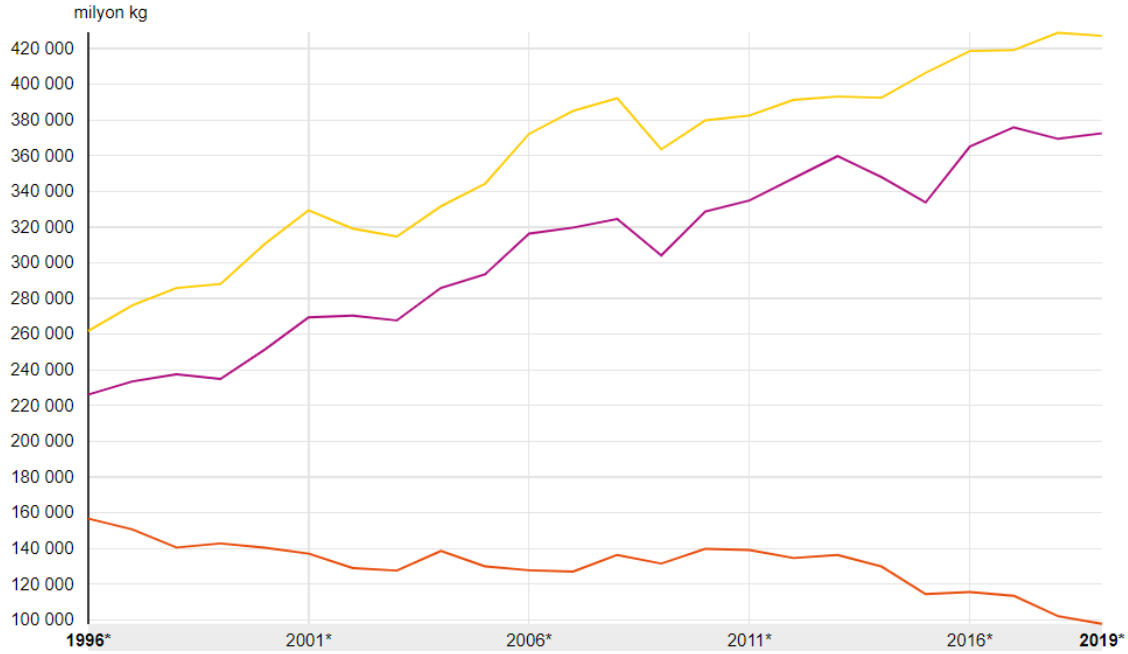
Apeldoorn'da oluşan inşaat ve yıkıntı atıklarının ölçümünde muhasebe yaklaşımlarının bir alt başlıklarından olan malzeme akış analizi ve yaşam döngüsü analizi kullanılmıştır. Dolayısıyla Apeldoorn'da uygulanan kentsel metabolizma değerlendirme yöntemi, geleneksel yöntemlerin yenilikçi

yaklaşımla geliştirilen hibrid yöntemlerdendir. Apeldoorn kentine 2019 yılına kadar giren inşaat malzemeleri ve çıkan inşaat malzemeleri Şekil 4.10'da gösterilmiştir.

Dönem	Fiziksel miktarlarda malzeme akışları Ekstraksiyon malzemeleri Toplam ekstraksiyon	Giriş malzemesi türleri Malzeme türlerinin toplam ithalatı	Çıkış malzemesi tipleri Toplam ihracat malzemesi türleri
	milyon kg		
2006*	127 775	372 095	316 351
2007*	127 040	385 045	319 720
2008*	136 361	392 081	324 456
2009*	131 559	363 591	304 065
2010*	139 793	379 774	328 774
2011*	139 143	382 490	334 831
2012*	134 636	391 246	347 315
2013*	136 307	393 078	359 785
2014*	129 866	392 460	347 968
2015*	114 477	406 434	333 755
2016*	115 592	418 617	365 121
2017*	113 462	419 050	375 855
2018*	102 104	428 818	369 444
2019*	97 760	427 117	372 535

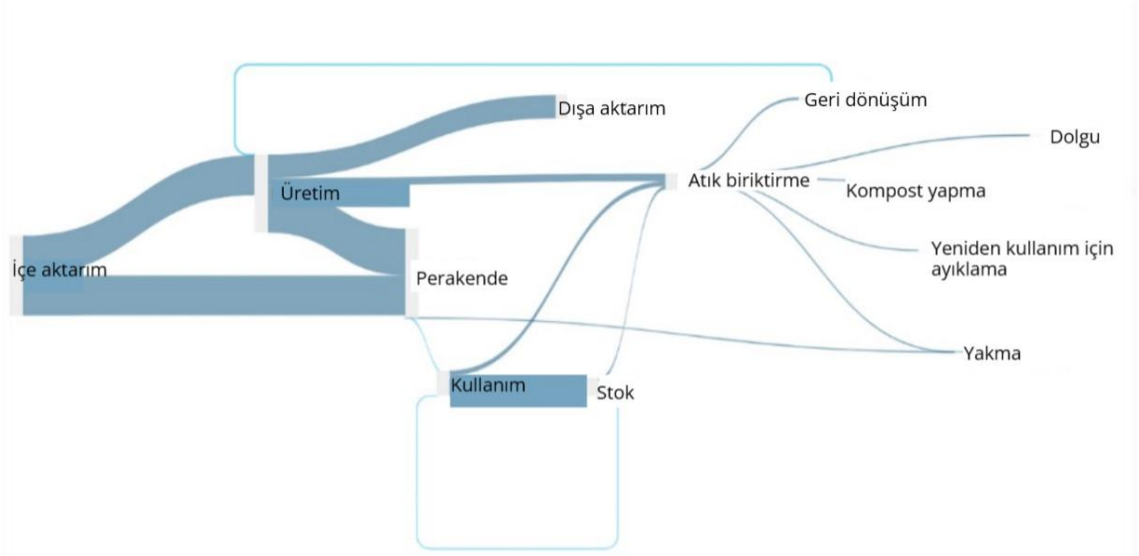
Şekil 4.10 Apeldoorn kentsel sisteme giren ve kentsel sistemden çıkan inşaat malzemesi miktarı (StatLine - Winning, invoer en uitvoer van materialen naar soort; nationale rekeningen cbs.nl; Çakmak, 2022 tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir)

Buna göre yaklaşık 50 milyon ton ile 100 milyon ton arasında değişen inşaat malzemesi kentsel metabolizma içinde kaldığı bilgisine ulaşılmıştır. Bununla birlikte zaman içinde kentsel sisteme giren ve çıkan inşaat malzemesi miktarında artış olduğu görülmektedir. Bu artış Şekil 4.11'de çizgisel olarak ifade edilmiştir.



Şekil 4.11 Apeldoorn kentsel sistemine giren ve kentsel sistemden çıkan inşaat malzemesi miktarındaki artış (StatLine - Winning, invoer en uitvoer van materialen naar soort; nationale rekeningen cbs.nl)

Apeldoorn'a dair yapılan kentsel metabolizma ölçümünde kentsel sisteme giren ve kullanılarak inşaat ve yıkıntı atığına dönüşen malzemelerin ölçümü için malzeme akış analizinden yararlanılmıştır. Malzeme akış analizinin sonuçları ise Sankey diyagramı ile gösterilmiştir.



Şekil 4.12 Apeldoorn İnşaat ve Yıkıntı Atıkları Sankey Diyagramı (210628 Apeldoorn_Construction AND biomass SCA.xlsx - Google E-Tablolar; Çakmak, 2022 tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir)

Sankey diyagramında; inşaat ve yıkıntı atıklarına dair kavramların birbiriyle olan ilişkisi çizgilerle ifade edilmekle birlikte çizgi kalınlığı atık miktarını göstermektedir. Bu bağlamda; Apeldoorn kentinde üretilen inşaat ve yıkıntı atıklarının kent dışından alımı ve kent içinde üretimi miktar olarak en yoğun aşamalardır. Bununla birlikte inşaat ve yıkıntı atığına dönüşen inşaat malzemelerinde en çok tercih edilen yöntemin yeniden kullanım olduğu görülmektedir. Geri dönüşüm, yakma gibi yöntemler tercih edilen inşaat ve yıkıntı atıklarının miktarı ise daha az olarak ifade edilmiştir.

Apeldoorn kentsel sisteminde yer alan inşaat ve yıkıntı atıklarını farklı pek çok malzemenin karışımından bir araya gelen heterojen bir yapıya sahiptir. Bu inşaat ve yıkıntı atıkları; kimyasallar, metal ve ametal atıklar, cam atıklar, kâğıt atıklar, plastik atıklar, ahşap kökenli atıkları ve tekstil atıkları şeklindedir. Kentsel sistemde türlerine göre kategorize edilen inşaat ve yıkıntı atıkları Şekil 4.12'de gösterilmiştir.

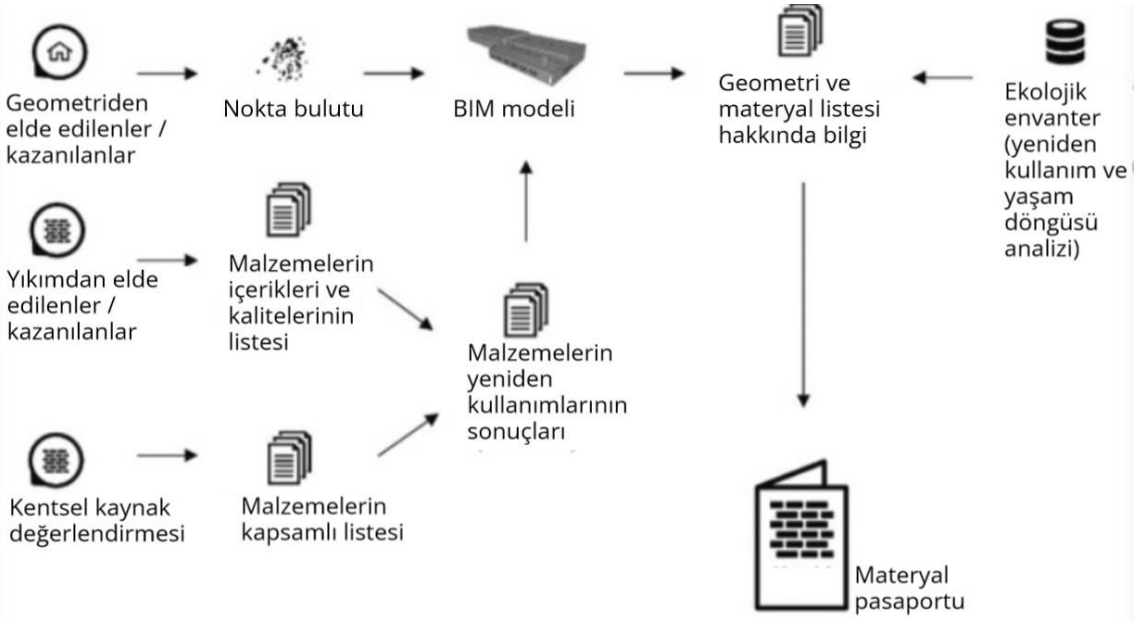
Menşe-varış noktası	Toplam atık	Kimyasal atıklar	Demir atıkları	Diğer metal atıklar	Karışık metal atıklar	Cam atıkları	Kağıt atıkları	Kauçuk atıkları	Plastik atıklar	Odun atıkları	Tekstil atıkları
	1000 ton										
Atıkların toplam kaynağı	85 534	2 201	5 419	623	554	1 414	5 021	225	1 126	3 205	350
Menşei: Hollanda ekonomisi	60 837	2 079	1 290	222	554	592	2 043	135	428	2 425	124
Menşei: yurtdışında	24 697	122	4 128	401	0	822	2 978	90	698	780	226
Toplam atık hedefi	85 534	2 201	5 419	623	554	1 414	5 021	225	1 126	3 205	350
Hedef: işleme üreticileri	66 012	1 855	1 346	54	553	903	2 183	148	843	2 501	105
İşleme üreticileri: yeniden kullanım	52 873	827	1 345	53	552	898	2 181	145	744	897	64
İşleme üreticileri: yakma	11 570	792	0	0	0	0	1	2	44	1 599	33
İşleme üreticileri: damping ve boşaltma	1 569	236	0	2	1	6	1	1	55	6	8
Varış yeri: yurt dışı	19 522	346	4 073	569	1	511	2 838	76	283	704	246

Şekil 4.13 Apeldoorn kentsel sisteminde yer alan inşaat ve yıkıntı atıklarının türlerine göre dağılımı (StatLine - Afvalbalans, afvalsoort naar sector; nationale rekeningen (cbs.nl); Çakmak, 2022 tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir)

Apeldoorn'a dair kentsel metabolizma ölçüm sürecinin sonunda bu veriler kullanılarak; kentsel metabolizma yaklaşımının temel prensipleri kullanılarak Apeldoorn kenti özelinde iklim krizine duyarlı bir kent için 2 adet geniş kapsamlı rapor yayınlanmıştır. Bu raporlardan ilki; Apeldoorn'da döngüsel kentsel metabolizma sistemi kapsamında malzemelerin döngüsel akışına odaklanan

“Facultative educational exploration circular material usage Griffiersveld Apeldoorn” (Otten, Willoughby ve Poutiainen, 2020).

Raporun sonucunda ise; döngüsel kentsel metabolik sistem için döngüsel ekonomi ilkesiyle inşaat ve yıkıntı atıkların özelinde bir yapı alan ve kentte farklı yerlere konumlandırılması önerilen bir Döngüsel Materyal Bankası önerisi geliştirilmiştir. İnşaat ve yıkıntı atıklarının yeniden kullanımdan önce depolandığı, miktar ve türlerine göre kategorize edildiği bir yapı olan Döngüsel Malzeme Bankası; tez araştırmasının 3.bölümü olan “İnşaat ve Yıkıntı Atığına Dair Çevre Politikaları ve Atık Yönetim Biçimleri” bölümünde de açıklandığı üzere BAMP Projesi kapsamında inşaat ve yıkıntı atıklarına dair bir öneri olan malzeme pasaportu ile ilişkilidir. BAMP, Döngüsel Malzeme Bankası’nı; “geri kazanılabilecek değerli malzemelerin deposu” (Heinrich ve Lang, 2020) şeklinde tanımlamaktadır. Malzeme Bankası yapıları fiziksel olarak inşaat ve yıkıntı atıklarının yeniden kullanım için depolandığı mekânlar olmakla birlikte; bu malzemelerin sergilendiği bir de dijital pazara sahiplerdir. Malzeme Bankası’nın dijital pazarı için uygulanan tek zorunluluk her bir malzemenin, malzeme pasaportu olması şartıdır. Malzeme pasaportları sayesinde inşaat ve yıkıntı atıklarının miktarları, türleri, nerede kullanmaya uygun oldukları vb. bilgilere ulaşılmaktadır. Malzeme pasaportunun içeriği Şekil 4.13’de gösterilmiştir.



Şekil 4.14 Malzeme pasaportu örneği (Honic ve arkadaşları, 2021; Çakmak, 2022 tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir)

Döngüsel Malzeme Bankası dijital pazarında sanal ortamda inşaat ve yıkıntı atığı satılması ile atıklar bankadan alıcıya doğrudan hareket etmektedir. Bu yöntem inşaat ve yıkıntı atıklarının; kentsel sistemde depolama tesisleri ve alıcılar arası gezinmesini önlemekte ve asbest gibi zehirli gazların kentin havasına karışmasını önlemektedir. Böylece inşaat ve yıkıntı atıklarının, kentsel ulaşım ağları üzerinde birden fazla yere taşınması engellenerek karbondioksit emisyonu en aza indirilmektedir. Döngüsel Malzeme Bankası'nın, döngüsel kentsel metabolizma için ekolojik faydalarının yanı sıra yerel yönetim için ekonomik katkıları da bulunmaktadır. "Rotterdam'da 2011 yılında toprak malzeme özelindeki malzeme bankasına sahip olarak ve farklı projeler arasında malzeme sağlayarak 12.500.000€ tasarruf edilmiştir" (Groeneveld, 2013).



Şekil 4.15 Malzeme Bankası dijital pazarı üzerine tanıtım örneği (Excess Material Exchange-EME, 2019; Çakmak, 2022 tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir)

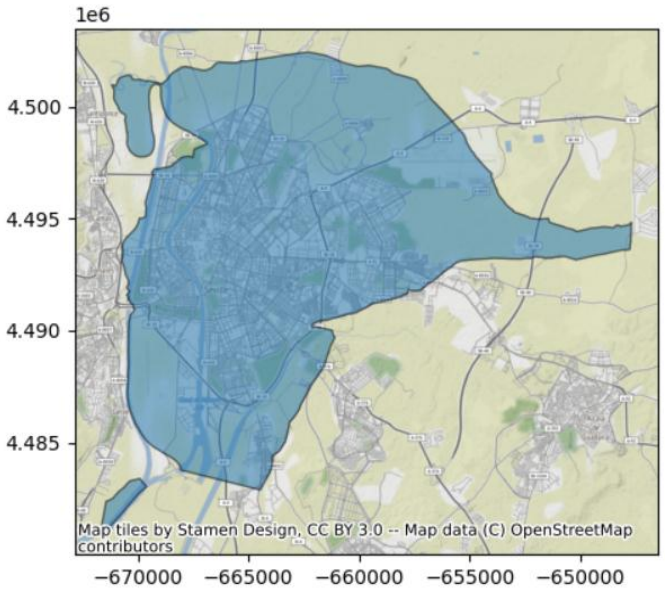
Apeldoorn Hollanda kentsel metabolizma çalışması sonunda iki farklı lokasyon, Döngüsel Malzeme bankası için önerilerek buralara dair inşaat ve yıkıntı atıklarının yolculukları incelenmiştir. Apeldoorn Hollanda çalışması; kentsel metabolizma ölçüm yöntemlerini hibrid olarak kullanması, teorik verileri kente dair somut gerçekliklerle birleştirerek kente dair güncel sorunlara alternatif üretmesi nedeniyle önemli bulunmaktadır.

Apeldoorn çalışmasının sonucunda döngüsel kentsel metabolizmanın kurgulanmasına odaklanan bir diğer rapor ise "Sector-wide circularity assessment for the construction sector apeldoorn" (Sector-wide_Circularity_Assessment_for_the_Construction_Sector_-_Apeldoorn.pdf) isimli rapordur. Raporda açıklanan bir kentin metabolik sisteminin doğrusaldan

döngüsele dönüştürülmesi için inşaat ve yıkıntı atığı kapsamındaki öneriler aşağıda sıralanmıştır:

- Kent çalışmasına dair kararlara yerelden başlamak: Araştırmada kentsel metabolizma yaklaşımı ile ölçüm yapma ve bu ölçümlerin sentezlenerek kent ölçeğinde bir tasarıma dönüşmesi sürecine yerelden başlamak önerilmektedir. Daha küçük ölçekte ve daha az nüfus ile gerçekleştirilen bu başlangıç adımının, deneyim olarak öğretici yanları üzerine durulmaktadır. Bununla beraber sürecin kamu kurumları ile iletişimini de göz ardı etmemek adına yerel belediyelerle beraber çalışması önerilmektedir. Bununla beraber yerel belediyelerin etki alanları, sahip oldukları olanaklar, kullanılabilecek güçlü bağlantılar da belediyeler ile beraber çalışmanın olumlu yönleri olarak sayılmaktadır.
- Metabolik sistemi iyileştirilmek istenen kente dair inşaat ve yıkıntı atıklarının ithalat ve ihracat ölçümlerine öncelik verilmesi: Apeldoorn kenti inşaat ve yıkıntı atıklarının malzeme akış analizi ölçümünde yeni bir perspektifin gelişmesine neden olmuştur. Kentteki malzeme akış analizine göre; kent içinde inşaat ve yıkıntı atığı üretimi oldukça azdır, bu noktadan bakıldığında bir döngüsel malzeme bankasına ihtiyaç duyulmamaktadır. Fakat analizin devamında Apeldoorn'a dışarıdan gelen inşaat malzemelerinin ve çıkan inşaat ve yıkıntı atıklarının oranları, kentte yüksek bir inşaat ve yıkıntı atığı trafiği olduğunu göstermektedir. Bu durum ise ilk tespitin aksine bir sonuca varılmasına neden olmuştur.
- Kentlilerin ve kentlilerin sosyal süreçlerinin sürece dâhil edilmesi: Kentsel metabolizma yaklaşımının temel prensiplerinden biri kentli katılımıdır. Bu kapsamda; Apeldoorn çalışmasında da kentlilerin sürece katılımı ve onların deneyimledikleri kentsel metabolik sorunların paylaşımının önemi üzerinde durulmaktadır. Buna ek olarak kente dair sosyal problemlerin de süreç de tanımlanarak olası çözüm alternatiflerinin geliştirilmesi önerilmektedir.

4.3.2 Sevilla İspanya Kentsel Metabolizma Çalışması



Şekil 4.16 Sevilla kenti (cityloops.metabolismofcities.org).

Sevilla kenti, kentsel metabolizma çalışması 2020 yılında Avrupa Birliği desteğiyle tamamlanmıştır. Çalışmada kentin metabolizmasının, nasıl daha döngüsel hale dönüştürülebileceği sorusuna odaklanılmaktadır. Bu kapsamda; kentin mevcut durumdaki kentsel metabolizmasının ölçümüne dair malzeme akış analizlerine başvurulmuştur. Sevilla örneğini diğer kentsel metabolizma çalışmalarından ayıran en belirgin özellik sektör çapında döngüsellik değerlendirmesini (sector-wide circularity assessment) öne sürerek çalışmalar için yeni bir bakış açısı geliştirmiş olmasıdır. Kentsel metabolizma yaklaşımıyla kent çalışması süreçleri için önerilen sektör çapında döngüsellik analizi; tüm kentin döngüselliğinin ölçümüne ek olarak, sektörlerinde ölçümünün yapılmasını önermektedir. Bu bağlamda kent çalışmasındaki kurgu ve değişikliklerden önce; modele en çok etki eden inşaat sektörüne dair sektör çapında döngüsellik analizi yapılmıştır. Malzeme akış analizlerinde Sevilla kentinde 11 çeşit inşaat ve yıkıntı atığı malzemesinin sık üretildiği tespit edilmiştir. Bu bilgi baz alınarak; tespit edilen 11 malzeme üzerinden politika önerileri oluşturulmuştur. Belirlenen 11 malzeme aşağıda sıralanmıştır:

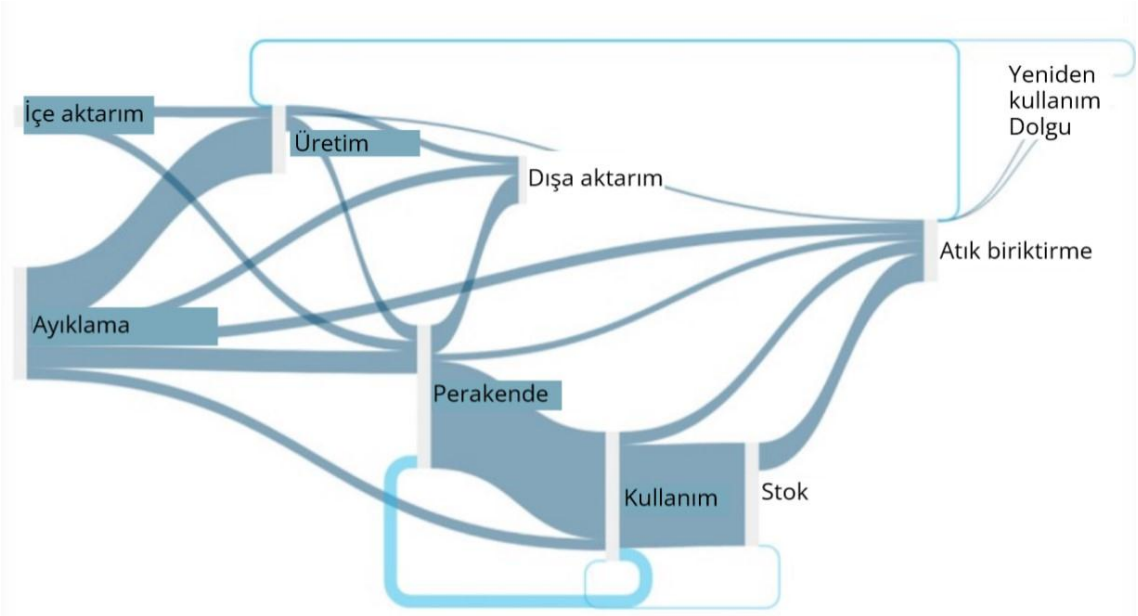
1. Alüminyum,
2. Asfalt,

3. Beton,
4. Tuğla,
5. Cam,
6. Demir,
7. Çakıl ve Kum,
8. Alçı,
9. Kereste,
10. Toprak,
11. Yalıtım malzemesi.

Yapılan kentsel metabolizma analizlerinde Sevilla kentinin mevcut kentsel metabolizmasına dair yapılan ölçümler ve elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

1. “Yurt içi malzeme tüketimi: 1.554.971,10 ton,
1. Döngüsel Kentsel Metabolizma Oranı: %13,80,
2. Kentsel hammaddeler için kendi kendine yeterlilik oranı: %1,09” (Rodriguez and Cruces, 2021).

Sevilla kentindeki inşat ve yıkıntı atıklarının ilişkileri görmek adına Apeldoorn Hollanda kentinde uygulanan kentsel metabolizma çalışması ile benzer biçimde Sankey diyagramından yararlanılmıştır. Diyagramdaki satırın yüksekliği, malzeme akışının yoğunluğu ile doğru orantılıdır, açık mavi akışlar döngüsel akışları ifade etmektedir. Döngüsel akışla gösterilen malzemelere ise yeniden kullanım uygulanmaktadır. Apeldoorn kentine kıyasla Sevilla’daki inşaat ve yıkıntı atıklarına yönelik yeniden kullanımın daha yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 4.17 Sevilla inşaat ve yıkıntı atığı Sankey diyagramı (Rodriguez and Cruces, 2021; Çakmak, 2022 tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir)

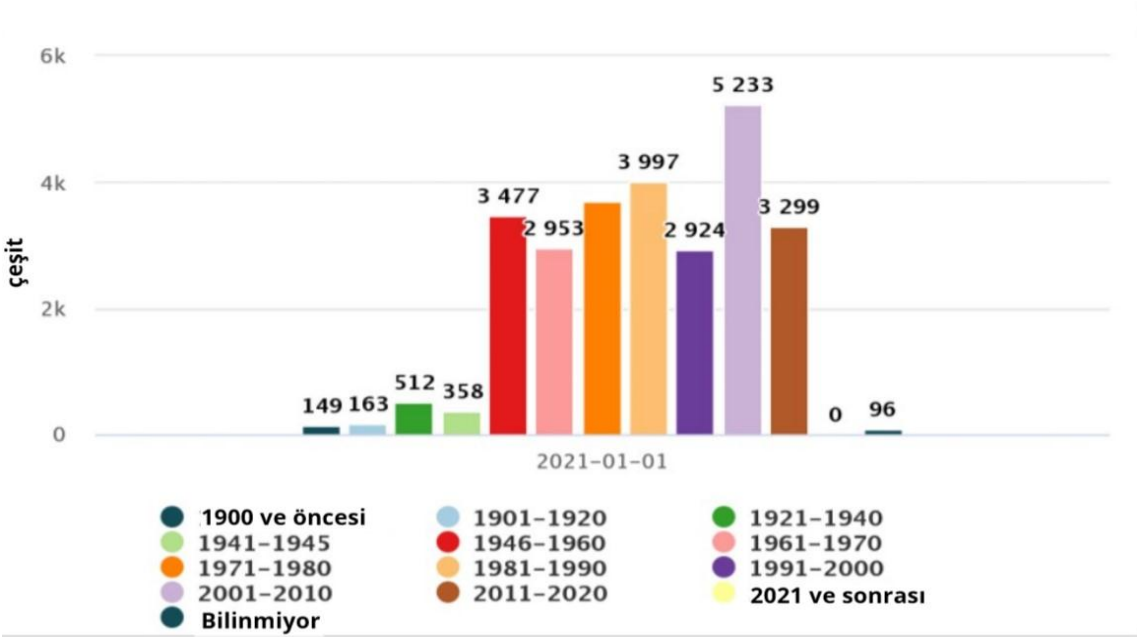
Malzeme akış analizi ile elde edilen sonuçların Sankey diyagramına işlenmesi ile, Sevilla'daki inşaat sektöründe kullanılan malzemelerin ithalattan daha büyük oranda ihraç edildiği anlaşılmaktadır. Bu durum ise bir önceki analizde açıklanan Sevilla'da en çok kullanılan 11 malzemeden kum, çakıl, toprak gibi hammaddelerin kentin kaynaklarından kullanıldığını göstermektedir. Sevilla kenti için yapılan kentsel metabolizma ölçümünün sonucunda kent çalışmaları için aşağıda sıralanan öneriler geliştirilmiştir:

- İnşaat sektörünün temel malzemelerinden olan; kum, çakıl, alçı, taş, beton gibi inşaat ve yıkıntı atıkları alt yapı yenileme ve yol yapım çalışmalarında yeniden kullanılabilir özelliklere sahiptir. Bununla birlikte; inşaat ve yıkıntı atığı haline gelen; tuğla, metal, kereste, cam ve yalıtım malzemeleri gibi malzemelerin yeni yapılan yapılarda kullanılması,
- Şantiyelerde toprağın verimli katmanının kullanılması yerine yapıların temellerinde inşaat ve yıkıntı atığı haline gelen beton parçaların kullanılması,
- Kentlilerin yeni mobilya satın alması yerine, kentliler arasında yeniden kullanımın teşvik edilmesi ve mobilyalar arasında takasın geliştirilmesi,

- İnşaat ve yıkıntı haline gelen tuğlaların kırılarak öğütülmesi yerine, yeni inşaatlarda yeniden kullanılması,
- İnşaat ve yıkıntı atıklarının yeniden kullanımını özendiren ve Sevilla kentinin kentsel yönetim sistemine uygun atık yönetim sisteminin geliştirilmesi,
- İnşaat ve yıkıntı atıklarının kentsel metabolizma bağlamında ölçümü için birden çok yaklaşımın kullanılması, çok disiplinli çalışmalar yürütülmesi, çalışmalarda elde edilen veriler ve evrakların düzenli depolanması önerilmektedir.

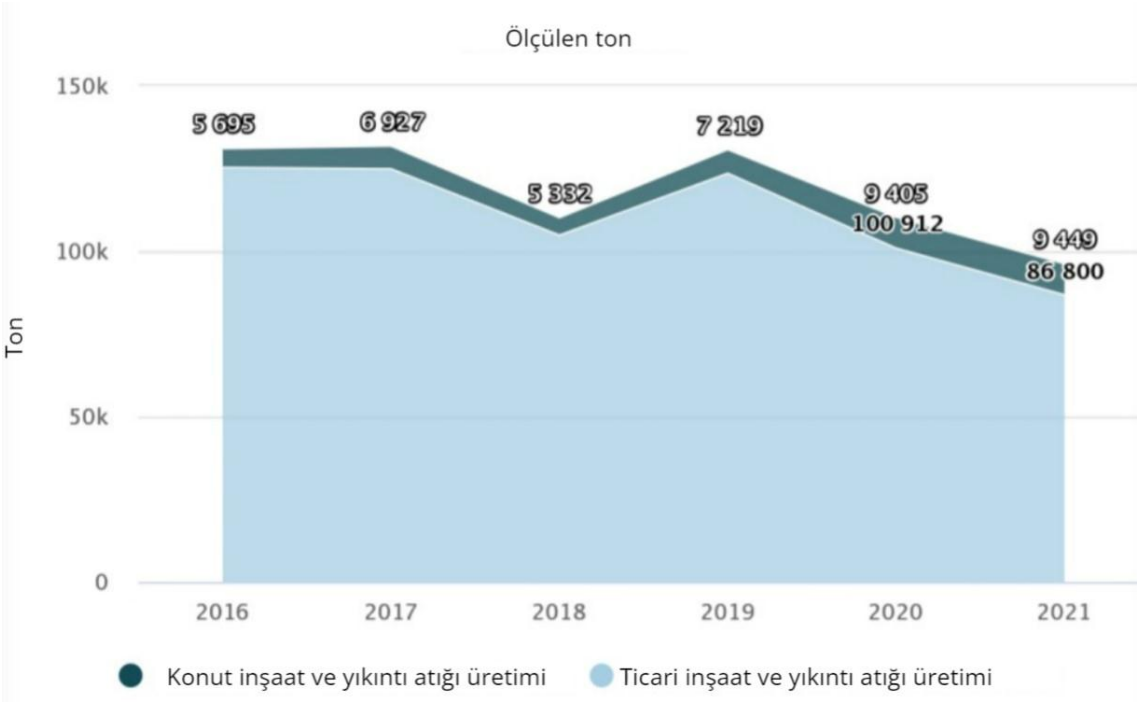
4.3.3 Bodø Norveç Kentsel Metabolizma Çalışması

Norveç'te bir kent olan Bodø'da yapılan kentsel metabolizma çalışmaları 2020 yılında başlamış olup hala devam etmektedir. Bodø kentindeki inşaat sektörü ülkenin ticaretten sonra istihdam sağlayan en büyük ikinci sektörüdür. Bu nedenle; kentte üretilen inşaat ve yıkıntı atıklarının da kentsel metabolizma içinde yeri oldukça önemlidir. Kentteki binaların; %4'ü yerel yönetime ait idari bina, %43 özel mülkiyetli konut, %53'ü ise özel mülkiyeti konut dışı kullanım işlevine sahiptir. Bodø kentsel metabolizma araştırmasını diğer araştırmalardan ayıran en belirgin özellik; inşaat ve yıkıntı atığına dair ölçümlerin geniş bir zaman aralığını kapsamasıdır. Araştırma kapsamında inşaat sektörü özelinde yayınlanan raporda; kentin inşaat sektörü üretimi 1900'lü yılların başından başlayarak incelenmiştir. Raporda, kentin değişen yapı stoğu üzerine bilgiler verilmektedir. Bu bilgiler ise dönemlere göre oluşan inşaat ve yıkıntı atığı bilgisine ulaşılması açısından kolaylaştırıcı olmaktadır. Örnek olarak konut stoğu üretiminin 1900 ve öncesi ile 2021 il sonrasını kapsayan grafik Şekil 4.17'de gösterilmiştir.

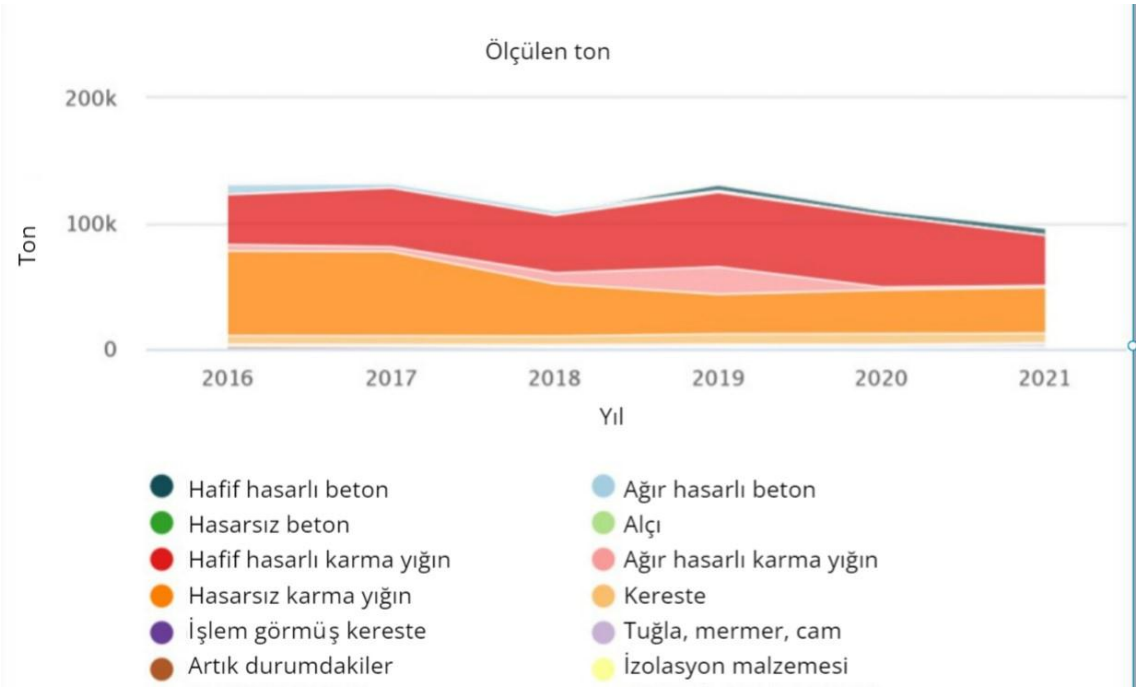


Şekil 4.18 Bodø kenti yıla göre değişen konut stoğu miktarı (www.metabolismofcities.org; Çakmak, 2022 tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir)

Kentte 1900 ile 2016 yıllarında üretilen inşaat ve yıkıntı atığı miktarı ise Şekil 4.18 ve Şekil 4.19'da gösterilmiştir.



Şekil 4.19 Bodø kenti yıllara göre inşaat ve yıkıntı atığı miktarı (www.cityloops.metabolismofcities.org; Çakmak, 2022 tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir)



Şekil 4.20 Bodø kenti yıllara göre üretilen inşaat ve yıkıntı atığı içerikleri (www.metabolismofcities.org; Çakmak, 2022 tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir)

Bodø'da yapılan kentsel metabolizma çalışmasında muhasebe yaklaşımlarından biri olan malzeme akış analizi ve simülasyon yönteminin kullanılmasıyla, hibrid ölçüm yönteminden yararlanılmıştır. Kentteki inşaat sektörüne dair 1900'lü yıllara kadar uzanan bir veri depolamasının olması, araştırmayı öne çıkaran özelliklerden biridir. Bununla birlikte Apeldoorn ve Sevilla kentse metabolizma araştırmalarına kıyasla Bodø'da üretilen inşaat ve yıkıntı atığı üreticilerinin izi sürülebilmektedir. Böylece; kentte en çok inşaat ve yıkıntı atığı üreten 3 firma belirlenmiştir. Bu firmalar; Iris Salten IKS ve yan kuruluşları, Østbø Anonim Şirketi ve Bodø Energi Varme Anonim Şirketi şeklindedir. Iris Salten IKS firmasının hizmet alanı; konut yapımı ve çevre düzenlemesidir. Bu bağlamda en çok ürettikleri inşaat ve yıkıntı atığı ise ahşap malzemedir. Ayrıca bölgenin atıklarının toplanmasını sağlayarak bu atıklardan enerji geri kazanımı ile bölgenin yerel ısıtmasının sağlanmasını sağlamaktadır. Iris Salten IKS, kentin en büyük inşaat ve yıkıntı atığı üreticisi olmakla beraber; inşaat ve yıkıntı atıklarının yeniden kullanımı hakkında bilgilendirme çalışmaları düzenlemekte ve bu atıkların yönetim planlarının oluşturulması sağlamaktadır. Østbø Anonim Şirketi ise, kentteki en büyük atık ve çevre şirketi olarak tanımlanmaktadır. Firma;

inşaat, kentsel planlama, danışmanlık, inşaat ve yıkıntı atığı yönetimi, inşaat ve yıkıntı atığı taşımacılığı yapmaktadır. Firmanın odaklandığı inşaat ve yıkıntı atıkları ise zehirli olanlar ve demir malzemelerdir. Bodø Energi Varme Anonim Şirketi ise; Bodø Energi grubunun bir yan kuruluşu olarak kurulmuştur ve Bodø Belediyesi'ne aittir. Kentte oluşan inşaat ve yıkıntı atıklarının toplanarak depolanmasını sağlayan firma aynı zamanda bu atıkların biyokütle ısıtma tesisinin hammaddesi olarak kullanmaktadır. Dört yıllık süreç sonunda Bodø'nun 2019'daki enerji ihtiyacının %96'sı inşaat ve yıkıntı atığı olan ahşap malzemelerden biyoenerji ile elde edilmiştir.

Bodø kentindeki büyük inşaat ve yıkıntı atığı üreticilerinin aynı zamanda bu atıkların yeniden kullanım ve geri dönüşümünü sağlayan büyük firmalar olması, kentsel metabolizma çalışmasında tespit edilen önemli verilerden biridir. Kentsel metabolizmanın döngüsel hale getirilmesi için kent çalışmalarında yapılması gereken değişiklikler ise döngüsel strateji ismiyle yayınlanmıştır. 3 aşamaya sahip olan döngüsel stratejide yapılması önerilen değişiklikler aşağıda özetlenmiştir:

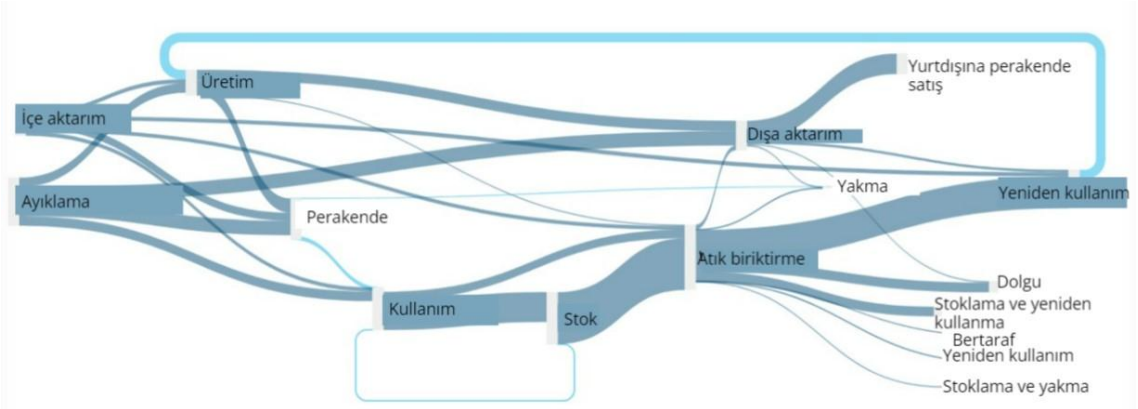
1. Döngüsel strateji'de amaç; mevcut yapıları mümkün olduğu kadar yeniden işlevlendirerek ve yeniden kullanılan malzemelerle yaşama kazandırmaktadır. Yeniden kullanmanın mümkün olmadığı durumlarda ise seçici yıkım ve çıkan inşaat ve yıkıntı atıklarının yeniden kullanımıdır. İlk aşama, mevcut yapıların ve malzemelerin haritalanması, kalite değerlendirmesi, yeniden kullanım potansiyelinin ölçümü, inşaat ve yıkıntı atığı için depolama ve arıtma tesislerinin temellerin atılmasını içerir. Bu aşama aynı zamanda yaşam döngüsü CO2 hesaplayıcısı, malzeme pasaportu, malzeme veri bankası ve yeniden kullanım malzeme pazarı gibi araçları da içerir.
2. İkinci aşama; profesyonel paydaşlar (inşaat danışmanları, girişimciler, mimarlar vb.) ve kentlilerin, kent geliştirme sürecine katılımıdır. Bu aşama; profesyoneller ve kentliler arasında, kenti yeniden tasarlarken yeniden kullanım, seçici yıkım uygulamaları gibi teknik diyalog içermektedir. Bu aşamada 3D, GIS görselleştirme araçları ve Bodø'nun 3D

görselleştirmesi gösterilerek kentlilerin hayal gücü ve fikirleri alınmaktadır.

3. Üçüncü aşama; üretilen teorik döngüsel stratejilerin seçilen kentsel alanların planlanmasına dâhil edilmesi ve uygulanmasıdır.

4.3.4 Høje-Taastrup Kentsel Metabolizma Çalışması

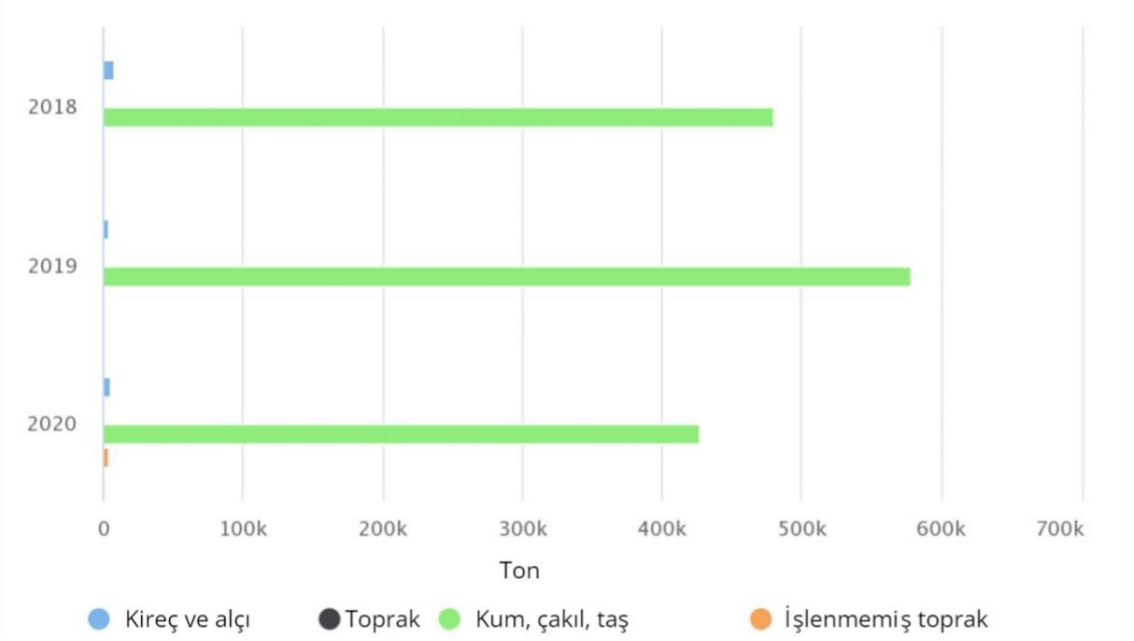
Bodø kentine benzer şekilde 2020 yılında başlayan, Danimarka'da bulunan Høje-Taastrup kenti kentsel metabolizma çalışması hala devam etmektedir. Araştırmada kentsel metabolizma ölçüm yöntemi olarak; malzeme akış analizi ve girdi çıktı analizinden yararlanılmıştır. Araştırmanın kentsel metabolizmaya dair ölçümüne dair baz aldığı veriler 2011 yılından başlayarak 2020 yılına kadar uzanmaktadır. Araştırmada; kentte üretilen, kente giren ve çıkan inşaat ve yıkıntı atıklarının takibi yapılmıştır. Bu analiz ile kentte inşaat ve yıkıntı atığı üretimi en fazla olan 6 firma belirlenmiştir. Bunlar firmalar ise; beton malzemeden kaldırım taşı, çatı kiremiti, istinat duvarı taşı ve yol yapımında kullanılmak üzere asfalt üreten IBF Hedehusene firması, parke üretimi yapan Tarkett firması ve kentteki demir çelik inşaat malzemesinin üretimini yapan Schrøders Metal, K.S. Smede og Montage ve Ebbes Kleinsmedie firmalarıdır. Kentteki inşaat ve yıkıntı atıklarının mevcut yönetimine dair ilişkileri içeren Sankey diyagramı ise Şekil 4.20'de gösterilmiştir.



Şekil 4.21 Høje-Taastrup inşaat ve yıkıntı atıkları Sankey diyagramı (www.cityloops.metabolismofcities.org; Çakmak, 2022 tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir)

Høje-Taastrup kentinde toplanan verilerin görselleştirilmesi ile oluşturulan Sankey diyagramında, kentsel metabolizma içinde dolaşmakta olan birçok inşaat

malzemesi olduğu görülmektedir. En sık üretilen inşat ve yıkıntı atığı malzemeleri ise; kireç ve tebeşir, kil, kum, çakıl, taş ve ham toprak şeklindedir. Bu malzemelerin 2018-2020 yılları arasında kullanım miktarı Şekil 4.21'de gösterilmiştir.



Şekil 4.22 Høje-Taastrup inşaat ve yıkıntı atığı miktarı (www.cityloops.metabolismofcities.org; Çakmak, 2022 tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir)

Høje-Taastrup kentsel metabolizma araştırmasında kentin mevcut kentsel metabolizmasının durumu ise şu sözlerle ifade edilmektedir: "İnşaat sektörünün döngüselliği açısından mevcut durumunu, veri mevcudiyeti ve kalitesindeki sınırlamalar nedeniyle belirlemek zordur. Malzemelerin doğrudan yeniden kullanımı oldukça düşüktür ve geri dönüşüme tabi tutulan atık miktarı yüksek olmakla birlikte, geri dönüşüm verimliliğinin bilinmemesi, mevcut ikincil malzeme miktarının belirlenmesine yardımcı olacaktır. Bununla birlikte, çoğunlukla tehlikeli maddelerin atık akışından çıkarılması ve atık hiyerarşisinde başladıkları yerden daha düşük tehlikeli olmayan malzemelerin geri dönüştürülmesi yararına olsa da, atık ayırmaya odaklanılması olumlu bir değerdir"(www.cityloops.org). Raporda yapılan sonuç değerlendirmesinden de anlaşılacağı üzere Høje-Taastrup kentine dair az veri olması ve bu verilere ulaşımın kısıtlı olması süreci zorlaştırmaktadır. Bu nedenle Høje-Taastrup kentsel metabolizmasının iyileştirilmesi için önerilen kent çalışması önerisinin

birincil özelliği; inşaat ve yıkıntı atıklarına dair çalışmaların depolanması, paylaşılması ve bilgi boşluklarının giderilmesi şeklindedir. Diğer öneriler ise şu şekildedir:

“Döngüselliği teşvik edecek yasal önlemler yerel belediyeye büyük katkı sağlayacaktır. Bunlar, bakir kaynak çıkarma için daha yüksek ücretleri ve atık bertarafı için daha yüksek ücretleri içerir. Kullanılan malzemelerin onaylanması ve garanti edilmesi için daha fazla olasılık, kullanılmış malzemelerin yeniden kullanımıyla ilişkili risk algısını azaltmak için de gereklidir.

Hâlihazırda döngüsel girişimlere ve çözümlere sahip yerel oyuncularla katılımın ve iş birliğinin artırılması da önerilmektedir. Belediyenin yerel kaynakların korunması için önlem alması tavsiye edilebilmektedir.

Özellikle birçok alan ile inşaat malzemelerinin çıkarılması için önceden belirlenmiş olsa da, bu malzemeler yine de sonludur. Özel işletmelerin bunların çıkarılmasıyla uğraştığını ve bunun ekonomik açıdan önemli olduğu kabul edilerek, döngüsel bir ekonomide en yüksek önceliğin ham malzeme kullanımından kaçınmak olduğundan, kaynakların sorumlu bir şekilde tedarik edilmesi olmalıdır.

Bölgenin her yıl mevcut kaynaklar ve atıklarının gerçek potansiyelinin belirlenebilmesi için veri mevcudiyetinin ve kalitesinin iyileştirilmesi önerilmektedir. Bu şekilde, inşaat ve yıkıntı atıkları daha iyi analiz edilebilir ve sektör için ana hedefler ve bir eylem planı içeren bir döngüsellik süreci geliştirilebilir.” (www.cityloops.org).

4.3.5 Netzstadt ve Dünya Bankası Eco2 Kentsel Metabolizma Çalışmaları

Literatürdeki yapılan kentsel metabolizma çalışmalarında Franz Oswald ve Peter Baccini’nin 2003 yılında geliştirdiği ve bir araştırma olarak yayınladığı Netzstadt kent çalışmalarında önemli bir yere sahiptir. Araştırmada disiplinler arası yaklaşım benimsenmekle birlikte kent çalışmasında, kentin sosyal ve fiziksel ihtiyaçlarının tümü düşünülerek geniş bir perspektiften yaklaşılmıştır. Bu bağlamda kentte analizler yapılmasının önemi üzerinde durularak analizler sonucunda kentsel hizmete olan ihtiyacın ölçülmesi önerilmektedir. “Bu tespitler sayesinde kentlerde gittikçe artan oranda gerçekleşen bu hizmetlere talep

miktarı tespit edilerek, kentsel altyapı bu yönde geliştirilebilmektedir" (Oswald ve Baccini, 2003). Oswald ve Baccini tarafından Netzstadt araştırmasında ortaya konan temel fikir inşaat ve yıkıntı atıklarını kaynağında önlemek veya kentlilerin isteklerini azaltmanın aksi bir bakış açısıyla gerçekleşmektedir. Araştırmacılar; kentlilerin istek ve ihtiyaçlarının önemi üzerinde durmuşlar; bunları azaltmak yerine taleplerin karşılanmasını çıkan inşaat ve yıkıntı atıklarını ise yeniden kullanmayı önermişlerdir.

Kentsel metabolizma yaklaşımı ile geliştirilen bir diğer kent çalışması ise Dünya Bankasının Kent ve Yerel Yönetimler Stratejisi kapsamında geliştirilen Eco2'dir. Dünya Bankası tarafından kentsel metabolizma yaklaşımı ile yürütülen araştırma Eco2 Cities – Ecological Cities as Economic (Eco2 Şehirler – Ekonomik Olarak Ekolojik Şehirler) ismiyle bir rehber kitap olarak yayınlanmıştır. Sürecin araştırmacılarından biri olan Dünya Bankası kentleşme uzmanlarından biri olan Hiroaki Suzuki araştırmanın yapılmasının nedenini ve önemini şu sözlerle ifade etmektedir: "Kentsel genişleme, önümüze, hem ekolojik hem de ekonomik olarak daha sürdürülebilir şehirleri planlamak, geliştirmek, inşa etmek ve yönetmek için yaşamda bir kez karşılaşılabilecek bir fırsat sunuyor" (www.worldbank.org). Suzuki'nin açıklamasından da anlaşılacağı üzere Eco2'de hem ekolojik hem de ekonomik sürdürülebilirliğin üzerinde durulmaktadır. Çalışmada ekolojik sürdürülebilirlik için döngüsel kentsel metabolizmaya, ekonomik sürdürülebilirlik için ise döngüsel ekonomiye odaklanılmaktadır. Kent çalışması, yeniden kullanım yönteminin de üzerinde durularak kentsel sistemdeki işleyiş; giren, çıkan, kaynak, işlem görmüş, yeniden kullanılan ve atık olan şeklinde kategorilere ayrılmaktadır. Araştırmayı yürüten Dünya Bankası bu durumu şu sözlerle ifade etmektedir: "Bu model içinde kentsel analiz, değerlendirme ve karar verme süreçlerinin basitleştirilmesi öngörülmektedir. Girdiler ve çıktılar tespit edilerek, doğadan elde edilen kaynaklar, altyapı tarafından işleme tabii tutulanlar, konutlarda ve iş yerlerinde tüketilenler, altyapı aracılığıyla temizlenenler ve yeniden kullanıma yönlendirilenler ve doğaya atık olarak gönderilenler biçiminde bir sınıflandırma gerçekleştirilmektedir" (World Bank, 2017). Eco2 önerisini kentsel metabolizma çalışmaları içinde olumlu bir örnek

olarak verilmesinin önemli sebeplerinden biri ise yerel kaynak kullanımı teşvik etmesidir.

4.4 Sürdürülebilir Kent ve Kentsel Metabolizma Değerlendirme Ölçütleri

Bir kentin sürdürülebilir özelliklere sahip olup olmadığını ölçmek için geliştirilmiş birden çok sayıda ve özellikte ölçüt seti bulunmaktadır. Sürdürülebilir kent üzerine değerlendirme ölçütlerinin çeşitlenmesini Tekeli, 2011 "Sürdürülebilir yerleşimlerin ve bu yerleşimlere örnek olabilecek modellerin ne olduğuna bakmadan önce iki kabul yapmak gerekir. Bunlardan biri sürdürülebilir yerleşimlerin var olabileceği, diğeri ise bu yerleşimlerin sürdürülebilirliği uygulama yollarının çeşitli olabileceğidir" şeklinde açıklamaktadır. Kentsel sürdürülebilirlik kavramı farklı araştırmacılar tarafından farklı biçimlerde tanımlanmıştır. Fakat en temelde sürdürülebilir kenti; ekonomik, sosyal, ekolojik, toplumsal değerler ile kent ve kentli sağlığı gibi parametrelerin birleşiminden oluşan bir bütün olarak tanımlamak mümkündür. Tezin bu bölümünde; bir kentin sahip olduğu kentsel metabolizmanın durumu hakkında bilgi verecek ölçütleri içeren değerlendirme sistemleri hakkında araştırma yapılmıştır. Sürdürülebilir kent ölçütleri örnek alınarak yapılan taramada; birçok sürdürülebilir kent ölçütüne ulaşılmasına karşılık yalnızca Avrupa Birliği tarafından tanımlanan ve kentsel metabolizma ile ilişki kuran sürdürülebilir kent ölçütlerine odaklanılmıştır. Araştırmanın devamında ise herhangi bir sınır koymadan tüm literatür taraması yapılarak kentsel metabolizma ölçütü hakkında; Dünya Bankası Eco2 Kent İnisiyatifi Ölçütleri ve Avrupa Çevre Ajansı Kentsel Metabolizma Çerçevesi isimli 2 ölçüt setine ulaşılmıştır. 2 ölçütte de iklim krizinin birincil nedenlerinden sayılan inşaat ve yıkıntı atıklarına yer verilmediği, kentsel metabolizma çalışmalarında önerilen, bu atıklara odaklanan çok disiplinli birçok ölçüm ve değerlendirme yapılması gerektiği gibi önerilerin yer almadığı görülmektedir. Ölçütler ve özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

Avrupa Vakfı Kentsel Sürdürülebilirlik Ölçütleri: 1998 yılında yayınlanan ölçütler iki farklı kategoride kurgulanmıştır. Yaşam kalitesini arttırmak ve

kentsel ekolojik dengeyi sağlamak için oluşturulan bu kategoriler; tamamlayıcı göstergeler ve performans göstergeleri şeklinde tasarlanmıştır. İlk kategori olan tamamlayıcı göstergeler de; kentsel çevre, ekolojik, iklim gibi konuları içeren gösterge ve ölçütler bulunmaktadır. İkinci kategori olan performans göstergelerinde ise; kentsel adalet, güvenlik, kültürel miras gibi sosyo-kültürel konuları içeren gösterge ve ölçütlere yer verilmiştir. Avrupa Vakfı Kentsel Sürdürülebilirlik Ölçütleri Tablo 4.2'de gösterilmiştir.

Tablo 4.2 Avrupa Vakfı kentsel sürdürülebilirlik ölçütleri (Atmaca, 2019)

Ölçüt	Gösterge
Tamamlayıcı Göstergeler	
Küresel iklim	Salınan toplam sera gazı miktarı ve halonlar
Hava kalitesi	Yıl içerisinde trafiğin durma noktasına geldiği gün sayısı
Asitlenme	Hektar başına SO2, NO2 ve NH3 depolama
Ekosistem zehirlenmesi	Ortama bırakılan cıva, radyoaktif maddeler, bakır, dioksin gibi maddelerin oranı, bunların miktarı ve doğada kalma süreleri
Atık yönetimi	Yıllık kişi başına üretilen her tür atık miktarı (hafriyat atığı, evsel kullanım, sanayi atıkları vb.)
Enerji tüketimi	Evsel kullanım, sanayi ve hizmetler sektörlerinde ve kamusal alanlarda kullanıma bağlı olarak kişi başına harcanan ton petrol eşdeğeri enerji
Su tüketimi	Yıllık kişi başı su tüketimi (ton metreküp) (Toplam su miktarından yeşil alanların sulanması için geri dönüşüm yoluyla geri kazanılan suyun miktarı çıkartılacaktır)
Rahatsız edici unsurlar	Gürültü, koku ve görsel kirlilikten etkilenen nüfus oranı

Performans göstergeleri	
Sosyal adalet	Yoksulluktan, işsizlikten, eğitim yetersizliğinden, bilgiye erişememekten muzdarip nüfus oranı
Konut kalitesi	Konut sahibi olmayan veya düşük kaliteli konutlarda yaşayan nüfus oranı
Kent güvenliği	Suçlardan ve trafik kazalarından etkilenen nüfus oranı
Kentin ekonomik sürdürülebilirliği	Toplam bireysel gelirlerden kentin finansal açığının, çevre harcamalarının ve yıllık olarak elde edilen kirlilik zararının çıkartılmasıyla elde edilen oran
Açık ve yeşil alanlar ve tarihsel miras	Geliştirilmesi gereken açık ve yeşil alanlar ve tarihsel miras
Kentli katılımı	Yerel seçimlere katılan kişi sayısı veya kent kalitesinin artırılmasına dönük faaliyetlere aktif olarak katılan kişi sayısı
Özgün sürdürülebilirlik	Bu ölçütün kente özgü ve kentin kendi çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğine dönük olarak tespit edilmesi gereklidir

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı-OECD Kompakt Kent Ölçütleri: 2012 yılında yayınlanan Compact Urban Policies: Affordable Evaluation (Kompakt Kent Politikaları: Karşılaştırmalı Değerlendirme) isimli raporda sürdürülebilirlik ve kompakt kent kavramı arasında ilişki kurularak, sürdürülebilirlik ölçütleri kompakt kent kavramı üzerinden geliştirilmiştir. Bu ölçütler Tablo 4.3'de gösterilmiştir:

Tablo 4.3 Ekonomik işbirliği ve kalkınma teşkilatı-OECD kompakt kent ölçütleri (OECD, 2016; Çakmak, 2022 tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir)

Kompaktlık ölçütleri	
Yoğun ve yakın gelişme deseni	Nüfusun ve kompakt kentin büyüklüğü
	Kentsel alanda nüfus yoğunluğu
	Kentsel alan kullanımı
	Etkin bina kullanımı
	Kompakt kentlerde bina ve açık alan biçimleri
	Yolculuk mesafesi
	Kentsel yapılaşmış alan
Toplu taşıma sistemiyle ilişkili kentsel alanlar	Toplu taşıma sistemi
	Toplu taşıma sistemine yakınlık
Yerel servislere ve işe erişim	İş ve konutun yakınlığı
	Yerel servislerin ve konutun yakınlığı
	Yerel servislere ve işe yakınlık
	Yaya ve bisikletle ulaşım
Kompakt kent politikalarının etkileriyle ilgili ölçütler	
Çevresel etkiler Sosyal etkiler	Kamusal açık ve yeşil alanlar, tarım ve biyoçeşitlilik
	Ulaşımda enerji kullanımı
	Yerel enerji üretimi
	Satın alınabilir konut

Ekonomik etkiler	Kamu servisleri

Sürdürülebilir Kentler İçin Referans Çerçevesi: 2018 yılında geliştirilen çerçeve, 2007 yılında imzalanan Leipzig Şartı'nı kapsamaktadır. Birincil hedef olarak; Avrupa'daki kentlerin sürdürülebilirliklerini ölçmek ve stratejiler geliştirmek belirlenmiştir. Sürdürülebilir Kentler İçin Referans Çerçevesi'ni diğer ölçütlerden ayıran temel fark; Ölçüm ve stratejilere dair herkesin ulaşabileceği çevrimiçi bir uygulama geliştirmesidir. Çerçeve'de sürdürülebilirlik ölçütleri 5 temel kategoriye bölünmüştür. Tanımlanan ölçütler aşağıda sıralanmıştır:

Tablo 4.4 Sürdürülebilir kentler için referans çerçevesi sürdürülebilirlik ölçütleri (Reference Framework for Sustainable Cities-RFSC, 2018; Çakmak, 2022 tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir)

Temel boyutlar	Ölçütler
Alansal	Sürdürülebilir kentsel planlama
	Mekânsal eşitsizliğin giderilmesi
	Kentsel mimari ve kültürel mirasın korunması
	Kamusal alanlarda ve yaşayan çevrelerde yüksek kalite ve işlev
	Esnek, alternatif ve sürdürülebilir kentsel hareketlilik
Yönetimsel	Bölgesel stratejilerin entegresi
	Sürdürülebilir ve ekonomik kent yönetimi
	Uygulamaların değerlendirilmesi
	Kentli katılımının arttırılması

	Yönetimde ortaklıkları güçlendirmek ve ulaşılabilirlik
Toplumsal	Sosyal ve bireysel eşitliğin sağlanması
	Eğitim ve kursların geliştirilmesi
	Kültürel ve boş zaman aktiviteleri oluşturulması
Ekonomi	Döngüsel ekonomi
	Yerel ekonomi ve istihdamın geliştirilmesi
	Sürdürülebilir üretim ve tüketimin sağlanması
	Yenilikçi ve akıllı kent kurgusu
Çevresel	İşbirliği ve yenilikçi ortaklıklar
	Biyoçeşitliliğin ve ekosistemlerin korunması, yaşama geri kazanımın geliştirilmesi
	Kentsel kirliliği azaltmak
	İklim değişikliğine adaptasyon
	Sürdürülebilir kaynakların yönetimi
	Su kaynaklarının korunumu

Avrupa Birliği Ekolojik Kent Ölçütleri: 2002 yılında geliştirilmeye başlanmış olup 2005 yılında Avrupa Birliği tarafından yayınlanmıştır. Ölçütte, ekolojik kent değerlendirilmesi 6 farklı kategoride incelenmiştir. Avrupa Birliği ekolojik kentlere dair yayınladığı final raporunda, Avrupa Birliği Ekolojik Kent

Ölçütleri'ni geliştirme sebebini "Avrupa Birliği'nde yaşayan nüfusun %80'inin kentlerde yaşaması" (Ecocity Final Report, 2008) şeklinde açıklamaktadır. Avrupa Vakfı Kentsel Sürdürülebilirlik Ölçütleri, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı-OECD Kompakt Kent Ölçütleri ve Sürdürülebilir Kentler İçin Referans Çerçevesi'nden ayıran temel özellik kentsel metabolizma yaklaşımına yer verilmiş olmasıdır. Ölçütte, kentsel metabolizma yaklaşımının değerlendirme yöntemlerinden olan malzeme ve enerji akışından yararlanılmıştır. Avrupa Birliği Ekolojik Kent Ölçütleri Tablo 4.5'de gösterilmiştir.

Tablo 4.5 Avrupa Birliği ekolojik kent ölçütleri (Ecocity, 2008; Çakmak, 2022 tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir)

Kentsel kapsam	Doğal çevrenin korunumu ve iklim bilgisinin kentsel planlamaya dâhil edilmesi
	Çok merkezli, kompakt ve erişilebilirlik odaklı kentsel yapı oluşturulması
	Kültürel mirasın korunumu, canlandırılması
Kent yapısı	Mevcut binaların yeniden kullanımının artırılmasıyla yeni açılacak yerleşim alanlarına talebin azaltılması
	Bina, bölge ve komşuluk çevresi ölçeğinde karma kullanımların oluşturulması
	Kent dokusuyla, doğal elemanların ve döngülerin bütünleştirilmesi
	Gürültü ve hava kirliliğinin azaltılması
Ulaşım	Zaman ve mekân olarak aktiviteler arasındaki mesafenin kısaltılması ve yolculuğun azaltılması
	Ulaşımda yaya ve bisiklet yollarına öncelik verilmesi
	Toplu taşımaya erişim önceliğinin sağlanması

	Özel araçla yolculuk miktar ve hızının azaltılması
Enerji ve malzeme akışı	Kentsel yapıların enerji etkinliğinin en üst düzeye çıkarılması
	Yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih edilmesi
	Su tüketiminin azaltılması
	Atığın hacminin azaltılması
	Çevre dostu ve zehirli olmayan yapım materyallerinin kullanılması
Sosyo-ekonomik yapı	Sosyal çeşitliliğin desteklenmesi
	Girişimcilerin kente çekilmesi için teşvikler sağlanması
	Uygun iş gücü kaynaklarının kullanılması
Süreç yönetimi	Bütüncül planlama
	Kentli katılımı

Avrupa Birliği Yeşil Başkent Ödülü Ölçütleri: Avrupa Birliği tarafından iklim krizine dair geliştirilen ölçütler içinde kentleri teşvik etmeyi amaçlayanlar da bulunmaktadır. Bunlardan biri; Avrupa Birliği Yeşil Başkent Ödülü Ölçütleri'dir. İlki 2010 yılında verilen Avrupa Birliği Yeşil Başkent Ödülü, Avrupa Birliği'ne bağlı Avrupa Komisyonu tarafından kentsel çevrenin ve ekolojik dengenin korunmasına dair en iyi stratejileri içeren başkente verilmektedir. Ödülün son ölçütünde kentsel metabolizma yaklaşımı ile kent çalışmasında temel prensip olan kentsel yönetişim ilkesine yer verilmiştir. Ödülün ölçütleri aşağıdaki gibidir:

Tablo 4.6 Avrupa Birliği yeşil başkent ödülü ölçütleri (European Green Capital, 2013; Çakmak, 2022 tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir)

Avrupa Birliği Yeşil	İklim krizinde azaltım

Başkent Ödülü Ölçütleri	İklim krizine uyum
	Sürdürülebilir kentsel hareketlilik
	Sürdürülebilir alan kullanımı
	Doğa ve biyo-çeşitlilik
	Hava kalitesi
	Gürültü
	Atık yönetimi
	Su
	Yeşil büyüme ve eko-yenilik
	Enerji performansı
	Kentsel yönetişim

Avrupa Komisyonu Yeşil Yaprak Ödülü Ölçütleri: 2015 yılında verilmeye başlayan Avrupa Komisyonu Yeşil Yaprak Ödülü, nüfusu 20.000-100.000 arasında değişen küçük ölçekli kentleri kapsamaktadır. Avrupa Komisyonu Yeşil Yaprak Ödülü'nün beşinci ölçütü kentsel metabolizma yaklaşımının önerilerinden olan döngüsel atık yönetimi ve döngüsel ekonomi şeklindedir. Ölçütler Tablo 4.7'de gösterilmiştir.

Tablo 4.7 Avrupa Komisyonu yeşil yaprak ödülü ölçütleri (European Green Capital, 2013; Çakmak, 2022 tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir)

Avrupa Komisyonu Yeşil Yaprak Ödülü Ölçütleri	İklim krizi ve enerji performansı
	Sürdürülebilir kentsel hareketlilik
	Doğa, biyo-çeşitlilik ve alan kullanımı

	Hava Kalitesi ve gürültü
	Döngüsel atık yönetimi ve döngüsel ekonomi
	Su

Avrupa Birliği'nde kentsel metabolizma ölçümü ile ilişkili kullanılan iki ölçüt bulunmaktadır. Bunlar; Dünya Bankası Eco2 Kent İnisiyatifi Ölçütleri ve Avrupa Çevre Ajansı Kentsel Metabolizma Çerçevesi'dir. Araştırmanın devamında bu iki ölçütün içeriği detaylandırılmıştır.

Dünya Bankası Eco2 Kentleri İnisiyatifi Ölçütleri: Eco2 kentsel metabolizma çalışması kapsamında geliştirilen bazı ölçütler geliştirilmiştir. Dünya Bankası kent uzmanı ve ölçütlerin başyazarları Hiroaki Suzuki, ölçütleri şu şekilde açıklamaktadır: "Eco2 kentler; kentliler için kapsayıcı, sürdürülebilir ve verimli kaynak kullanımı ile ekonomik fırsatlar yaratırken, aynı zamanda gelecek nesiller için yerel ekolojiyi ve çevre gibi küresel kamu mallarını koruyan ve besleyen kentler olarak tanımlanmaktadır. Eco2 kent girişimi; şehirlere pratik ve ölçeklenebilir, analitik ve operasyonel destek sağlamayı ve gelişmekte olan ülkelerde ileriye dönük, uygulama, akademi ve uluslararası kalkınma toplulukları arasında küresel bir ortaklık kurmayı amaçlamaktadır"(www.worldbank.org).

Tablo 4.8 Dünya Bankası eco2 kent inisiyatifi ölçütleri (World Bank, 2012; Çakmak, 2022 tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir)

Prensip	Ölçüt
Kent merkezli yaklaşımın geliştirilmesi	Kente uygun kararların verilmesi ve sonuçlarının takip edilmesi doğrultusunda gelişme planlarının hazırlanması
	Yerel ekolojik varlıkların sağlık ve refah üzerine etkilerinin tespit edilmesi
	Yerel yönetimlerin ulusal ve uluslararası düzeyde destek alabilecekleri eylem odaklı ağlara dâhil olması

	Kentlerin finansal, idari ve teknik olarak kapasitelerinin güçlendirilmesini sağlamaya yönelik bir karar destek sisteminin geliştirilmiş olması
Katılımcı bir anlayış ile tasarım ve karar verme süreçlerinde geniş bir platformun sağlanması	Tüm kent organlarının dâhil olduğu, kentlilerin sürece dâhil olduğu platformun varlığı
	Tüm kent organlarının dâhil olduğu, kentteki tüm paydaşların sürece dâhil olduğu bir platformun varlığı
Tek sistem yaklaşımı	Bütünleşik altyapı sistemleri tasarımı ve yönetimi
	Koordineli mekânsal gelişme
	Bütünleşik uygulamalar
Sürdürülebilirliği ve dirençliliği destekler nitelikte bir yatırım çerçevesi	Tüm yatırımlarda yaşam döngüsü analizin yapılması
	Tüm kapital değerlerin korunması ve geliştirilmesine eşit derecede önem verilmesi
	Tüm risk türlerini önleyici tedbirlerin geliştirilmesi

Avrupa Çevre Ajansı Kentsel Metabolizma Çerçevesi: Avrupa Birliği'ne bağlı Avrupa Çevre Ajansı tarafından Avrupa Çevre Ajansı Kentsel Metabolizma Çerçevesi, kentsel metabolizmayı ölçmek için doğrudan kullanılan ilk ölçüttür. Çerçeve'de belirtilen ölçütler aşağıda sıralanmıştır:

Tablo 4.9 Avrupa Çevre Ajansı kentsel metabolizma çerçevesi (EEA, 2018; Çakmak, 2022 tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir)

Ölçütler
Kişi başına düşen gelir

Üretim etkinliği (CO2)
Kayıt altındaki araçlar
Ulaştırmada enerji etkinliği
Toplu taşıma ağı
Arazi kullanım etkinliği
Enerji tüketimi etkinliği
Su tüketimi etkinliği
Atık yoğunluğu
Geri dönüşüm
Kentsel alan miktarı
Yeşil alanlara erişim

4.5 Bölüm Değerlendirmesi

Sağlıklı bir kentsel metabolizmaya sahip kentin temel özellikleri; döngüsel akış ve kentsel yönetişim ilkelerinin varlığıdır. Bir kentin, kentsel metabolizmasının ölçümünde çeşitli değerlendirme yaklaşımları bulunmaktadır. Araştırma kapsamında; bu yaklaşımlar kullanılarak kentsel metabolizmaları ölçülen ve kent çalışmalarına dair öneriler yapılan 6 farklı çalışma incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda her bir tasarımın geliştirildiği kentin yerel özelliklerine göre değiştiği görülmektedir. Kentlerin; ekolojik, ekonomik, sosyal, kültürel birçok özelliğinin değerlendirilmelerde göz önüne alındığı görülmektedir. Fakat bununla birlikte yapılana kentsel metabolizma çalışmalarında farklılaşan ölçütlerin kullanıldığı ve bir standardizasyonun olmadığı görülmüştür. Kentsel metabolizma çalışmalarının yere özgü olmasının ölçüt geliştirmeyi zorlaştırması kabul edilmekle beraber, araştırmada örneklendirilen sürdürülebilir kent ölçütü

çalışmalarında da görüldüğü üzere birçok ölçüt kentsel metabolizma yaklaşımından özellikler taşımaktadır. Geliştirilen ilkelerin, bir rehber vazifesi görerek kent çalışmaları sürecini kolaylaştırdığı düşünülmektedir. Bununla birlikte kentsel metabolizma çalışmalarının tarihsel süreç içinde daha odak temalar seçilerek ilerlediği ve verimli sonuçlar alındığı görülmektedir. Bu konuya en etkili örnek kentsel metabolizma çalışmalarında en sık başvurulan yöntem olan muhasebe yaklaşımıdır. Muhasebe yaklaşımı; ölçülen kentsel metabolizma içindeki tüm atıklardan başlayarak; malzeme akış analizi, emerji metodu ve ekserji metodu kullanımıyla araştırılmak istenen tek bir atığa odaklanmakta, çok disiplinli yaklaşımıyla birçok veri elde edilmesini sağlamaktadır. Buna ek olarak kentsel metabolizmaya dair yapılan literatür araştırmalarının birçoğunda; inşaat ve yıkıntı atıklarına dair çok disiplinli yaklaşımın önemi vurgulanmaktadır. Bu bağlamda; kentsel metabolizma ile geliştirilen kent çalışmaları için inşaat ve yıkıntı atıklarına odaklanan bir ölçüt sisteminin olmayışı eleştirilerek, bu sistemin geliştirilmesi önemli görülmektedir. Kentsel metabolizma yaklaşımı ile kent çalışmaları önerileri geliştirilmesi sürecinde inşaat ve yıkıntı atıklarına dair ilkelerin belirlenmesi; kentsel kaynak kullanımının en aza indirilmesi, kentsel ekonominin iyileştirilmesi, sosyo-kültürel çevrenin korunması ve en önemlisi iklim krizinin etkilerinin azaltılmasını sağlayacağı düşünülmektedir. Böylece; kentsel metabolizmanın döngüsel hale getirilerek iyileştirilmesi ve kente dair yere özgü özellikler korunması kolaylaştırılacaktır. Bununla birlikle; sürdürülebilir kent ölçütlerinde görüldüğü üzere ölçütler; döngüsel kentsel metabolizmaya ulaşmak doğrultusunda kentsel tasarım ve politika yapma kararlarında rehber bir yol haritası olarak çalışmaktadır. Bu nedenle; ilkelerin geliştirilmesi oldukça önemlidir. Tez araştırmasının sonuç ve değerlendirme kısmında bu sisteme dair öneri sunulmuştur.

5
SONUÇ VE ÖNERİLER

Tezin konusu kentsel metabolizma bağlamında inşaat ve yıkıntı atıklarından üretilen kentsel ölçekteki çalışmalar ve kentsel metabolizma ölçüm parametreleridir. Kentsel metabolizma kavramı; doğa ve toplum arasında kent üzerinde kurulan tüm ilişkileri konu alan çok disiplinli çalışma gerektiren bir kavramdır. Kentsel metabolizma kavramına göre canlılara benzer döngüsel metabolizmaya sahip olan kentlerin metabolik sistemi, Sanayi Devrimi'nin oluşturduğu tüketim kültürü nedeniyle doğrusal metabolizmaya dönüşmüştür. Metabolik sistemdeki bu değişimin önemli nedenlerinden biri Sanayi Devrimi'nin yapılı çevrede benimsediği hızlı tüketim ile ortaya çıkan inşaat ve yıkıntı atıklarıdır. Kentlerdeki kontrolsüz ve aşırı inşaat faaliyetleri nedeniyle oluşan inşaat ve yıkıntı atıkları sorunu çözülememekle birlikte metabolizma içinde birikerek iklim krizinin önemli etkenlerinden biri haline gelmektedir. Tez kapsamında yapılan literatür araştırmaları göstermektedir ki inşaat ve yıkıntı atıklarının yeniden kullanımını konusuna kentsel metabolizma yaklaşımının önerisinin aksine bütüncül ve disiplinler arası olmayan bir perspektifle yaklaşılmaktadır. Tezde bu bağlamda; inşaat ve yıkıntı atıkların iklim krizi gibi büyük bir tehdide karşı 21.yüzyılda yeniden kullanımının ve kentsel metabolizma yaklaşımı ile yerel çözümler geliştirilmesinin önemi vurgulanmıştır. Kentlere fazla enerji sarf eden büyük tesisler kurularak geri dönüşüm yapılması yerine; yere özgü tasarım, kentli katılımı, minimum enerji sarfiyatı gibi değerlere sahip yeniden kullanım yöntemi savunulmaktadır. Bu bağlamda tezin; inşaat ve yıkıntı atığı yönetimi ile kent çalışmalarına yeni bir perspektifle yaklaşması ve yaptığı sorgulamalar nedeniyle bir eşik niteliğinde olduğu düşünülmektedir.

Tezde, Marx'ın atık sorununa çok yönlü bakışı temel alınarak, inşaat ve yıkıntı atıklarının yalnızca bir atık sorunu olmadığı, kentsel ekonomi ve kentteki sosyo-kültürel özelliklerle beraber bütüncül yaklaşılması ve soruna dair kentli

katılımını gözeten disiplinler arası çalışma yapılmasının gerekliliği vurgulanmıştır. Tezde inşaat ve yıkıntı atıklarının mevcut pratik biçimlerdeki yönetimleri; geri dönüşüm, kaynağında önleme/azaltma ve yeniden kullanım incelenmiş sonrasında Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerindeki yasal düzlemlerdeki yönetimleri kronolojik olarak incelenerek karşılaştırma yapılmıştır. Böylece inşaat ve yıkıntı atıklarına; kentsel çevre ve iklim krizi bağlamında yaklaşan politika ve yönetim biçimlerine dair karşılaştırmalı inceleme sunulmuştur.

Kentsel metabolizma yaklaşımı ile kent çalışmalarında temel ilkeler açıklanarak ve bu ilkelere dair somut örneklere yer verilmiştir. Kentsel metabolizmanın ölçümünde kullanılan değerlendirme yaklaşımlarına ve yaklaşımların işleyiş biçimlerine/farklarına dair inceleme sunulmuştur.

Yakın zamanda kentsel metabolizma yaklaşımı ile pratikte geliştirilen 4 kent ölçeğindeki tasarım (Apeldoorn, Sevilla, Bodø, Høje-Taastrup) ve literatürde önemli bir yer tutan 2 teorik kent ölçeğindeki tasarım (Netzstadt ve Dünya Bankası Eco2) incelenmiştir. Karşılaştırmalı olarak analiz edilen örnekler bölüm sonunda özetlenmiştir.

Tezde kentsel metabolizma ile kent çalışmalarında, sürdürülebilir kentsel tasarım kapsamında geliştirilen pek çok parametreye kıyasla yalnızca bir parametre çalışması olduğu görülmektedir. Bu çalışma ise; kentsel metabolizma yaklaşımında inşaat ve yıkıntı atıklarına doğrudan odaklanılması yerine genel bir değerlendirme olanağı sunmaktadır. Bu bağlamda değerlendirme parametrelerinin olmayışı eleştirilerek, bir anahtar ilke tablosu oluşturulmuştur. İlke ve göstergeleri içeren tablonun oluşturulurken sürdürülebilir kentsel tasarım ölçütlerinden inşaat ve yıkıntı atıklarına odaklanan parametrelerin sentezi yapılmıştır. Kent çalışmaları süreçlerinde, kentsel metabolizmayı değerlendirme amacıyla üretilen ölçütlerden oluşan tabloda, sürdürülebilir kent parametrelerinde inşaat ve yıkıntı atığına odaklanan ölçütlerin sentezi yapılarak, geliştirilmiştir. Tezde belirtilen tüm bu veriler, kentsel metabolizma çalışmaları

ve okumaları bir araya getirilerek, kentsel metabolizma değerlendirmesine ilişkin aşağıda belirtilen ilkeler oluşturulmuştur:

İLKE	GÖSTERGE
İnşaat ve yıkıntı atıklarının kentsel yaşam döngüsüne yeniden kazandırılarak, kullanım ömürlerinin uzatılması	• İnşaat ve yıkıntı atıklarına dair yeniden kullanılan malzeme oranında artış • İnşaat ve yıkıntı atıklarının yeniden kullanımını özendiren; malzeme bankası, yeniden kullanım pazarı, yeniden kullanım dijital market gibi sanal ve fiziksel mekânların oluşturulması
İnşaat ve yıkıntı atıklarının yeniden kullanımı süreçlerinde kentsel metabolizma kentsel yönetişim ilkesinin kullanımı	• Tasarım ve uygulama süreçlerinde en yüksek kentli katılımının sağlanması • Sürecin çıktılarının açık kaynak paylaşımı • Çok disiplinli çalışma yürütülmesi • Kentsel metabolizma çalışmalarına aktif ve gönüllü katılan kentli sayısında artış
Kent merkezli yaklaşım ile hareket edilmesi	• Kentsel ekolojik varlıkların ve kentsel miras ögelerinin tespit edilmesi, inşaat ve yıkıntı atığı tahribatından korunması • Kent ve kentli sağlının korunması, iyileştirilmesi • Döngüsel kentsel metabolizmanın kurgulanması • Kentin iklim krizi ile mücadelede ekonomik, yönetimsel ve teknik alt yapısının güçlendirilmesini için yerel yönetim tarafından birimlerin oluşturulması
İnşaat ve yıkıntı	• Kentlilerin ürettikleri atığa dair sorumluluk

atıklarının üretimine dair kentlilerle sorumlu tüketim çalışmaları yapılması	alması ve konut gibi kişisel mekânlarında yeniden kullanım pratikleri geliştirmelerine dair yerel yönetim tarafından eğitimler verilmesi, toplantılar düzenlenmesi • Yerel yönetimin, tüm kent organlarının ve kentsel metabolizma çalışmalarında gönüllü olmak isteyen kentlilerin dâhil olduğu bir platformun kurulması
Kentsel metabolizmada inşaat ve yıkıntı atıklarının ölçülmesi	• Muhasebe yaklaşımları birincil olmak üzere ölçümde hibrid yöntemlerin kullanımı
Deneyim paylaşımı	• Avrupa Birliği'ne ek olarak kentsel metabolizma üzerine çalışma gruplarla ilişki geliştirilmesi • Yerel yönetimlerin ulusal ve uluslararası alanda deneyim paylaşımları yapabilecekleri ağlar ile iletişim halinde olması
Döngüsel kentsel metabolizmanın kurgulanması	• İnşaat ve yıkıntı atıklarında yeniden kullanımın arttırılması • İklim krizine adaptasyonun sağlanması • Sürdürülebilir kentsel kaynak yönetimi • Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı • Kentsel yönetişim • Çevre dostu ve zehirsiz yapım malzemelerinin kullanımı

Yedi ayrı başlıktaki ilke, göstergeleriyle birlikte detaylandırılarak kentsel metabolizma ölçümüne dair parametrelere dair temel ilkeler kurgulanmıştır. Sonuç olarak tezin araştırma sorusu olan; iklim krizinin etkenlerinden inşaat ve

yıkıntı atıklarının kentsel metabolizma yaklaşımı ile yeniden kent çalışmalarında kullanılmasında hangi parametrelerin ilke olarak değerlendirilebileceği sorusuna çözüm önerisi sunulmuştur. Önerilen yapılan literatür araştırması, karşılaştırmalar ve sentezler sonucunda oluşturulan değerlendirme ilkeleri ile tezin amacı olan; kentsel metabolizmanın, inşaat ve yıkıntı atıkları ile iklim krizi arasındaki ilişkisini görünür kılıp, bu tür atıkların Türkiye'de ve Avrupa'daki yönetimlerini inceleyerek kentsel metabolizma kavramının yeniden kullanımla ilişkilendirildiği kent çalışmalarının sentezini yapmak ve bu sentez sonucu bir kentsel metabolizma değerlendirme ilkeleri önerisi oluşturma amacı ortaya konmuştur.

Tez kapsamında yapılan literatür okumaları, incelenen kentsel metabolizma çalışmaları ve sürdürülebilir kent ölçütleri göz önünde bulundurulduğunda, yeniden kullanım ile inşaat ve yıkıntı atıklarının bağının kuvvetlendirilmesi ve kentsel metabolizma ile ilişkilendirilmesinin önemi anlaşılmıştır.

Tezin içeriğinde kentsel metabolizma ile inşaat ve yıkıntı atığı kavramlarına geniş bir perspektiften yaklaşılmıştır. Fakat tezin sınırları kapsamında bir araştırma yürütülmesi nedeniyle tez, iklim çalışmalarında kentsel metabolizma ile inşaat ve yıkıntı atığı yönetimi üzerine yeniden kullanım bağlamında çalışmalar yapılması yönünde davet edici niteliktedir. Bununla birlikte tezin iklim krizi gündemi kapsamında üretilen kent çalışmaları alternatiflerine katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Adamczyk, J. ve Dylewski, R. (2017). The impact of thermal insulation investments on sustainability in the construction sector. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 80(1): 421-429. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.173

Akbaş, İ. (2020). Kentsel metabolizma kavramının evrimi: kentsel metabolik yönetişim. IBAD Sosyal Bilimler Dergisi. 6(1): 581-504. https://doi.org/10.21733/ibad.658075

Aldırmaz, G. E. (2018). Türkiye'de inşaat ve yıkıntı atıkları yönetim sisteminin mevcut durumunun değerlendirilmesi (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi.

Altay, C. ve Ceritlioğlu, O. (2016). Kentsel dönüşümün artıkları–çıkmacılar: enformel kentleşme ile yıkımların arasında. Toplum Bilim, 138(1):139-146.

Altındağ, S. (2011). İstanbul'da hafriyat toprağı, inşaat ve yıkıntı atıklarının tersine lojistik yöntemiyle alternatif yönetim planı (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi.

Amneklev, J., Augustsson, A., Sörme, L. ve Bergback, B. (2016). Monitoring urban copper flows in stockholm, sweden: implications of changes over time. Journal of Industrial Ecology. 21(4): 903-912. https://doi.org/10.1111/jiec.12470

Apaydın, S. (2012). Ofislerde aydınlatma tasarımının sürdürülebilirlik açısından mekân tasarımına etkileri (Yüksek lisans tezi). Haliç Üniversitesi.

Archello. (2022). Wikado. https://archello.com/project/wikado adresinden 12 Ağustos 2022 tarihinde alınmıştır.

Atmaca, Z. (2019). 6306 Sayılı yasa kapsamında kentsel dönüşüm süreçlerinin kentsel kamusal mekân üzerinde etkileri (Yüksek lisans tezi). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi.

Australian Goverment Department of Sustainabilty Environment Water Population and Communities. (2011). Australian goverment department of sustainabilty environment water population and communities. https://researchonline.jcu.edu.au/20669// adresinden 2 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.

Avrupa Çevre Ajansı. (2022).Kirleten ödüyor mu? www.eea.europa.eu/tr/isaretler/aca-isaretler-2020/articles/kirleten-oduyor-mu adresinden 5 Mayıs 2022 tarihinde alınmıştır.

Aydın, A. ve Çamur, Ö. (2017). Avrupa Birliği çevre politikaları ve çevre eylem programları üzerine bir inceleme. Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 7(13), 21-44. https://doi.org/10.29029/busbed.310635

BAMB-Building As Material Banks. (2022). Enabling a circular building industry. www.bamb2020.eu adresinden 5 Mayıs 2022 tarihinde alınmıştır.

Barlas, Y. ve Yaşarcan, H. (2006). Goal setting, evaluation, learning and revision: a dynamic modeling approach. Evaluation and Program Planning, 29(1): 79-87. https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2005.08.003

Barles, S. (2009). Urban metabolism of Paris and its region. Journal of Industrial Ecology, 13(6): 898-913. https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2009.00169.x

Barles, S. (2010). Society, energy and materials: the contribution of urban metabolism studies to sustainable urban development issues. Journal of Environmental Planning and Management, 53(4): 439-455. https://doi.org/10.1080/09640561003703772

Baum, Joel A. C. (2005). Simulation research methods. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781405164061.ch36 adresinden 8 Ocak 2022 tarihinde alınmıştır.

Bayram, T., Altıkat, A. ve Torun, F. (2011). Avrupa Birliği ve Türkiye'de çevre politikaları. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 32(1): 65-92. https://doi.org/10.17740/eas.soc.2020.V32-04

Bergbäck, B., Johansson, K. ve Mohlander, U. (2001). Urban metal flows-a case study of Stockholm. Water, Air and Soil Pollution Focus, 1(3): 3-24. https://doi.org/10.1023/A:1017531532576

Bilim, Sanayi Ve Teknoloji Bakanlığı. (2017). https://www.sanayi.gov.tr/anasayfa adresinden 25 Mart 2022 tarihinde alınmıştır.

Brunner, P. H. (2001). Materials flow analysis: vision and reality. Journal of Industrial Ecology, 5(2), 120-137.

Buzkan, C. ve Erman, O. (2020). Kentsel dönüşüm sürecinde İstanbul'da inşaat ve yıkıntı atıkları yönetimi. Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9(2018): 188-201.

Buzkan, C. ve Erman, O. (2020). Yapısal atıkların geri dönüşüm sorunu ve Türkiye'deki durumun mevzuat bakımından değerlendirilmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 6(1), 76-89. doi:http://dx.doi.org/10.21324/dacd.570141

Calvino, I. (2008). Görünmez Kentler. (2. Baskı, s. 32- 200) içinde. Yapı Kredi Yayınları.

Capra, F. (1995). Deep ecology: a new paradigm deep ecology for the twenty-first century. (3. Baskı, s. 402- 513) içinde. Shambhala Publications.

Chen, S., Fath, B., D. ve Chen, B. (2010). Information indices from ecological network analysis for urban metabolic system, Procedia Environmental Sciences, 2(1), s:720-724. doi:http://10.1016/j.proenv.2010.10.082

Cityloops. (2022). City Library. https://cityloops.metabolismofcitis.org/dashboarbodo/ adresinden 3 Ağustos 2022 tarihinde alınmıştır.

Community Research and Development Information Service CORDIS. (2013). New Old Bricks for the Construction Industry. https://cordis.europa.eu/article/id/36066-new-old-bricks-for-the-construction-industry adresinden 7 Ağustos 2022 tarihinde alınmıştır.

Community Metabolism of Cities. (2022). The Metabolism of Cities Community Hub. https://community.metabolismofcities.org/ adresinden 2 Aralık 2022 tarihinde alınmıştır.

Corporate and Public Strategy Advisory Group-CPS. (2012). Corporate and Public Strategy Advisory Group https://www.odd.org.tr/web_2837_1/entitialfocus.aspx?primary_id=694&type=31&target=categorial1&detail=single&sp_table=&sp_primary=&sp_table_extra= adresinden 7 Ağustos 2022 tarihinde alınmıştır.

Çevre ve Şehircilik BakanlığıÇŞB. (2004). ÇED Yönetmeliği'nin Uygulanmasına İlişkin Usul ve Esaslar. https://csb.gov.tr/ adresinden 7 Ağustos 2022 tarihinde alınmıştır.

Çüçen, A. (2001). Felsefeye Giriş. (1. Baskı, s. 350- 396) içinde. Asa Kitabevi.

Dağıdır, S. (2020). Türkiye'de katı atık yönetimi ve AB ile karşılaştırılması (Yüksek lisans tezi). Kırıkkale Üniversitesi.

Daigo, I., Chenling Fu., Deng, T. ve Zhang, Y. (2022). Tracking urban metabolism flows through the lifecycle of buildings, infrastructure, and durable goods at material, product, and sector levels. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652622000488 adresinden 25 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.

Dakhia, K. ve Berezowska-Azzag, E. (2010). Urban institutional and ecological footprint A new urban metabolism assessment tool for planning sustainable urban ecosystems. Management of Environmental Quality: An International Journal. 21(1): 78-89. doi:http://10.1108/14777831011010874

Delft University of Technology. (2018). Research. https://www.tudelft.nl/en/ adresinden 3 Ağustos 2022 tarihinde alınmıştır.

Demir, İ. ve Maçin, K. E. (2019). Kentsel dönüşüm sürecinde istanbul'da inşaat ve yıkıntı atıkları yönetimi. Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9(2018):188-201.

Duchin, F. ve Lange, G. M. (1998). Prospects for the recycling of plastics in the United States. Structural Change and Economic Dynamics. 9(3): 307-331. doi:http://10.1016/S0954-349X(97)00028-3

EEA. (2015). Publications about Europe's environment published by EEA. https://www.eea.europa.eu/publications#c7=en&c11=5&c14=&c12=&b_start=0 adresinden 4 Ekim 2022 tarihinde alınmıştır.

EEA. (2018). Publications about Europe's environment published by EEA. https://www.eea.europa.eu/publications#c7=en&c11=5&c14=&c12=&b_start=0 adresinden 4 Ekim 2022 tarihinde alınmıştır.

Ecocity Standards – An Initiative of Ecocity Builders. (2022). The International Ecocity Standards (IES). https://www.ecocitystandards.org/wp-content/uploads/2017/06/IES-Brochure_5-2017.pdf adresinden 21 Ağustos 2022 tarihinde alınmıştır.

Ecocity. (2008). Ecocity Framework & Standards. https://ecocitybuilders.org/ecocity-standards/ adresinden 21 Ağustos 2022 tarihinde alınmıştır.

Economic and Philosophic Manuscripts of 1844. Marx, K., (1844). (2 Baskı, s. 52- 178). Routledge

Erpul, G. (2020). AB çevre politikaları. (PowerPoint slaytı). http://docplayer.biz.tr/64821129-Ab-cevre-politikalari-prof-dr-gunay-erpul-ankara-universitesi-ziraat-fakultesi-toprak-bilimi-abd-diskapi-ankara.html adresinden 19 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.

European Commission. (2010). Waste. https://ec.europa.eu/info/index_en adresinden 4 Ekim 2022 tarihinde alınmıştır.

European Commission. (2013). Protecting the environment and oceans with the Green Deal. https://ec.europa.eu/info/index_en adresinden 12 Ekim 2022 tarihinde alınmıştır.

European Commission-EC. (2015). Climate action and the Green Deal. https://ec.europa.eu/info/index_en adresinden 12 Ekim 2022 tarihinde alınmıştır.

European Commission. (2016). 2020 targets. https://ec.europa.eu/info/index_en adresinden 4 Ekim 2022 tarihinde alınmıştır.

European Green Capital. (2013). The European Commission's (European) Green Capital Award https://environment.ec.europa.eu/topics/urban-

environment/european-green-capital-award_en adresinden 4 Ekim 2022 tarihinde alınmıştır.

European Commission. (2022). Development of guidance on Extended Producer Responsibility(EPR). ec.europa.eu/environment/archives/waste/eu_guidance/introduction.html adresinden 19 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.

European Demolition Association. (2022). EDA Yearbook 2022. www.europeandemolition.org adresinden 19 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.

European Commission. (2022). The Seventh Environment Action Programme of the European Community 2002-2012. ec.europa.eu/environment/archives/action-programme/archives/results.html adresinden 19 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.

Excess Material Exchange-EME. (2019). Material Exchange https://excessmaterialsexchange.com/nl/adresinden 20 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.

Design for Sustainability. (2017). Design and Planning for People in Place: Sir Patrick Geddes (1854–1932) and the Emergence of Ecological Planning, Ecological Design, and Bioregionalism. https://designforsustainability.medium.com/design-and-planning-for-people-in-place-sir-patrick-geddes-1854-1932-and-the-emergence-of-2efa4886317e#.v1w2q8h8f adresinden 20 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.

Duchin, F. ve Lange, G. M. (1998). Prospects for the recycling of plastics in the United States. Structural Change and Economic Dynamics. 9(3): 307-331. doi:http://10.1016/S0954-349X(97)00028-3

Fernandez, J. E. (2014). A Routledge handbook on cities in the global South: Urban metabolism in the global South. (2. Baskı, s. 646- 650) içinde. A Routledge Handbook.

Ferrao, P. ve Nhambiu, J. (2009). A comparison between conventional LCA and hybrid EIO-LCA: analysing crystal giftware contribution to global warming potential. Handbook of input-output economics in industrial ecology. (1. Baskı, s. 219- 220) içinde. Springer Science+Business Media.

Fleischemann, M., Beullens, P., Bloemhof-Ruwaard, J.M. ve Wassenhove, L.V. (2001). The impact of product recovery on logistics network design. Production and operations management. 10(2): 156-173. https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2001.tb00076.x

Fleischmann. (2011). Quantitative Models for Reverse Logistics. https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-56691-2 adresinden 23 Aralık 2022 tarihinde alınmıştır.

Follesdal, A. (1998). Survey Article: Subsidiarity. The Journal Of Political Philosophy. 6(2): 190-218. doi: https://doi.org/10.1111/1467-9760.00052

Foster, J.B. (2000). Marx's ecology. (2. Baskı, s. 126- 148) içinde. Monthly Review Press.

Foster, J.B. (2002). Savunmasız gezegen. (3. Baskı, s. 170- 179) içinde. Epos Yayınları.

Franklin Associates-EPA. (1998). Solid Waste Management. http://fal.com/solid-waste-management.html

Franklin Associates. (1998). https://fal.com/projects.html adresinden 25 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.

Gavilan, R.M. ve Bernold, L.E. (1994). Source evaluation of solid waste in building construction. Journal of construction engineering and management. 120(3): 205-536. https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1994)120:3(536)

Gavilan, R.M. ve Bernold, L.E. (1994). Journal of Construction Engineering and Management. 120(3):54-61. https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1994)120:3(536)

Giampietro, M., Mayumi, K. ve Ramos, M. J. (2009). Multi-scale integrated analysis of societal and ecosystem metabolism (MuSIASEM): Theoretical concepts and basic rationale. Energy, 34(3): 313-322. https://doi.org/10.1016/j.energy.2008.07.020

Giljum, S. ve Hubacek, K. (2009). Conceptual foundations and applications of physical input-output tables. Handbook of input-output economics in industrial ecology. (1. Baskı, s. 61- 62) içinde. Springer Science+Business Media.

Girardet, H. (1990). The metabolism of cities. (2. Baskı, s. 13-78) içinde. Green Books.

Goldstein, B., Mortorten, B., M. Britt, Q. ve Michael, H. (2013). Quantification of urban metabolism through coupling with the life cycle assessment framework: concept development and case study. Environmental Research Letters, 8(3): 1-15. https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/3/035024

Gottdiener, M. ve Hutchison, R. (2010). The New Urban Sociology. (1. Baskı, s. 275- 362) içinde. Westview Press.

Gottdiener ve Hutchison. (2010). New Urban Sociology. https://www.researchgate.net/publication/332425480_New_Urban_Sociology adresinden 25 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.

Grimm, N.B., Faeth, S.H., Golubiewski, N.E., Redman, C.L., Wu, J., Bai, X. ve Briggs, J.M. (2008). Global change and the ecology of cities. Science, 319(5864): 756-760. https://doi.org/10.1126/science.1150195

Gunderson, L.H, ve Holling, C.S. (2002). Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems. https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/65531 adresinden 25 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.

Heinrich, M. ve Lang, W. (2020). Material passports-best practice. https://www.bamb2020.eu/wp-content/uploads/2019/02/BAMB_MaterialsPassports_BestPractice.pdf adresinden 15 Haziran 2022 tarihinde alınmıştır.

Hendrickson, C. T., Lave, L. B. ve Matthews, H. S. (2006). Environmental life cycle assessment of goods and services: An input-output approach. (1. Baskı, s. 266- 270) içinde. RFF Press.

Heynen, N., Kaika, M. ve Swyngedow, E. (2006). In the Nature of Cities: Urban Political Ecology and the Politics of Urban Metabolism. (1. Baskı, s. 280- 288) içinde. Routledge.

Hird, M. (2012). Knowing waste: toward an inhuman epistemology. Social Epistemology, 26(3-4): 453-469. https://doi.org/10.1080/02691728.2012.727195

Hoornweg, D., Kennedy, C. (2012). Mainstreaming urban metabolism: advances and challenges in city participation. (PowerPoint slaytı). https://archive.metabolismofcities.org/publication/195#:~:text=Mainstreaming%20Urban%20Metabolism%3A%20Advances%20And%20Challenges%20In%20City%20Participation,-Title%20Mainstreaming%20Urban&text=Urban%20metabolism%20is%20widely%20defined,energy%2C%20and%20elimination%20of%20waste adresinden 19 Ağustos 2022 tarihinde alınmıştır.

Hoornweg, D. ve Kennedy. C. (2012). Mainstreaming Urban Metabolism. Journal of industrial ecology. 16(6): 775-15. https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2012.00548.x

Honic, M., Kovacic, I. ve Aschenbrenner, P. (2021). Material passports for the end-of-life stage of buildings: challenges and potentials. Journal of Cleaner Production. 319 (4): 252-313. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128702

Huang, L., Krigsvoll, G., Johansen, F., Liu, Y. ve Zhang, X. (2018). Carbon emission of global construction sector. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 81(2): 1906-1906, https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.001

Hurlimann, A., Browne, G., Warren M. G. ve Francis, V. (2018). Barriers to climate change adaptation in the australian construction industry. Impetus for regulatory reform. Building and Environment. 137(1): 235-245, https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.04.015

Huang, Q., Zheng, X. ve Hu, Y. (2015). Analysis of land-use emergy indicators based on urban metabolism: a case study for beijing. Sustainability. 7(6):7473-7491. https://doi.org/10.3390/su7067473

IPCC Publication, (2022). Publication of the draft of an IPCC report. https://www.ipcc.ch/2012/12/14/publication-of-the-draft-of-an-ipcc-report/

Jacobs, J. (1969). The Death and Life of Great American Cities. (1. Baskı, s. 24-35) içinde. Metis Yayıncılık.

Kalatha, A. (2015). Urban metabolism-from linear to circular. https://tudelft.openresearch.net/page/12282/urban-metabolism-from-linear-to-circular adresinden 23 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.

Kampeng, L., Shaoqı, Z., Lingang, L. ve Kiu, C. S. (2009). The analysis and simulation of the materials inflow and outflow of Macao. http://www.systemdynamics.org/conferences/2009/proceed/papers/P1372.pdf adresinden 11 Nisan 2022 tarihinde alınmıştır.

Karakiewicz. J. (2011). Urban metabolism of low carbon cities 47th ISOCARP Congress 2011. https://www.isocarp.net/Data/case_studies/1874.pdf adresinden 11 Nisan 2022 tarihinde alınmıştır.

Keleş, R. (2013). 100 Soruda Çevre, Çevre Sorunları ve Çevre Politikası. (3. Baskı, s. 254- 300) içinde. Yakın Kitabevi.

Kennedy, C. A. Pincetl, S. ve Bunje, P. (2011). The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design. Journal of Environmental Pollution. 159(8-9): 1965-1973, https://doi.org/10.1016/j.envpol.2010.10.022

Kennedy, C., (2007). The Changing Metabolism of Cities. Journal of Industrial Ecology. 11(2):43 - 59. https://doi.org/10.1162/jie.2007.1107

Kennedy, C. A., Pincetl, S. ve Bunje, P. (2011). The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design. 159(8-9): 65-73. http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2010.10.022

Kırbıyık, A. (2017). İnşaat sahalarında ortaya çıkan atıkların yönetimi ve maliyet analizi: Ankara (Bilkent) ve Mersin şehir hastaneleri örneği (Yüksek lisans tezi). Mersin Üniversitesi.

Kofoworola, O. F. ve Gheewala, S. H. (2009). Estimation of construction waste generation and management in Thailand. The Joint Graduate School of Energy and Environment (JGSEE), 29(2): 731-738. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.07.004

Kreith, F. ve Tchobanoglous, G. (2002). Handbook of solid waste management. (2. Baskı, s. 29- 78) içinde. McGraw-Hill Handbooks.

Kral, U., Lin, C., Keller, K., Ma ve H., Brunner, P. (2013). The Copper Balance of Cities: Exploratory Insights into a European and an Asian City. Journal of Industrial Ecology. 18(3):432-444.http://dx.doi.org/10.1111/jiec.12088

Kuban B., Demir, E. ve Demir, C. (2013). Sürdürülebilir kentler ve en iyi uygulamalar. https://www.researchgate.net/publication/350735385_Kentsel_Surdurulebilirligin_Saglanmasinda_Akilli_Kentler_ve_Ornek_Uygulamalari adresinden 14 Mayıs 2022 tarihinde alınmıştır.

Lei, K., Liu, L., Hu, D. ve Lou, I. (2016). Mass, energy, and emergy analysis of the metabolism of Macao. Journal of Cleaner Production, 114(15): 160-170. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.099

Liang, S. ve Zhang, T. (2011). Urban metabolism in china achieving dematerialization and decarbonization in Suzhou. Journal of Industrial Ecology. 15(3): 420-434. https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2011.00343.x

Lu, W. ve Yuan, H. (2011). A framework for understanding waste management studies in construction. 31(6): 1252-60. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.01.018

Lu, W. ve Yuan, H. (2012). Science for environment policiy: Off-site sorting of construction waste: What can we learn from Hong Kong? Resources, Conservation and Recycling, 69(1): 100-108. 10.1016/j.resconrec.2012.09.007

Lyons, G., Mokhtarian, P., Dijst, M. ve Böcker, L. (2018). The dynamics of urban metabolism in the face of digitalization and changing lifestyles: Understanding and influencing our cities. Resources, Conservation and Recycling, 132:1): 246-257. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.07.032

Lynch, K. (1990). Wasting away-an exploration of waste: what is, how is happens, why we fear it, how do it well. (1. Baskı, s. 150- 159) içinde. Sierra Club Books.

Lyons, G., Mokhtarian, P., Dijst, M.ve Böcker, L. (2018). The dynamics of urban metabolism in the face of digitalization and changing lifestyles: understanding and influencing our cities. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344917302112 adresinden 12 Temmuz 2022 tarihinde alınmıştır.

Maçin, K. E. ve Demir, İ. (2018). Kentsel dönüşüm sürecinde İstanbul'da inşaat ve yıkıntı atıkları yönetimi. http://dspace.adiyaman.edu.tr:8080/xmlui/handle/20.500.12414/527 adresinden 12 Temmuz 2022 tarihinde alınmıştır.

Mamur, V. (2012). Hafriyat toprağı, inşaat ve yıkıntı atıklarının alternatif yönetimleri ve İstanbul ölçeğinde incelenmesi (Yüksek lisans tezi). Bahçeşehir Üniversitesi.

Marx, K., (1844). 1844 El Yazmaları. (M. Belge, Çev.). (13. Baskı, s. 55- 180) içinde. İletişim Yayınevi.

Metabolism of Cities. (2022). Hoje-taastrup construction sca-report. https://www.cityloops.metabolismofcities.org/city/hoje-taastrup/construction/sca-report/

Metabolism of Cities. (2022). Data Platforms and Tools. www.metabolismofcities.org

Mısır, A., ve Arıkan, O.A. (2022). Avrupa ve Türkiye'de Sıfır Atık Yönetimi ve Döngüsel Ekonomi. Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik, 23(1): 69-78. https://dergipark.org.tr/tr/pub/itucis/issue/68628/1085508

Mohan, H. (2018). Textbook of pathology. (1. Baskı, s. 870-877) içinde. Medical Publishers.

Nelson, A. C. (2004). Toward a new metropolis: The opportunity to rebuild America.https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/20041213_RebuildAmerica.pdf

Newman, P. (1999). Sustainability and cities: extending the metabolism model. Landscape and Urban Planning. 44(4): 219-226. https://doi.org/10.1016/S0169-2046(99)00009-2

Niza, S., Rosado, L. ve Ferrao, P. (2009). Urban metabolism: methodological advances in urban material flow accounting based on the Lisbon case study. https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.459.9641&rep=rep1&type=pdf adresinden 28 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.

Odum, H. T. (1996). Environmental Accounting: Emergy and Environmental Decision Making,(1. Baskı, s. 120- 126) içinde. S.Chand.

OECD. (2018). Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences. https://www.oecd.org/publications/global-material-resources-outlook-to-2060-9789264307452-en.htm

Opschoor, H. (2000). The Ecological Footprint: measuring rod or metaphor? Ecological Economics. 32(3): 363-365. https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00155-X

Oswald, F. ve Baccini, P. (2003). Netzstadt: Designing The Urban. (1. Baskı, s. 250- 252) içinde. Birkhäuser Basel.

Otten B., Willoughby N. ve Poutiainen S. (2020). Facultative educational exploration circular material usage Griffiersveld Apeldoorn. Municipality of

Apeldoorn & H2020 Cityloops. https://www.narcis.nl/publication/RecordID/oai:hbokennisbank.nl:saxion_kenniscentra%3A2C183AF9-797F-4AA2-85CC93A07658B8FD

Ölmez, E. ve Yıldız, Ş. (2008). İnşaat ve yıkıntı atıklarının yönetimi ve planlanan İstanbul modeli. Kent Yönetimi İnsan ve Çevre Sorunları'08 Sempozyumu. İstanbul, Türkiye.

Öztürk, M., (2005). İnşaat/Yıkıntı Atıkları Yönetimi. Çevre ve Orman Bakanlığı. https://silo.tips/download/evre-ve-orman-bakanlii-7 adresinden adresinden 20 Ocak 2020 tarihinde alınmıştır.

United Nations Environment Programme, UNEP. (2005). Solid waste management. https://www.britannica.com/technology/solid-waste-management adresinden adresinden 5 Şubat 2020 tarihinde alınmıştır.

United Nations Environment Programme (UNEP). (1972). Publications & Data. www.unep.org adresinden 5 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.

United Nations Sustainable Development Goals. (2022). Reference framework for sustainable Cities. https://www.rfsc.eu/ adresinden 5 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.

Un-Habitat. (2017). Strategic plan. https://sustainablect.org/fileadmin/media/News_Articles/Habitat_V31_N2_2019_Summer_Fall.pdf adresinden 06 Ağustos 2022 tarihinde alınmıştır.

Un-Habitat. (2022). The Strategic Plan 2020-2023. https://unhabitat.org/sites/default/files/documents/2019-09/strategic_plan_2020-2023.pdf adresinden 06 Ağustos 2022 tarihinde alınmıştır.

UN Environment. (2017). Urban metabolism for resource efficient cities: from theory to implementation. https://resourceefficientcities.org/wp-content/uploads/2017/09/Urban-Metabolism-for-Resource-Efficient-Cities.pdf

Pierre, B. S., Rugani, D., Lasvaux, B., Mailhac, S., Popovici, A., Sibiude, E., Benetto, G., ve Schiopu, N. (2016). A review of urban metabolism studies to identify key methodological choices for future harmonization and implementation. Journal of Cleaner Production. 163(1): 223-240. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.014

Pincetl, S., Bunje, P. ve Holmes, T. (2012). An expanded urban metabolism method: Toward a systems approach for assessing urban energy processes and causes. Landscape and Urban Planning. 107(3): 193-202. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.06.006

Rees, W. ve Wackernagel, M. (1996). Urban ecological footprints: Why cities cannot be sustainable--And why they are a key to sustainability. Environmental

Impact Assessment Review. 16(4-6): 223-248. https://doi.org/10.1016/S0195-9255(96)00022-4

Reçber, N. (2018). Ankara'nın kentsel metabolizması: Eryaman bölgesinde 3B CBS ile stoğa net katkı (snk) indikatörü tahmini (Yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi.

Resource Efficient use of Mixed Wastes, (2017). Improving Management of Construction and Demolition Waste. Final report. https://www.giz.de/de/downloads/Final%20Report%20CDW%20management%20EN.pdf

Rosales, C. J. ve Worrell, E. (2018). Urban energy systems within the transition to sustainable development. a research agenda for urban metabolism. Conservation and Recycling. 132(1): 258-266. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.004

Sefidehkhan, H. ve Şimşek, O. (2017). Farklı oranlarda geri dönüşüm agregası kullanılarak üretilen betonun bazı mühendislik özelliklerinin araştırılması. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/421236 adresinden 28 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.

Sert, E. (2020). Urban metabolism of istanbul: waterfronts as metabolized socio-natures between 1839 and 2019 (Doktora tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi.

Schlangen, L., Lang, D., Novotny, P., Plischke, H., Beersma, K., Wulff, R. Foster, R., Cajochen, C., Nikunen, H., Tähkämö. L., Bhusal, P. ve Halonen, L. (2014). Lighting for health and well-being in education, work places, nursing homes, domestic applications and smart cities. Accelerate Ssl Innovation for Europe. https://lightingforpeople.eu/2016/wp-content/uploads/2016/03/SSLerate-3.2-3.4-v4.pdf adresinden 5 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.

Sönmez, N. (2021). Yeşil bina değerlendirme sistemlerinde inşaat atıkları ve inşaat atık yönetimi etkisinin incelenmesi (Yüksek lisans tezi). Karedeniz Teknik Üniversitesi.

Sustainability Institute. (2017) Collaborative Projects. https://www.sustainabilityinstitute.net/research-learning/collaborative-projects/

Sustainability Instıtute. (2017). Urban Metabolism for Resource-Efficient Cities: From Theory to Implementation. www.resourceeffi cientcities.org

Sterman, J. D. (2000) Business dynamics: systems thinking and modelling for a complex world. (1. Baskı, s. 287- 305) içinde. New York.

Tansley, A.G. (1935). The use and abuse of vegetational concepts and terms. Ecology. 32(5): 517-522. http://doi.org/10.1177/0309133307083297

Tchobanoglous, G. ve Kreith, F. (2002). Handbook of Solid Waste Management. (2. Baskı, s. 37- 55) içinde. McGraw Hill Handbooks.

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2004). Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği. https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/10/20211009-2.html

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2016). Ulusal atık yönetimi ve eylem planı 2016-2023. https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/haberler/ulusal_at-k_yonet-m--eylem_plan--20180328154824.pdf

Tchobanoglous, G. ve Kreith, F. (2002) Handbook of Solid Waste Management. (2. Baskı, s. 24- 32) içinde. McGraw Hill Handbooks.

Tekeli. İ. (2002). Türkiye İçin Sürdürülebilir Kalkınma Öncelikleri. TÜBA Raporları. https://www.tuba.gov.tr/tr/yayinlar/suresiz-yayinlar/raporlar/turkiye-icin-surdurulebilir-kalkinma-oncelikleri-1

The world Bank. (2022). Eco2 Cities – a Guide for Developing Ecologically Sustainable and Economically Viable Cities. https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2011/11/08/eco2-cities-guide-for-developing-ecologically-sustainable-and-economically-viable-cities#:~:text=The%20Eco2%20Cities%20initiative%20aims,academia%2C%20and%20international%20development%20communities

Tosun, E,K. (2017). Sürdürülebilirlik bağlamında ekolojik kent söylemi. Bolu Abant izzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 17(4): 169-189.

Tuğaç, Ç. (2019). Sürdürülebilir ve İklim Değişikliğine Dayanıklı Kentleşme Bağlamında Kent Metabolizması Yaklaşımı. Çağdaş Yerel Yönetimler Dergisi. 28(1-2): 45-79.

Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2022). Yeni çed yönetmeliği resmi gazetede yayınlandı. ced.csb.gov.tr/yeni-ced-yonetmeligi-resmi-gazetede-yayimlandi.-haber-272356

Van Hulse, J., Khoshgoftaar, T. M. ve Napolitano, A. (2007). Experimental perspectives on learning from imbalanced data. In Proceedings of the 24th international conference on Machine learning. 7(1): 935-942. https://doi.org/10.1145/1273496.1273614

Vardar, M., Karagüzel, R. ve Derin, O. (2012). İstanbul'un kentsel gelişim ve dönüşüm planlamasında çevresel etkiler dikkate alınarak agrega ihtiyacının karşılanması ve yıkıntı atıklarının değerlendirilmesi. İstanbul Büyükşehir Belediyesi. https://ipa.istanbul/

Vergara, S. E., Damgaard, A. ve Gomez, D. (2016). The Efficiency of Informality: Quantifying Greenhouse Gas Reductions from Informal Recycling in Bogotá, Colombia. Journal of Industrial Ecology. 20(1): 107-119.

Voskamp I., M., Spiller, M., Stremke, S., Bregt, A., Vreugdenhil, C. ve Rijnaarts, H. (2018). Space-time information analysis for resource-conscious urban planning and design: A stakeholder-based identification of urban metabolism data gaps. Resources, Conservation and Recycling. 128(1): 516-525. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.08.026

Zhang, Y. (2013). Urban metabolism: A review of research methodologies. Environmental Pollution. 178(1): 463-473. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.03.052

Zhang, Y.,Zhifeng Y., ve Xiangyi Y. (2015). Urban Metabolism: A Review of Current Knowledge and Directions for Future Study. 49(19): 11247–11263. Environmental science & technology. https://doi.org/10.1021/acs.est.5b03060

Wahl, K. (2017). The Chicago School and Ecology: A Reappraisal for the Digital Era. 60(1): 10-28. https://doi.org/10.1177/0002764215601709

Wolman, A. (1965). The metabolism of cities. Scientific America. 213(1): 179-190. https://doi.org/10.1038/scientificamerican0965-178

World Bank. (2012). The Eco2 Cities. http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387- 1270074782769/Eco2_Cities_Guide-web.pdf adresinden 09 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

Konferans Bildirileri

1. Çakmak, I. ve Aktuğlu Aktan, E.Ö. (2020) İnşaat ve Yıkıntı Atıklarından Yeniden Kullanım Yöntemi ile Alternatif Kent Mobilyası Üretimi: İstanbul Tarihi Yarımada Örneği. 05-06 Şubat 2020 İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ AĞAÇ ve PEYZAJ A.Ş. "İSTANBUL YEŞİL ALANLAR ÇALIŞTAYI", Bildiri Kitabı, ss.594-609. Kolokyum Bildirisi.