Sürdürülebilir ve İklim Değişikliğine Dayanıklı Kentleşme Bağlamında Kent Metabolizması Yaklaşımı

Çiğdem *TUĞAÇ*[*]

Öz: *Kentlerin hızla büyümesi ve yayılması yanında, artan nüfusun doğal kaynaklar üzerinde oluşturduğu baskı, günümüzde çevrenin taşıma kapasitesinin üzerinde bir oranda gerçekleşmektedir. Kentlerde sürdürülen faaliyetlerin ortaya çıkarttığı atık, kirlilik, sera gazı salımı ve çevresel bozunum gibi problemler geçmişle kıyaslanamayacak bir düzeydedir ve küresel ısınmaya neden olmaktadır. İklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı dayanıklı ve sürdürülebilir kentlerin oluşturulmasına ilişkin çalışmalarda gittikçe daha yaygın bir biçimde kentsel sistemlerin bütünleşik bir yaklaşımla ele alındığı görülmektedir. Kentlerde kaynak, materyal ve enerji kullanımında, sadece girdilerin değil, çıktıların da hem sayısal hem de niteliksel olarak değerlendirmeye alınmasının gerekliliğinin anlaşılmış olması, günümüzde kent metabolizması olarak nitelendirilen yaklaşımın ortaya konulmasına neden olmuştur. Çalışma kapsamında kent metabolizması kavramının çevresel, sosyal ve ekonomik bağlamda irdelemesi yapılarak; sürdürülebilir ve iklim değişikliğine dayanıklı kentlere ulaşmak doğrultusunda kent metabolizması yaklaşımının ne şekilde kullanılabileceği ve bu kapsamda hayata geçirilmesi gereken temel prensipler, uluslararası örneklerle bir arada değerlendirilmiştir.*

Anahtar kelimeler: *Kent metabolizması, iklim değişikliğine dayanıklılık, sürdürülebilirlik.*

Urban Metabolism Approach in the Context of Sustainable and Climate Change Resilient Urbanization

Abstract: *Besides the rapid growth and sprawl of the cities, the increasing population's pressure on natural resources have reached a certain upper of the carrying capacity of the nature. Problems such as waste, pollution, greenhouse gases emission and environmental degradation caused by the activities carried out in the cities have already reached a level that is not compared to the past and cause to global warming. During the studies on sustainable and climate change resilient urbanization, the urban systems are increasingly considered with an integrated approach. During the use of resources, materials, and energy in urban areas, considering not only inputs but also outputs in terms of both quantitative and qualitative evaluation nowadays has led to the emergence of an approach named urban metabolism. Within the scope of this study, the concept of urban metabolism in an environmental, social and economic context, how urban metabolism approach can be used in the direction of reaching to the sustainable and climate change resilient*

[*] Dr., Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, İklim Değişikliğine Uyum Daire Başkanlığı, Yerel Uyum Planlaması Şube Müdürlüğü.

Makale Gönderim Tarihi: 14.06.2018
Makale Kabul Tarihi: 25.01.2019

Çağdaş Yerel Yönetimler Dergisi, Cilt 28, Sayı 1-2, Ocak-Nisan 2019, s.45-79

cities and the basic principles that must be taken into consideration in this context are evaluated together with the international examples.

Keywords: *Urban metabolism, climate change resilience, sustainability.*

Giriş

Sürdürülebilirlik kavramı, 20.yy'ın ikinci yarısından bu yana küresel ekolojik eşiklerin aşılmasının önüne geçilmesine yönelik olarak sosyal, ekonomik ve çevresel boyutlarıyla ele alınan bir kavram olmuştur. Genel anlamda sürdürülebilirlik kavramı, bugünün ihtiyaçları karşılanırken gelecek kuşakların da ihtiyaçlarını karşılayabilme olanaklarının göz önünde bulundurulmasını içermektedir (nap.edu, 2011: 20). Konu kentlerin sürdürülebilirliği olduğunda kavram, kalabalık bir nüfusun birbirine yakın bir biçimde yaşamak durumunda olduğu kentsel mekânlarda gerçekleştirilen faaliyetlerin devam edebilmesi koşullarının sağlanması olarak ele alınmaktadır. Kentsel sürdürülebilirlik ya da sürdürülebilir kentleşme kavramları esasen bazı farklılıklar içerse de birbirilerinin yerine kullanılabilmektedir (Algan, 2017). Kentsel sürdürülebilirlikte temel yaklaşım, bir kentin çevresel kaynaklara en az zarar verecek şekilde, kendi kendini enerji ve materyal açısından kararlı bir sistem dahilinde idame ettirebilmesidir (siemens.co.uk, 2018). Sürdürülebilir kentleşme ile üretim, tüketim ve atık dengesinin kurulması, enerji sistemlerinde geri dönüşüm modellerinin benimsenmesi, doğal alanların korunması ve ekolojik ayak izinin azaltılması başta olmak üzere bir dizi mekânsal, sosyal, kurumsal, çevresel ve ekonomik bileşenlere dayalı kentleşme hedeflenmektedir (Özcan, 2012: 406). Bu süreç içerisinde sorun ve baskı alanları tanımlanarak, bunlara bilimsel yanıtlar geliştirilmektedir. Bu sayede kentlerde sürdürülebilir kalkınma ilkelerinin gerçekleşme başarısı da takip edilebilmektedir (EC Europa, 2018).

Sürdürülebilir kentleşme günümüzde gerçekleşmesi daha da önem kazanmış olan bir hedeftir, çünkü küresel çapta uygulanan neoliberal ekonomik politikalar ve sermayenin yatırıma dönük sonu gelmeyen ihtiyacı, kentlerin bütünselliklerini yitirmelerine ve kentlerde enerji ve materyal akışının uygun bir biçimde yönetilememesine neden olmaktadır. Bu durum, doğal çevre üzerine giderek artan bir baskı yaratmaya devam etmektedir (Harvey, 2013: 56, 155). Doğanın taşıma kapasitesinin üstünde gerçekleştirilen söz konusu baskı, çağımızın en önemli sorunlarından biri olan iklim değişikliği probleminin ortaya çıkmasının temel sebebidir. Kentsel altyapı sistemleri, kamu servisleri ve ekosistemin insanlığın varlığını sürdürebilmesi için sunmuş olduğu ve kapsamında doğadan elde ettiğimiz su, hava, yiyecek ve kültürel/manevi değerlerin yer aldığı ekosistem hizmetleri üzerinde, küresel ısınma olumsuz etkilerini göstermektedir. Söz konusu olumsuz etkiler, ulus devlet sınırlarını aşan bir yapıdadır (Demirci, 2015: 76; Albayrak, 2012).

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (*Intergovernmental Panel on Climate Change*-IPCC) Değerlendirme Raporlarında, günümüzde yaşanan küresel ısınmanın temel sebebinin kentlerde yoğunlaşan insan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan sera gazı salımları olduğu açık bir biçimde belirtilerek; iklim değişikliği sorunu 'antropojenik (insan kaynaklı) iklim değişikliği' olarak adlandırılmaktadır. Günümüzde kentlerin, bütün dünyadaki enerji tüketiminin yaklaşık %75'inden ve iklim değişikliğine neden olan küresel sera gazı emisyonlarının da yaklaşık %70'inden sorumlu olduğu tespit edilmiştir (UN-HABİTAT Dünya Kentleri Raporu, 2016; ipcc.ch, 2018). Günlük yaşamın enerji ve kaynak ihtiyaçlarını karşılamak ve oluşan atıkları ortadan kaldırmak için bugün 1,5 dünya eşdeğeri kullanılmaktadır. Gezegenimizin taşıma kapasitesi cinsinden bunun anlamı; 12 ayda kullandığımızı, dünyanın yeniden üretmek için 18 aya ihtiyaç duymasıdır. Mevcut eğilimler devam ederse, 2030 yılına kadar 2 dünya eşdeğerine ihtiyaç duyar hale geleceğimiz öngörülmektedir. Çünkü hala kaynak ve enerji tüketimi büyük bir hızla devam etmektedir (Global Footprint Network, 2018; Pincetl vd., 2012).

Kentin sürdürülebilirlik kavramıyla bir arada ele alınışı kapsamında gerçekleştirilen, küresel ısınma-kent ilişkisini kuran ve sürdürülebilir ve iklim değişikliğine dayanıklı kentleşme konularının altının önemle çizildiği en güncel çalışmalar; Birleşmiş Milletler (BM) 2030 Gündemi ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) uzanımında kabul edilen Paris İklim Anlaşması, HABİTAT III Konferansı sonucunda kabul edilen Yeni Kent Gündemi ve IPCC'nin hazırlıkları devam eden 6. Değerlendirme Raporu kapsamında çalışmalarını sürdürdüğü İklim Değişikliği Bilimi ve Kentler Özel Raporu gibi uluslararası dokümanlardır. Sürdürülebilir ve iklim değişikliğine dayanıklı kentleşmeye ilişkin bunlar gibi pek çok önemli uluslararası çalışma olsa da günümüzde dünya nüfusunun artmaya, kentlerin sınırsızca yayılmaya, küresel ısınmaya neden olan sera gazı salımları yanında aşırı miktarda kaynak ve enerji tüketimine kaynaklık etmeye devam ettiği görülmektedir.

2016 yılı BM Habitat Dünya Kentleri Raporu'na göre dünya nüfusu 7 milyar kişiye ulaşmıştır. Bu nüfusun %54'ü kentlerde yaşamaktadır. 2050 yılında bu oranın %70'e çıkacağı tahmin edilmektedir (UN-HABİTAT Dünya Kentleri Raporu, 2016). Günümüzde küresel kent, dünya kenti gibi odağına metropolleri alan yeni kent hiyerarşileri tanımlanırken, 21.yy'ın kentsel alanlarda sürdürülebilirlikle ilgili sorunu yayılmaya devam eden kentsel alanlar neticesinde mega kentlerin ortaya çıkışıdır. Nüfusu 10 milyon ve üstü olan bu kentler beraberinde her kentte yaşanabilecek tipik sorunların çarpan etkisiyle katlanarak büyümesine ve küresel ısınma başta olmak üzere farklı sorun alanlarının ortaya çıkmasına ne-

den olmaktadır (Yazar, 2006: X, XII; arkitera.com, 2018). Mega kentler üzerine 2015 yılında gerçekleştirilen bir çalışmada, günümüzün 27 mega kentinin bütün dünya nüfusunun %7'sine ev sahipliği yaptığı, bununla beraber küresel elektrik kullanımının %9'undan, küresel katı atıkların ise %13'ünden sorumlu olduğu tespit edilmiştir (Kennedy vd., 2015: 5985).

Gittikçe büyüyen ve yayılan bu mega kentlerde ortaya çıkan sorunlara çözüm bulmak amacıyla 2000'li yıllardan itibaren dünyada farklı sürdürülebilir ve iklim değişikliğine dayanıklılığı sağlayan kent modellerinin kurgulandığı görülmektedir (EC Europa, 2018). Şüphesiz sürdürülebilir kentleşme devinim halinde olması gereken bir hedeftir. Sürdürülebilir kentsel gelişmeyi etkileyen unsurlar dönemsel olarak ve yaşanılan yerin özellikleriyle bağlantılı olarak değişmektedir. Bu nedenle kentlerde sürdürülebilirliği ve iklim değişikliğine dayanıklılığı sağlamada tek ve genel geçer bir yöntem veya model söz konusu değildir (Timmeren, 2014). Geliştirilen modellerin birbirlerinden farklı unsurlar içermesi de bu sebepledir. Ancak genel olarak bakıldığında, neoliberal politikaların olumsuz ekonomik, toplumsal, mekânsal, kültürel ve çevresel etkilerini azaltmak ve en önemlisi kentleri yaşanabilir, iklim değişikliğine dayanıklı, enerji etkin ve sürdürülebilir kılmak maksadıyla kurgulanan yeni kent modellerin başarısının, kentlere bütünleşik ve bilimsel bir yaklaşımın geliştirilmesi ile söz konusu olabileceği anlaşılmaktadır (Barlow vd., 2017; Sınmaz, 2015: 195). Bu sayede kentlerde sürdürülebilirliği sağlamaya dönük dönüşümün devam ettirilmesi, ekonomik gelişmelerin ve teknolojik buluşların desteklenmesi, kentlilerin yaşam biçimlerinde ve tüketim alışkanlıklarında değişiklikler yapılması, kaynakların etkin kullanımı, insan sağlığının güvenceye alınması ve kentsel güvenlik sorunlarının en aza indirilmesi mümkün olabilecektir.

Günümüz kentlerinin sürdürülebilir nitelikte olmayan yapısı, bu tip bir dönüşümü gerekli kılmaktadır. Kentlerin bu amaçlar doğrultusunda yeniden ele alınması ve sosyal ve materyal koşulları bakımından giderek daha fazla incelenmesi gereksinimi, son yıllarda popüler hale gelmiş olan 'kent metabolizması (*urban metabolism*)' yaklaşımının ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Kent metabolizması yaklaşımı kentlerde mallar, servisler, materyaller ve enerjiden oluşan heterojen ağların ilişkisini ve akışını çevresel, sosyal ve ekonomik bağlamda ele almaktadır (Weizs ve Steinberg, 2010). Çünkü kentsel alanların çevresel, doğal, sosyal, politik ve ekonomik süreçlerden bağımsız olmayan bir yapısı söz konusudur. Bu yaklaşımda, doğal ortamda canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürmesi için enerji kullanması ve sonucunda atık ortaya çıkarması gibi, kentlerin de kentlilerin barınmasını sağlamak ve kentsel fonksiyonlarını sürdürebilmek için enerjiye, materyallere, su ve gıdaya ihtiyaç duyduğu ve

bu ürünlerin ve servislerin üretilmesi ve tüketilmesi sonucunda atık, sera gazı ve kirlilik ortaya çıkarttıkları ifade edilmektedir. Canlılarda beynin, organların, enzimlerin iş birliğinin eseri olan metabolizmaya benzer biçimde; kent metabolizması da kent yönetimi, kentsel altyapılar ve kentliler tarafından oluşturulmaktadır. Kent metabolizması yaklaşımında kentlerde atık ve emisyon miktarlarının ölçülmesi, bunların azaltımında (*mitigation*) uygun teknolojilerin kullanılması, kentsel yayılmanın önüne geçilmesi ve kentlerde yeşil alan miktarının arttırılması doğrultusunda politikaların belirlenmesi, kentlerde doğal olana doğru gidilmesi ve kentlerde katılımcı süreçlerin teşvik edilmesi önemli stratejiler olarak ele alınmaktadır (Delf University of Technology, 2018; Gutierrez, 2012; Voskamp vd., 2018; UN HABİTAT-Strategic Plan, 2017).

Bu esaslar doğrultusunda bu çalışmanın amacı, kent metabolizması yaklaşımının sürdürülebilir ve iklim değişikliğine dayanıklı kentler elde etmek doğrultusunda kullanılabilirliğinin ve katkısının değerlendirilmesidir. Bu kapsamda makale; kent metabolizması yaklaşımının gelişiminin, çevresel, sosyal ve ekonomik bağlamda kapsamının, sürdürülebilir kentleşme alanında kullanılabilecek prensiplerinin ve bu yaklaşıma ilişkin uluslararası çalışmaların, çeşitli kaynaklardan farklı yazarların görüş ve tespitleri kapsamında değerlendirildiği 4 bölüm halinde ele alınmıştır. (1) Öncelikle kent metabolizması kavramının tanımı ve geçmişten günümüze kapsamının gelişimi incelenmiştir. (2) Ardından kentin metabolik bir sistem olarak ele alındığı yaklaşımın, çevresel, sosyal ve ekonomik bağlamda irdelemesi yapılmıştır. (3) Takip eden bölümde kent metabolizması yaklaşımının kentlerin sürdürülebilirliği ve iklim değişikline dayanıklılığının sağlanması doğrultusunda hangi prensipler temelinde kullanılması gerektiği detaylı olarak değerlendirilmiştir. (4) Son kısımda, kent metabolizması yaklaşımı kapsamında söz konusu prensipleri hayata geçirmek ve sürdürülebilir, iklim değişikliğine dayanıklı kentler elde etmek doğrultusunda kurgulanan uluslararası kentleşme modeli örnekleri ele alınmıştır. Bu 4 bölümden elde edilen bulgular ise çalışmanın sonuç ve öneriler kısmında bir arada değerlendirilmiştir.

Kent Metabolizması Kavramı, Kapsamı ve Gelişimi

Metabolizma kavramının temel kullanılışı yaşayan organizmalara yöneliktir ve "yeni bir materyal veya enerji elde etmek doğrultusunda canlı bir hücrede gerçekleştirilen yapım ve yıkım faaliyetlerini içeren kimyasal değişiklikler" anlamında kullanılmaktadır (merriam-webster.com, 2018). Metabolizma teriminin kentle bir arada ele alınışında Karl Marx günümüzde 'kent metabolizması' olarak nitelendirilen kavramı ilk defa ifade eden kişidir (Pincetl vd., 2012). *Economic and Philosophical Manuscripts of 1844*'da (1844 El Yazmaları) Marx metabolizma kavramını, "doğa ve toplum arasında insan aktiviteleri sonucunda gerçek-

leşen etkileşim" olarak tanımlamıştır (Marx, 1959 aktaran; Karakiewicz, 2011). Sanayi Devrimi, bilimsel ilerlemeyle birlikte kentlerin ve küresel ekonominin büyümesini sağladığı kadar, Marx'ın ifade ettiği doğa ve insan aktiviteleri arasındaki etkileşimi de en üst seviyeye çıkarmış ve çevreye ilişkin çok önemli dönüşümleri beraberinde getirmiştir. 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 Devriminden başlayarak devam eden bu düşünce yapısı ya da doğal kaynakların düşüncesizce kullanıldığı 20.yy'ın dönemsel koşulları, sosyal ve ekolojik yapıyı çoğunlukla da fosil yakıt kullanımıyla bağlantısı içinde değiştirmiştir. İnsanlık, tarihinin hiçbir döneminde, 20.yy'da enerji kullanımında erişilen seviyeye erişmemiştir (Pincetl vd., 2012). İnsanlar hayvan gücü, fiziksel güç ve makine gücü kullanarak barınak, gıda gibi sayılarını arttırabileceğimiz pek çok ihtiyaçlarını karşılamak için yeryüzünü değiştirmişler ve biyofiziksel dönüşümlerin ortaya çıkmasına neden olmuşlardır. Bunun sonuçlarının vardığı nokta ise tahminlerin çok ötesinde gerçekleşmiştir. Kentlerde yukarıda söz edilen dönüşümün sebep olduğu problemler, günümüzde kendisini çevresel bozunum, iklim değişikliği ve küresel ısınma problemleri olarak göstermektedir. Karl Marx, sanayileşmenin kent metabolizması üzerinde yıkıcı sonuçlar ortaya çıkardığını "kentler materyalleri sürekli olarak yapay objelere dönüştürür" diyerek ifade etmektedir (Marx, 1959 aktaran; Karakiewicz, 2011;). Marx, metabolizma kavramını kentlerin karmaşık, dinamik ve bağımsız ihtiyaçlar setini ve ilişkilerini tanımlamak için kullanmıştır. Finansal akış tarafından yönlendirilen endüstriyel süreçler ve insan işgücünün organizasyonu üzerinden kavramı yeniden üretmiştir. Dolayısıyla Marx'ın kullanışında metabolizma kavramının hem ekolojik hem de sosyal bir kapsamı vardır (Karakiewicz, 2011; Pincetl vd., 2012).

1935 yılında ekolojist Arthut Tansley tarafından kent metabolizması kavramı, inorganik yapılardan kaynaklanan materyal ve enerji akışının kavrama eklenmesi suretiyle genişletilmiştir (Delft University of Technology, 2018). 1965 yılında Amerikalı bilim insanı Abel Wolman, *Metabolism of Cities* (Kentlerin Metabolizması) adıyla yayımlanan çalışmasında, Amerika Birleşik Devletleri'nde su kıtlığı, hava ve su kirliliği konularını ele alarak; bu problemlerin çözümü için ekonomi politikalarının tekrar gözden geçirilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Wolman tarafından kent metabolizmasının içeriği "evde, işte ve rekreasyonel faaliyetlerde kentlilerin ihtiyaçlarının karşılanması için gerekli olan materyaller ve malların tümü" olarak tanımlanmıştır (Wolman, 1965: 156). Wolman'a göre zaman geçtikçe söz konusu ihtiyaçların kapsamı, kentin bizzat kendisini yeniden inşa etmek için gerekli olacak yapım materyallerini de içerecek biçimde geniş-

leyecektir. Kentin metabolik döngüsü, günlük yaşantıdan kaynaklanan atıklar çevreye en az zarar verecek şekilde ortadan kaldırılmadığı müddetçe tamamlanamayacaktır. Wolman, insanların dünyanın kapalı bir ekolojik sistem olduğunu anladıkça, daha önce atıkların ortadan kaldırılması için uygun gördüğü metotların aslında doğal çevre açısından hiç de uygun olmadığını anlayacağı bir noktaya geleceğini ifade etmiştir. Wolman'a göre insanoğlu gözleri ve burnuyla medeniyetinin ortaya çıkarttığı kabul edilebilir eşiklerin üzerinde ve hiçbir işlemden geçirmeden dünyaya attığı çöpün, doğa tarafından ortadan kaldırılamayacağını bir gün fark edecektir (Wolman, 1965: 156). Görüldüğü gibi kent metabolizması kavramını ilk defa kullanan Marx, doğal kaynakların kullanılmasının sosyal dağılımı üzerinde dururken; Wolman, bu materyallerin ve kaynakların bizzat kendilerinin sınırları ve kullanım şekilleri üzerinde durmuştur.

Marx ve Wolman'ın yaptığı çalışmalardan sonra, kent metabolizması kavramının farklı alanlara doğru geliştiği görülmektedir. Politik-ekoloji bağlamında kavramın kapsamını geliştiren çalışmalardan birini kentsel incelemeleriyle tanınan yazar Jane Jacobs gerçekleştirmiştir. 1969 yılında yayımlanan *The Death and Life of Great American Cities* (Büyük Amerikan Şehirlerinin Ölümü ve Yaşamı) adlı kitabında Jacobs, karmaşıklığın (*complexity*) yüksek derecede organize olmuş canlı kentlerin temel özelliği olduğunu ifade etmiştir. 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. Jacobs'un anlayışında kentsel dinamikler, küçük bir kent odağı ve farklılaştırılmış çok sayıda aktivitenin bir ürünü olmalıdır (Jacobs, 1969). Jacobs'un ortaya koyduğu söz konusu karmaşıklık ve farklılaştırılmış aktiviteler kavramları, ilerleyen dönemde kent metabolizması yaklaşımının önemli unsurları olarak ele alınacaklardır.

Literatürde bundan sonraki çalışmaların, kentlerde enerji ve materyal sürdürülebilirliğine ulaşmak doğrultusunda, kent metabolizması yaklaşımının kullanılmasına dönük olarak gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu doğrultuda ekolojist Howard Odum tarafından kent metabolizması kavramı kapsamında, kentlerde kullanılan enerjinin kavramsallaştırılmasına ve özellikle güneş enerjisi temelinde standart birimlerle ölçülmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Odum, elde edilebilen güneş enerjisinin doğrudan ya da dolaylı olarak bir ürünün üretimi veya bir hizmetin dağıtımındaki kullanımının ölçülmesi konusunu ele almıştır. Metodun bilinen ismi 'gömülü enerji (*emergy*)'dir (Odum, 1996). Gömülü enerji, bir maddeden birim miktar üretmek için kullanılan toplam enerji olarak tanımlanmaktadır. Örneğin, çelik üretmek için demir cevherinin topraktan çıkartılması, taşınması, saflaştırılması, eritilmesi ve şekillendirilmesi gereklidir. Tüm bu işlemler için enerji tüketilmektedir (zehirsizev.com, 2018).

Kent metabolizması kavramıyla ilişkisi içinde doğal çevrenin insanların yönlendirdiği farklı süreçlerle dönüşümünü ele alan ve sosyo-ekolojik bağlamda kent metabolizmasını irdeleyen bir diğer çalışmanın 2002 yılında Lance Gunderson gerçekleştirildiği görülmektedir. Gunderson, modern anlamda ilk kent bilim okuluna ev sahipliği yapan Chicago Üniversitesi'nde 1920'li yıllarda yürütülen araştırmalar sonucu ortaya konulan ve 20.yy'ın başından günümüze kent çalışmaları üzerinde önemli etkisi olan 'kent ekolojisi (*urban ecology*)' yaklaşımını yeniden ele almıştır. Chicago Okulu'ndan Robert Park, Ernest W. Burgess ve Louis Wirth'in yürüttükleri çalışmalarla ortaya konulan kent ekolojisi yaklaşımına göre kent canlı bir varlıktır, farklı bölgelerinin birbiriyle ve doğayla ilişkisi bir yaşam ağı (*web of life*) 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: 60; Kaya, 2011: 375). Chicago Okulu'nun yaklaşımı biyolojideki ekolojik süreçlerle, yani bitki ve hayvan yaşamının fiziksel çevrede, o çevreye adapte olma biçimleri aracılığıyla düzenli bir şekilde dağıldığı süreçlerle açık bir ilişki kurma esasında geliştirilmiştir (Giddens, 2012: 93). Park'a göre insan ekolojisi ile bitki ve hayvan ekolojisini farklılaştıran husus, insanların yaşam çevrelerini değiştirebilmeleridir. İnsanlar biyotik yerleşmeler üzerine kültürel bir yapı oluşturabilmekte, söz konusu kültürel yapı ise biyotik yapıyı etkilemektedir (Gottdiener ve Hutchison, 2010: 61; Ertürk, 1995: 93). Gunderson, Chicago Okulu'nun söz konusu teorilerini değerlendirmiş ve bu yaklaşıma alternatif olarak 'dinamik değişim modeli'ni tanımlanmıştır. Buna göre, kentlerde değişimi ekosistemin 3 özelliği belirlemektedir: değişim potansiyeli, ilişkili olma derecesi, sistemin dayanıklılığı. 'Dayanıklılık (*resilience*)' kavramı sistemin devamlılığını ve sürdürülebilirliğini belirleyen en önemli unsurlardan biri iken; beklenilmeyen değişikliklere sistemin ne kadar duyarlı olduğunu belirlemektedir ve ekolojideki karşılığı sistemin duyarlılığı kadar, kendini yenileme kapasitesidir (Gunderson, 2002 aktaran; Karakiewicz, 2011).

Gunderson'dan sonra Heynen, Kaika ve Swyngedow (2006) kent metabolizması kavramını sosyo-ekolojik bağlamda ele almışlardır. Sosyo-ekolojik süreçlerin kentlerde değişime kaynaklık ettiğini ve kentsel sürdürülebilirliğe ilişkin tartışmalarda kent kaynaklı sorunlara bu süreçler yönünden daha detaylı bir biçimde bakılması gerektiğini vurgulamışlardır. Çünkü kentler söz konusu süreçlerin ürünüdür. Buna göre, ekolojik ve doğal koşullar, sosyal süreçlerden ayrı olarak ele alınamazlar. Esasen mevcut sosyo-ekolojik koşullar evvelki sosyal ve doğal koşulların birlikteliğinin dönüşümü sonucu ortaya çıkarlar. Bu yaklaşımı Marx'da da bulmak mümkündür. Heynen, Kaika ve Swyngedow'a göre kentin sosyo-çevresel değişimler neticesinde yeniden üretimi, yeni kentsel doğanın ve yeni kentsel sosyal ve fiziksel koşulların üretimine ön ayak olmaktadır (Heynen vd., 2006)

2007 yılında bilim insanı Christopher Kennedy tarafından yapılan çalışmalar ile kavram "kentlerde gerçekleştirilen, büyümeyle, enerji üretimi ve atıkların ortadan kaldırılmasıyla sonuçlanan teknik ve sosyo-ekonomik süreçlerin toplamı" olarak tanımlanmıştır (Kennedy vd., 2007). Günümüzde kavramın kapsamında bütün dünyadaki ve kentler arasındaki enerji ve materyal akışını anlamak için kullanılan analitik bir araç olma özeliği de bulunmaktadır. Kennedy'nin tanımlamasının, doğadaki modelleri inceleyip taklit ederek veya bunlardan ilham alarak insanların problemlerine, sürdürülebilirliği sağlayacak çözümler getirmeyi amaçlayan bir bilim dalı olan 'biyomimikri (*biomimicry*)' ile ilişkili olduğu görülmektedir (Delf University of Technology, 2018). Biyomimikri yaklaşımına göre, hücrenin yapılarının, hücrenin hayatını sürdürmesi için görevler üstlenmesine benzer biçimde; kentsel donatılar ve kentte yer alan unsurlar da kentin devamlılığının sağlanması için bir düzen içinde hareket etmektedirler (Gutierrez, 2012).

Biyomimikrinin yanı sıra, insanların doğaya olan sevgisi ve doğa ile insanlar ve diğer yaşamsal sistemler arasındaki içsel bağlantının varlığını ifade eden 'biofili (*biophilia*)' kavramına da kent metabolizması kavramı kapsamında değinilmelidir. 2008 yılında gerçekleştirdiği çalışmasında mimar Doug Farr tarafından söz konusu biofili kavramı sürdürülebilir kentleşmenin temelinde görülmüş, bu kavram doğrultusunda insanların doğal sistemle bağının güçlendirilmesi ve kent metabolizmasını desteklemek doğrultusunda insan yerleşmelerinde kaynak akışının doğru bir biçimde kurgulanmasının önemi ve yerleşmelerin bunu sağlayacak şekilde tasarlanmasının gerekliliği ifade edilmiştir. Farr örneğin; atık su sistemi eğer bir komşulukta yer alan bir tarım alanında kullanılacaksa, sisteme kimyasalların atılmamasını sağlamaya dönük bir düzenlemenin de beraberinde kurgulanmış olması gerektiğini ifade etmiştir (Farr, 2008: 48, 49).

Kent-doğa ilişkisi içinde kent metabolizması kavramı kapsamında, söz konusu yaklaşımı geliştiren ve destekleyen yukarıdaki gibi görüşler olsa da yaklaşıma karşı çıkan eleştiriler de ortaya konulmuştur. Buna göre bazı ekolojistler tarafından söz konusu kent metabolizması yaklaşımına karşı çıkılarak; sadece bireysel organizmaların metabolizması olduğu ve bu nedenle bunun kente uyarlanarak biyolojik bir analojinin kentlere atfedilemeyeceği savunulmuşlardır. Bunun yerine kentlerin daha çok bir ekosistem olarak ele alınması ve pek çok farklı metabolizmanın birleşiminden oluştuğunun kabul edilmesi gerektiğini ifade etmektedirler. Ancak kent metabolizması yaklaşımını savunan araştırmacılara göre, kentsel sistem ve süreçlerin tanımlanmasında ortaya koyduğu sonuçların farklı disiplinlerce anlaşılabilir düzeyde olması ve ölçüm yapmaya imkân sağlaması, insan-doğa sistemlerinin etkileşiminde kent metabolizması yaklaşımının kentsel sürdürülebilirlik uygulamalarında kullanılmasının uygunluğunu ortaya koymaktadır (Pincetl vd., 2012).

Çevresel, Sosyal ve Ekonomik Bağlamda Kent Metabolizması Yaklaşımı

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).

Sürdürülebilir ve iklim değişikliğine dayanıklı bir kente ulaşmak, o kentte gerçekleştirilen insan aktivitelerinde çevreye en az zararın verildiğinden emin olunan bir ortamın oluşturulmasına bağlıdır. Sürdürülebilir bir kent sadece kaynak etkin ve düşük karbon emisyonlu bir kent değildir. Bunun yanı sıra ekosistem hizmetlerini aldıklarının ötesinde destekleyen ve geliştiren bir kentsel ortamı da ifade etmektedir (Kalatha, 2015). Bunun sağlanabilmesi için kent metabolizması kapsamında çevresel, sosyal ve ekonomik süreçlerin birbirleriyle içsel ilişkileri içinde sistemli bir biçimde ele alınmaları ve değerlendirilerek, uygun stratejilerin geliştirilmesi oldukça önemlidir. Aşağıdaki başlıklarda bu esaslar doğrultusunda kent metabolizması kavramı çevresel, sosyal ve ekonomik bağlamda ele alınmıştır.

Çevresel Bağlamda Kent Metabolizması

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 vd., 2013). Bu nedenle çevreye ilişkin konular kentlerde değişimin ve kentsel politikanın merkezinde yer almaktadır. Kapitalizmin yerel ve küresel biçimlerinin sosyal yapıya etkilerini gördüğümüz bir ortamda sermayenin doğaya bağımlılığı da giderek derinleşmektedir. Günümüzde sürdürülebilir kentler elde etmeye dönük olarak bir dizi teknik ve idari çözüm hâlihazırda geliştirilmiş durumdadır. Ancak bunların uygulamalarının oldukça yavaş veya az sayıda olduğu veya yüksek maliyetlerle sonuçlandığı görülmektedir (Kalatha, 2015). Wolman'ın 1965 yılında yapmış olduğu çalışmalarda kentlerin karşı karşıya olduğunu tespit ettiği üç metabolik problem: yeterli su temini, atıkların etkin bir biçimde bertaraf edilmesi ve hava kirliliğinin kontrol edilmesidir. Bu problemleri daha da önemli kılan kentle-

rin gittikçe büyümesidir ve çözümleri de yerel yönetimlerin elindedir (Wolman, 1965: 157). Wolman'ın yapmış olduğu bu tespitler günümüzde geçerliliğini korurken, özellikle metropollerde çevresel sorun alanlarına, iklim değişikliği başta olmak üzere yeni ve karmaşık alanların eklendiği görülmektedir. Kent ölçeğinde bu durum kent metabolizmasında doğanın gözle görülür bir biçimde dönüşümünü hızlandırmakta ve hem fiziksel hem de sosyo-ekolojik sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. (Heynen vd., 2006).

Lefebvre'nin 'ikinci doğa (*second nature*)' olarak nitelendirdiği kavramda doğaya verilen zarar ile doğanın bir başka düzeyde, ikinci doğa düzeyinde yeniden yapılandırılarak kentlerin ve kasabaların oluşturulduğu ifade edilmektedir. Burada bildiğimiz anlamda doğanın ölüşü kente hayat vermektedir. Bu yaklaşımda ikinci doğa ile ifade edilen kentsel çevre, sosyal olarak oluşturulmaktadır ve politikanın, ekonominin ve sosyal süreçlerin bir arada bu kentsel çevreyi şekillendirmesi söz konusudur (Lefebvre, 1976; Janzen, 2002). Lefebvre'den sonra Bookchin de (1979) modern kenti sentetik olanın doğala, inorganik (beton, metal ve cam) yapıların organik olanlara veya ilkel, temel uyaranların çeşitliliğe saldırısı olarak ele almaktadır. Bookchin'e göre bir anlamda kent, doğanın antitezidir ve organik olanın yapay olan karşısında olumsuz bir duruma düşürülmekte olduğunu ifade etmiştir (Bookchin, 1979).

Kent metabolizması kapsamında çevresel etkinin belirlenebilmesi ve kentlerin organizasyonu doğrultusunda daha önce Chicago Okulu tarafından da ele alınan ağ yapısının ele alınması önemlidir. Benzer bir ağ yapısı, doğada organizmaların yaşantılarını sürdürebilmeleri, değişen koşullara uyum sağlamaları için de söz konusudur. Ancak doğadaki ağ yapısının kentlerdekinden farklı olarak bir merkezi yoktur, oysa ki kentlerde hiyerarşik bir ağ yapısı geçerlidir ve bir merkezi vardır. Bu ağı besleyen unsur sayısı doğal olanlarda fazlayken, kentlerdeki ağ yapısında üreticilere kıyasla tüketiciler sayıca fazladır (Worldwatch Dünyanın Durumu Raporu, 2016; Karakiewicz, 2011). Kent metabolizmasının çevresel bağlamda irdelenmesinin gerekli olması da bu sebepledir. Özellikle kentsel çevrede akışların birbirleriyle ilişkisi ve kaynakların geri dönüşümlerinin hesaplanması gereklidir. Ancak bunun gerçekleştirilebilmesi endüstriyel ekoloji, kimya ve kent planlaması gibi sayıları arttırılabilecek pek çok farklı disiplinin bir arada çalışmasını ve iş birliğini gerekli kılmaktadır.

Yukarıda da değinildiği gibi doğada sistemler çoğunlukla döngüsel ve kapalıdır. Bir sürecin çıktısı diğer bir süreç için girdi teşkil etmektedir. Bu modelin kent planlaması ve tasarımına yansıtılabilmesi için, farklı kentsel ölçeklerin ve kentlerin art bölgelerinin çeşitlilik gösteren akışlarının ve altyapılarının iyi bir biçimde anlaşılması ve tanımlanması gereklidir. Ancak bundan sonra benzer bir

döngü kentte kurgulanabilir (Timmeren, 2014; Pincetl vd., 2012). Bunu sağlamak doğrultusunda kent metabolizması kavramı içinde birbirleriyle ilişkisi içinde ele alınan fiziksel altyapı tipleri ve ağlar ise,

- Su tedariki; su çıkarımı ve arıtma, içme suyu tedariki ağı,

- Atık su arıtma; kanalizasyon, atık su arıtma tesisleri,

- Katı atık yönetimi; katı atık biriktirme, atık taşıma altyapısı, arazi doldurma, ayırma ve yakma tesisleri,

- Enerji tedariki; elektrik üretimi ve şebekesi, ısıtma ağı, gaz ve sıvı yakıtların taşınması için boru hatları,

- Gıda temini; çiftlikler, gıda tedariki; depolama tesisleri,

- Ulaşım ağı; yollar, bisiklet altyapısı, yayalar, kanallar, toplu taşıma sistemlerinden oluşmaktadır. (Timmeren, 2014).

Sosyal Bağlamda Kent Metabolizması

Kentlerin gelişme biçimi hayatımızı, kaynak kullanımını ve insan ilişkilerini etkilemektedir. Kentlerde sosyal aktörlerin sınıf, köken, toplumsal cinsiyet ve güç mücadelesinden kaynaklanan etkileşimi söz konusu süreçleri etkilemektedir. Engels'in İngiltere'deki sanayi kentlerinde yaşayan toplumsal sınıflara ilişkin betimlemeleri ve bunun ardından Raymond Williams'ın (1985) *The Country and the City* adlı eserinde işaret ettiği doğanın ve sosyal ilişkilerin dönüşümünün kentsel süreçlerle ilişkilendirilmesi buna örnek olarak verilebilir (Heynen vd., 2006). Olmstead (1895) kentin doğasının metabolizasyonunun, kentleşmenin tarihine eşit sürede olduğunu ifade etmektedir. Yani kentin sosyal ve kültürel tarihi, kentleşme tecrübesinin sayısız boyutundan beslenmektedir. Bu sayede kentsel mekân tasarım, kullanım ve anlam bakımından doğanın yeni bir sentez oluşturmak doğrultusunda dönüşümünü de içerir hale gelmektedir (Gandy, 2002). Kentin fiziksel ve sosyal çevresi, doğanın kentleşmesinin tarihi-coğrafik sürecinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır (Swyngedouw ve Kaika, 2000). Böyle bir dönüşüm ortamında ise kentsel çevrelerin içerdiği maddi imkânların, daha çok kent elitlerin çıkarlarına hizmet edecek biçimde yönlendirildiği ve kontrol edildiği görülmektedir (Swyngedouw, 2004). Bu doğrultuda materyalist bir yaklaşımda doğanın, kentlerde sosyal yaşamın metabolizmasının bütünleşik bir parçası olduğunun savunulduğu görülmektedir. Sosyal ilişkiler, doğal çevrenin metabolizasyonu içinde gerçekleşmekte ve sonunda hem doğa hem de toplum dönüşmektedir. Kullanım değeri üzerinden sosyal ilişkiler kontrol, sahiplik ve mal edinimi üzerinden tanımlanarak; metabolize edilmiş sosyo-doğal biçimler olarak işgücü ve doğa, edinilecek mallar üretmek doğrultusunda harekete geçirilmektedir. Bu

metabolik süreçte yeni sosyo-doğal yapı sürekli yeni şeyler üretmektedir (Foster, 2000). Bu haliyle genel olarak bakıldığında sürdürülebilir olmayan kent diye bir şey yoktur. Aksine bazı sosyal grupları olumsuz yönde etkilerken, diğerlerinin yararına çalışan bir dizi kentsel ve çevresel süreç vardır (Swyngedow ve Kaika, 2000). Bu şekilde çalışan kent metabolizmaları güçlü bireyler ve grupları daha da güçlendirirken, toplumsal marjinal bireylerin ve grupların kaynaklara erişimini kısıtlamaktadır (Swyngedow, 2005).

Dolayısıyla, sosyal güç ilişkileri materyal bakımından ve ekonomik, politik ve/veya kültürel bakımdan kent metabolizmasının yapısı içinde önemli bir yer tutmaktadırlar. Kent metabolizması içindeki insan ve insan olmayan aktörler, çevrenin bileşenlerine ve diğer kaynaklara kimin erişeceğini, kimin bunları kontrol edeceğini, metabolik sistem içindeki anlaşmazlıklara neyin olumlu veya olumsuz olarak etki edeceğini belirlemektedirler. Politik-ekoloji metabolik döngü içindeki değişimlerde bu soruların cevabını araştırmaktadır. Dolayısıyla kentlerdeki sosyal ve politik güç dengeleri yaşanılan kentsel çevreyi şekillendirmektedir. Bu durum Lefebvre'nin 'kent hakkı (*right to city*)' kavramının bir anlamda 'metabolizma hakkı (*right to metabolism*)' kavramına evirilmesine neden olmaktadır. Kentsel sosyo-ekolojik sürdürülebilirlik, sosyo-çevresel süreçlerin yeniden, demokratik ve organize süreçlerle yapılandırılması ile mümkündür. Sosyal gücün kentsel metabolik süreçlerde kaynaklara eşit erişimi mümkün kılacak biçimde dağıtılması ve bu kapsamda katılımcılığın teşvik edilmesi oldukça önemlidir (Heynen vd., 2006).

Bunların yanı sıra, 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 vd., 2018). Öyle ki, söz konusu tercihler konu kent metabolizması olduğunda kentin dokusunu, yerleşim biçimini, yoğunluğunu ve altyapısını değiştirecek düzeyde önemli olabilmektedirler ve domino etkisi içinde kentlerde ısı adası oluşumundan, hava kalitesine kent metabolizmasında göz önünde bulundurulması gereken diğer unsurları ortaya çıkarmaktadırlar.

Ekonomik Bağlamda Kent Metabolizması

Kent metabolizması yaklaşımı temel olarak, kentsel sistemde girdilerin ve çıktıların akışının ve depolama miktarının sayısal olarak ifade edilmesini amaçla-

maktadır. Bu şekliyle, insan yapımı kentsel çevreye oldukça farklı bir biçimde yaklaşmamızı sağlayan önemli bir araç olarak ele alınmaktadır (Voskamp vd., 2018: 516). Bu yaklaşıma göre kentler, diğer doğal organizmaların sahip olduğu gibi tanımlanabilir bir metabolizmaya sahiptir. İhtiyaçlarını karşılarken atık üretmektedir. Ancak söz konusu insan yapımı çevre olduğunda, doğal çevreden farklı olarak sıfır atık prensibine göre çalışması güçtür. Yani insan yapımı çevrede mevcut durumda doğadakinden farklı olarak bir canlının ürettiği atık, diğer bir canlının yaşamını sürdürmesi için gerekli olan girdiyi teşkil etmemektedir. Çünkü günümüz modern kentlerinin metabolizması çoğunlukla lineer/doğrusal olarak işlemektedir (Şekil-1). Kentsel alanlarda yüksek nüfus yoğunluğuna bağlı olarak üretim ve tüketimin yoğun metabolik dönüşümü ve yeni sosyo-materyal ilişkilerin itici gücü kentlerde farklı materyal akışları ve kaynaklara yönelinmesini sağlamaktadır. Kaynakların birbiriyle bağlı olmasının yarattığı baskı, bu nedenle kentsel alanlarda yoğunlaşmaktadır. Kaynakların güvenliğini sağlamak doğrultusunda geliştirilen teknolojik yanıtlar, başka bir sektöre baskı olarak yansımaktadır. Üstelik söz konusu teknolojiler ve altyapılar özellikle de su ve enerji ile ilgili olanlar kent metabolizmasını yeniden şekillendirecek düzeyde etkili olabilmektedirler (Wiliams vd., 2018).

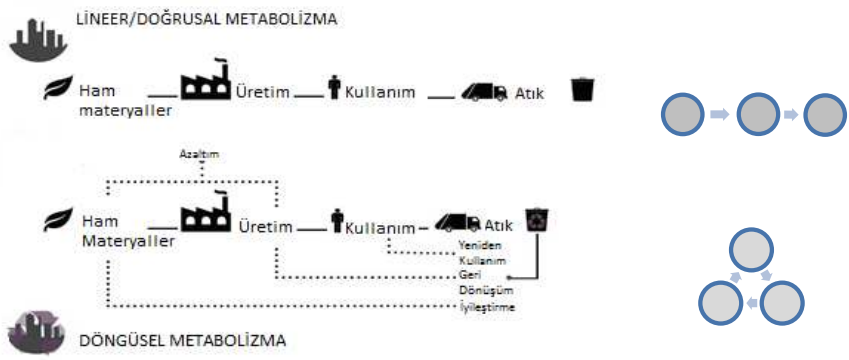
Bu görüşü savunanlardan biri de John Bellamy Foster'dır ve Marx'ın kente yaklaşımını temel alarak bu yaklaşımı geliştirmiş ve 'metabolik ayrışma (*metabolic rift*)' kavramını ele almıştır (Foster, 2000 aktaran; Karakiewicz, 2011). Foster'ın Savunmasız Gezegen adlı kitabında da ifade ettiği gibi, günümüzde kentler üretim ve tüketim sistemlerinin kaynağıdır ve yaşanan çevresel krizin temel sebebi kapitalizmdir. Kentlerde gerçekleştirilen insan faaliyetleri, doğrudan arazi ve kaynak kullanımı üzerinde etki göstermekte ve dönüşüm gerçekleşmesine neden olmaktadır. Foster'a göre bu süreçler bizim doğal metabolik süreçlerde gözlemlediğimiz nitelikte değildir. Çünkü özellikle kentlerde gerçekleştirilen endüstriyel süreçlerle ortaya çıkartılan sentetik ürünler, doğadakinin aksine biyolojik ve doğal çevrimlerle çözülüp parçalanabilir nitelikte değildir. Doğanın değersizleştirildiği ve taşıma kapasitesinin üzerinde zorlandığı böyle bir ortamda kentsel sistemler, düşük karbonlu ve sürdürülebilir kent taleplerimizi karşılayamamaktadırlar. 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 (Foster, 2002: 123-130).

Foster'a göre, böylesi döngüsel bir sistemin sağlandığı doğada, atık diye bir kavram yoktur. Doğada bütün organizmalar, kaynakları kullanışlı ürünlere ve atığa dönüştürürler. Bunlar da metabolik süreçlere girer ve atıklar doğada gıda ve enerji kaynağı olarak tekrar kullanılırlar. Ancak kentlerde sistem bu şekilde

çalışmamaktadır. Foster'a göre döngüsel metabolizma doğal sistemlerin devam etmesi için önemli olsa da günümüzde pek çok kentte uygulanan sistem doğrusal/lineer yapıdadır. Foster'ın da belirttiği gibi, kapitalizm öncesi toplumlarda üretimden kaynaklanan atıklar büyük oranda yeniden çevrime girebilecek niteliktedir ve döngüsel bir kent metabolizması söz konusudur. Kentler bu dönemde de ticaretin, malların, üretim ve takasın kaynağı olmuştur ancak, dönem itibariyle kentlerden elde edilen atıklar yakın bölgelerde gübre olarak kullanılmış, bu nitelikte olmayan atıklar ise zaman içinde tabiatta bozunup yok olabilmiştir. Çünkü bu tarihlerdeki atığın niteliği biyolojik olarak parçalanabilen ve mikroorganizmaların ayrıştırabileceği biçimdedir. Sanayileşmiş modern toplumlarda ise, kent metabolizması döngüselden çok doğrusal/lineer hale gelmiştir. Foster, Savunmasız Gezegen adlı çalışmasında bu görüşlerini desteklemek üzere yazar Commoner'in ifadelerine yer vermiştir;

> "Bugünün ekonomisinde mallar doğrusal bir biçimde atığa dönüştürülür. Mahsuller lağıma, uranyum radyoaktif kalıntılara, petrol ile klor diyoksine; fosil yakıtlar karbondioksite…Doğrunun sonunda her zaman atık, yani ekosferi ayakta tutan çevrim süreçlerine bir saldırı vardır." (Foster, 2002: 139).

Şekil 1. Kentsel Lineer/Doğrusal ve Döngüsel Metabolizma



Kaynak: *Kalatha, 2015; Karakiewicz, 2011(Düzenlenerek)*

Günümüzde kentlere bakıldığında kentlerde üretilen atıkların, kentlerde üretim süreçleri sonucunda elde edilen yapay/sentetik ürünler doğrultusunda; gıda olamayacak, nadiren enerji kaynağı olabilecek ve doğada çözünüp yok olması kolay olmayacak plastik, cam ve seramikler gibi materyallerden oluşmakta olduğu görülmektedir. Bu materyallerin kullanım oranı ise oldukça yüksek miktardadır. Üstelik bunlar çoğunlukla depozitosuz ve tek kullanımlık olarak tüketilmekte ve yerine yenisi üretilmektedir. Kentlerde atıkların ortadan kaldırılmasını

sağlayan altyapıların kurgusu sebebiyle, bu atıkların ortadan kaldırılması konusunda farkındalık ve bilinç geliştirilmesi de mümkün olamamaktadır. Bu haliyle kentler ekonomik sektörlerin kaynağı olarak çok büyük miktarlara varan üretimin ve tüketimin kaynağı olurken; bir yandan da yine büyük oranda atık ortaya çıkartan merkezler haline gelmişlerdir. Bunun anlamı, ekonomik faaliyetlere koşut olarak doğrusal bir metabolizma sisteminde giderek kentsel ekolojik ayak izinin artması ve düşük karbonlu kentler oluşturulmasına yönelik hedeflerin yerine getirilememesi sonucunda kentlerin iklim değişikliğine dayanıklılıklarının düşük olmasıdır. Bu tip bir sistemin sürdürülebilirliği söz konusu değildir ve sistem mutlak suretle döngüsel yönde değiştirilmelidir (Karakiewicz, 2011).

Kent Metabolizması Yaklaşımının Sürdürülebilir ve İklim Değişikliğine Dayanıklı Kentleşmede Kullanılışında Temel Prensipler

Yukarıdaki başlıklarda aktarılan, kentin metabolizmasını etkileyecek düzeyde gelişme gösteren yerel kültürel ve sosyal yapı, ekonomi, altyapı, teknoloji, çevre ve iklimle doğrudan ilintili unsurlar, bütünleşik kapsamda ele alınması gereken bir yapı arz etmektedirler (Carreón ve Worrell, 2018). Bu unsurların ölçülmesi, ölçüm yapılacak sınırların tanımlanması, buna insan unsurunun entegre edilmesi ve bütün bunların bir araya getirilerek uyumlaştırılması doğru bir biçimde kurgulanarak yürütülmesi gereken zorlu bir süreçtir (Pincetl vd., 2012).

Kent metabolizması yaklaşımı, günümüzde işte bu nedenle daha da önem kazanmış durumdadır ve karmaşık kent sistemleri arasındaki ilişkilerin çözümlenmesini sağlamaktadır. Bu esaslar doğrultusunda, kent metabolizması yaklaşımının sürdürülebilir ve iklim değişikliğine dayanıklı kentleşmede kullanılışında uygulanması ve göz önünde bulundurulması gereken ve çevresel, sosyal, kültürel, teknolojik, politik ve ekonomik unsurları içsel ilişkileri içinde bir arada kapsayan temel prensipler aşağıdaki başlıklarda açıklanmıştır.

Kentsel Sistemlere Bütünleşik Yaklaşım Geliştirilmesi

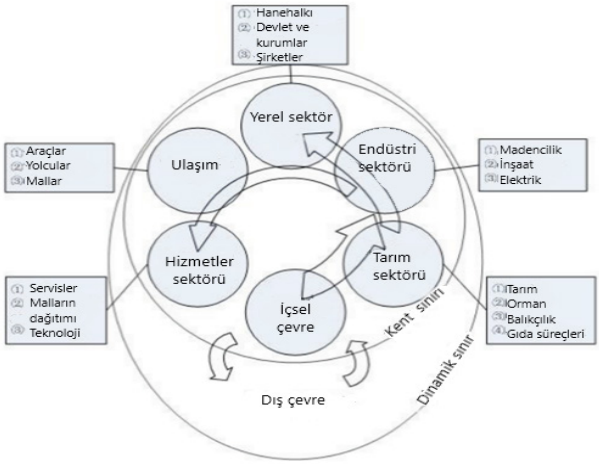
Kentsel sürdürülebilirliğin sağlanmasında zaman zaman başarısızlıklarla karşılaşılıyor olunmasına rağmen, doğal sistemlerde durum farklıdır. Doğal sistemler kendi varlıklarını devam ettirmeyi ve sürdürülebilirliklerini asırlardır başarıyla sağlamışlardır. Bunun anlamı -biyomimikride de vurgulandığı gibi- kentsel sürdürülebilirliğin sağlanması açısından, doğal sistemlerden öğrenilmesi gereken pek çok husus olduğudur (biomimicry.org, 2018). Derin ekolojinin savunucularından Fritjiof Capra tarafından sürdürülebilirliğin sağlanmasına aracılık eden ekolojinin 4 prensibi: Dayanışma, kaynakların döngüsel akışı, iş birliği ve katılım olarak ifade edilmiştir (Capra, 1984 aktaran; Karakiewicz, 2011). Capra,

mevcut ekolojik ve sosyal krizlerin çözümünde büyük bir bilimsel/ruhani/sosyal dönüşümün yapılması gerektiğini ifade etmektedir. Capra'ya göre mekanistik insan merkezci dünya görüşünden organik ve ekolojik olarak bağlantılı, bütünleşik bir yaklaşıma geçiş yapılmalıdır (Capra, 1995: 19). Ortaya çıkarılması gereken yeni paradigma, parçalar yerine bütünün ele alındığı, bütünleşik ve aynı zamanda ekolojik bir dünya görüşüdür (Sessions, 1995: 4). Dolayısıyla kentsel sürdürülebilirlikten anlaşılması gereken ekonomik büyüme değil; kentsel yaşam ağının ve kent metabolizmasının sürdürülmesi ve kentsel sistemlerin kendi aralarında ve doğayla kurdukları ilişkiler kapsamında bütünleşik bir yaklaşımla ele alınarak geliştirilmeleridir.

Kentsel Metabolik Ağ Yapısının Çeşitlendirilmesi

Kent metabolizması yaklaşımı içinde kentlerde iklim değişikliğine dayanıklılığı ve sürdürülebilirliği sağlamaya dönük olarak yapılacak çalışmalarda ilk bakılması gereken husus, kentsel sistemlerdir. Doğal ağlar gibi kentsel altyapılar de birer ağdır, ancak doğal ağlardan farklı olarak değişen koşullara göre kendilerini düzeltemez, uyum sağlayamazlar. Öyleyse kentlerde kent metabolizmasının desteklenmesi ve sürdürülebilirliği sağlamaya dönük olarak aşılması gereken en önemli problem; kentsel altyapıların ve ağların iklim değişikliğine uyum kapasitelerinin yükseltilmesi ve dayanıklılıklarının arttırılmasıdır. Doğayla benzer bir biçimde söz konusu altyapıların çeşitliliğinin arttırılması, sistemin dayanıklılığını ve sürdürülebilirliğini de arttıracaktır (Chen vd., 2010: 722). Daha önce de değinildiği gibi, kentlerin daha karmaşık sistemler olarak kurgulanması ve kentsel aktivitelerin çeşitlendirilmesinin gerekliliğini yazar Jane Jacobs da vurgulamıştır. Biyoçeşitliliğin doğadaki ağların karmaşıklığının bir sonucu olması gibi, kentsel ağların/altyapıların da çeşitlendirilmesi ve birbirleriyle bütünleşik bir yaklaşımla ilişkilendirilmesi hem kent metabolizmasının güçlendirilmesi hem de iklim değişikliğine dayanıklılık ve sürdürülebilirlik açısından önemlidir (Karakiewicz, 2011).

Şekil 2. Kentsel Sektörler ve Ağ Yapısı



Kaynak: *Chen vd., 2010: 722 (Düzenlenerek)*

Özellikle kent metabolizması yaklaşımının uygulanması sürecinde, diğer yaklaşımlarda çoğunlukla göz ardı edilen biyoçeşitilik ve ekosistem hizmetleri, doğanın kültürel ve manevi katkısı, kentsel ısı adası etkisi, yağmur suyu kullanımı, ağaçlandırma ile drenaj sağlanması, toprak kullanımıyla suyun arındırılması gibi sayılarını arttırabileceğimiz pek çok unsur ve strateji kent metabolizmasını desteklemek doğrultusunda ağ yapısı içinde ele alınmaktadır (Pincetl vd., 2012).

Kent metabolizması yaklaşımı içinde yukarıda değinilen ağ yapısının çeşitlendirilmesi ve karmaşıklaştırılması hususu, sadece kente özgü değildir ve kentler arasında da sağlanmalıdır. Kentler günümüzde sadece nüfusun toplandığı alanlar olmasının çok ötesinde, daha büyük küresel bir sistemin bir parçası olarak ele alınmaktadır. Küresel kentler birbirleriyle canlı organizma, materyal ve düşünce alışverişinde bulunarak önemli ekolojik sonuçlar ortaya çıkartmaktadırlar. Küresel ölçekte bir hiyerarşik yapının kurgulandığı bu sistemde, kentler arasında bir rekabet de söz konusudur. Kentin formuna, içerdiği fonksiyonlara, küresel rekabetteki konumuna ve dünya ekonomisine eklemlenme gücüne bağlı olarak kentsel hiyerarşide dünya kenti veya küresel kent olarak nitelendirilmektedirler. Bu düğüm noktalarının birbirleriyle kurduğu ağın yapısı ve akışının da analiz edilmesi, iklim değişikliğine dayanıklılık ve sürdürülebilirlik açısından stratejiler geliştirmek doğrultusunda oldukça önemlidir (Pincetl vd., 2012; Topal, 2003: 43).

Kentsel Döngüsel Metabolizmanın Kurgulanması

Kentler arasındaki ilişkilerde, mevcut doğrusal/lineer kent sistemlerinin döngüsel sistemlere çevirebileceği teknolojik gelişme düzeyine artık sahip olunmasından hareketle; mevcut politikalarda, toplumsal yapıda ve tüketim alışkanlıklarında bir paradigma değişikliğine gidilmesi, kent metabolizmasını desteklemek için günümüzde bir gerekliliktir. Çünkü kentlerin metabolik döngüleri, kentlerde gerçekleştirilen aşırı tüketim seviyesi ve bunun ürettiği atıklar nedeniyle, taşıma ve doğal yolla ortadan kaldırma kapasitelerinin çok ötesinde değerlerle zorlanmaktadır. Kentsel ve küresel ağlarda meydana gelecek aksaklıklar birbirlerini yüksek oranda etkileme gücüne sahiptir. Örneğin; su altyapısında meydana gelen aksaklık, toprağı etkilemekte veya hava kirliliği diğer sistemleri etkileyebilmektedir. Kentsel sistemlerin sürdürülebilirliğini sağlamak açısından, bir bölgeden ya da kentten sağlanan kaynakların ağ yapısı içinde diğer bir bölgede ekolojik sistemler için ciddi sınır aşan süreçleri tetikleyebileceğinin bilincinde olunması gereklidir (ipcc.ch, 2018).

Kent metabolizması yaklaşımındaki kaynak girdilerinin tespit edilmesinde, uzak bölge kaynaklı girdilerin hesaplanması ve yaşam döngüsü analizinin gerçekleştirilmesi önemli bir diğer konudur. Bu sayede kentsel bölgeler ve kentler arasındaki materyal ve enerji akışının takibi de sağlanabilmektedir. Bu durum kent metabolizmasına ilişkin çalışmaların klasik olarak kente giren materyal ve enerji ile sonucunda ortaya çıkan atığın hesaplanmasından daha gelişkin bir sürece götürmektedir. Sürdürülebilir ve düşük karbonlu bir kentin gelişiminin güvenceye alınması için, kent metabolizması hesaplamalarına kentsel ekosistem hizmetlerinin, nüfusun, ekonominin, sağlığın, hareketlilik ve erişilebilirliğin, toplum yapısının, yasal düzenlemelerin, istihdamın ve eğitimin de dâhil edilmesi ve bunların döngüsel bir yaklaşımla birbirleriyle ilişkisi içinde ele alınması gereklidir. Bu sayede iklim değişikliğine dayanıklı ve sürdürülebilir bir kente erişimde kentin önündeki engel ve olanakların tespit edilmesi, karar vericilerin politika geliştirmeleri daha kolay olacaktır.

Risk Yönetimi

Dayanıklılık, yukarıda da açıklandığı gibi değişen koşullar altında bir sistemin çalışmayı sürdürme özelliğini ve bir sistemin değişen koşullara uyum sağlayarak devam edebilme oranını açıklayan bir terimdir. Dayanıklılık, kent metabolizması yaklaşımı içinde altyapı, kültür ve yönetişim dâhil tüm kent sistemleri için potansiyel bir değerlendirme kriteridir. Temel mantığının risklerle mücadelenin mümkün olduğu ve bunu sağlamanın yolunun ise farklı unsurların kentsel alana etkilerinin henüz bu etkiler gerçekleşmeden tahmin edilmesi olduğu ifade edilebilir (World Bank-Eco2 Cities, 2017). Söz konusu etkilerin ve risklerin disiplinler

arası iş birliği içinde gerçekleştirilecek çalışmalar ile öngörülerek; gerekli tedbirlerin alınması ve risk yönetiminin sağlanması kent metabolizmasının sürdürülebilirliğini temin etmek açısından önemli bir prensiptir.

Kentsel Uyum Kapasitesinin Geliştirilmesi

Kent metabolizmasının desteklenmesi doğrultusunda kentsel sistemlerin, iklim değişikliği başta olmak üzere pek çok etkene karşı uyumunun/adaptasyonunun güçlendirilmesine yönelik stratejilerin tespit edilmesi ve uygulanması gereklidir. Bu kapsamda örneğin; kentte kullanılan enerji karışımında farklı enerji türlerinin yer alması, özellikle de yenilenebilir enerji türlerine yer verilmesi söz konusu uyum stratejilerine iyi bir örnek olacaktır. Enerji açısından kendine yeterli kent, yerele özgü ve bölgesel enerji sistemlerini kullanan bir kenttir. Emisyon üretmeden enerji üretmenin en etkin yolu ise yerel enerji kaynaklarının ve özellikle de yenilenebilir nitelikte olanların kullanılmasıdır (Cuthbertson, 2016). Çünkü kentsel faaliyetler sonucunda kentlerde ortaya çıkan sera gazı emisyonlarını arttıran başlıca unsur fosil yakıtların kullanılmasıdır. Kentlerde enerji etkinliğinin ve iklim değişikliğine dayanıklılığın sağlanması konusunda, küresel çapta Paris İklim Anlaşması gibi ve Yeni Kent Gündemi gibi uluslararası belgeler ile desteklendiği üzere, yenilenebilir enerjiye doğru hızlı bir dönüşüm söz konusudur. Bu kapsamda ele alınabilecek kaynaklar: güneş, rüzgâr, biokütle, jeotermal enerji, su gücü gibi teknolojilerdir. Kent metabolizmasını desteklemek yönünde bir yerleşimin uyum kapasitesini arttırmak için enerji tüketici konumdan, üretici konuma getirilmesi doğrultusunda yerel çözümler geliştirilmeli ve uygun yenilenebilir enerji kaynağı tespit edilerek, enerji üretimi sağlanmalıdır. Mümkün olan alanlarda kurulacak sınır ısıtma sistemleri, enerji üretimi ve depolamasında akıllı altyapılar (*smart grid*) ile kombine edildiğinde, elde edilen rüzgâr ve güneş enerjisini mevcut sistemle bütünleştirerek enerji etkinliği sağlanabilmektedir. Binaların izolasyonu, yüksek enerji etkinlik standartları ve güvenli ölçüm tekniklerinin kullanılması iklim değişikliğine dayanıklı tasarım ve uyum için önemli olan diğer hususlardır (Tuğaç, 2017).

Bütün bu stratejilerin ekonomik ve sosyal boyutlarının da iklim değişikliği problemi göz önünde bulundurarak bir arada ele alınmasıyla hazırlanan ve son yıllarda daha da önem kazanan ‘iklim değişikliğine uyum planları’; kent metabolizması kapsamında ele alınan toplumsal duyarlılık ve dayanıklılık, eşitlik, yönetişim, kent kültürü ve sosyo-ekonomik koşullar gibi sayılarını arttırabileceğimiz konu başlıklarının da sürece dahil edilmesini mümkün kılmaktadır (Carter vd., 2016).

Yönetişim, Paydaş Katılımının Sağlanması ve Kentler Arası İş Birliği

Etkin ve eşitlik temelinde bir kent metabolizmasının kurgulanması, iyi bir yö-

netişim sisteminin oluşturulmasını gerektirmektedir. Bu noktada iyi yönetişim kavramından ne anlaşılması gerektiği konusunda BM'nin tanımlamasına başvurulabilir. Buna göre iyi yönetişim, "kentsel problemlere etkin çözümler üretilmesi konusunda hesap verebilir nitelikteki yerel yönetimlerin sivil halkla birlikte iş birliği içinde çalışması"dır (UN-HABİTAT, 2009: 74). Yine BM tarafından 2002 yılında düzenlenen Kentsel İyi Yönetişim Konusunda Küresel Kampanya kapsamında geliştirilen yaklaşıma göre, iyi bir yönetişimin temel karakteristikleri: sürdürülebilirlik, yerellik, eşitlik, etkinlik, şeffaflık ve hesap verebilirlik, sivil katılım ve kentlilik ve güvenlik olarak sıralanmaktadır (UN-HABİTAT, 2002: 5).

Kent metabolizması modelinin uygulanmasında kentlerdeki paydaşların katılımı ve yönetişimin sağlanması özellikle kentlilerin yönetime katılımı; bu kişilerin tüketim alışkanlıklarını değiştirmeleri ve kentte gerçekleştirilen aktivitelerde daha az atık ortaya çıkartan ve atığın tekrar döngüye sokulduğu uygulamaların geliştirilmesi bakımından önemli görülmektedir. Kentlerde sürdürülebilirliği mümkün kılmak doğrultusunda 'yeşil bir toplum'un oluşturulmasının önemini vurgulayan Arne Naess 1986 yılında yayımlanan *Deep Ecology* (Derin Ekoloji) adlı kitabında, bir topluluk olmanın insan için önemli olduğunu ve insanın kendisi, ailesi ve topluluğu için barınma, gıda, giyinme ve güvenlik ihtiyacının söz konusu olduğunu ifade etmiştir. Naess'e göre topluluğun önemi bu noktada ortaya çıkmaktadır, çünkü etik değer yargısı, estetik değer verme, düşünme kapasitesi ancak bu ortamda oluşmaktadır. Ancak her koşulda insana temel destek veren içinde yaşadığı doğal çevredir (Naess, 1986 aktaran; Sessions, 1995: xi). Naess çalışmalarında, sürdürülebilir nitelikte yeşil bir toplumun karakteristik özelliklerini; ademi merkeziyetçilik, 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 olunması olarak ifade etmiştir (Naess, 1994: 10). Naess, insan benliğinin temelde ekolojik olduğunu savunmaktadır. 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, 1994: 11).

Toplumsal yapıda kent-doğa ilişkisini ve kent metabolizması yaklaşımını destekleyecek biçimde yukarıda ifade edilen unsurlar doğrultusunda gerekli bilinç değişikliğinin sağlanması yanında, kentlerde gerçekleştirilen iyi uygulamaların ve kazanılmış derslerin paylaşılması da önemlidir. Bu amaçla kentler arasında ilişkilerin geliştirilmesi üzerinde önemle durulmaktadır. Bunun için oluşturulacak platformlar üzerinden iş birliği yapılması ve bunun yanında kent bilgi sistemlerinin kullanılması önemli stratejiler olarak ele alınmaktadır (Eberlein, 2018).

Ölçme ve Değerlendirme

Kent metabolizması yukarıda da değinildiği gibi kentsel sistemlerin modellenmesinde genel bir çerçeve sağlamaktadır. Su, enerji, gıda, insan gibi sayılarını arttırabileceğimiz unsurların akışını kentin sürdürülebilirliği bağlamında değerlendirmeye almakta ve bunun için farklı ölçüm tekniklerinden yararlanılabilmektedir (Tablo-1). Bu sayede kentlerin temel ihtiyaçları belirlenerek, malların ve bunların nakillerinin akışı (kent içi ve dışına), kaynak ve enerji kullanım oranları tespit edilebilmektedir. Kentsel sisteme giren ve insan yapımı eşyalar, binalar, yollar, makineler, araçlar, tarımsal ürünler, hayvancılık ve atık üretimi esnasında tüketilen materyaller, stok ve diğer akışlar gibi unsurlardan oluşan öğeler hesaba katılarak, kent metabolizmasının ölçümü sağlanmaktadır. Bunların atık veya dışarıya verdiği diğer emisyonlar şeklindeki çıktıları da bu hesaplamalarda göz önünde bulundurulmaktadır (Pincetl vd., 2012).

Tablo 1. Kent Metabolizmasının Ölçülmesinde Kullanılan Farklı Metodolojiler

METOD	GÜÇLÜ YÖNÜ	ZAYIF YÖNÜ
Gömülü Enerji	Akışlar temelinde enerji, ekosistem ve doğal kaynaklara odaklanmaktadır. En iyi ölçüm sonuçlarını kentin çevresindeki kullanımlara ilişkin olarak sağlamaktadır. Örneğin; tarımsal üretim, ham madde.	Veriler yetersiz olduğunda yönetilmesi zordur ve farklı kentsel süreçleri tek bir birim cinsinden ifade etmekte güçlükler ortaya çıkmaktadır.
Materyal Akışı Analizi	Sürdürülebilirliğe ilişkin göstergelerin elde edilmesinde kullanılabilmektedir. Özellikle de çevre üzerine baskının tespit edilmesinde kullanışlıdır. Materyallerin çıkarılması ve kullanılmasında yorum yapmayı sağlamaktadır.	Ölçüm aşamasında çok sayıda materyalin söz konusu olması, dönüşüm süreçlerinin birlikte ele alınmasını zorlaştırmaktadır.
Kütle dengesi	Kaynakların kullanıma bağlı olarak bozunumu ile ilgilidir. Endüstrilerin, coğrafi bölgelerin, materyallerin veya ürünlerin ve bu kaynakların akışının zaman içinde nasıl değiştiğinin takip edilebilmesini sağlar.	Verilerin tutarlı bir biçimde sınıflandırmasının yapılması açısından zorlukları olan bir yaklaşımdır.
Yaşam Döngüsü Analizi	Kaynak kullanımında sürecin başlangıcından sonuna kadar (kaynakların çıkarımından atıkların ortadan kaldırılmasına dek) çevresel etkileri hakkında hesaplamalar yapılmasını sağlamaktadır.	Yöntem bazı sınırlılıklar içermektedir ve hesaplamaların doğruluğu açısından geliştirilmesi gereken yönleri bulunmaktadır.
Ekonomik Girdi-Çıktı Yaşam Döngüsü Analizi	Yaşam Döngüsü analizine ekonomik faktörler ekleyerek, para birimi cinsinden ifade edilmesini sağlamaktadır.	Ulusal düzeyde veri gerektirmektedir. Pek çok materyal ve süreci ekonomik birimler cinsinden ifade edebilmektedir. Ancak kütle/enerji dengesini veya materyal akışını bütünleştirmek bu yöntemle zordur.

Ekolojik Ayak İzi	Üretimin söz konusu olduğu bir alanda akışın devamlılığını sağlamaya dönük olarak enerji ve materyal kullanımını temel alır ve bu ölçüm yöntemiyle doğal varlıklar üzerinde oluşan etkiler hesaplanabilmektedir. Materyal ve enerji kullanımı arttıkça ekolojik ayak izi miktarı da artmaktadır.	Ekolojik ayak izi metodunda biyoçeşitliliğin, türlerin kıtlığının ve habitatların özgünlüğünün göz ardı edilme oranı yüksektir.

Kaynak: *Pincetl vd., 2012; World Bank-Eco2 Cities, 2017.*

Kent metabolizmasının, Tablo-1'de özetlenen metodolojiler kullanılarak ölçülmesi sırasında sonuçların doğruluğunu artırmak ve söz konusu metodolojilerin zayıf yönlerini ortadan kaldırmak doğrultusunda bunların kombinasyonları bir arada kullanılmaktadır (Pincetl vd., 2012). Bu metodojiler veya onların kombinasyonları kapsamında kentsel sistemlerin, kent metabolizmasını destekleyecek biçimde doğru ve yeterli bir biçimde çalışmasının denetlenmesinde Uluslararası Ekokent Çerçevesi ve Standartları girişiminin belirlediği aşağıdaki genel kriterler çerçevesinde ölçümler ve değerlendirmeler yapılabilmektedir. Buna göre;

- Kentsel Tasarım bakımından; çevre dostu ulaşım, güvenli ve satın alınabilir konuta erişim, donatılara yakınlık
- Bio-Jeo fiziksel özellikler bakımından; hava, su, toprak, materyal kaynaklar, enerji, gıda
- Sosyo-kültürel özellikler bakımından; kültür, toplum kapasitesi ve yönetişim, ekonomi, eğitim, refah
- Ekolojik zorunluluklar bakımından; bioçeşitlilik, taşıma kapasitesi ve ekolojik bütünlük konuları değerlendirilmektedir.

Böylelikle kent metabolizmasının ölçülmesi yoluyla kentlerin konumu, biçimi, kentlerde kullanılan teknoloji ve kentin ekonomik yapısı gibi önemli bilgiler temin edilebilmekte ve daha sürdürülebilir kentler ve topluluklar oluşturmak doğrultusunda söz konusu ölçümlerin sonuçlarından yararlanılmaktadır Bu tip bir kriter seti çerçevesinde ölçme yapmanın temel amacı, kentsel sorunların ve boyutunun somut bir biçimde tespit edilmesi ve kente etkilerinin belirlenerek çözüm yollarının geliştirilmesidir. Bunun için yeterli ve güvenli verilerin temin edilmesi büyük önem taşımaktadır. Böylelikle kentsel alandaki kaynak kullanımı ve altyapı sistemleri yanında, insan aktiviteleri ve doğal çevre arasındaki ilişkiler de doğru bir biçimde tanımlanabilmektedir (Pincetl vd., 2012; Eberlein, 2018).

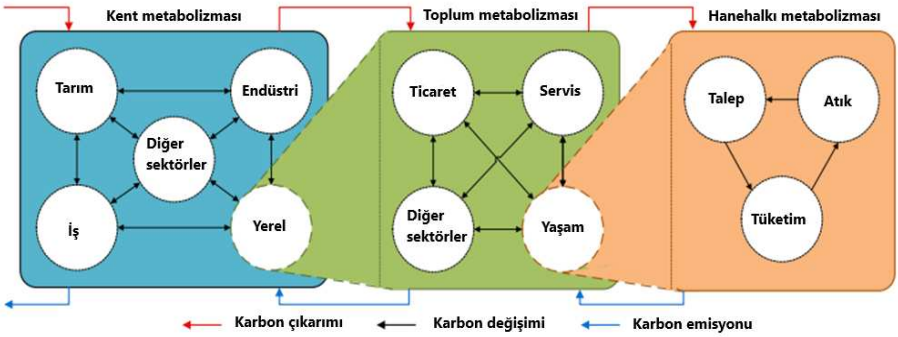
Envanter ve İzleme

Bütünleşik bir yaklaşımda envanter ve izleme yapmanın amacı, başlangıcında tespit edilen hedeflere ulaşma miktarının belirlenmesi ve mevcut durumla ilgili kıyaslamaların yapılabilmesini mümkün kılmasıdır. Bu izlemelerin diğer bir

amacı da hesap verilebilirlik açısından bir temel sağlamasıdır. Kayıtların uygun zaman dilimleri için hazırlanması ve verilerin doğru bir biçimde kaydedilmesi kent metabolizmasına ilişkin hesaplamaların yapılabilmesi açısından önemlidir.

Bu kapsamda kentlerin sera gazı envanterlerinin hazırlanması, söz konusu prensibin açıklanması açısından oldukça iyi ve somut bir örnektir. Kentlerde hane halkı düzeyinden kent düzeyine kadar farklı ölçeklerden kaynaklanan karbon emisyonlarının akışının takip edilmesi, kentsel faaliyetler sebebiyle ortaya çıkan olumsuz etkilerin doğal kaynaklar üzerine yaptığı baskıyı anlayabilmek açısından fayda sağlamaktadır (Şekil-3).

Şekil 3. Kent, Toplum ve Hane Halkı Düzeyinde Çok Ölçekli Karbon Metabolizması Modeli



Kaynak: *Lu ve Chen, 2015: 2970*

Günümüzde dünyada pek çok sayıda kent; sera gazı emisyonlarını yönetmek, binalarının dayanıklılığını ve kentlerinin iklim değişikliğine uyum kapasitesini, sürdürülebilirliğini arttırmak ve kentlerini iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden korumak gibi amaçlarla yıllık bazda çevresel verilerini kaydetmektedirler. Kent ölçeğindeki sera gazı salım envanterinin hazırlanmasında objektif bir ölçüm metodolojisi sunmak doğrultusunda IPCC Ulusal Sera Gazı Envanterleri Çalışma Grubu tarafından 2006 yılında IPCC Ulusal Sera Gazı Envanteri Rehberi geliştirilmiştir. Bunun gibi pek çok farklı metodoloji farklı kuruluşlarca hazırlanmıştır. Örneğin; *Local Governments for Sustainability* (ICLEI) tarafından sera gazı salımlarının hesaplanabilmesi için hazırlanan metodolojide ölçek (*scope*) kavramı ortaya konulmuştur. *World Resource Institute* (WRI) ve *World Business Council on Sustainable Development*'in Sera Gazı Emisyonu (SGE) Protokolü Standartları emisyonları 3 kapsam/ölçek halinde gruplamaktadır. Bunlar; doğrudan sera gazı salımları, doğrudan olmayan salımlar ve diğer dolaylı sera gazı salımlarıdır. Bu ölçek kategorileri özellikle firmaların sera gazı emisyonlarını gruplamaları için tasarlanmış olsa da ICLEI tarafından da önerildiği biçimde kentler tarafından da kullanılmaktadırlar.

Bu ölçek yapısı sayesinde kent metabolizması yaklaşımı içinde kent bölgeleri, kent bütünü ve kentler arası ağ yapısı içinde ölçümler yapılarak emisyon miktarının hesaplanması ve takip edilmesi mümkün olmaktadır. Sera gazı envanterlerinin hazırlanmasından sonra bunların belli aralıklarla izlenmesi, raporlanması ve doğrulanması da önem taşımaktadır. Tüm bu çalışmaların gerçekleştirilmesi, kentlerde hava kalitesinin geliştirilmesini ve hava yönetiminin sağlanmasını mümkün kılmakta ve kent metabolizmasının sürdürülebilirliğini desteklemek yönünde uygun stratejilerin ve politikaların tespit edilmesini sağlamaktadır (ipcc-nggip.iges.or.jp, 2018; Lehmann, 2010; Bader ve Bleischwitz, 2009; bursa.bel.tr; 2015).

Kentlere ilişkin yukarıdaki başlıklarda açıklanan ve bütün dünyada uygulama imkânı olan bu prensiplerin hayata geçirilmesi, iklim değişikliğine dayanıklı ve sürdürülebilir yerleşmelerin oluşturulmasını sağlamak açısından büyük önem taşımaktadır. Birbirleriyle iç ilişkiye sahip bu prensiplerin uygulanması kentlerin sosyal, kültürel, çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik bağlamında önemli kazanımlar elde etmesine yardımcı olacaktır.

Kent Metabolizması Yaklaşımı Prensiplerinin Uygulandığı Kent Modelleri

Dünyanın farklı ülkelerinde yukarıda açıklanan prensiplere önem veren bir bakış açısıyla, kent metabolizması yaklaşımını sürdürülebilir ve iklim değişikliğine dayanıklı kentlere ulaşmak doğrultusunda uygulayan kentleşme modellerinin geliştirildiği görülmektedir. Aşağıdaki başlıklarda söz konusu modellerin önde gelen örneklerine yer verilmiştir.

Netzstadt Modeli

Öncü nitelikte bir çalışma Franz Oswald ve Peter Baccini tarafından 2003 yılında gerçekleştirilerek; Netzstadt örnek alanında kent metabolizmasını ve bu kapsamda ağ yapısını göz önünde bulunduran yeni bir kentleşme modeli tanımlanmıştır. Çalışmada insani ve sosyal açıdan olduğu kadar, kentsel gelişmede de teknik ve doğal süreçlerle ilgili bilgilerin göz önüne alınmadığına değinilerek; Netzstadt Modeli ortaya konulmuştur. Oswald ve Baccini'nin çalışma sonucunda elde ettikleri bulgulara göre; kentsel gelişmede ölçek, bölge ve alanın peyzaj karakteristikleri gibi konular oldukça önemlidir ve bu konuların ele alınışında disiplinler arası bir yaklaşım gözetilmelidir. Diğer taraftan ele alınması gereken diğer önemli konular kentlerde su, enerji, gıda gibi temel ihtiyaçların göz önüne alınmasını içermektedir.

Netzstadt modelinde bütün bu unsurlar bir ağ yaklaşımı içerisinde bir arada değerlendirilmekte ve bunlara yönelik morfolojik ve fizyolojik analizler yapıl-

maktadır. Böylelikle kentin temel karakteristikleri tanımlanabilmektedir. Bu tespitler sayesinde kentlerde gittikçe artan oranda gerçekleşen bu hizmetlere talep miktarı tespit edilerek, kentsel altyapı bu yönde geliştirilebilmektedir (Oswald ve Baccini, 2003: 8, 9). Bunun anlamı asla artan talep karşısında fazladan yol yapımı olarak anlaşılmamalıdır. Artan talebin daha fazla yol, kablo, boru ve benzeri altyapıları kente getireceği aşikârdır, ancak yapılan çalışmalarda daha fazla yol yapmanın trafiği rahatlatmak bir yana sadece daha kalitesiz bir kentsel havaya ve daha fazla trafiğe yol açacağı tespit edilmiştir (Karakiewicz, 2011). Dolayısıyla Netzstadt modelinde kentsel altyapıların geliştirilmesinden kasıt, altyapıların kent metabolizmasını destekleyecek biçimde çeşitlendirilmesi ve ağ yapısının güçlendirilmesi olarak ele alınmıştır.

Eko-Kentler

Kent metabolizması yaklaşımının uygulanmasında bir diğer örnek olan Eko-kentler (*Eco-cities*), Avrupa Birliği (AB) tarafından ve dünyanın farklı bölgelerinde, yerele özgü prensiplerle çeşitlendirilerek uygulanan önemli bir modeldir. Dolayısıyla tek bir Eko-kent kriter kümesinden söz etmek mümkün değildir. Ancak genel olarak bakıldığında Eko-kentler, doğal ekosistemlerin bir fonksiyonu olarak ortaya çıkan, kendine yeterli ve dayanıklı insan yerleşimleri olarak tanımlanabilir (ecocitybuilders.org, 2018).

Eko-kent yaklaşımında kent, yaşayan canlı bir metabolizma gibi görülmekte ve ulaşım, enerji elde etmek, çevresine karşı duyarlılık geliştirmek, gelişmek ve kendini eğitim, planlama gibi araçlarla yeniden üretmek, beslenmek ve atıklarını ortadan kaldırmak için sistemlere ihtiyacı olduğu kabul edilmektedir. Bu kapsamda sistemde yer alan tek canlı varlık insan olarak görülmemekte ve o kentteki tüm canlı varlıklar bu sistemin önemli unsurları olarak ele alınmaktadır. Ayrıca sistemdeki cansız varlıkların da kent metabolizması içinde önemli görevler üstlendikleri kabul edilmektedir. Bütün bu canlı ve cansız unsurların hepsi birlikte kentlerde iklim, gıda, beslenme dengesi, sağlık, kültür ve çeşitli döngüler için çalışmaktadır.

Bu tip kentlerde kent metabolizması hesabı dikkatli bir biçimde yapılmaktadır ve girdi materyal olarak yenilenebilir kaynakları tüketmeye çalışan, tüketirken de tükettiğinden daha fazla üreten bir sistem kurgulanması hedeflenmektedir. Bu modelin benimsendiği kentlerde, üretim esnasında atık ortaya çıkmamasına, ancak tüm tedbirlere rağmen atık ortaya çıkarsa bunun kente ve çevre komşuluklara zarar vermesinin önüne geçilecek biçimde kentsel döngüye yeniden ve uygun bir biçimde dâhil edilerek ortadan kaldırabilmesine imkân veren bir sistem kurgulanmaktadır. Böylelikle kentlilerine sağlıklı bir ortam sunan bir kent elde edilmektedir. Bu tip bir kent, aynı zamanda sosyal ve ekonomik anlamda adalet,

eşitlik, dürüstlük, katılım ve yönetişim ilkeleri temelinde gelişen bir kenttir (ecocitybuilders.org, 2018).

Dünya Bankası Eco2 Kent Modeli

Kent metabolizması yaklaşımının uygulanmasında somut örneklerden bir diğeri ise Eco2 kentleri girişimidir ve sürdürülebilir kentlere ulaşmak doğrultusunda Dünya Bankasının Kent ve Yerel Yönetimler Stratejisinin bir parçası olarak ortaya konulmuştur. Amacı, kentlerin gelişiminde ekolojik ve ekonomik sürdürülebilirliğin bir arada sağlanmasıdır.

Eco2 yaklaşımı özellikle gelişmekte olan kentlerin dönüşümüne ilişkin prensipleri ve genel çerçeveyi ortaya koymaktadır. Yaklaşımın temel vurgusu kentsel yönetişim kapsamında güçlü bir liderlik yanında, bütünleşik bir yaklaşımla paydaş katılımının, henüz kentsel planlama aşamasından başlayarak sağlanmasıdır. Buna göre söz konusu yaklaşımda kent metabolizması kavramıyla uyum içinde sürdürülebilir bir kente ulaşmak doğrultusunda yerel yönetimlerin kentin potansiyellerini ve kaynaklarını en üst seviyeye çıkartacak, yenilikçi bir biçimde kentsel gelişime öncülük etmesi ve farklı paydaşları bir araya getirmeleri gerekliliği ortaya konulurken; aynı zamanda yerel yönetimlerce daha etkin kaynak kullanımı sağlayan ve maliyet etkinliği de beraberinde getiren, kentsel sorunlara bütünleşik çözümler sunan yaklaşımların araştırılarak uygulanması önemli koşullar olarak ortaya konulmuştur (World Bank-Eco2 Cities, 2017).

Kent metabolizması yaklaşımı ile uyumlu bir biçimde Eco2 modelini uygulayan kentlerde, uygun stratejilerle desteklenerek kaynak etkinliğinin sağlanması ve yenilenebilir enerji ve kaynak temelli, zararlı kirleticilerin ve gereksiz atıkların miktarının olabilecek en düşük düzeye çekilmesine yönelik politikaların geliştirildiği bir yaklaşım öngörülmektedir. Bunlara ulaşmak doğrultusunda yukarıda da vurgulandığı gibi toplumsal/sosyal boyut göz ardı edilmemektedir. Kentlinin yaşam kalitesi desteklenmekte ve ekonomik sürdürülebilirlik kadar kültürel sürdürülebilirliğin de garanti altına alınması hedeflenmektedir.

Sürdürülebilirliği ve iklim değişikliğine karşı dayanıklılığı sağlamak doğrultusunda yaşam döngüsü analizi ve tüm kapitalin (ticari, doğal, insan ve sosyal) değerinin bir arada değerlendirilmesi ve karar verme süreçlerinde risk değerlendirmesinin de yapılması modelin temel özelliklerindendir. Eco2 modelini iyi bir kent metabolizması modeli örneği yapan ise özellikle aşağıdaki 2 husustur:

- Modelde yerelliğin ön plana çıkarılarak yerel kaynakların kullanımının teşvik edilmesi,
- Yerel özelliklere ve unsurlara dönük olarak geliştirilecek eylem planlarının kentin sürdürülebilirliğinin garantisi olması.

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 işyerlerinde tüketilenler, altyapı aracılığıyla temizlenenler ve yeniden kullanıma yönlendirilenler ve doğaya atık olarak gönderilenler biçiminde bir sınıflandırma gerçekleştirilmektedir (World Bank-Eco2 Cities, 2017: 8).

Dünya Bankasının söz konusu yaklaşımında temel mantık, özellikle gelişmekte olan ülkelerde kaynak sıkıntısının söz konusu olmasıdır. Söz konusu sıkıntılar özellikle idari, teknik, finansal alanlarda ortaya çıkabilmektedir. Bu ülkelerdeki kentlerin yaşadığı en temel sorun ise hızlı kentleşme ve kentin çeperlerine doğru yayılmasıdır. Eco2 modelinde kent metabolizması yaklaşımı içinde bir kentin söz konusu güçlüklerin üstesinden gelmesi için tespit edilen temel prensipler;

- Yerel ekolojinin ön planda tutulduğu bir yaklaşımla, yerel özel koşulların göz önünde bulundurulduğu ve kenti temel alan bir yaklaşım geliştirmek;
- Kentin temel paydaşları arasında bir sinerjinin ve kente ilişkin kararlara katılımının; özetle kent hakkının sağlandığı bir yaklaşım benimsemek;
- Tüm kentsel sistemin yararına çalışacak biçimde bütünleşik bir yaklaşım geliştirmek;
- Yatırım çerçevesinin yaşam döngüsü analizi, sermaye varlıklarının (imal edilmiş, doğal, insani ve sosyal) değeri ve karar verme süreçlerinde daha kapsamlı bir risk analizleri göz önünde bulundurularak, kapsayıcı ve şeffaf bir yaklaşımla sürdürülebilirliği ve dayanıklılığı sağlayacak biçimde kurgulanması (World Bank-Eco2 Cities, 2017: 8).

Yukarıda somut uygulama örnekleri verilen kent metabolizması yaklaşımının, günümüzde bir kentin sürdürülebilirliğine ilişkin değerli olanaklar sunduğu; enerji etkinlik, madde döngüsü, atık yönetimi ve etkin altyapı hakkında net bilgiler verdiği ve iklim değişikliğine dayanıklılık ve uyum bağlamında kentlerde hayata geçirilmesi gereken önemli bir yaklaşım olarak ön plana çıktığı görülmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Günümüzde kentlere ve kentsel sorunlara bilimsel ve bütünleşik bir yaklaşımın geliştirilmesi gerektiğinin anlaşıldığı bir aşamaya gelinmiştir. Descartes'in dünyayı parçalı bir yapı olarak ele alan ve problemleri parçalara bölerek, bunları ayrı ayrı çözmeye yönelen yaklaşımı, özellikle kentsel alanlara ilişkin sorunların çözümü söz konusu olduğunda artık geçerliliğini yitirmiş durumdadır. Nüfus ve

alan yönünden büyüyen kentlerde ortaya çıkan problemlere çözüm bulunması doğrultusunda, özellikle 2000'li yıllardan bu yana sürdürülebilir kent modelleri geliştirilmektedir. Böylelikle kent plancılarına, yerel yönetimlere, kentlilere ve politika üreten her düzeyde kişiye; kent planları ve kentsel tasarımlar, kentsel altyapı, kentsel politikalar, kentsel atık yönetimi, kirlilik ve kentsel servislere erişim gibi sayıları arttırılabilecek pek çok konuda sosyo-ekonomik ve çevresel etkilerin de değerlendirilmesini içeren bir süreç tanımlanmaktadır. Bu tip yol haritalarının kurgulanması gereksinimi, özellikle metropoliten alanlarda iklim değişikliği başta olmak üzere kentsel sürdürülebilirlikle ilgili sorunların yaşamın devamlılığını tehdit eder hale gelmesiyle ortaya çıkmıştır.

Kentlerde arazi kullanımlarının etkinliği sağlanmalı ve negatif çevresel etkiler minimize edilmelidir. Sürdürülebilir bir kentin en temel göstergeleri materyal ve enerji akışının etkin bir biçimde sağlanmasının yanı sıra, atık yönetiminin de eş zamanlı olarak sağlanması ve kent ve çevresinde ekolojik bozunuma neden olunmamasıdır.

Kentlerde materyal ve enerji akışının çevresel, sosyal ve ekonomik bağlamda analiz edilmesinde günümüzde kent metabolizması yaklaşımı kullanılmaktadır. Özellikle kentsel çevrenin daha sürdürülebilir bir biçimde kullanılması bu kavramın konu alanına girmektedir. Bu sayede kentler ile doğal sistemler arasındaki etkileşimin genel bir çerçevesi çizilerek; bu ilişkinin sağlıklı bir biçimde geliştirilmesi doğrultusunda hangi parametrelerin ele alınması gerektiği tespit edilebilmekte ve yerele özgü yaklaşımlar ve stratejiler geliştirilebilmektedir.

Daha sürdürülebilir ve iklim değişikliğine dayanıklı geleceğin kentlerine ulaşmanın yolu, kent metabolizmasına ilişkin çalışmalarının sürekli ve tekrarlayan bir süreçte uygulanmasından geçmektedir. Planlama, tek başına alan kullanımı-donatılar ve ulaşım ağının karşılıklı ilişkisinden oluşan bir sistem gibi dursa da kent metabolizmasının sürece dâhil edilmesi kentlerin daha düşük karbonlu, enerji etkin, iklim değişikliğine dayanıklı ve sürdürülebilir biçimde planlaması için gerekli olan yol haritasının oluşturulmasına büyük katkı sağlayacaktır. Çünkü karmaşık kent sistemlerinin su, enerji, gıda, insan gibi sayılarını arttırabileceğimiz unsurlarının modellenmesinde kavramsal bir çerçeve sunan kent metabolizması modeli, insan aktiviteleri ve insan ile doğa arasındaki etkileşimi, kentsel ağların ve altyapıların kullanılışını, kentsel kaynak kullanımı ve materyal akışını ele almakta ve bunların ölçümünün yapılabilmesini mümkün kılan metotlar içermektedir.

Kentlerde kaynak akışında etkinliğin sağlanmasında, tüm kentsel sistemlerin bütünleşik olarak ele alınması ve kentsel ağ yapısı içinde altyapı yatırımları başta olmak üzere arz ve talep dengesinin iyi bir biçimde analiz edilmesi önemli-

dir. Bu kapsamda sürdürülebilir nitelikte uygulamalar, iklim değişikliğine dayanıklı kentlere ulaşmak doğrultusunda hayata geçirilmelidir. Günümüzün gelişen teknolojik olanakları kentin sürdürülebilirliğine katkı sağlamak doğrultusunda kullanılmalı, kentsel tasarım ve planların ve kente ilişkin geliştirilecek politikaların döngüsel bir metabolizmanın oluşturulmasına ve uygun kaynak, materyal ve enerji akışını sağlayacak bir biçimde düzenlenmesine önem verilmelidir. Kent metabolizmasının ölçülmesi için gerekli olan doğru ve yeterli verilerin toplanması, kentin gelişiminin yanı sıra enerji ve kaynak akışının dikkatli bir biçimde takip edilerek; farklı senaryolarla kentin geleceğine ilişkin öngörülerin bunlara dayanarak geliştirilmesi esas olmalıdır.

Günümüz koşullarında sürdürülebilir kentlere ulaşmanın yolu; katılımcı bir yaklaşımla, küresel ısınma başta olmak üzere çevre sorunlarının doğrudan etkilediği doğal kaynakların bütünleşik nitelikte yönetiminin sağlanması, yerel enerji kaynaklarının kullanılması, atık kavramının ortadan kaldırılmasına dönük teknolojik altyapının temin edilmesi, kültürel değerlerin korunması, akıllı ulaşım ve altyapı imkânlarının kurgulanması ve tüm bunlara yönelik politika ve stratejilerin doğru bir biçimde sosyo-çevresel ve yerel özellikler dikkate alınarak tespit edilmesinden ve adaptasyonundan geçmektedir.

Bu kapsamda farklı meslek disiplinlerinin, karar vericilerin bir arada çalışmasına imkân veren kent metabolizması yaklaşımının hayata geçirilmesi, kente ilişkin kararlarda tüm paydaşları içeren bir yönetişim tarzı geliştirilmesi ve kentler arasındaki ağın da çalışmalarda göz önünde bulundurulması geleceğin sürdürülebilir ve iklim değişikliğine dayanıklı kentlerine ulaşmada önemli olacaktır. Sürdürülebilir kentleşmeye ilişkin olarak gerçekleştirilen Goa2100 projesi kapsamında da ifade edildiği gibi; "Yaşayan bir kent sadece bir toprak adası değildir. Onun metabolizması çevresindeki ekosistemle, kentin insanıyla, kültürüyle ve kentin diğer yaşayan hücreleriyle de etkileşim halindedir ve bu sistem bir parazit gibi sadece tüketen değil; tüketirken üreten, yaşayan ve gelişen bir yapıyı oluşturur." (Mehrotra vd., 2003: 199).

Kaynakça

Albayrak, İ. (2012). *Ekosistem servislerine dayalı mekânsal planlama yaklaşımı:* Ömerli *havzası örneği*. http://obanettr.org/default.asp?baslik=ekosistem_servislerine_dayali_mekansal_planlama_yaklasimi_omerli_havzasi_ornegivepage=2vea=173veb=1vec=173 (17.01.2018).

Algan, N. (2017). *Kentsel gelişmede ekolojik sürdürülebilirlik*. Uluslararası Kentsel Politikalar Konferansı (INCUP2017). http://incup2017.emu.edu.tr/tr (06.10.2017).

Arkitera.com. *Mega kentler ve sorunları.* http://v3.arkitera.com/arsgratiaartis.php?action=displayNewsItemveID=9814 (26.03.2018).

Bader, N. ve Bleischwitz, R. (2009). *Measuring urban greenhouse gas emissions: the challenge of comparability*. http://sapiens.revues.org/854 (26.02.2018).

Barlow, J., Best, M., Bohnenstengel, S.,Clark, P., Grimmond, C., Lean, H., Christen, A., Emeis, S., Haeffelin, M., Harman, I., Lemonsu, A., Martilli, A., Pardyjak, E., Rotach, M., Ballard, S., Boutle, I., Brown, A., Cai, X., Carpentieri ve M., Zhong, J. (2017). *Developing a research strategy to better understand, observe, and simulate urban atmospheric processes at kilometer to subkilometer scales,* https://www.researchgate.net/publication/317606687_Developing_a_Research_Strategy_to_Better_Understand_Observe_and_Simulate_Urban_Atmospheric_Processes_at_Kilometer_to_Subkilometer_Scales (26.02.2018).

Biomimicry.org. *What is biomimicry?* https://biomimicry.org/what-is-biomimicry/ (26.02.2018)

Bookchin, M. (1979). "Ecology and revolutionary thought". *Antipode*. 10(3): 21–32.

Bursa Büyükşehir Belediyesi İklim Değişikliği Eylem Planı (2015). http://www.bursa.bel.tr/dosyalar/BBB_IDEP_Kas%C4%B1m2015.pdf, (26.02.2018).

Capra, F. (1995). Deep ecology: a new paradigm. *Deep Ecology for the Twenty-First Century.* (Ed. G. Sessions). Boston: Shambhala Publications, 19-25.

Carreón J., R. ve Worrell, E. (2018). *Urban energy systems within the transition to sustainable development. A research agenda for urban metabolism*, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344917302434 (30.05.2018).

Carter, T.R., Fronzek, S., Inkinen, A., Lahtinen, I., Lahtinen, M., Mela, H., O'Brien, K.L., Rosentrater, L.D., Ruuhela, R., Simonsson, L.ve Terama, E. (2016). Characterising vulnerability of the elderly to climate change in the Nordic region. *Regional Environmental Change*, 16 (1), 43–58.

Chen, S., Fath, B., D.ve Chen, B. (2010). *Information indices from ecological network analysis for urban metabolic system,* https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878029610001155 (22.01.2018).

Cuthberthson, A. (2016). *Construction begins on world's largest floating solar power plant***.** http://europe.newsweek.com/construction-begins-worlds-largest-floating-solar-power-plant-418606?rm=eu (26.01.2018).

Çüçen, A. (2011). *Derin Ekoloji*. http://blog.aku.edu.tr/ometin/files/2011/12/derinekoloji.pdf (02.01.2018).

Delf University of Technology. (2018). *What is urban metabolism?.* https://urbanmetabolism.weblog.tudelft.nl/what-is-urban-metabolism/ (22.01.2018).

Demirci, M. (2015). "Kentsel iklim değişikliği yönetişimi". *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 46, 75-100.

Eberlein, S. (2018). *Profiles in urban metabolism: a multimedia showcase for exploring, measuring and guiding progress toward resource efficient cities.* https://ecocitybu-

ilders.org/profiles-in-urban-metabolism-a-multimedia-showcase-for-exploring-measuring-and-guiding-progress-toward-resource-efficient-cities/ (22.01.2018).

EC Europa, Indicators for Sustainable Cities Report (2018) http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/indicators_for_sustainable_cities_IR12_en.pdf (10.03.2018).

Ecocitybuilders.org. (2018). *What is an ecocity?* https://ecocitybuilders.org/what-is-an-ecocity/ (10.03.2018).

Ertürk, H. (1995). *Kent Ekonomisi.* Bursa: Ekin Kitabevi.

Farr, D. (2008). *Sustainable Urbanism: Urban Design with Nature*. Canada: John Wiley ve Sons Inc.

Foster, J.B. (2000). *Marx's Ecology.* New York: Monthly Review Press.

Foster, J., B. (2002). *Savunmasız Gezegen*, Ankara: Epos.

Gandy, M. (2002). *Concrete and Clay: Reworking Nature in New York City*. Cambridge, MA/London: The MIT Press.

Giddens, A. (2012). *Sosyoloji: Kısa Fakat Eleştirel Bir Giriş*. Ü. Y. Battal (Çev.). 4.Baskı. Ankara: Siyasal Kitabevi.

Global Footprint Network. http://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/ (20.01.2018).

Gottdiener, M. ve Hutchison, R. (2010). *The New Urban Sociology*. 4th Edition. Colorado: Westview Press.

Gutierrez, R. (2012). *Animal Cell Compared to a City*, https://prezi.com/dp86nn11rnis/animal-cell-compared-to-a-city/?webgl=0 (20.01.2018).

Harvey, D. (2013). *Asi Şehirler*. A. D. Temiz (Çev.). İstanbul: Metis.

Heynen, N., Kaika, M., Swyngedouw, E. (2006). *In the Nature of Cities - Urban Political Ecology and The Politics of Urban Metabolism.* New York: Routledge-Taylor and Francis Group.

IPCC. Guidelines for national GHG inventories, http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/ (18.01.2018).

IPCC. Publication and Data Reports, http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml, (18.01.2018).

Jacobs, J. (1969). *The Death and Life of Great American Cities*. London: Random House, Vintage Books.

Janzen, R. (2002). "Reconsidering the Politics of Nature: Henri Lefebvre and The Production of Space", *Capitalism Nature Socialism,* 13(2): 96-116.

Kalatha, A. (2015). *Urban metabolism - from linear to circular,* https://tudelft.openresearch.net/page/12282/urban-metabolism-from-linear-to-circular (18.02.2018).

Karakiewicz, J. (2011). *Urban metabolism of low carbon cities,* http://www.isocarp.net/Data/case_studies/1874.pdf (18.01.2018).

Kaya, T. (2011). "Chicago Okulu: Chicago'ya özgü bir perspektif". *Sosyoloji Dergisi*, 3(22), 367-383.

Kennedy, C., Cuddihy, J., Engel-Yan, J. (2007). "The changing metabolism of cities". *Journal of Industrial Ecology,* 11(2), 43-59.

Kennedy C., Stewart, I., Facchini, A., Cersosimo, I., Mele, R., Chen, B., Uda, M., Kansal, A., Chiu, A., Kim, K., Dubeuxg, C., La Rovereg, E.,L., Pincetl, S., Keirstead, J., Pusaka, S., Gunawan, J., Adegbile, M., Nazariha, M., Hosque, S., Marcotullio, P., J., Otharánp, F., G., Genena, T., Ibrahim, N., Farooqui, R., Cervantes, G. ve Sahin, A. D. (2015), *Energy and material flows of megacities*, http://www.pnas.org/mwg-internal/de5fs23hu73ds/progress?id=DzREwSi6RxYNt59rO-YE0aPQTzHZY0GFj_ZZr58-688,vedl (18.01.2018)

Kılıç, S., (2006). Yeni Toplumsal Ekonomik Arayışlar Sürecinde Sürdürülebilir Kalkınma. *Gazi* Üniversitesi *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2), 81-101.

Kuban B., Demir, E.ve Demir, C. (2013). *Sürdürülebilir Kentler ve En İyi Uygulamalar*. http://www.3eelectrotech.com.tr/arsiv/yazi/129-surdurulebilir-kentler-ve-en-iyi-uygulamalar (24.01.2018).

Lefebvre, H. (1976). *The Survival of Capitalism: Reproduction of the Relations of Production*. London: Allison and Busby Limited.

Lehmann, S. (2010). *Green urbanism: formulating a series of holistic principles*. http://sapiens.revues.org/1057 (15.01.2018).

Lu, Y.ve Chen, B. (2015). *Carbon metabolism in urban communities.* https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610215013703 (15.01.2018).

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 (26.05.2018).

Merriam-Webster. https://www.merriam-webster.com/dictionary/metabolism (01.01.2018).

Naess, A.(1994). Derin Ekolojinin Temelleri. *Derin Ekoloji*. (Ed. G. Tamkoç). İzmir: Ege Yayınları.

Nap.edu (2011). https://www.nap.edu/read/13152/chapter/4 (01.01.2018).

Odum, H. T. (1996). *Environmental Accounting: Emergy and Environmental Decision Making*, New York: John Wiley ve Sons.

Olmstead, F. L. (1895). "Parks, Parkways and Pleasure Grounds", *Engineering Magazine*, 9: 253–254.

Oswald F. veBaccini, P. (2003). *Netzstadt: Designing The Urban.* https://books.google.com.tr/books?id=XHKAjUDqy8YCveprintsec=frontcovervehl=trvesource=gbs_ge_summary_rvecad=0#v=onepageveqvef=false.

Özcan, K. (2012). Sürdürülebilir Kent Modeli, Sürdürülebilir Kentsel Gelişme. *Kentsel Planlama Ansiklopedik Sözlük*, (Ed. M. Ersoy). İstanbul: Ninova Yayıncılık.

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.

Mehrotra, R., Prakash, S. ve Revi, A. (2003). *Goa 2100*. https://www.researchgate.net/publication/261697347_Goa_2100 (01.01.2018).

Sessions, G. (1995). *Deep Ecology for the Twenty-First Century*. Boston: Shambhala Publications.

Sınmaz, S. (2015). "Enerji Verimliliği Temasının Türkiye Şehir Planlama Sistemine Entegrasyonu: Lâpseki Kenti İçin Bir Yaklaşım". *Planlama Dergisi*, 15(2), 195–204.

Siemens.co.uk. *What is urban sustainability?* https://www.siemens.co.uk/education/pool/teachers/crystal/downloads/what_is_urban_sustainability_v1.pdf (14.02.2018).

Swyngedouw, E. (1999). "Modernity and hibridity: Nature, Regeneracionismo, and the production of the Spanish waterscape, 1890–1930". *Annals of the Association of American Geographers*, 89(3): 443–465.

Swyngedouw, E. (2004). *Social Power and the Urbanization of Water: Flows of Power*. Oxford: Oxford University Press.

Swyngedouw, E. (2005). "Dispossessing H 2 0 – The contested terrain of water privatization". *Capitalism, Nature, Socialism*, 16(1): 1–18.

Swyngedouw, E. ve Kaika, M. (2000). The environment of the city or . . . The Urbanization of nature. *Reader in Urban Studies.* (Ed. G. Bridge ve S. Watson). Oxford: Blackwell Publishers.

Timmeren, A., V. (2014). *The concept of the urban metabolism (UM),* https://urbanmetabolism.weblog.tudelft.nl/files/2016/07/05a_UrbanMetabolism_VanTimmeren.pdf (22.01.2018).

Topal, K. (2003). "Global kapitalizmde sermaye birikimi için yeni mekânsal ölçekler: Dünya Kentleri/Global kentler". *Çağdaş Yerel Yönetimler*, 12(2), 41-61.

Tuğaç, Ç. (2017). *Türkiye İçin İklim Değişikliğine Dayanıklı Kentsel Planlama Modeli Önerisi: Eko-Kompakt Kentler*. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi (Kent ve Çevre Bilimleri) Anabilim Dalı Doktora Tezi, Ankara.

UN-HABİTAT (2002). *The global campaign on urban governance*, https://unhabitat.org/books/global-campaign-on-urban-governance-the/ (22.01.2018).

UN-HABİTAT (2009). *Best practices and local leadership programme*, http://mirror.unhabitat.org/categories.asp?catid=508 (24.02.2018).

UN-HABİTAT (2016). *World Cities Report 2016*. wcr.unhabitat.org/, (11.01.2018).

UN-HABİTAT (2017). *Strategic Plan.* https://unhabitat.org/un-habitats-strategic-plan-2014-2019/ (20.04.2018).

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(2018), 516–525.

Weisz, H., ve Steinberger, J., K. (2010). *Reducing energy and material flows in cities,* https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187734351000045X?via%3Dihub (11.01.2018).

Williams, J., Bouzarovski, S., Swyngedouw, E. (2018). "The urban resource nexus: On the politics of relationality, water–energy infrastructure and the fallacy of integration", *Environment and Planning C: Politics and Space*, 0(0), 1-18.

Williams, R. (1985) (1973). *The Country and the City*. London: Hogarth Press.

Wolman, A. (1965). *The Metabolism of Cities*, http://www.irows.ucr.edu/mwg-internal/de5fs23hu73ds/progress?id=uDCOthTGABK4RULAuCx1xQ4T2dSJ6MmuzxM8l-Gx8t8M (11.01.2018).

Worldwatch Enstitüsü. (2016). *Dünyanın Durumu 2016 Raporu: bir kent sürdürülebilir olabilir mi?*. D. Kutluay (Çev.). İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

World Bank (2017). *The Eco2 Cities*. http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1270074782769/Eco2_Cities_Guide-web.pdf (20.01.2018).

Yazar, H., K. (2006) *Sürdürülebilir Kentsel Gelişme Çerçevesinde Orta Ölçekli Kentlere Dönük Kentsel Planlama Yöntem Önerisi*, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi ve Siyaset Bilimi Kent Çevre Bilimleri Anabilim Dalı Doktora Tezi, Ankara.

Zehirsizev.com (2018). *Gömülü Enerji.* http://www.zehirsizev.com/ev/enerjinizi-nereye-gomdunuz/ (20.01.2018).