

## Kentsel Metabolizma Kavramının Evrimi: Kentsel Metabolik Yönetişim

Dr. Öğr. Üyesi İsmet Akbaş<sup>1\*</sup>

**Geliş tarihi:** 11.12.2019  
**Kabul tarihi:** 13.02.2020

**Atf bilgisi:**  
IBAD Sosyal Bilimler Dergisi  
**Sayı:** 6 **Sayfa:** 481-504  
**Yıl:** 2020 **Dönem:** Kış

This article was checked by *iThenticate*.  
Similarity Index 12%  
**Bu makalede araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.**

<sup>1</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Türkiye,  
iakbas@karatekin.edu.tr,  
**ORCID ID 0000-0001-9809-1964**

\* Sorumlu yazar

### ÖZ

Bu çalışma, kentin kendine özgü bir ekosisteme sahip olmasından yola çıkarak yeni bir metabolik kentsel model önermektedir. Çalışmanın amacı, kentsel değişime bağlı olarak yeni bir metabolik yaklaşım ortaya koymaktır. Ağır antropik bir ortamda, kentsel dinamikleri ve süreçleri yönetmede daha etkili sonuçlar için geri bildirimler önemlidir. Bu modelde kentsel aktörler ve dinamikler kentsel planlama ve karar süreçlerinde önemli bir geri bildirim kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Kentsel metabolik modele, yönetim boyutunun eklenmesiyle, yerel grupların ihtiyaç ve beklentilerini içeren yeni bir yönetim modeli oluşturulmuştur. Bu makalede kentsel sürdürülebilirlik için kavramsal modelleme yöntemiyle yeni bir kentsel metabolik model geliştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kent, Kent Metabolizması, Yönetişim, Geri Dönüşüm.

## The Evolution of Urban Metabolism: Urban Metabolic Governance

Assist. Prof. Dr. İsmet Akbaş<sup>1\*</sup>

**First received:** 11.12.2019

**Accepted:** 13.02.2020

**Citation:**

*IBAD Journal of Social Sciences*

**Issue:** 6

**Pages:** 481-504

**Year:** 2020

**Session:** Winter

This article was checked by *iThenticate*.  
Similarity Index 12%

<sup>1</sup> Çankırı Karatekin University, Turkey,  
iakbas@karatekin.edu.tr,

**ORCID ID** 0000-0001-9809-1964

\* **Corresponding Author**

### ABSTRACT

This study proposes a new metabolic urban model based on the fact that the city has its own ecosystem. The aim of this study is to reveal a new metabolic approach due to urban change. Feedback is important for more effective results in managing urban dynamics and processes in a heavily anthropic setting. In this model, urban actors and dynamics are considered as an important source of feedback in urban planning and decision processes. With the addition of the governance dimension to the urban metabolic model, a new management model was created including the needs and expectations of local groups. In this article, a new urban metabolic model has been developed for conceptual modeling for urban sustainability.

**Keywords:** City, Urban Metabolism, Governance, Recycling.

## GİRİŞ

Kentsel metabolik süreçler bir kentin doğası gereği yapay ve yüksek nüfusa sahip olmasından, metabolik akışlar içinde yetersiz kaynaklarla beraberinde bu kaynakların sürdürülemez bir şekilde kullanılmasına yol açmakta ve bu yapay metabolik sistemin verimsiz doğasından dolayı insan yaşamını da olumsuz yönde etkilemektedir (Kennedy vd., 2007, s. 47-49; Huang ve Chen, 2009, s. 77-80; Castán vd., 2012, s. 855-856 ). Kentsel sistemler içinde, yapay ve hızlı büyüyen kentler sahip oldukları kaynaklar üzerinde baskıyı arttırmaktadır. Bu durum kentsel sistemin dışındaki çevre üzerinde olumsuz yönde büyük bir etkileye yol açmaktadır. Kentsel metabolizma, büyüme, enerji üretimi ve atıkların ortadan kaldırılması ile sonuçlanan şehirlerde meydana gelen toplam teknik ve sosyo-ekonomik işlemlerin toplamı olarak tanımlanabilir (Codoban ve Kennedy, 2008, s. 26-27; Collins ve Flynn, 2007, s. 297-299). Kentsel alanlarda madde ve enerjinin akış dinamikleri ve bunların arkasındaki işleyiş mekanizmalarının incelenmesi, kentlerde gerçekleşen süreçlerin sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi açısından önemlidir. Sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi konusunda çözüm biyolojiden gelen bir aktarıma dayanan kentsel metabolizma kavramı ile bulunmaya çalışılmıştır.

Modern sanayileşme süreciyle kentleşmenin hız kazanmasıyla birlikte, kentsel ekonomik büyüme ile ekolojik çevre arasındaki çelişkiler giderek daha belirgin hale gelmiştir. Wolman (1965) “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, s. 185-187). Bu kaynak kullanımının bir sonucu olarak ürünler üretilmekte aynı zamanda atıklarda aynı sistem tarafından üretilmektedir. Bu nedenle kent metabolizması kavramı, kaynak tüketimi ile ürün ve atık üretimi arasındaki ilişkiyi anlamak, kentsel ekosistemlerin nasıl devam ettiğini anlamak için anahtar bir kavramdır.

Kentsel sistem pek çok hammadde ve malzemeyle iç içe geçmiş doğrusal bir akış içinde hareket etmektedir. Genellikle arz ve geri dönüşüm süreçleri birbirleriyle bağlantılı süreçler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda neredeyse tüm kaynaklar kentten dışından ve çoğu zaman uzak bölgelerden taşınmaktadır. Kaynaklar çevrenin bizlere sunduğu jeolojik oluşumlardan çıkarılmakta ve ormanlardan, tarlalardan ve su kaynaklarından sağlanmaktadır. Kaynakların sürekliliği ve gelen talebe cevap vere bilmek için mevcut doğal kaynak alanları küresel çapta genişletilmeli ve arttırılmalıdır.

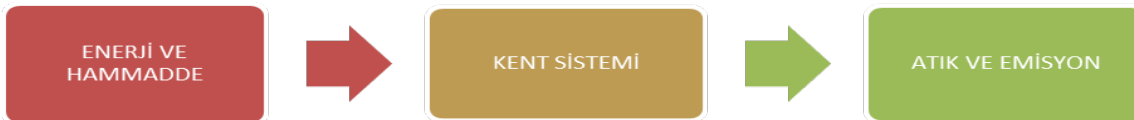
Ağır antropik bir ortamda, kentsel dinamikleri ve süreçleri yönetmede daha etkili sonuçlar için geri bildirimler önemlidir. İnsan merkezli yaklaşımın olumsuz sonuçlarını aşabilmek için bu noktada kurumlar (idari, hukuki, sosyal, ekonomik, finansal, kültürel vb.) sistemi kurallara uygun kılan kentsel aktörleri temsil etmektedir. Sürdürülebilirlik ilkelerinin kurumsal faaliyetlerin temel ilkeleri olarak kabul edilmesi ve metabolik programa dâhil edilmesi gereklidir. İlgili kurumsal yapılanma bu çerçevede kentsel gelişim tekliflerinin ve stratejik planlamanın değerlendirilmesini, kentsel yönetim faaliyetlerini (günlük faaliyet), çevresel yönetim ve kontrol faaliyetlerini eksiksiz yerine getirmesini sağlayacaktır. Sonunda, kurumlar kentsel ekosistemin farklı bileşenleri arasında var olan ilişkilere aracılık eden bir “filtre” olarak hareket etmeleri sağlanmış olur. Kurumsal faaliyetlerle ilgili diğer önemli bir faktör de çevresel etkileri içeren kentsel politikalarda yerel halkın sürece dahil edilmesidir. Yeni kentsel metabolik modele yönetim boyutunun eklenmesiyle birlikte, yerel grupların ihtiyaç ve beklentilerinin sentezine dayanan bir yönetim modeli oluşturulmalıdır.

Bu çalışma, Kent kendine özgü bir ekosisteme sahip olmasından yola çıkarak yeni metabolik kentsel model önermektedir. Kentsel değişime bağlı olarak yeni bir metabolik yaklaşım ortaya koyma amacını taşımaktadır. Bu yeni metabolik model kentsel sürdürülebilirlik çerçevesinde kentsel planlama ve karar süreçlerinde kentsel aktörleri ve dinamikleri önemli bir geri bildirim olarak kabul etmektedir. Bu çalışmada literatür taramasından yola çıkarak kentsel metabolizma değerlendirme sistemleri, ölçüt setlerini ve modellemelerini içeren ve bu alanda yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalara yer veren çeşitli kitap, dergi, makale, rapor, internet yayını gibi araçlardan elde edilen bulgulardan çalışmada yararlanılmış ve bu yayınlar veri ve kaynak materyali olarak değerlendirilmiştir. Bu amaçla kavramsal modelleme yöntemi kullanarak ilişkilendirme yoluyla kent metabolizması ile yönetişimin ilişkilendirilmiştir.

## KENTSEL METABOLİZMA KAVRAMININ GELİŞİMİ

İlk olarak Karl Marx kentsel metabolizmayı kullanarak metabolizma kavramını kentlerin sanayileşme sürecini eleştirmek amacıyla doğa ile toplum ilişkisi içinde malzeme ve enerjiyi tanımlamak için kullanmıştır (Barles, 2009, s.890; Zhang, 2013, s.467). Bir sonraki aşmada ise Wolman (1965), Amerikan kentlerinde hava ve su kirliliğine cevap olarak kentsel metabolizma kavramını yeniden gündeme taşımıştır (Wolman, 1965, s.179-181). Wolman, ilk kez kentsel metabolizma kavramını önerdiğinde, milyonlarca insanla birlikte varsayımsal bir Amerikan şehrinin muhasebe temelli bir analizini gerçekleştirmiştir. Su, gıda ve yakıtlar için ulusal kullanım oranlarının yanı sıra atık su, katı atıklar ve hava kirlenmeleri için ulusal üretim oranlarını kullanarak, şehir genelinde kişi başına girdi ve çıktılarını hesaplamıştır. Şehir bir dereceye kadar genişlediğinde, yetersiz su temini, atık su arıtmada yaşanan sorunları ve hava kirliliği gibi çevresel sorunların ortaya çıktığını ortaya koymuştur (Wolman, 1965, s.180-186). Kentsel metabolik süreçler bir kentin doğası gereği yapay ve yüksek nüfusa sahip olmasından, metabolik akışlar içinde yetersiz kaynaklarla beraberinde bu kaynakların sürdürülemez bir şekilde kullanılmasına yol açmakta ve bu yapay metabolik sistemin verimsiz doğasından dolayı insan yaşamını da olumsuz yönde etkilemektedir (Kennedy vd., 2007, s.47-49; Huang ve Chen, 2009, s.77-80; Castán vd., 2012, s.855-856). Kentsel sistemler içinde, yapay ve hızlı büyüyen kentler sahip oldukları kaynaklar üzerinde baskıyı arttırmaktadır. Bu durum kentsel sistemin dışındaki çevre üzerinde olumsuz yönde büyük bir etkileye yol açmaktadır. Kentsel metabolizma, büyüme, enerji üretimi ve atıkların ortadan kaldırılması ile sonuçlanan şehirlerde meydana gelen teknik ve sosyo-ekonomik işlemlerin toplamı olarak tanımlanabilir (Codoban ve Kennedy, 2008, s.26-27; Collins ve Flynn, 2007, s.297-299, Han vd., 2018, s.887). Bu nedenle akademik anlamda kent metabolizması yaklaşımı önemini arttırmıştır. Kentsel alanlarda karmaşık yapıların işlemeye devam edebilmesi için hammaddeye ve enerjiye ihtiyaç duyan açık sistem özelliğine sahiptir. Şehirler, destek sistemleri için ithal edilen enerjiye ve malzemelere bağımlı kılan tamamen heterotrofik bir yapıya sahiptir. Heterotrof organizmalar beslenebilmek için dış ortama bağımlıdır (Carreón ve Worrell, 2018, s.261-263; Barrera vd., 2018, s.233-234). Bu sebeple dışarıdan aldıkları organik molekülleri sindirime uğratarak enerji ve yapısal inorganik madde ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Benzer şekilde heterotrofik yapıya sahip olduğu düşünülen kentsel alanlar, canlılarda olduğu gibi varlıklarını sürdürülebilmek için gereksinim duydukları enerji ve kaynak ihtiyaçlarını dışarıdan karşılamak zorundadır (Tarr, 2002, s.515; Niza vd., 2009, s.386-387; Li ve Kwan, 2018, s.238). İhtiyaçlarını dışarıdan karşılarlar ve içsel süreçlerin de kullanmak için ihtiyaç duydukları enerji ve kaynakları büyük miktarda dışsal enerji ve kaynaklarla beslemek zorundadırlar.

Kentsel alanlarda madde ve enerjinin akış dinamikleri ve bunların arkasındaki işleyiş mekanizmalarının incelenmesi, kentlerde gerçekleşen süreçlerin sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi açısından önemlidir. Sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi konusunda çözüm biyolojiden gelen bir aktarıma dayanan kentsel metabolizma kavramı ile bulunmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda kentsel süreçler iki aşama ile karakterize edilebilir (Newman, 1999, s.223-224; Moffatt, 2000, s.362; Bahers vd., 2018, s.688). Anabolizma, insan nüfusunun talep ve ihtiyaçları karşılamak için şehir sistemine giren madde ve enerji revizyonunu ifade etmektedir. Katabolizma ise kentsel faaliyetlerden kaynaklanan atıkları ve atıkların giderilmesi ile ilgili süreçlerin bütünü ifade etmektedir.



Şekil 1. Temel Kentsel Metabolik Akış

Şekil 1'de görüldüğü gibi kentsel metabolik modellemeler 60'lı yılların ortasındaki orijinal formülasyonundan başlayarak 90'ların sonundaki genişletilmiş kentsel metabolik modele doğru gelişim göstermiştir. İlk aşamada modellemeler doğrusal bir akış içinde girdiler, kent sisteminde bunun işlenmesi ve sonuç itibarıyla çıktılar olarak sürecinin takip edildiği modellemeler olarak sınırlı kalmıştır. Ancak kentsel metabolizma modellemelerinde meydana gelen gelişim süreciyle birlikte modeller girdi ve çıktı sırasını oluşturan kategorilerin daha analitik bir listeyi içermektedir. Bunun

nedeni, kentte bir kaynak işleme ve atık üretim mekanizmasının dışında şehir, insanın yarattığı ve nüfusun ihtiyaç ve beklentilerinin olduğu yaşam alanlarını ifade etmektedir. Şehir gerçekte dinamik ve karmaşık bir ekosistemdir.

Modern sanayileşme süreciyle kentleşmenin hız kazanmasıyla birlikte, kentsel ekonomik büyüme ile ekolojik çevre arasındaki çelişkiler giderek daha belirgin hale gelmiştir. Wolman (1965) “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, s.185-187). Bu kaynak kullanımının bir sonucu olarak ürünler üretilmekte aynı zamanda atıklarda aynı sistem tarafından üretilmektedir. Bu nedenle kent metabolizması kavramı, kaynak tüketimi ile ürün ve atık üretimi arasındaki ilişkiyi anlamak, kentsel ekosistemlerin nasıl devam ettiğini anlamak için anahtar bir kavramdır. Söz konusu sistem sürdürülebilirliği sağlamak için ihtiyaç duyduğu kaynakları elde edemediğinde sistem çalışmaz ve devamlılığını sağlayamaz. Bu nedenle söz konusu sistem ihtiyaç duyduğu kaynakları, sistemi destekleyen çevreden alması gerekmektedir.

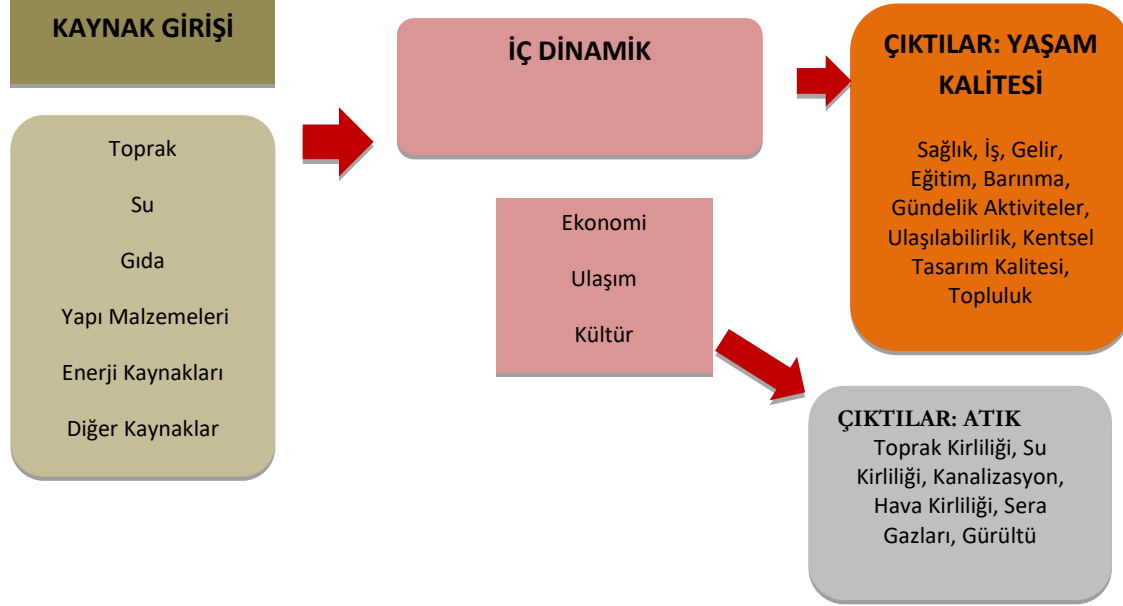
İnsan boyutunun kentsel alanların fiziki ve mekânsal yerleşimin baskın olması, kent sisteminin çevresel analizini, sosyo-ekonomik değişkenlerle birlikte ele alınması gerekmektedir. Kentler, kentsel nüfusun sınırsız ihtiyaçlarının karşılamak için, ithal ettikleri veya ihraç ettikleri mallar ve hizmetler aracılığıyla hammadde ve fiziksel, kimyasal ve biyolojik kaynakların azalmasına neden olmaktadır (Codoban ve Kennedy, 2008, s.26-27; Barles, 2009, s.890; Zhang, 2013, s.467). 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 (Alberti, 1999, s.615-616; Hoornweg ve Kennedy, 2012, s.784-786). Biyolojik organizmalar ve ekosistemlerde de aynı şekilde şehirlerin hayati işlevlerini sürdürebilmeleri için girdi akışlarına (enerji, yakıt, metal, odun, su, yiyecek, bina malzemeleri ve altyapı, alan vb.) İhtiyaç duymaktadır. Kent metabolizmasında da dönüşüm ve fayda doğrultusunda 'metabolik girdiler' hava emisyonu, sıvı ve katı atıklar, çevre üzerinde olumsuz etkileri olabilecek şekilde 'metabolik çıktılar' (atmosfer, su ve toprak) olarak geri dönmektedir (Schulz, 2007, s.123-125). Döngü içinde insanların maddi ihtiyaçlarını özetlemek için gıda, su, barınma, iş, ulaşım ve haberleşme olarak dört temel başlıkta ele alınmıştır. Kentlerin metabolizmasında akış veya döngü su, hammadde, enerji ve gıda olarak dört temel başlık etrafında analiz edilebilir.

Kentsel metabolizma kavramı, toplumların, sürdürülebilirliğin sağlanması ve yeniden kullanma süreçlerinin anlaşılabilmesi için kaynakların, enerji, toprak ve çevre sisteminin korunma yollarını açıklamaktadır. Kentler, belirli girdiler gerektiren ve çıktılar üreten bir ekosistem olarak tanımlanmıştır. Çevre ve kentsel sistem arasındaki ilişki, çevreye ve çevreden gelen tüm akışları fiziksel olarak sistematik olarak kayıt altına alarak tanımlanmaktadır. Kentsel metabolizma, şehirlerin ve kentsel alanların nasıl daha sürdürülebilir hale getirilebileceği konusunda yeni düşünme yöntemlerini ele almaktadır (Newman, 1999, s.227; Alberti, 1999, s.620).

Bu nedenle, kentsel metabolizma araştırmalarının, kaynakların kullanımı ve bunların sistem içindeki döngülerine, atıkların depolanması ve geri dönüşümüne odaklanılmaktadır. Girardet (1990), döngüsel bir kentsel metabolik modeli geliştirmiştir. Bir kentin çevresel kaynakların girişinden, ürün üretimine ve atık yönetimine kadar ilerleyen sürecin doğrusal bir düzlemde gerçekleştiğini aktarmıştır (Girardet, 1990, s.176) Ancak kentsel metabolizmanın, Dünya'nın yaşam döngüsünü tam olarak yansıtmadığı da ortadadır. Bununla birlikte Brunner ise, daha sonra bir geri dönüşümün kentin metabolik süreçleri için önemini ortaya koymuştur (Brunner, 2007, s.12). Bu bağlamda hem yönetim perspektifinden hem de metabolik aktiviteler açısından ele alındığı görülmektedir.

Kent metabolizmasını gelişim sürecinde, metabolik modelde bir dizi iç dinamiğin etkilerini içeren “şehir = kara kutu” denkliğine geçilmiştir (Niza vd., 2009, s.390; Newman, 1999, s.221). Bu modellemede, girdilerin yeniden yerleşimini ve dönüşümünü ve kentlerde kontrol altında tutulması amaçlanmıştır. Bu bağlamda Newman, kentsel metabolizma içine insan faktörlerini eklemeyerek sosyal faktörler (örneğin, toplum sağlığı, istihdam oranları, eğitim düzeyi vb.) ve kentsel metabolizma modelini bir araya getirmiştir (Newman, 1999, s.225). Newman, şehirlere metabolizma yaklaşımının

tamamen biyolojik bir görüş olduğunu, ancak şehirlerin kaynakları işlemek ve atık üretmek için bir mekanizmadan daha fazlası olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle, yaşanabilirliği de içeren insan yerleşimleri içine alan bir metabolizma geliştirilmeye çalışılmıştır (Newman, 1999, s.228). Duan, kentsel metabolik süreçleri analiz ederek ve doğal bir metabolizmanın aksine, kentsel metabolik yolların çok uzun olduğunu, malzeme ve enerji dolaşımı ve akışlarının yetersiz ve eksik olduğunu savunmuştur (Duan, 2004, s.77).



**Şekil 2.** Newman'ın Genişletilmiş Metabolik Modeli

**Kaynak:** Newman P. (1999), "Sustainability and cities: extending the metabolism model", in Landscape and urban planning, n. 44, Elsevier Science, USA.

Şekil 2'de görüldüğü gibi Newman bu problemleri çözmek için kent için teorik bir model geliştirmiştir. Buna göre, kentsel kaynak metabolizmasında rol oynayan temel faktörleri, bunlarla ilişkili metabolik süreçleri ve bunların ilişkilerini simüle etmek için modern kontrol teorilerine dayanan metabolizma, kentsel kaynak metabolizmasının optimizasyonu ve düzenlenmesi için bilimsel bir temel sağlamıştır. Bu bağlamda ürünlerin ve atıkların kentsel sistem içinde farklı akış yollarını takip ettiği ve bu amaçla her ürün için farklı bir kaynak yönetimi ve atık geri dönüşüm metabolizmasının geliştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Şekilde ifade edildiği gibi girdileri oluşturan toprak, su ve gıda (tarımsal faaliyetler) gibi girdilerin kentin iç dinamiklerinde yeniden tanımlanarak kentsel alanlarda yaşayan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamaya dönük olarak çıktılara yani gelir, eğitim barınma gibi ihtiyaçların karşılanmasını sağlamaktadır. Ancak kent sisteminde işlenerek ihtiyaçlar için çıktılara dönüştürülmesi sonucunda çıktı olarak atıklar yani su kirliliği, hava kirliliği ve toprak kirliliği ve sera gazları gibi kentsel metabolizmanın devamlılığına zarar veren çıktılar da ortaya çıkmaktadır. Sahip olduğumuz sınırlı kaynakların verimliliğinin artırılması ve geri dönüştürülmesiyle kentsel alanlarda nüfusun ihtiyaçların giderilmesi ve kentsel alanlarda metabolik sürecin devamlılığı için gerekli olan kaynak akışı sağlanmış olacaktır. Bu nedenle kentlerin sınırsız ihtiyaçlarını karşılamak için metaryal akışının kontrol edilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu nedenle 1990'lı yıllarda itibaren kentsel metabolik modellemelerde materyal akış analizlerinin (material flow analysis) kent sistemlerini açıklamada kullanılmaya başlandığı görülmektedir.

Kennedy ve diğ. (2007), kentsel metabolizma sürecini, enerji üretimi ve atık giderme teknolojilerinin ve kentteki sosyo-ekonomik gelişim süreçlerinin bir toplamı olarak özetlemiştir (Kennedy vd., 2007, s.45). Kentsel metabolik süreç kavramı sürekli olarak gelişim gösteren bir kavram olmuştur. İlk araştırmasında Wolman, girdi ve çıktı süreçlerini içeren doğrusal bir kentsel metabolizma modeli geliştirmiştir. Buradan hareketle Girardet, döngüsel bir kentsel metabolizma sürecini ortaya koymuştur. Girardet (1990) yaklaşımının bir dezavantajı, sistemin her bir bileşeninin iç detaylarının



bilinmediği “kara kutu” modellerinin kullanılması olmuştur (Girardet, 1990, s.176). Zhang ve diğ. (2009), kentsel metabolizma için bir ağ süreci önererek kara kutu modelini geliştirmeye çalışmıştır (Zhang vd., 2009, s.1495). Bu temelde, araştırma ekibi, biyolojik metabolizma çalışmalarından elde edilen bilgilere dayanarak ve karmaşık kent ekosistemleri teorisine dayanan endosomatik, ekzomatik ve metabolik süreçleri açıklamaya çalışmışlardır (Li vd., 2010, s.1403). Söz konusu çalışmalarda metabolik süreçleri, giriş ve dönüşümle analiz etmişlerdir. Daha sonra, metabolik süreçlerin iki yönünü, yani metabolik aşamaları ve metabolik nesnelere (yani, sistem içinde akan kaynaklar ve atıklar), aşağıdan yukarı bakış açısıyla ele almışlardır (Liang vd., 2011, s.422).

Kent metabolizmasıyla ilgili yapılan akademik çalışmalarda kentsel sistemlere çok farklı bir bakış açısıyla yaklaşmıştır. Örneğin, bazıları endüstriyel metabolizma ve ev tipi metabolizma gibi farklı metabolik süreçleri ele almışlardır. Bu araştırmacılar, sanayi ve hane halklarındaki maddi ve enerji akışlarını ve bunun sonucunda ortaya çıkan çevresel etkileri analiz etmişlerdir. Bu tür çalışmaların karmaşıklığından dolayı, diğer bilim adamları tek bir akışın metabolizmasına odaklanmış, böylece bu akışın daha net ortaya konulması sağlanmıştır. Örneğin su metabolizması ve enerji metabolizmasında olduğu gibi (Newman, 1999, s.229; Alberti, 1999, s.622; Zhang, 2013, s.468; Hoornweg ve Kennedy, 2012, s.787). Boyden ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada Hong Kong’un metabolik statüsünü sakinlerinin yaşam tarzı perspektifinden incelemiştir. Barınma, nüfus, hava kirliliği, ölüm, sağlık, refah, suç gibi faktörleri göz önüne alarak, insanların olağanüstü derecede yüksek nüfus yoğunluğu ve insan uyumuna ilişkin sınırları gibi potansiyel olarak stresli koşullara uyum sağlama mekanizmalarını tanımlamışlardır (Boyden vd., 1981, s.51). Böylelikle insan ve kent yaşamının gelişim süreci ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Newcombe ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, Hong Kong’un metabolizmasını kentsel yerleşimlerin girdilerinin yapısını incelemiştir. Bu amaçla kentlerin ulaşım ağlarını; doğal ve insan yapımı sistemlerin kapasitesini ve atıklarının depolanması, bertaraf edilmesi için yeni yöntemlerin ortaya konulması bakımından önemli verileri ortaya koymaktadır (Newcombe vd., 1978, s.7-10). Warren-Rhodes ve Koenig çalışmalarında ise, Hong Kong’un metabolik sistemini, kaynak tüketimi ve atık üretimi eğilimleri perspektifinden yeniden değerlendirmişlerdir. Kişi başına gıda, su ve malzeme tüketimi, toplam hava emisyonları, karbondioksit çıktıları, yerel yönetimlerde katı atık ve atık su çıkış miktarlarını ortaya koymuştur (Warren-Rhodes ve Koenig, 2001, s.431-433). Bu çalışma sonuçlarına göre Hong Kong’un ekonomik büyümesinin yüksek bir çevresel maliyete yol açtığını vurgulanmaktadır.

Haberl, “enerji metabolizması” kavramına öncülük etmiştir. Metabolik araştırmanın, ancak enerji akışı analizini içeriyorsa, kentsel enerji metabolizmasının daha ayrıntılı bir şekilde anlaşılmasını sağlayabileceğini ortaya koymuştur (Haberl, 2001, s.13-17). Bu bağlamda enerji akışlarının, kentsel metabolizma araştırmalarında aynı oranda ve yoğunlukta çalışılması gerektiği konusunda genel bir kabul görmüştür. Bu yaklaşım özellikle metabolik süreçler açısından karşılaştırmalı kent çalışmaları için uygun bir modelledir. Karşılaştırmaların yapılabilmesi ideal faktörlerin belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca Schiller, maddi ve enerji akışı analizinin toplumsal yansıma özelliğini “iletişimsel eylemin” potansiyelini araştırarak, malzeme ve enerji akışı analizlerini sosyal teori ile ilişkilendirmişlerdir (Schiller, 2009, s.1679-1681). Yapılan diğer çalışmalarda ise kentsel metabolizma ile arazi kullanımının mekânsal dağılımları arasındaki etkileşimleri göz önüne alarak mekânsal olarak belirgin hale getirmeye çalışmışlardır Bu ilişkileri her iki yönde analizler yapılmıştır. Bu analizler kentsel metabolizmanın arazi kullanımını ve kapsam değişimini ne ölçüde etkileyebileceği üzerine yapılmıştır (Tarr, 2002, s.513-515; Krausmann vd., 2003, s.11-17; Silva ve Wu, 2012, s.142-145).

Kentsel metabolizma kavramı yaygın olarak kabul gören ve kullanılan bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Çünkü enerji verimliliği, atıkların geri dönüşümü, atık yönetimi ve kentsel sistemin altyapı özellikleri hakkında bilgi edinmek için etkili bir yol sunmaktadır. Ayrıca, atıkların, enerji, su, yiyecek ve diğer malzemelerin girdilerini ölçmek içinde etkili bir yol olarak kullanılabilir. Söz konusu kentsel sistem (kentsel metabolizma) aracılığıyla gıda, su, enerji ve kaynakların geri dönüşüm düzeyini belirlemek ve değerlendirmek için kullanılabilir. Kentsel metabolizma, malzeme ve enerji akışının analizine dayanır ve böylece girdi, depolama, dönüşüm süreciyle çıktı süreçlerini takip ederek değerlendirilmektedir. Yeterli miktarda güvenilir istatistiksel veri mevcutsa, söz konusu

yöntemlerle araştırmacıların malzemelerin tüm yaşam döngüleri boyunca kentsel sistem içindeki akışını takip edebilmelerini sağlamaktadır. Akışın sınırlarını ve süreçleri verilerle net bir şekilde tanımlamanın mümkün olması durumunda, kentsel metabolik modelleri uygulamak mümkün olacaktır. Kentsel metabolik yaklaşımlar, çevresel sorunlar, dinamikler ve kentsel gelişim için kritik olan faktörleri tanımlamayı kolaylaştıracaktır. Bu bağlamda, kentsel alanlarla ilgili yeterli bilgiye ulaşmada ve karşılaşılan sorunlara çözüm bulmada süreçleri kolaylaştıracaktır.

## DOĞRUSAL KENTSEL METABOLİZMA VE METABOLİZMA BİLEŞENLERİ

Canlılar, gıda, su ve oksijeni tüketerek ve kullanarak enerjiye; atık ve karbondioksit gibi atık ürünlere dönüştürmektedir. Hayvanların bunları tüketerek elde ettikleri enerjiyi hareket etmek, nefes almak ve düşünme gibi aktiviteleri gerçekleştirmek için depolayabilir veya kullanabilirler. Bu süreç canlıların metabolizmasının bir parçasını oluşturur. Bu aşamada bu ihtiyaçlarını karşılamak için kaynak gerektirir ve sonuçta atık ürünler ortaya çıkmaktadır. Benzer biçimde kentlerde insanlara bakım ve barınma sağlamak, mal ve hizmet üretmek, büyümek, atık ve kirliliği ortadan kaldırmak için enerji, malzeme, su ve besin maddelerine ihtiyaç duymaktadır (Kennedy vd., 2007, s.48). Benzer biçimde bir canlının metabolizmasının beyin, organlar ve enzimler arasındaki işbirliğinin bir sonucu olması gibi, kentsel metabolizma da kentin yönetim politikaları, altyapısı ve vatandaşları tarafından kolaylaştırılmaktadır. Kentler, tüketimin ve kaynakların dönüşümünün kilit merkezleri haline gelmiştir. 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 (Swilling ve Annecke, 2012, s.56-61; Rosales ve Worrell, 2018, s.260-262). II. Dünya savaşı sonrası Dünyadaki genel eğilim devletlerin refah devleti anlayışıyla önemli görevler üstlendiği ve planlı kalkınmanın öne çıktığı görülmektedir. 1950'lerde Dünya nüfusunun yüzde otuzu kentlerde yaşamasına karşın hızlı bir kentleşme süreciyle birlikte Kentsel alanlar insanlar için önemli olmasına rağmen, kent-kırsal alanlar arasındaki ilişki açısından kırsalın gıda arzı ve doğal kaynaklar açısından önemli yere sahiptir. (Midmore ve Whittaker 2000:174).

Kentsel yaşam, 2007'den bu yana küresel olarak baskın bir yaşam tarzına dönüşmesiyle birlikte şehirlerde kırdan daha fazla insan yaşamakta ve her geçen gün kentsel nüfus giderek artmaktadır (Swilling ve Annecke, 2012, s.56-61). 2014 yılında bu oran yüzde 54 düzeylerine çıkmış ve 2050 yılına kadar bu oranın toplam nüfusun yüzde 66'tısının kentlerde yaşayacağını göstermektedir (World Urbanization Prospects, 2014, s.1). Küresel nüfusun %90'ının 2100 yılına kadar şehirlerde yaşayacağı tahmin edilmektedir (Rosales ve Worrell, 2018, s.260-262). Ancak hızlı nüfus artışı ve beraberinden kırdan kente yaşanan yoğun göçle birlikte çekim alanlarına dönüşen kentler, insan akınına cevap verebilmek ve daha fazla insanı kabul edebilmek amacıyla hızlı bir şekilde büyümek zorunda kalmıştır. Daha büyük şehirler daha fazla yiyecek, su ve yakıt ihtiyacıyla birlikte emisyonlarda, atık ve atık su üretiminde artışa neden olmuştur (Kennedy vd., 2007, s.48). Ancak kentsel sistemlerin gelişmesi için ekosistemin kaynaklarına bağlı olmasına beraberinde kaynak kullanımı, arazi kullanımı ve kirlilik nedeniyle aynı ekosistemi tehdit etmektedir. Gerçekte, modern kentsel metabolik döngü, yerel ve küresel ölçekte çevresel değişimi yönlendirerek, arazi kullanımını ve kapsamını, biyolojik çeşitliliği, hidrosistemleri ve iklimi etkilemektedir (Grimm vd., 2008, s.758-760). Bu çevresel sonuçların birçoğu, ekonomik faaliyet ve halk sağlığını etkileyen yeni büyük ölçekli sorunlara yol açmaktadır. Nüfus yoğunluğu artmakta, sosyo-ekonomik eşitsizlikler daha da artmakta ve altyapı sorunları ortaya çıkabilmektedir.

Şekil 3'de görüldüğü üzere çevresel sorunların yaşanması ve insan hayatını olumsuz yönde etkilemesinin nedeni olarak kent sistemlerinin pek çok hammadde ve malzemeyle iç içe geçmiş doğrusal bir akış içinde hareket etmesinden kaynaklanmaktadır. Genellikle arz ve geri dönüşüm süreçleri birbirleriyle bağlantılı süreçlerdir. Bu bağlamda neredeyse tüm kaynaklar kentin dışından ve çoğu zaman uzak bölgelerden taşınmaktadır. Kaynaklar çevrenin bizlere sunduğu jeolojik oluşumlardan çıkarılmakta ve ormanlardan, tarlalardan ve su kaynaklarından sağlanmaktadır. Kaynakların sürekliliği ve gelen talebe cevap verebilmek için mevcut doğal kaynak alanları küresel çapta genişletilmeli ve arttırılmalıdır. Kentsel akışların bu doğrusal doğası şehirlerin kırılganlığını arttırmaktadır. Bunun nedeni ise Kentlerin metabolizmasının, materyal kullanımında döngüsel ve verimli olan doğal metabolik sistemlerin aksine esasen doğrusal kentsel metabolizmaya sahip olmasıdır.



Doğrusal kentsel metabolizmalarda materyalleri geri dönüştürülemez ve bu nedenle biyosferin belirli bir bölümünde birikmeye başlamaktadır.



**Şekil 3.** Doğrusal Kentsel Metabolizmada Akış Geçişleri

Doğrusal kentsel metabolizma sonucunda kentsel alanlardaki yoğun miktarda doğrusal akış, kaynakların tükenmesine, iklim değişikliğine, katı atıkların çoğalmasına ve biyolojik çeşitliliğin kaybı gibi çevresel etkilere katkıda bulunmaktadır. Şehirlerdeki yüksek ekonomik ve endüstriyel faaliyet nedeniyle, bu gelişme, sağlıklı bir kentsel yaşam ortamını korumak için kaynak kıtlığı ve kirliliğini önlemede önemli sorunlar ortaya çıkmaktadır. Potansiyel olarak etkili olan bu kaynak kullanımını hangi süreçlerin düzenlediğini anlamak için, şehir içinde meydana gelen sosyal ve ekonomik etkileşimleri analiz etmek ve çevre üzerindeki toplu etkileriyle ilişkilendirmek için bilimsel yöntem ve teknikler gerekli kılmaktadır. Biyolojik sistemlere benzetme yoluyla, “kentsel metabolizma” kavramı, bu etkileşimleri analiz etmek ve kentsel sürdürülebilirliği doğru yönlendirmek için umut verici bir model olarak değerlendirilmiştir (Kennedy vd., 2011, s.1966). Bu nedenle geliştirilen metabolik modellemelerde doğrusal akış içinde gerçekleşen hammadde ve malzeme akışının kontrol edilerek tekrardan kaynağa ve hammaddeye dönüşmesi gerekmektedir. Bu amaçla kentsel metabolik modellemelerde materyal akış analizleriyle (material flow analysis) kent sistemlerindeki bu doğrusal akışın önüne geçmeye çalışılmıştır.

Akışlardaki değişikliklerin birçoğu, bir hizmeti kullanmayı seçme biçimimiz veya hizmetlerin tüketiciye sunulma şeklinde meydana gelen değişikliklerdir. Bu nedenle, bir kentin metabolizmasının gelişiminde, enerji ve malzeme akışları bu sosyal sistemin bir parçasını oluşturmaktadır. Ekolojik ekonomi ve politik ekolojide dayanan kentsel metabolizmayı şekillendirmede sosyal sistemin rolünü daha iyi anlamaya yardımcı olmaktadır. Bu bağlamda kentsel alanların malzeme akışını modellemek için kentsel alanların istatistiklerine ve göstergelerine bağlı olan ulusal ekonomiler hakkında elde edilen bilgi üzerine kurulmaktadır. (Fischer-Kowalski ve Huttler, 1997, s.110-113). İktisadi ve politik ekolojiden gelen yaklaşımlar farklı geçmişlere ve farklı bakış açılarına sahipken, akışların sosyal ve ekonomik sistemdeki bir veya daha fazla faktörden nasıl etkilendiğini aydınlatmaya yardımcı olmaktadır. Ancak, bu faktörlerin kentsel metabolizmayı nasıl şekillendirdiğini daha iyi anlamamız gerekmektedir. Söz konusu bu sosyal süreçler; enerji, su ve malzeme akışlarının zamansal ve mekânsal niteliklerine göre değişebilmektedir. Bu süreçleri analiz edebilmek için kullanılan yöntem ise matematiksel hesaplamalara ve istatistik verilere dayanarak yapılan materyal akış analiz yöntemidir. Bu analiz yönteminde süreci kolaylıkla kavrayabilmek ve kentsel metabolik modellemelerde, girdi, kent sistemi ve çıktılar arasındaki etkileşimi analiz etmek ve kentsel sürdürülebilirliği doğru yönlendirmek için kullanılabilir ana faktörler belirlenmeye çalışılmıştır. Şekil 4’de görüldüğü üzere yapılan kentsel metabolik modellemelerde, kentlerin metabolik akışlarının nitelik ve türünü belirleme de ekonomi, arazi kullanım yöntemleri ve vatandaşların yaşam tarzı gibi farklı faktörlerin belirleyici olduğu görülmektedir. Söz konusu ana bileşenlerin kesişim noktasında ise sürdürülebilir kent için gerekli olan kentsel metabolizma kavramı oluşmaktadır.



Şekil 4. Kentsel Metabolizmada Üç Daire Modeli

**Kaynak:** Minx, J., Creutzig, F., Medinger, V., Ziegler, T., Owen, A. and Baiocchi, G., 2011, Developing a pragmatic approach to assess urban metabolism, <http://ideas.climatecon.tu-berlin.de/documents/wpaper/CLIMATECON-2011-01.pdf> (Erişim Tarihi: 15.06.2019)

Kentsel metabolizma sadece süreçlerin analiz edildiği değil, aynı zamanda insan faaliyetlerinin sonucu ortaya çıkan çıktılarının analiz edilmesini de kapsamaktadır. Girdiler üretim açısından önemli olmasının yanında kentsel alanda atık birikimine neden olmaktadır. Örneğin Viyana’da insan faaliyetleri sonucunda malzeme ve atık miktarı yılda yaklaşık olarak %1 ile %3 arasında artmaktadır (Bergbäck vd., 2001, s.15-17). Bu atıklar ve malzeme kentsel alanda günlük hayat içinde önem arz eden (barınma, su, elektrik ve taşıma vb.) hizmetleri kapsayan ve kentsel alt yapıya bağımlı olan kaynaklardan oluşmaktadır. Gri altyapı olarak tanımlanan bu kentsel altyapı, kentsel alanların fiziksel yerleşimini şekillendirmekte, kentsel yapılanmayı (kentsel genişleme, kentsel form, kentsel tasarım, sokakların bağlana bilirliliği, yoğunluk, kentsel peyzaj) ve şehir sakinlerinin nasıl yaşadığını, hareket ettiğini ve çalıştığını içine almaktadır. Bu bağlamda kentsel alanlarda arazi kullanımı; enerji tüketimi, sera gazı emisyonları ve hava kirliliği üzerinde önemli bir etkisi vardır. Kentsel alanlarda sürekli olarak bir geri dönüşüm süreci olmalıdır. Girdi ve çıktı süreci içinde bu geri dönüşüm ve yenileme süreci içinde süreklilik arz etmektedir. Sonuç olarak, 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.

Kent metabolizması, kentlerde meydana gelen meydana gelen, büyüme, enerji üretimi ve atıkların ortadan kaldırılmasıyla sonuçlanan teknik ve sosyo-ekonomik süreçlerin toplamıdır (Kennedy vd., 2007, s.48; Swilling ve Annecke, 2012, s.56-61; Krausmann vd., 2003, s.11-17). Kentsel metabolizma çalışmaları kentsel sistemin doğal ekosistemlerin işleyişi ile karşılaştırılabileceği önermesine dayanmaktadır. Bu bağlamda kentsel metabolizma kavramını incelemek için çeşitli (normatif) yaklaşımlar geliştirilmiştir. Örneğin Kentsel metabolizma kavramı, bir şehir boyunca enerjinin ve malzemelerin fiziksel akışını analiz etmek için malzeme akışı analizi kullanılmıştır (Broto vd., 2012, s.852-856). Buna göre, girdileri belirlemek için belli bir coğrafi alan içinde bir kentsel sistem tarafından tüketilen, dönüştürülen ve çıkarılan istatistikî verileri kullanan bir muhasebe yaklaşımı olarak tanımlanabilir (Brunner, 2007, s.12). Tüketilen kaynakların artan verimi, yeniden kullanılan,

geri dönüştürülen veya çevreye deşarj edilen atık akışlarında azalmaya neden olmaktadır. Ürünlerin ve malzemelerin yeniden kullanılmasının temel bir unsur olduğu dairesel ekonomi kavramları, aynı zamanda çığır açan kentsel madencilik gibi yeni metabolik öneme sahip kavramlar ortaya çıkmıştır (Ghisellini vd., 2016, s.22-24).

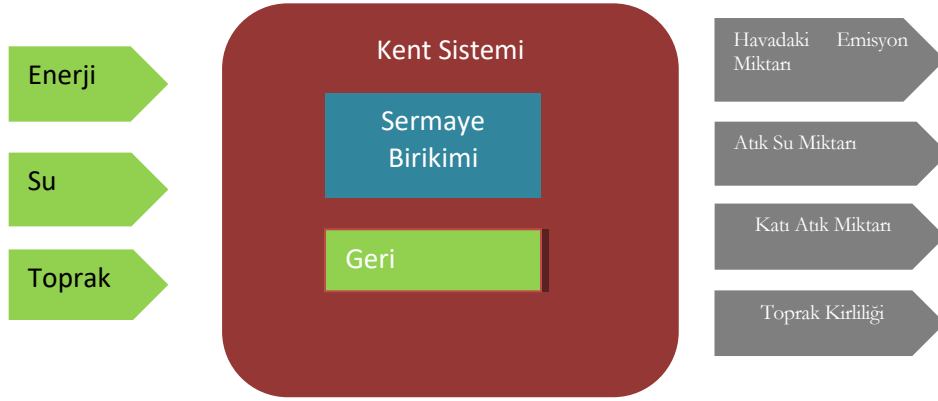
## AVRUPA'DA KENTSEL METABOLİZMA GÖSTERGELERİ

Avrupa'daki coğrafi alanın %4'ünü kentsel alanlardan oluşmasına karşın, Avrupa nüfusunun yaklaşık % 75'i kentsel alanlarda yaşamaktadır. Nüfus ve faaliyet noktaları olarak Avrupa şehirleri (ve kentsel alanlar), üretim ve tüketim faaliyetlerinin kaynak gereksinimleri yoluyla kendi bölgelerinin sınırlarının çok ötesinde küresel hinterlandlarına çevresel kaynaklar üzerinde baskı oluşturmaktadır. Bu nedenle Avrupa genelinde dağınık kentsel yapıya ve metropol alanlarının oluşumuna bağlı olarak Avrupa kentsel alanları, dış kaynaklara olan talebi daha da arttırmakta ve daha bağımlı kentler haline dönüşmektedir. Avrupa'daki kentsel alanlarda kentsel metabolizmayı sağlayabilmek için kentsel alanların/modellerin çevresel etkilerini ve ayrıca Avrupa çapında devam eden kentleşme süreçlerini değerlendirebilmesi amacıyla kavramsal bir çerçevenin geliştirilmesi, kentsel alanlar arasındaki karşılıklı bağlantıları ve karşılıklı etkileri göstermek amacıyla temel göstergeleri belirlemeye çalışmıştır. Bu sayede söz konusu göstergeler sayesinde Avrupa kentlerini ve kentsel alanlarını kentsel metabolik süreçler çerçevesinde test edilebilmektedir. Söz konusu göstergeler, kentsel ve kırsal alanlar arasında, itici güçleri, kentsel alanların ve kentleşme süreçlerinin çevresel etkisini Avrupa perspektifinden değerlendirmek ve farklı itici güçlerin rolünü belirlemek için ilk pragmatik bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır. Uluslararası düzeyde kentsel metabolik süreçlerin kolaylıkla takip edilmesi ve analiz edilmesini sağlayacak uluslararası göstergeler belirlenmiştir.

Metabolik analizi kolaylaştıracak şekilde Avrupa'daki kentlerin (kentsel akışlar) metabolizmasındaki ortak noktaların ve farklılıkları belirleyecek bir takım temel göstergelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Söz konusu göstergeler kentsel yapılarla (kentsel modeller) sosyo-ekonomik faktörler (kentsel sürücüler) ve yaşam kalitesinin yönleriyle metabolik sürecin değerlendirilmesini sağlamaktadır. Avrupa genelinde kentlerin (kentsel akışlar) metabolizmasındaki benzerlik ve farklılıkların arkasındaki bir dizi genel belirleyicinin belirlenmesi amacıyla kentsel yapılar (kentsel kalıplar), sosyo-ekonomik etkenler (kentsel sürücüler) ve kentsel yaşam kalitesi ile ilgilidir. Söz konusu göstergeler sayesinde yerel yönetimlere ve kentsel sistemin işleyişi konusunda önemli bilgilere ulaşılmasını sağlamakta ve bunula birlikte çevresel kaynaklarında sürdürülebilirliğinin sağlanmasını kolaylaştıracaktır. Kavramsal çerçeveye uyumlu şekilde metabolik girdiler ve çıktılar (kentsel akışlar) kentsel sürücüler, kentsel model ve kentsel nitelik bağlamında değerlendirilmektedir.

### Kentsel Akış Göstergeleri

Kentsel akış göstergeleri bir kentin fiziksel metabolizmasını temsil etmektedir. Kentsel sistemlerin sosyal yönleri, bir ölçüde kent sürücüsü ve kentsel kalite kategorilerinde ele alınmaktadır. İdeal bir dünyada, bir şehrin tüm metabolizmasını izleyebilir ve sosyal, ekonomik ve biyo-fiziksel süreçlerle bağlantı kurulabilmektedir (Bagliani vd., 2008, s.359-361). Bu bağlamda kentsel akış göstergeleri konusunda dört alan belirlenebilir: Enerji ve iklim değişikliği, su, atık, arazi kullanımı. Önerilen gösterge sistemlerinin dört boyutunda tematik alanları belirleyerek gösterge çerçevesini de belirlenmektedir. Söz konusu tematik alanları belirlemede kentlerin nitelikleri ve yetkinlikleri belirleyici olmaktadır. Söz konusu metabolik girişlerin ve çıkışların oranları ve geri dönüş miktarları doğal olarak kentsel alanlarda farklılıklar gösterecektir. Bu süreçlerde ortaya çıkan sorunlardan küresel ısınma ve enerji, su ve beslenmede yaşanan sorunlar doğrudan metabolik giriş ve çıkışlarla ilgilidir (Ghisellini vd., 2016, s.27). Bu alanlarda yaşanan sorunlar kentsel düzeyde değil daha geniş boyutta ele alınması gerekmektedir. Örneğin gıda üretiminden kaynaklı emisyon miktarındaki artış gibi. Böylelikle kentsel metabolik analizler, küresel çapta metabolik süreçlerin analiz edilmesini sağlayacaktır.



Şekil 5. Kentsel Metabolizmada Girdi ve Çıktı

### Kentsel sürücüler

Kentsel sürücüler, kentsel akışlardaki gösterge sisteminin merkezinde yer almaktadır. Kentsel sürücü kategorisindeki göstergelerin zaman içinde fiziksel metabolizmadaki değişiklikleri nedenini gözlemlenmektedir (European Environment Agency 1996). Kentler arasındaki fiziksel metabolizmada farklılıkları görebilmemizi sağlamayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda altı tematik alt gösterge yer almaktadır (European Commission, 2005; Minx vd., 2011, s.19).

-Nüfus ve hane halkı: Bu tematik alan, nüfus ve hane halkı büyüklüğü, nüfus dinamikleri ve bir kentin metabolizmasının önemli belirleyicileri olan hane halkı yapısındaki gelişmeleri ele almaktadır. Özellikle, nüfus büyüklüğü, nüfus artışı, hane sayısı ve hane büyüklüğü ile ilgili dört gösterge öneriyoruz. Kentlerin büyüklüğü hakkında nüfusun nüfusa ilişkin bilgisinin, kentsel sistemleri anlamakta önemli bir yere sahiptir. Örneğin, karayolu ağları gibi altyapılar genellikle şehir boyutuna göre alttan ölçeklenir, nüfus artışı ilave alt yapı yatırımını da beraberinde getirmektedir. Bununla birlikte, toplam elektrik tüketimi, şehirdeki nüfus büyüklüğüne göre değişmektedir. Bu anlamda, şehir sakinlerinin sayısı bakımından ölçülen bir kentin büyüklüğü, kentsel sistemi tanımlamak için vazgeçilmez bir unsurdur. Ayrıca, nüfus yapısı bir kentin fiziksel metabolizmasının boyutunu ve yenilenmesini de belirlemektedir.

-Yaşam Tarzları: kent sakinlerinin yaşam şekli olarak eşit koşullara ve imkânlarla sahip olmalarını ifade etmektedir. Kentin kilit yönlerini yakalamak için üç basit göstergeyi öneriyoruz; kentte yaşayanların zenginliği, istihdam olanaklarıyla yakından ilgilidir. Gelir, insanların tüketime ve sahip oldukları konut başına ortalama gelirlerini ifade etmektedir. İngiltere ve Almanya için başka yerlerde hanehalkı büyüklüğü ve konut sayısındaki artış beraberinde emisyon miktarında önemli bir artışa neden olmaktadır. Ayrıca kent sakinlerinin arasındaki sosyal tabakalaşma ve ayırmda söz konusu metabolik süreçleri etkilemektedir.

-Yerel iklim koşulları: yerel iklim koşulları kentin metabolik koşullarını yakından etkilemektedir. Kış aylarında ısınma faktörleri süreci etkilemektedir. Ayrıca yıllık yağış miktarı mevcut tatlı su kaynaklarını ve sulama gereksinimleri de bu sürecin bir parçasıdır. Sıcaklık ve yağış ile ilgili göstergeleri içerir.

-Fiyatlar: Fiyat, talebi etkileyen ana faktörlerden biridir. Kentsel fiyat düzeyi kentsel metabolik süreçleri de etkilemektedir. Su fiyatı kentin suyun kullanım miktarını etkileyebilmektedir ve tüketimi de azaltabilmektedir.

-Ulaşım: İnsanların bir şehirde yerler arasında nasıl hareket ettikleri, bir kentin metabolizması ile bağlantılı ve önemli bir unsurdur. Yürüme, bisiklete binme veya toplu taşıma araçlarını kullanma payı, kentin dış enerji kaynaklarına bağımlılığını azaltır, yerel hava kirliliğini ve şehirdeki sera gazı emisyonlarını azaltmaktadır. Genel taşıma talepleri seviyesini, şekilsel bölümlenmek, seyahat süresini, şehir içine ve dışına giden yolcuları ve araba sahipliğini kapsayan beş gösterge ile metabolik süreçleri değerlendirmek mümkündür.

## Kentsel Modeller

Kentsel modeller Avrupa'nın kentsel metabolizmasının alt yapısını oluşturan ve kentin metabolik süreçlerinde arazi kullanımı ve kentin gelişim sürecini anlamayı sağlayan gösterge grubudur. Genel olarak, 'kentsel model' grubundaki beş tematik başlıkta bulunmaktadır (Minx vd., 2011, s.26).

- Şehir büyüklüğü: Kentsel alanın kilometrekare cinsinden büyüklüğü, söz konusu alanın mekânsal boyutunu anlamak için temel bir değişkendir.
- Arazi kapsamı ve arazi kullanımı: Bu tematik alan, şehir topraklarının farklı amaçlar için nasıl kullanıldığı hakkında bilgi vermektedir. Bu sadece kentsel ekosistem hizmet sunumunun için önemli değil, aynı zamanda idari alanın fiziksel metabolizmasını etkileyebilecek fiziksel değişiklikleri anlayabilmek açısından önemlidir.

Ulaşım ağı: Ulaşımın bir kentin metabolizmasının boyutu ve şekli bağlamında önemlidir. Toplu taşıma ağının uzunluğunun yanı sıra, kentsel arazi kullanımında yönetmelere göre farklı ulaştırma altyapılarının varlığı kentin metabolik süreçlerini anlama açısından önemlidir.

Kentsel form ve binalar: Konutların sayısındaki değişimler kentsel yapılaşma ortamının nasıl geliştiğinin göstermekte ve kentsel metabolizmayı etkilemektedir. Önerilen gösterge sistemiyle ilgili bir zorluk, kentsel akış göstergelerinin yalnızca şehir düzeyinde idari sınırlarla sınırlı olmasıdır. Kentsel modeller açısından, şehir düzeyindeki veriler genellikle kentin idari sınırları içinde nasıl şekillenebileceği hakkında bilgi vermesi konusunda yeterli olmayabilir. Örneğin, nüfus yoğunluğu gibi basit göstergeler, nüfus yoğunluğu hesaplanırsa, arazi kullanımının çok taraflı bir resmini ortaya konulabilir.

Kentsel kalite: Kentsel yaşam çerçevesinde şehirlerdeki yaşam kalitesindeki iyileşmeler tüm kentsel politikaların amacı olmalıdır. Bu nedenle, şehirlerin fiziksel metabolizmasındaki değişikliklerin kentsel kalitenin gelişimi ile nasıl ilişkili olabileceğini izlemek, kentsel politikaların başarısını ve kapsamını izlemek için önemli bir unsurdur (Georgi ve Uhel, 2009, s.13-20). Kentsel kaliteyi belirleyen gösterge grubu (Minx vd., 2011, s.37):

- Hava Kirliliği: Yerel hava kirliliği, kentsel metabolizmanın ayrılmaz bir parçası olmasına rağmen, insan sağlığı üzerindeki zararlı etkileri nedeniyle bir kentte yaşam kalitesini belirleyen önemli bir faktördür. Bu sağlık etkileriyle ilgili karar vermede kentsel hava kirliliğinin önemini algıladığımızda, bu göstergeleri kentsel kalite grubuna içinde yer almaktadır.

Gürültü: Gürültü, yaşam kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir ve Dünya Sağlık Örgütü'ne göre sağlık tehdidi olarak değerlendirilmelidir. Şehirlerdeki gürültü sorunlarının çoğu, kentsel ulaşım faaliyetleri ile ilgili olduğundan, fiziksel metabolizmayı azaltırken, kentsel kaliteyi artırma potansiyeli de potansiyel olarak sunmaktadır. Şehir sakinlerinin gündüz ve gece saatlerinde gürültüye maruz kalmasına ilişkin sonuçlar kent kalitesini belirleyen unsurlar içindedir.

Altyapı, yeşil alan ve erişilebilirlik: Mevcut altyapının kalitesi, şehre ve yeşil alanlara erişim, kentsel kalitenin diğer önemli yönleridir. Konutların yenilenmesi, çok fazla enerji tasarrufu sağlarken, bir şehre erişimin iyileştirilmesi bu kapsamda kaliteyi belirlemektedir. Bu tematik alanda su ve konut altyapısının kalitesi, yeşil alanlara erişim ve rekreasyon ve eğlence alanlarının bu kapsamda ele alınmaktadır. Sosyal yönler / işsizlik: İnsanların refahını etkileyen diğer sosyo-ekonomik faktörler vardır. Örneğin, araştırmalar, işsizliğin ve kötü yaşam koşullarının kentin kalitesinin belirlenmesinde diğer bir faktördür. Bu bağlamda sosyo-ekonomik göstergelerin insanların yaşam kalitesini ve kentlerin kalitesini belirleyen önemli bir unsurdur.

## KENTSEL METABOLİK YÖNETİŞİM

Doğrusal kentsel metabolizma sonucunda kentsel alanlardaki yoğun miktarda doğrusal akış, kaynakların tükenmesine, iklim değişikliğine, katı atıkların çoğalmasına ve biyolojik çeşitliliğin kaybı gibi çevresel sorunlara yol açmıştır. Potansiyel olarak etkili olan bu kaynak kullanımını hangi süreçlerin düzenlediğini anlamak için, şehir içinde meydana gelen sosyal ve ekonomik etkileşimleri analiz etmek ve çevre üzerindeki toplu etkileriyle ilişkilendirmek için bilimsel yöntem ve teknikleri gerekli kılmıştır. Biyolojik sistemlere benzetme yoluyla, "kentsel metabolizma" kavramı, bu



etkileşimleri analiz etmek ve kentsel sürdürülebilirliği doğru yönlendirmek için umut verici bir model olarak değerlendirilmiştir. Bu nedenle geliştirilen metabolik modellemelerde doğrusal akış içinde gerçekleşen hammadde ve malzeme akışının kontrol edilerek tekrardan kaynağa ve hammaddeye dönüşmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla kentsel metabolik modellemelerde materyal akış analizleriyle (material flow analysis) kent sistemlerindeki bu doğrusal akışın önüne geçmeye çalışılmaktadır.

Kentsel metabolizmayı şehirlerde meydana gelen, büyüme, enerji üretimi ve atıkların ortadan kaldırılmasıyla sonuçlanan teknik ve sosyo-ekonomik süreçlerin toplamı olarak tanımlanmıştır (Kennedy vd., 2007, s.48; Swilling ve Annecke, 2012, s.56-61; Krausmann vd., 2003, s.11-17). Yapılan modellemeler ve kentsel metabolik çalışmaların temel eksenini girdi, kent sistemi içinde dönüştürülmesi ve çıktılar üzerine odaklanıldığı görülmektedir. Söz konusu çalışmalarda materyal akış analizi yöntemi kullanılarak metabolik akışlar matematiksel hesaplamalar etrafında girdi, çıktı ve atıkların dönüştürülmesi üzerine odaklanılmıştır. Bu bağlamda kentsel metabolizma kavramını incelemek için çeşitli (normatif) yaklaşımlar geliştirilmiştir. Örneğin Kentsel metabolizma kavramı, bir şehir boyunca enerjinin ve malzemelerin fiziksel akışını analiz etmek için malzeme akışı analizi kullanılmıştır (Broto vd., 2012, s.852-856). Buna göre, girdileri belirlemek için belli bir coğrafi alan içinde bir kentsel sistem tarafından tüketilen, dönüştürülen ve çıkarılan istatistiksel verileri kullanan bir muhasebe yaklaşımı olarak ele alınmıştır. Tüketilen kaynakların artan verimi, yeniden kullanılan, geri dönüştürülen veya çevreye deşarj edilen atık akışlarında azalma olması öngörülerek ürünlerin ve malzemelerin yeniden kullanılmasının temel bir unsur olduğu dairesel ekonomi kavramları, aynı zamanda çığır açan kentsel madencilik gibi yeni metabolik öneme sahip kavramlar ortaya çıkmıştır (Ghisellini vd., 2016, s.22-24). Ancak yapılan materyal akış analizine dayanan bu kentsel metabolik akışın kontrol edilmesi ve yönlendirilmesi bakımından yeterli olmadığı da görülmektedir. Mevcut modellemelerde eksik olan nokta girdi ve çıktı süreçlerinde kentsel sistem içinde yer alan karar vericilerin (yerel aktörler Şekil 6 bakınız) göz ardı edilmesidir. Klasik anlamda metabolik analizler sayısal veriler etrafında enerji ve kaynak akışının girdi ve çıktı süreçlerinde kaynakların verimli kullanılıp kullanılmadığının ve geri dönüşümün oranı gibi matematiksel olarak hesaplanması olarak değerlendirilmiştir. Ancak kentsel metabolik süreçlerin malzeme akışı etrafında modellenmiş olması özellikle günümüzde yaşadığımız çevresel sorunların ve kentsel sürdürülebilirlik konusunda istenilen sonuçlara ulaşamadığımızı bize göstermektedir.

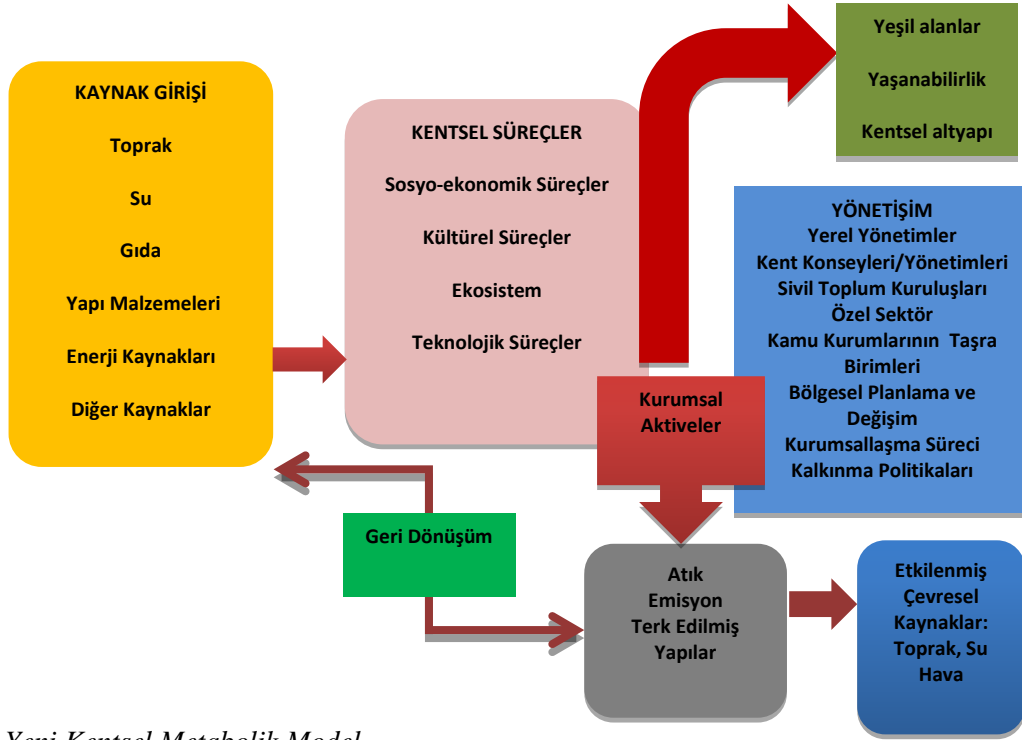
Bu nedenle sürdürülebilirlik ilkelerini ve kontrol mekanizmalarının (geribildirimler) metabolik süreç içindeki rolünü daha iyi bütünleştirmek amacıyla, metabolik modelin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda sürdürülebilirlik boyutunun eklenmesi amacıyla yeni kentsel metabolik model ortaya konulmaktadır. Sürdürülebilirlik, yaşam kalitesini düşürmeden, düşünce tarzında değişiklik gerektiren bir kavram ortaya koymaktadır. Bu değişikliğin özü, tüketim toplumu olmaktan sıyrılıp, evrensel açıdan dayanışma içinde olan, çevresel yönetim, toplumsal sorumluluklar ve ekonomik çözümleri hedeflemektir. Bu tanım dâhilinde sürdürülebilir kalkınma şematize edildiğinde üç daire modeli (three pillars veya three circles model) oluşmuştur (Lozano, 2008:1840-1842; Lehtonen, 2004, s.202-204). Bu modele göre ancak ekonomik, sosyal ve çevresel anlamda eş zamanlı ve eşit kalkınma sürdürülebilirliği sağlayabilir.

Daha önce yapılan kavramsal modellemelerde kentlerin girdi ve çıktı süreçlerinin doğrusal akış içinde süreçlerin anlaşılmasına odaklanılmıştır. Ancak doğrusal akış içinde girdi ve çıktı süreçlerinin yönetsel açıdan nasıl yönlendirileceği ve kontrol edileceği mevcut modellemelerde yer almamaktadır. Şekil 6'da ortaya konulan modelleme ile birlikte ağır antropik bir ortamda, kentsel dinamikleri ve süreçleri yönetmede daha etkili sonuçlar için geri bildirimler önemlidir. Kentsel metabolik yönetim modeli sadece kentsel akışların muhasebeleştirildiği bir süreç değil aynı zamanda söz konusu akışların yönlendirilmesi ve kontrol edilmesi için metabolik akışın bir parçası olarak kurumsal aktiviteler çerçevesinde kararların alındığı modeldir. Bu anlamda kurumlar (idari, hukuki, sosyal, ekonomik, finansal, kültürel vb.) sistemi kurallara uygun kılan kentsel aktörleri temsil etmektedir. Söz konusu modellemelerden istenen sonuçların alınması için ilgili kurumsal yapılanma bu çerçevede kentsel gelişim tekliflerinin ve stratejik planlamanın değerlendirilmesini, kentsel yönetim faaliyetlerini (günlük faaliyet), çevresel komuta ve kontrol faaliyetlerini eksiksiz yerine getirmeleri gerekmektedir. Sonunda, kurumlar kentsel ekosistemin farklı bileşenleri arasında var olan ilişkilere aracılık eden bir "filtre" olarak hareket etmeleri sağlanmış olur.

Canlılardaki metabolik akışlarda, gıda, su ve oksijeni tüketerek ve kullanarak enerjiye; atık ve karbondioksit gibi atık ürünlere dönüştürmektedir. Canlılar bunları tüketerek elde ettikleri enerjiyi hareket etmek, nefes almak ve düşünme gibi aktiviteleri gerçekleştirmek için depolayabilir veya kullanabilirler. Bu süreç canlıların metabolizmasının bir parçasını oluşturur ve bu aşamada ihtiyaçları karşılamak için girdilere ihtiyaç duymaktadır ve sonuçta çıktı olarak atık ürünler ortaya çıkmaktadır. Canlı metabolizması beyin, organlar ve enzimler arasındaki sürekli bir etkileşim halindedir. Çünkü metabolik akışı sürekli kontrol eder ve yaşanacak bir sorun halinde canlı hayatta kalabilmek ve tekrardan metabolik döngüyü sağlayabilmek metabolik akışa hızlı bir şekilde müdahale edecektir. Benzer biçimde kentsel metabolizmada da kentin yönetim politikaları, altyapısı ve vatandaşları arasında sürekli bir etkileşim olmalıdır. Kentsel metabolik akışta ortaya çıkabilecek sorunların çözülebilmesi ve kentsel metabolik döngünün devam edebilmesi açısından bu önemlidir. Kentsel metabolik yönetim modeli de canlı metabolizmalarında olduğu gibi yerel aktörler arasında sürekli bir etkileşim içinde olmaları gerektiğini vurgulamaktadır. Klasik modellerden farklı olarak bu yeni modellemenin odak noktasını oluşturmaktadır.

Şekil 6'da anlatılmaya çalışılan yeni modellemede kurumsal faaliyetlerle ilgili diğer önemli bir faktör de çevresel etkileri içeren kentsel politikalarda yerel halkın sürece dahil edilmesidir. Yeni kentsel metabolik modele yönetim boyutunun eklenmesiyle birlikte, yerel grupların ihtiyaç ve beklentilerinin sentezine dayanan bir yönetim modeli oluşturulmalıdır. Ancak bu modelleme aynı zamanda tek tip bir kurumsal örgütlenme modeli anlatma amacıyla da değildir. Kentler sahip oldukları nitelikler ve metabolik özelliklere uygun olarak yönetim ekseninde yönetim boyutunu dikkate alarak farklı biçim ve özelliklere sahip kentsel metabolik döngünün devamlılığını sağlayacak kurumsal örgütlenmesini oluşturabilir. Bu çalışma ile özellikle kentsel metabolik döngünün sadece materyal akış analizine dayanan bir modelleme ile değil aynı zamanda eklemenecek bir yönetim modeliyle kentsel süreçlerin daha kolay kontrol edilebileceğini ortaya koymaktır. Kentsel sürdürülebilirlik sağlanabilmesi için kentte gerçekleşen malzeme akışının geri dönüşümü ve enerjinin maksimize edilmesi, kentsel verimliliğin sağlanması, kentin çevresel taşıma kapasitesinin dikkate alınması ve hayat kalitesinin korunması gereklidir. Kentsel alanlarda çevresel faktörlerin ön plana çıkarılması ve metabolik sürecin bir parçası olarak kentsel alanlar da sürdürülebilirliğin sağlanması için atık kültürünü teşvik etmek, enerji verimliliği uygulamalarını teşvik etmek, insan faaliyetlerinin ürettiği emisyonları en aza indirmek; ulaşım sistemlerinin çevresel etkilerini en aza indirmeye, sosyal eşitliği ve kentsel fırsatlara erişimi arttırmak, kentsel yoğunluğu azaltmak, kentsel gelişim ve dönüşüm tartışmalarına vatandaşların aktif katılımına sağlamak için açık bir yönetim modeli geliştirilmelidir.

Metabolik akışların kurumlarla kentsel çevrenin kontrol mekanizmaları olarak döngüselleştirilmesi ile ilgili açıklamaların birleştirilmesi, yeni bir metabolik modellemenin tanımlanmasıdır. Şekil 6'da yer alan modelin bu sürümü, farklı sektörel çevre politikalarının sürdürülebilir bir kentsel çevre için bir proje tanımında nasıl yer aldığı açıkça değerlendirilerek tasarlanmıştır. Bu yazıda belirtilen kavramları birleştirerek aşağıdaki metabolik model elde edilmiştir. Sistemin girdilerine atıfta bulunan bölüm kaynak, enerji ve su kaynaklarıyla birlikte toprak ve altyapıyı (ulaşım, iletişim, üretim ve çevre hizmetleri) içermektedir. Sermayeye (doğal, ekonomik ve insan) özel önem verilmelidir. Girdilerin akışı, şehir içinde faaliyet gösteren farklı kurumların müdahalesiyle aktarılmalıdır. Kurumsal yönlendirme ve planlamalar kentsel süreç içinde yorumlanmalıdır.



Şekil 6. Yeni Kentsel Metabolik Model.

**Kaynak:** Şekil yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 6.'da anlatılmak istenildiği gibi girdilerin kentin iç dinamiklerinde yeniden tanımlanarak kentsel alanlarda yaşayan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamaya dönük olarak çıktılara yani gelir, eğitim barınma gibi ihtiyaçların karşılanmasını sağlamaktadır. Ancak kent sisteminde işlenerek ihtiyaçlar için çıktılara dönüştürülmesi sonucunda çıktı olarak atıklar yani su kirliliği, hava kirliliği ve toprak kirliliği ve sera gazları gibi kentsel metabolizmanın devamlılığına zarar veren çıktılar da ortaya çıkmaktadır. Bu aşamada yönetim boyutunun modele eklenerek kent sistemi içinde sahip olduğumuz sınırlı kaynakların verimliliğinin artırılması ve geri dönüştürülmesiyle kentsel alanlarda nüfusun ihtiyaçların giderilmesi ve kentsel alanlarda metabolik sürecin devamlılığı için gerekli olan kaynak akışı sağlamaya dönük kararlar alınacaktır. Bu noktada dikkat edilmesi gereken Newman'ın modellemesinde de olduğu gibi teorik modellemelerde kentsel kaynak metabolizmasında rol oynayan temel faktörleri, bunlarla ilişkili metabolik süreçleri ve bunların ilişkilerini simüle etmek için modern kontrol teorilerine dayanan metabolizma, kentsel kaynak metabolizmasının optimizasyonu ve düzenlenmesi için bilimsel bir temel sağlamış ve metabolik sürecin muhasebeleştirilmesi sağlanmıştır. Ancak geliştirilen modellemelerde kentsel alanlarda çıktılar sonucunda atıkların birikmesine ve kentsel sürdürülebilirliğin sağlanması konusunda istenen sonuçlar elde edilememiştir. Bu bağlamda kentsel sistemde girdilerin işlenerek çıktılara dönüştürülmesi aşamasında önceki modellemelerde göz ardı edilen kentsel alanlardaki yönetim boyutu eklenerek yerel karar vericilerin sürece dahil edilmesi sağlanmıştır. Kentsel metabolik yönetim modeliyle girdilerin kent sistemi içinde akışları, kent içinde faaliyet gösteren farklı kurumların müdahalesiyle yönlendirilmektedir. Kurumsal yönlendirme ve planlamalar kentsel süreç içinde çıktıları belirlemektedir. Ancak bu noktada tekrar belirtmesi gereken kentsel metabolik yönetim modeliyle tek tip bir kurumsal örgütlenme modeli anlatma amacıyla da değildir. Kentler sahip oldukları nitelikler ve metabolik özelliklere uygun olarak yönetim boyutunu dikkate alarak farklı biçim ve özelliklere sahip kentsel metabolik döngünün devamlılığını sağlayacak kurumsal örgütlenmeler oluşturabilir. Bu modelleme kentsel metabolik döngünün sadece materyal akış analizine dayanan bir modelleme ile değil aynı zamanda eklenilecek bir yönetim modeliyle kentsel süreçlerin daha kolay kontrol edilebileceği ifade edilmektedir.

Wolman ve Newman'ın modellerinde yer alan kent içindeki akışın sadece arz ve talep içinde ihtiyaçların karşılanması bakımından girdilerin ve çıktıların muhasebeleştirildiği modellerdir. Bu

nedenle önceki modellerde asıl amaç kentsel süreçlerdeki akışları anlamak ve kavramaktır. Söz konusu modellerde kent sistemi içinde akışları doğrudan kontrol etmek ve yönlendirmek amaçlanmamıştır. Bu durum kentsel alanlarda çevresel sorunların artarak devam etmesine ve kentsel metabolik akışında süreklilik sağlanamamıştır. Bu nedenle günümüzde klasik metabolik modellemeler kentsel alanlardaki ortaya çıkan ekolojik sorunlara cevap verememekte ve süreçlerin kontrolü sağlanamamaktadır. Bu yeni modellemede ise kent içindeki materyal akışlarının muhasebeleştirilmesiyle birlikte yerel düzeyde yönetim ön planda olduğu kurumsal yapılanma içinde kentsel metabolik akışın düzgün işleyebilmesi için müdahale edebilmek mümkündür. Sonuçta çıktılarla ortaya çıkan atıkların dönüştürülmesi ve kentsel alanların daha yaşanabilir ve ekolojik kentlere dönüştürülmesi için gerçekçi politika ve yöntemlerin uygulamaya geçirilmesi sağlanacaktır.

Bu yeni modellemeyle kentsel alanlarda çevresel faktörlerin ön plana çıkarılması ve metabolik sürecin bir parçası olarak kentsel alanlar da sürdürülebilirliğin sağlanması için atık kültürünü teşvik etmek, enerji verimliliği uygulamalarını teşvik etmek, insan faaliyetlerinin ürettiği emisyonları en aza indirmek; ulaşım sistemlerinin çevresel etkilerini en aza indirme, sosyal eşitliği ve kentsel fırsatlara erişimi arttırmak, kentsel yoğunluğu azaltmak, kentsel gelişim ve dönüşüm tartışmalarına vatandaşların aktif katılımına açık bir yönetim modeli oluşturulmuştur. Wolman ve Newman'ın modellemelerinde ana eksen kentsel alanlarda nüfusun ihtiyaçlarının karşılanmasını yanında kentsel metabolizmanın devamlılığını sağlayabilecek bir kontrol mekanizması bulunmamaktadır. Söz konusu metabolik modellemeler, materyal akış analizinden ileriye gidememiş ve sadece sayısal verilerle metabolik süreçlerin takip edilmesi mümkün olmadığı için kentsel metabolik süreklilik sağlanamamıştır. Bu nedenle kentsel alanlarda yerel ve bölgesel kurumsallaşmanın ve kent yönetişiminin sağlanması söz konusu süreçlerin doğru şekilde planlanması ve yönlendirilmesi açısından önemlidir. Kentsel alanlarda kurumsal aktivitelerin etkin şekilde metabolik süreçleri kontrol edebilmesini ve sağlıklı bir metabolik sürecin işlenmesini sağlayacaktır. Bu bağlamda insan ihtiyaçlarını karşılayabilmek için kentsel faaliyetler sonucunda ortaya çıkan atıkların azaltılması ve geri dönüştürülerek yeniden kentsel faaliyetlerde kullanılacak kaynaklara dönüştürerek metabolik sürecin devamlılığıyla sağlanmış olacaktır. Yeni kentsel metabolizma malzeme akışını kentsel düzeyde bir bütün olarak ele alan bir modeldir. Aynı zamanda, sürdürülebilir kalkınma ilkeleri ve sistem geri bildirimlerine odaklanmış bir modeldir. Bu nedenle, yeni kentsel metabolizma modelinde kentsel alanların geliştirilmesi ve yönetilmesine odaklanmış ve uzmanlaşmış aktörler/kurumlar tarafından yürütülen bir karar alma sürecine sahiptir. Kentsel metabolik yönetimle süreçler daha kolay yönetilebildiği ve yönlendirildiği için kentsel alanlarda ekosistemin verimliliği arttıracaktır.

Bu çerçevede oluşacak metabolik yönetimle yerel aktörler sürecin önemli unsurları olarak sürdürülebilir ve yaşanabilir kentlerin oluşmasını sağlayacaktır. Ortaya konulduğu gibi yeni metabolik anlayış, malzeme akışını kentsel düzeyde yönetim boyutunu eklemeyerek gerçekleştiren, metabolik bir modeldir. Aynı zamanda, sürdürülebilir kalkınma ilkeleri ve sistemin geri bildirimleri odak noktasıdır. Bu nedenle, yeni kentsel metabolik anlayışla, kentsel alanların geliştirilmesi ve yönetilmesinde aktörler/kurumlar tarafından yürütülen karar alma süreçlerinin desteklenmesi sağlanacaktır. Kentsel metabolik yönetim, sürdürülebilir kalkınma ilkeleri ve sistem geri bildirimlerine odaklanmaktadır. Şekil 6'da görüleceği üzere bu yeni modelleme çerçevesinde kentsel süreçler, yönetim boyutuyla birlikte hareket etmektedir. Yerel yönetimler, yerel düzeyde hizmet sunan kamu kurumları ve bunları söz konusu kentsel alan için yönetişime daya hazırladıkları yerel ve bölgesel kalkınma planları bu sürecin bir parçasıdır. Kentsel metabolik süreçlerin sadece belirli kaynak ve materyallerin (örneğin sadece su veya enerji) kent içinde akışını takip etmek dışında söz konusu kaynakların kent içindeki akışlarına bu kurumsal aktiviteler sayesinde müdahale edilebilecek ve sağlanan geri bildirimlerle sayesinde kentsel alanlarda sağlıklı bir metabolik sürecin işlenmesini kolaylaştıracaktır. Kurumsal aktivitelerin etkin şekilde kentsel süreçleri kontrol edebilmesi, kentsel alanlarda sağlıklı bir metabolik sürecin işlenmesini kolaylaştıracaktır. Bu aşamada katılımın yanında uzmanlaşmada önemlidir. Özellikle belediyeler, bu konuda uzmanlaşmış bakanlıkların taşra birimleri, sivil toplum kuruluşları ve özel sektör temsilcileri söz konusu kurumsal aktivitelerin bir parçasıdır.

Şekil 6'da belirtilen ilgili kurumsal yapılanma bu çerçevede kentsel gelişim tekliflerinin ve stratejik planlamanın değerlendirilmesini, kentsel yönetim faaliyetlerini (günlük faaliyet), çevresel komuta ve kontrol faaliyetlerini (örneğin Çevre Etki Değerlendirme Raporları) eksiksiz yerine getirerek kentsel

metabolik süreçler kontrol edilecektir. Sonuçta kurumlar kentsel ekosistemin farklı bileşenleri arasında var olan ilişkilere aracılık eden bir “filtre” olarak hareket ederek metabolik sürecin verimliliğini ve etkinliğini arttıracaktır. Kurumsal faaliyetlerle ilgili diğer önemli bir faktör de çevresel etkileri içeren kentsel politikalarda yerel halkın sürece dahil edilmesidir. Bu bağlamda yeni kentsel metabolik modele yönetim boyutunun eklenmesiyle birlikte, yerel grupların ihtiyaç ve beklentilerinin sentezine dayanan bir yönetim modeli oluşacaktır. Bu bağlamda belediyeler, yerel yönetimler veya kent konseyleri önemli aktörler olarak bu modelde yer almaktadır. Bu sayede kentsel alanlarda doğrusal akışın önüne geçilerek kentsel metabolizmanın sürekliliğini sağlayacak ve gerektiğinde geri bildirimler sayesinde akışa hızlı bir şekilde müdahale edebilmek kentsel metabolik döngünün devamlılığı ve kontrolü sağlanmış olacaktır.

Yeni kentsel metabolik modelleme, önceki modellemelerden farklı olarak sayısal veriler etrafında girdi, çıktılar ve geri dönüşümün sadece hesaplanması değil aynı zamanda söz konusu döngüde verimliliğin artırılması ve yaşanan sorunların çözümüne dönük politikaların belirlenmesi de sağlanacaktır. Kentsel metabolik döngü bir bütün olarak ele alınabilecektir. Kurumsal aktiviteler yönetişimin eklenmesiyle kent sisteminin ihtiyaçlara doğrultusunda kentsel süreçler daha kolay kontrol edilerek ortaya çıktı olarak ortaya çıkabilecek sera gazı, organik ve inorganik atık, atık su, üretim ve sermaye kolaylıkla kontrol edilecektir. Ayrıca kentsel süreçle ilgili olarak daha önce hazırlanacak planlamalar ve oluşturulacak politikalar sayesinde atıkların dönüşümü kontrol edilerek sağlanan geri bildirimler sayesinde çevre üzerindeki baskı azaltılabilecek aynı zamanda yaşanabilir ve sürdürülebilir kent oluşması sağlanacaktır. Kentsel metabolik yönetim ile birlikte süreç daha gerçekçi ve sürekli olarak denetlenebilecektir. Metabolik döngüde yaşanacak sorunlar kurumsal aktiviteler ve denetimler sayesinde kentsel sisteme müdahale edilerek metabolik döngünün hızlı bir şekilde tekrar oluşması sağlanacaktır. Aynı zamanda metabolik sürecin amaçları içinde yer alan kentsel nüfusun ihtiyaçlarının sağlanmasında ihtiyaçların belirlenmesi ve ihtiyaçların kaynak verimliliği çerçevesinde en doğru yöntemle kentsel ekoloji üzerinde en az etkiyi yaratacak şekilde yeniden belirlenmesi sağlanacaktır.

Son olarak kurumsal yönlendirme ve planlamalar kent içindeki faaliyetlerin ve süreçlerin kontrol altında tutulmasını sağlamaktadır. Sera gazı, organik ve inorganik atık, atık su, üretim ve sermaye gibi süreçlerin kontrol edilmesi denetlenmesi kolaylaşmaktadır. Kentsel süreçlerin kontrol edilmesi ve denetlenebilmesi açısından yerel yönetimler, bölgesel kalkınma planları ve kalkınma politikaları kentsel metabolizmanın ve yönetişimin önemli unsurlarıdır. Kentsel alanlarda yerel ve bölgesel kurumsallaşmanın ve kent yönetişiminin sağlanması söz konusu süreçlerin doğru şekilde planlanması ve yönlendirilmesi açısından önemlidir. Kurumsal aktivitelerin etkin şekilde kentsel süreçleri kontrol edebilmesi, kentsel alanlarda sağlıklı bir metabolik sürecin işlemlerini kolaylaştıracaktır. Bu bağlamda insan ihtiyaçlarını karşılayabilmek için kentsel faaliyetler sonucunda ortaya çıkan atıkların azaltılması ve geri dönüşüm sürecinin devamlılığıyla sağlanmış olacaktır. Bu sürecin planlı ve koordineli yürütülebilmesiyle kentsel alanlar yaşanabilir kentler olabilecektir. Yeşil alanlara sahip, kentsel nüfusun dengeli olduğu, kent sakinlerinin yaşam şekli olarak eşit koşullara ve imkânlarla sahip olduğu, yerel iklim koşullarına uygun kentsel planlamaların yapıldığı, ulaşım ağına sahip, işsizliğin ve kötü yaşam koşullarının ortadan kaldırıldığı metabolik kentlerin oluşturulmasında kaynakların yönlendirilmesi ve planlı bir şekilde kontrol edilebilmesi için yönetime dayalı kurumsal aktiviteler önemli bir rol üstlenmektedir. Söz konusu süreçler kentsel metabolik yönetimle yönlendirilmiş olsa bile söz konusu kaynakların tamamının geri dönüştürülmesi mümkün olmayacaktır. Ancak sürdürülebilir bakımından kaynaklarda verimlilik ve bu bağlamda ekolojik kirliliğin minimum seviye çekilmesi sağlanacaktır. Bu modelde kentsel süreçler kurumsal etkileşim ile organize edilmektedir. Ayrıca yeni bilimsel bilgiler, teknolojik ilerlemeleri de yakından takip edilerek, söz konusu süreçlerin günün koşullarına uygun olarak kontrol edilmesi ve yönlendirilmesi sağlanacaktır.

## SONUÇ

Kentsel metabolizma kavramı, toplumların, sürdürülebilirliğin sağlanması ve yeniden kullanma süreçlerinin anlaşılabilmesi için kaynakların, enerji, toprak ve çevre sisteminin korunma yollarını açıklamaktadır. Kentler, belirli girdileri gerektiren ve çıktılar üreten bir ekosistem olarak tanımlanmıştır. Kentsel metabolizma, şehirlerin ve kentsel alanların nasıl daha sürdürülebilir hale



getirilebileceği konusunda yeni düşünme yöntemlerini ele almaktadır. Kentsel alanlarda karmaşık yapıların işlemeye devam edebilmesi için hammaddeye ve enerjiye ihtiyaç duyan açık sistem özelliğine sahiptir. Kentsel alanlarda madde ve enerjinin akış dinamikleri ve bunların arkasındaki işleyiş mekanizmalarının incelenmesi, kentlerde gerçekleşen süreçlerin sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi açısından önemlidir. Sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi konusunda çözüm biyolojiden gelen bir aktarıma dayanan kentsel metabolizma kavramı ile bulunmaya çalışılmıştır. Wolman (1965) “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. Bu kaynak kullanımının bir sonucu olarak ürünler üretilmekte aynı zamanda atıklarda aynı sistem tarafından üretilmektedir. Bu nedenle kent metabolizması kavramı, kaynak tüketimi ile ürün ve atık üretimi arasındaki ilişkiyi anlamak, kentsel ekosistemlerin nasıl devam ettiğini anlamak için anahtar bir kavramdır.

Kent metabolizmasını gelişim sürecinde, metabolik modelde bir dizi iç dinamiğin etkilerini içeren “şehir = kara kutu” denkliğine geçilmiştir. Bu modellemede, girdilerin yeniden yerleşimini ve dönüşümünü ve kentlerde kontrol altında tutulması amaçlanmıştır. Bu bağlamda Newman, kentsel metabolizma içine insan faktörlerini eklemeyerek sosyal faktörler (örneğin, toplum sağlığı, istihdam oranları, eğitim düzeyi vb.) ve kentsel metabolizma modelini bir araya getirmiştir. Duan, kentsel metabolik süreçleri analiz ederek ve doğal bir metabolizmanın aksine, kentsel metabolik yolların çok uzun olduğunu, malzeme ve enerji dolaşımı ve akışlarının yetersiz ve eksik olduğunu savunmuştur. Bu bağlamda ürünlerin ve atıkların kentsel sistem içinde farklı akış yollarını takip ettiği ve bu amaçla her ürün için farklı bir kaynak yönetimi ve atık geri dönüşüm metabolizmasının geliştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Kennedy ve diğ. (2007), kentsel metabolizma sürecini, enerji üretimi ve atık giderme teknolojilerinin ve kentteki sosyo-ekonomik gelişim süreçlerinin bir toplamı olarak özetlemiştir. Zhang ve diğ. (2009), kentsel metabolizma için bir ağ süreci önererek kara kutu modelini geliştirmeye çalışmıştır (Zhang vd., 2009, s.1495). Bu temelde, araştırma ekibi, biyolojik metabolizma çalışmalarından elde edilen bilgilere dayanarak ve karmaşık kent ekosistemleri teorisine dayanan endosomatik, ekzomatik ve metabolik süreçleri açıklamaya çalışmışlardır (Li vd., 2010, s.1403). Diğer akademik çalışmalarda kentsel sistemlere çok farklı bir bakış açısıyla yaklaşmışlardır. Örneğin, bazıları endüstriyel metabolizma ve ev tipi metabolizma gibi farklı metabolik süreçleri ele almışlardır. Bu araştırmacılar, sanayi ve hane halklarındaki maddi ve enerji akışlarını ve bunun sonucunda ortaya çıkan çevresel etkileri analiz etmişlerdir. Bu tür çalışmaların karmaşıklığından dolayı, diğer bilim adamları tek bir akışın metabolizmasına odaklanmış, böylece bu akışın daha net ortaya konulması sağlanmıştır.

Kentsel metabolizma kavramı yaygın olarak kabul gören ve kullanılan bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Çünkü enerji verimliliği, atıkların geri dönüşümü, atık yönetimi ve kentsel sistemin altyapı özellikleri hakkında bilgi edinmek için etkili bir yol sunmaktadır. Ayrıca, atıkların, enerji, su, yiyecek ve diğer malzemelerin girdilerini ölçmek içinde etkili bir yol olarak kullanılabilir. Söz konusu kentsel sistem (kentsel metabolizma) aracılığıyla gıda, su, enerji ve kaynakların geri dönüşüm düzeyini belirlemek ve değerlendirmek için kullanılabilir. Kentsel metabolizma, malzeme ve enerji akışının analizine dayanır ve böylece girdi, depolama, dönüşüm süreciyle çıktı süreçlerini takip ederek iki temel muhasebe ve değerlendirme yöntemi kullanmaktadır. Bu nedenle klasik modellerde kentsel metabolik akışların muhasebeleştirilmesine odaklanılmıştır.

Wolman ve Newman’ın modellerinde ana eksen kentsel alanlarda nüfusun ihtiyaçlarının karşılanmasını yanında kentsel metabolizmanın devamlılığını sağlayabilecek bir kontrol mekanizması geliştirmek olmuştur. Tüketilen kaynakların artan verimi, yeniden kullanılan, geri dönüştürülen veya çevreye deşarj edilen atık akışlarında azalma olması öngörülerek ürünlerin ve malzemelerin yeniden kullanılmasının temel bir unsur olduğu dairesel ekonomi kavramları, aynı zamanda çığır açan kentsel madencilik gibi yeni metabolik öneme sahip kavramlar ortaya çıkmıştır (Ghisellini vd., 2016, s.22-24). Ancak yapılan modellerde materyal akış analizinden ileriye gidememiş ve metabolik süreçlerin takip edilmesi mümkün olmadığı için kentsel metabolik döngüde süreklilik sağlanamamıştır. Mevcut modellerde eksik olan nokta girdi ve çıktı süreçlerinde kentsel sistem içinde yer alan karar vericilerin göz ardı edilmesidir. Sadece sayısal veriler etrafında enerji ve kaynak akışının girdi ve çıktı süreçlerinde kaynakların verimli kullanılıp kullanılmadığının matematiksel olarak hesaplanmasından

ileri gidilememiştir. Ancak kentsel metabolik süreçlerin malzeme akışı etrafında modellenmiş olması özellikle günümüzde yaşadığımız çevresel sorunların ve kentsel sürdürülebilirliği sağlamada çözüm olmamıştır.

Canlılardaki metabolik akışlarda, gıda, su ve oksijeni tüketerek ve kullanarak enerjiye; atık ve karbondioksit gibi atık ürünlere dönüştürmektedir. Canlılar bunları tüketerek elde ettikleri enerjiyi hareket etmek, nefes almak ve düşünme gibi aktiviteleri gerçekleştirmek için depolayabilir veya kullanabilirler. Bu süreç canlıların metabolizmasının bir parçasını oluşturur ve bu aşamada ihtiyaçları karşılamak için girdilere ihtiyaç duymaktadır ve sonuçta çıktı olarak atık ürünler ortaya çıkmaktadır. Canlı metabolizması beyin, organlar ve enzimler arasındaki sürekli bir etkileşim halindedir. Çünkü metabolik akışı sürekli kontrol eder ve yaşanacak bir sorun halinde canlı hayatta kalabilmek ve tekrardan metabolik döngüyü sağlayabilmek metabolik akışa hızlı bir şekilde müdahale edecektir. Benzer biçimde kentsel metabolizmada da kentin yönetim politikaları, altyapısı ve vatandaşları arasında sürekli bir etkileşim olmalıdır. Kentsel metabolik akışta ortaya çıkabilecek sorunların çözülebilmesi ve kentsel metabolik döngünün devam edebilmesi açısından bu önemlidir. Daha önce yapılan kavramsal modellemelerde kentlerin girdi ve çıktı süreçlerinin doğrusal akış içinde süreçlerin anlaşılmasına ve muhasebeleştirilmesine odaklanılmıştır. Ancak doğrusal akış içinde girdi ve çıktı süreçlerinin yönetsel açıdan nasıl yönlendirileceği ve kontrol edileceği mevcut modellemelerde yer almamaktadır. Bu çalışmada daha önceki modellemelerden farklı olarak ağır antropik bir ortamda, kentsel dinamikleri ve süreçleri yönetmede daha etkili sonuçlar için geri bildirimler önemli olduğundan hareketle kurumlara (idari, hukuki, sosyal, ekonomik, finansal, kültürel vb.) sistemi kurallara uygun kılan kentsel aktörler kentsel metabolik akışta yer almıştır. Sürdürülebilirlik ilkelerinin kurumsal faaliyetlerin temel ilkeleri olarak kabul edilmesi ve metabolik modele dahil edilmelidir. İlgili kurumsal yapılanma bu çerçevede kentsel gelişim tekliflerinin ve stratejik planlamanın değerlendirilmesini, kentsel yönetim faaliyetlerini (günlük faaliyet), çevresel komuta ve kontrol faaliyetlerini eksiksiz yerine getirerek kentsel metabolik süreçler kontrol edilecektir. Sonuçta kurumlar kentsel ekosistemin farklı bileşenleri arasında var olan ilişkilere aracılık eden bir “filtre” olarak hareket ederek metabolik sürecin verimliliğini ve etkinliğini arttıracaktır. Kurumsal faaliyetlerle ilgili diğer önemli bir faktör de çevresel etkileri içeren kentsel politikalarda yerel halkın sürece dahil edilmesidir. Bu bağlamda yeni kentsel metabolik modele yönetim boyutunun eklenmesiyle birlikte, yerel grupların ihtiyaç ve beklentilerinin sentezine dayanan bir yönetim modeli oluşturulmuştur. Kentsel alanlarda çevresel faktörlerin ön plana çıkarılması ve metabolik sürecin bir parçası olarak kentsel alanlar da sürdürülebilirliğin sağlanması için atık kültürünü teşvik etmek, enerji verimliliği uygulamalarını teşvik etmek, insan faaliyetlerinin ürettiği emisyonları en aza indirmek; ulaşım sistemlerinin çevresel etkilerini en aza indirme, sosyal eşitliği ve kentsel fırsatlara erişimi arttırmak, kentsel yoğunluğu azaltmak, kentsel gelişim ve dönüşüm tartışmalarına vatandaşların aktif katılımına açık bir yönetim modeli oluşturulmuştur. Bu yolla özellikle girdi-çıkıtı sürecinde kaynak ve madde akışının şekillendiği kentsel sisteme ilgili aktörlerin yakın iletişimi ve işbirliği sayesinde kolaylıkla kontrol edilebilecek ve yönlendirilecektir. Böylelikle metabolik döngü sürekli denetlenerek atık, emisyon ve diğer kirlenmelerin azaltılmasına dönük kararlar hızlı bir şekilde alınabilecektir.

Kentsel alanlarda yerel ve bölgesel kurumsallaşmanın ve kent yönetişiminin sağlanması söz konusu süreçlerin doğru şekilde planlanması ve yönlendirilmesi açısından önemlidir. Kentsel alanlarda kurumsal aktivitelerin etkin şekilde metabolik süreçleri kontrol edebilmesini ve sağlıklı bir metabolik sürecin işlenmesini sağlayacaktır. Bu bağlamda insan ihtiyaçlarını karşılayabilmek için kentsel faaliyetler sonucunda ortaya çıkan atıkların azaltılması ve geri dönüştürülerek yeniden kentsel faaliyetlerde kullanılacak kaynaklara dönüştürerek metabolik sürecin devamlılığıyla sağlanmış olacaktır. Yeni kentsel metabolizma malzeme akışını kentsel düzeyde bir bütün olarak ele alan bir modeldir. Aynı zamanda, sürdürülebilir kalkınma ilkeleri ve sistem geri bildirimlerine odaklanmış bir modeldir. Bu nedenle, yeni kentsel metabolizma modelinde kentsel alanların geliştirilmesi ve yönetilmesine odaklanmış ve uzmanlaşmış aktörler/kurumlar tarafından yürütülen bir karar alma sürecine sahiptir. Kentsel metabolik yönetimle süreçler daha kolay yönetilebildiği ve yönlendirildiği için kentsel alanlarda ekosistemin verimliliği arttıracaktır. Bu çalışmanın ana eksenini kentsel metabolik sürece yönetim eklenmesi ve önceki klasik metabolik modellere göre metabolik döngüde yaratacağı etkileri ve farklılıklara ortaya koymak olmuştur. Kentsel metabolik yönetim modeliyle tek tip bir

kurumsal örgütlenme modelini anlatma amacında da değildir. Kentler sahip oldukları nitelikler ve metabolik özelliklere uygun olarak yönetim boyutunu dikkate alarak farklı biçim ve özelliklere sahip kentsel metabolik döngünün devamlılığını sağlayacak kurumsal örgütlenmeler oluşturabilir. Bu modellemeyle metabolik akış içinde metabolik döngünün muhasebesinin yapılmasına ek olarak sürecin kontrol, denetim ve yönlendirilmesini kolaylaştıracak yönetim boyutunun egemen olduğu kurumsal aktiviteler eklenmiştir.

Çalışmada ortaya konulan yeni kentsel metabolik modelleme, kent planlamasında ve politikaların belirlenmesinde yer alan yerel aktörler; doğal kaynakların, malların, atıkların tipik doğrusal akışını, sürdürülebilirlik doğrultusunda dairesel ve kendi kendine yenileyebilen kentsel ekosisteme dönüştürecektir. Böylelikle kent ekosisteminin oluşturulması sayesinde kaynakların ve enerjinin devamlılığı sağlanmış olacaktır. Bu çerçevede oluşacak metabolik yönetimle yerel aktörler sürecin önemli unsurları olarak sürdürülebilir ve yaşanabilir kentlerin oluşmasını sağlayacaktır. Ortaya konulduğu gibi yeni metabolik anlayış, malzeme akışını kentsel düzeyde yönetim boyutunu eklemeyerek gerçekleştiren, metabolik bir modeldir. Aynı zamanda, sürdürülebilir kalkınma ilkeleri ve sistemin geri bildirimleri odak noktasıdır. Bu nedenle, yeni kentsel metabolik anlayışla, kentsel alanların geliştirilmesi ve yönetilmesinde aktörler/kurumlar tarafından yürütülen karar alma süreçlerinin desteklenmesi sağlanacaktır. Kentsel metabolik yönetim, sürdürülebilir kalkınma ilkeleri ve sistem geri bildirimleri odaklanmaktadır. Bu nedenle, kentsel metabolik yönetimle birlikte kentsel alanların geliştirilmesi ve yönetilmesine odaklanmış aktörler/kurumlar tarafından yürütülen karar alma süreçleri metabolik sürecin devamlılığı açısından kilit role sahiptir.

## KAYNAKÇA

- Alberti, Marina (1999). Modeling the urban ecosystem: A conceptual framework. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 26(4), 605-630.
- Bagliani, M., A. Galli, V. Niccolucci and N. Marchettini (2008). Ecological footprint analysis applied to a subnational area: The case of the Province of Siena. *Journal of Environmental Management*, 86(2), 354-364.
- Bahers, Jean-Baptiste, Barles, Sabine and Durand, Mathieu (2018). Urban metabolism of intermediate cities the material flow analysis, hinterlands and the logistics-hub function of rennes and le mans (France). *Journal of Industrial Ecology*, 23(3), 686-698.
- Barles, Sabine (2009). Urban metabolism of Paris and its region. *Journal of Industrial Ecology*, 13, 898-913.
- Barrera, P., Carreón, R. and Hugo J. de Boer (2018). A multi-level framework for metabolism in urban energy systems from an ecological perspective, resources. *Conservation and Recycling*, 132, 230-238.
- Bergbäck, B., Johansson, K. and Mohlander, U. (2001). Urban metal flows-a case study of Stockholm. *Water, Air and Soil Pollution Focus*, 1(3-4), 3-24.
- Boyden, S., Millar, S., Newcombe, K., O'Neill-Canberra, B. (1981). *The ecology of a city and its people: the case of Hong Kong*. Canberra: Australian National University Press.

- Broto, C, Allen A and Rapoport, E. (2012). Interdisciplinary perspectives on urban metabolism. *Journal of Industrial Ecology*, 16(6), 851–861.
- Brunner, H. Paul (2007). Reshaping urban metabolism. *Journal of Industrial Ecology*, 11, 11-13.
- Carréon, Jesús Rosales, and Worrell, Ernst (2018). Urban energy systems within the transition to sustainable development: a research agenda for urban metabolism, resources. *Conservation and Recycling*, 132, 258–266.
- Castán Broto, V., Allen, A. and Rapoport, E. (2012). Interdisciplinary perspectives on urban metabolism. *Journal of Industrial Ecology*, 16(6), 851–861.
- Codoban, Natalia and Kennedy, Christopher A. (2008). The metabolism of neighbourhoods, ASCE. *Journal of Urban Planning and Development*, 134(1), 21-31.
- Collins, Andrea and Flynn, Andrew (2007). Engaging with the ecological footprint as a decision-making tool: process and responses. *Local Environment*, 12(3), 295–312.
- Duan, Ning (2004). Urban material metabolism and its control. *Research of Environmental Sciences*, 17, 75-77.
- European Commission (2005). *Thematic strategy on the sustainable use of natural resources*. Brussels, Belgium, European Commission. SEC(2005) 1683.
- European Environment Agency (1996). *Europe's environment: the dobris assessment*. London.
- Fischer-Kowalski, Marina and Huttler, Walter (1997). Society's metabolism: the intellectual history of materials flow analysis part II, 1970–1998. *Journal of Industrial Ecology*, 2(4), 107–136.
- Georgi, Birgit and Uhel, Ronan (2009) *European environment agency ensuring quality of life in europe's cities and towns tackling the environmental challenges driven by european and global change*. European Environment Agency Report, Copenhagen. 30 Haziran 2018 tarihinde <https://www.eea.europa.eu/publications/quality-of-life-in-Europes-cities-and-towns> adresinden erişildi.
- Ghisellini, P., Cialani, C. and Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32.
- Girardet, Herbert (1990). The metabolism of cities. In Cadman, D., Payne, G. (Eds.). *The living city: towards a sustainable future*. 170-180. London: Routledge.
- Grimm, N.B., Faeth, S.H., Golubiewski, N.E., Redman, C.L., Wu, J., Bai, X. and Briggs, J.M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science*, 3(58), 756–760.
- Haberl, Helmut (2001). The energetic metabolism of societies: part I: accounting concepts. *Journal of Industrial Ecology*, 5, 11-33.
- Han, W. , Geng, Y., Lu, Y., Wilson, J., Sun, L., Satoshi, O., Geldron, A. and Qian, Y. (2018). Urban metabolism of megacities: a comparative analysis of Shanghai, Tokyo, London and Paris to inform low carbon and sustainable development pathways. *Energy*, 155, 887-898.
- Hoornweg, Daniel and Kennedy, Christopher. (2012). Mainstreaming urban metabolism. *Journal of Industrial Ecology*, 16, 780-782.
- Huang, Shu-Li and Chen, Chia-Wen (2009). Urbanization and socioeconomic metabolism in Taipei. *Journal of Industrial Ecology*, 13, 75-93.
- Kennedy, C., Cuddihy, J. and Engel-Yan, J. (2007). The changing metabolism of cities. *Journal Of Industrial Ecology*, 11, 43-59.
- Kennedy, C., Pincetl, S. and Bunje, P. (2011). The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design. *Environmental Pollution*, 159, 1965–1973.

- Krausmann, F., Haberl, H., Schulz, N.B., Erb, K.H., Darge, E., Gaube, V. (2003). Land-use change and socio-economic metabolism in Austria, part I: driving forces of land-use change 1950-1995. *Land Use Policy*, 20, 1-20.
- Lehtonen, Markku (2004). The environmental social interface of sustainable development: capabilities, social capital, institutions. *Ecological Economics*, 49(29), 199-214.
- Li, Huan and Kwan, Mei-Po (2018). Advancing analytical methods for urban metabolism studies. *Resources, Conservation & Recycling*, 132, 239–245.
- Li, Y.T., Zhang, Y., Li, S.S. and Yang, N.J. (2010), Ecological network model analysis of China's endosomatic and exosomatic societal metabolism. *Procedia Environmental Sciences*, 2, 1400-1406.
- Liang, Sai and Zhang, Tianzhu (2011). Urban metabolism in China: achieving dematerialization and decarbonization in Suzhou. *Journal of Industrial Ecology*, 15, 420-434.
- Lozano, Rodrigo (2008). Envisioning sustainability three-dimensionally. *Journal of Cleaner Production*, 16(17), 1838-1846.
- Minx, J.C., Creutzig, F., Medinger, V., Ziegler, T., Owen, A. and Baiocchi, G. (2011). *Developing a pragmatic approach to assess urban metabolism in europe, a report to the environment agency prepared by Technische Universität Berlin and Stockholm Environment, Institute, Climatecon Working Paper 01/2011*. Technische Universität Berlin.
- Moffatt, Ian (2000). Ecological footprints and sustainable development. *Ecological Economics*, 32, 359-362.
- Newcombe, K., Kalma, J.D. and Aston, A.R. (1978). The metabolism of a city: the case of Hong Kong. *AMBIO*, 7, 3-15.
- Newman, Peter (1999). Sustainability and cities: extending the metabolism model. in *Landscape and Urban Planning*, 44, 219–226.
- Niza, S., Rosado, L., and Ferrao, P. (2009). Urban metabolism. *Journal of Industrial Ecology*, 13(3), 384-405.
- Perrotti, Daniela and Stremke, Sven (2018). Can urban metabolism models advance green infrastructure planning? insights from ecosystem services research. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 1–17.
- Rosales, Carreón Jesús and Worrell, Ernst (2018). Urban energy systems within the transition to sustainable development. a research agenda for urban metabolism. *Conservation and Recycling*, 132, 258–266
- Schiller, Frank (2009). Linking material and energy flow analyses and social theory. *Ecological Economics*, 68, 1676-1686.
- Schulz, Niels B. (2007). The direct material inputs into Singapore's development. *Journal of Industrial Ecology*, 11(2), 117–131.
- Silva, Elisabete and Ning Wu (2012). Surveying models in urban land studies. *Journal of Planning Literature*, 27(2), 139-152.
- Swilling, Mark and Annecke, Eve (2012). *Just transitions: explorations of sustainability in an unfair world*. Japan: United Nations University Press.
- Tarr, A. Joel (2002) The metabolism of the industrial city: the case of Pittsburgh. *Journal of Urban History*, 28, 511–545.
- Warren-Rhodes, Kimberley and Koenig, Albert (2001). Escalating trends in the urban metabolism of Hong Kong 1971-1997. *AMBIO*, 30, 429-438.
- Wolman, Abel (1965). The metabolism of cities. *Scientific America*, 213(3), 179-190.



- Zhang, Y., Yang, Z.F. and Yu, X.Y. (2009). Ecological network and emergy analysis of urban metabolic systems: model development, and a case study of four Chinese cities. *Ecological Modelling*, 220, 1431-1442.
- Zhang, Yan (2013). Urban metabolism: a review of research methodologies. *Environmental Pollution*, 178, 463-473.