

SUSCEPTIBILITY TO WATER IN THE CONTEXT OF CLIMATE-FRIENDLY URBANISM

Hayriye EŞBAH TUNÇAY

ABSTRACT

Creating water-sensitive cities is an important urbanization and water policy that needs to be developed as a requirement of the climate change that we have to deal with in the twenty-first century. This article is prepared to address what should be considered in the water-sensitive design of public open spaces in a city. Information on how to develop water-sensitive and nature-friendly designs throughout the city with the green infrastructure approach is presented on 4 different typologies of public open spaces: 1- Parks, 2- Squares and streets, 3- Transportation corridors, and 4- Urban waterways. The article lists principles when creating water-sensitive cities with a green infrastructure approach: Protect natural areas and enhance permeability in the urban fabric, reduce the impacts of urban development on hydrology, manage urban runoff close to where it starts, implement green and blue infrastructure strategies in integrated water management in cities, understand the rainwater and gray water as a source rather than waste and use them in a wider urban context as nature-based solutions.

Keywords: Water Sensitive Urban Design, Water, Urbanism, Sustainability, Climate Change

Prof. Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü
Mail: esbah@itu.edu.tr

 ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1755-1936>

Makale Atıf Bilgisi: Makale Atıf Bilgisi: Eşbah Tunçay, H. (2022). "İklim Dostu Şehircilik Bağlamında Suya Duyarlılık", *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*. Yıl: 1. Sayı: 2. ss. 41-58.

Makale Türü: Araştırma
Geliş Tarihi: 16.07.2022
Kabul Tarihi: 30.07.2022
Yayın Tarihi: 31.07.2022
Yayın Sezonu: Temmuz 2022

İKLİM DOSTU ŞEHİRCİLİK BAĞLAMINDA SUYA DUYARLILIK

Hayriye EŞBAH TUNÇAY

ÖZ

Suya duyarlı şehirler oluşturmak yirmi birinci yüzyılda baş etmek zorunda olduğumuz iklim değişiminin bir gerekliliği olarak geliştirilmesi gereken önemli bir kentleşme ve su politikasıdır. Bu makale bir şehrin içinde yer alan kamusal açık alanların suya duyarlı tasarımında düşünülmesi gerekenleri ortaya koymak amacı ile hazırlanmıştır. Yeşil altyapı yaklaşımı ile kent genelinde suya duyarlı ve doğa dostu tasarımların nasıl geliştirileceğine dair bilgiler 4 farklı kamusal açık alan tipolojisi üzerinde sunulmuştur: 1- Parklar, 2- Meydanlar ve caddeler, 3- Ulaşım Koridorları, 4- Kentsel dereler. Makale yeşil altyapı yaklaşımı ile suya duyarlı şehirler oluştururken takip edilecek ilkeleri listelemektedir: Doğal alanlarımızı korumak ve geçirimli yüzeylerimizi artırmak, kentsel gelişimin hidroloji üzerindeki baskısını azaltmak, suyun alanın hemen yakınında bir yerde yönetmek, entegre su yönetimi sistemine yeşil ve mavi altyapı tasarım prensiplerini yerleştirmek, kentin her tür yağmur suyu ve atık suyunu bir kaynak olarak görmek ve bunları doğa tabanlı çözümlerle kente kazandırmak.

Anahtar Kelimeler: Suya Duyarlı Kentsel Tasarım, Su, Şehircilik, Sürdürülebilirlik, İklim değişimi

Giriş

Su, gittikçe azalan ve bu itibarla kontrolü zor bir kaynak olarak 21. yüzyılın iklim değişimi ile baş etmek zorunda kalan dünyasında çok daha dikkatli yaşanması gerektiğini bizlere hatırlatan bir unsurdur. Bu sebeple Birleşmiş Milletler tarafından 2015 yılında yayımlanan 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündeminde yer alan 17 adet Sürdürülebilir Gelişme Amaçlarından önemli bir bölümü su ile doğrudan veya dolaylı olarak etkileşen konulardan oluşmaktadır. Bu hedeflerden altıncısı herkes için su ve sanitasyonun mevcudiyetini ve sürdürülebilir yönetiminin sağlanmasını dile getirirken ondördüncü hedef sürdürülebilir kalkınma için okyanusları, denizleri ve deniz kaynaklarını korumayı ve sürdürülebilir şekilde kullanmayı vurgulamaktadır. Kalkınma hedeflerinin onüçüncüsü iklim değişikliği ve etkileriyle mücadele etmek için acilen harekete geçilmesi gerektiğini belirtirken sadece doğal alanların korunması değil aynı zamanda şehirlerin de sürdürülebilir şekilde gelişmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Nitekim Birleşmiş Milletler Kalkınma hedeflerinden onikinci hedef şehirleri ve insan yerleşimlerini kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir hale getirecek önlemlerin alınmasına dikkat çekmektedir.

Baş etmek zorunda olduğumuz afetler ve şokların sıklığı ve etkilerinin giderek arttığı düşünüldüğünde yaşanabilir şehirler oluşturmak, vazgeçilmez bir olgudur. Bu sebeple pek çok şehir, planlama ve tasarım aşamalarında suyla kurdukları ilişkileri yeniden kurgulamak ve sorgulamak durumundadır. Şehirler kompleks sosyo-ekolojik sistemlerdir. Doğal ve yapılı çevrenin birbiri ile uyum içerisinde olduğu şehirlerde sosyal, fiziksel ve ekonomik koşullar sürdürülebilir bir ilişki içerisinde birbirini destekler (Eşbah, 2021). İnsanların daha sağlıklı bir çevrede yaşaması hem ekonomik hem ekolojik hem de sosyal yapıyı olumlu etkiler. Yaşamın vazgeçilmez unsuru olan su, bu çevrenin oluşturulmasında her zamankinden daha çok öneme sahiptir. Günümüzde dünya nüfusunun %50'sinden fazlası şehirlerde yaşamaktadır. Ancak, Batty'e (2013) göre dünya şehirlerinin nüfusu 2100'e kadar artacak ve şehirlerin yaşanabilirliği düştüğü için ardından düşüşe geçecektir. İklim değişiminin etkilerinin giderek artacağı düşünülürse, geleceğin şehirlerinin dayanıklı ve daha yüksek yaşam standartlarını sunar olması kaçınılmazdır.

İklim değişikliği ile beraber kurak ve sıcak dönemin giderek uzaması pek çok şehrin su ihtiyacının karşılanması veya tarımsal üretimin sürdürülebilirliği ve yaban hayatı açısından önemli tehditleri oluşturmaktadır. Kuraklık ülkemiz açısından giderek büyük bir tehdit halini almaktadır (Kadıoğlu, 2019). Bu durum şehirlerimizdeki su sarfiyatının azaltılması, su döngüsünün desteklenir hale gelmesi ve alternatif su kaynaklarının devreye sokulmasını gerektirmektedir. Şehirlerdeki çeşitli insan kaynaklı unsurlar nedeniyle su kalitesinin düşmesi, kirlilik, tuzluluk, ötrofikasyon, müsilaj gibi durumları son yıllarda baş edilmesi

zor çevre problemleri olarak karşımıza çıkarmaktadır. Su kalitesinin korunması ve iyileştirilmesinde kirletici kaynakların tespit edilmesi ve kirliliğin kontrol altına alınması gerekmektedir. Şehirler için baş edilmesi gereken en önemli konulardan biri de atık suların toplanması, arıtılması ve yönetimidir (Tanık vd., 2016). Kuraklıkla beraber giderek artan susuzluğumuz bizlere atık suları daha yaratıcı tekniklerle kullanmamız gerektiğini göstermektedir. Bu hedefe ulaşmak için şehirlerdeki farklı kalite ve içerikteki su kaynaklarının nasıl toplanacağı, geri dönüştürüleceği ve kullanılacağı konusunda kent bilgi sistemlerini şehirlerdeki diğer ağlar (telekomünikasyon, ulaşım, yeşil sistem vb.) ile entegre şekilde şimdiden oluşturmak gerekmektedir (Derrible, 2017).

Seller, dünya çapında insanları etkileyen en yıkıcı doğal afetlerdendir. Buna ek olarak deniz seviyesinin yükselmesi dünya üzerindeki pek çok kıyı şehrini yeniden yapılanmaya zorlamaktadır. Bu bahsi geçen sorunlarla baş edebilmek şehirlerimizi suya duyarlı hale getirmekle mümkündür. Bu makalenin amacı iklim değişikliği ile baş etmek zorunda kalan dünyamızda suya duyarlı şehirler oluşturmaya ilişkin kamusal alanlarda geliştirilecek stratejileri ortaya koymaktır.

Etkin planlama kararları bu stratejilerin anlaşılmasına dayanmaktadır ve genelde de birden fazla önlemin alınmasını gerektirmektedir. Bu önlemlerin başında taşkın yataklarında yeni veya uygun olmayan yapılaşmanın engellenmesi, bazı yapıların kaldırılması, yapıların sele dayanıklı hale getirilmesi, gri, yeşil ve mavi altyapının bir arada ele alınması, havzada gelişmenin kontrol altında tutulması ve erken uyarı sistemlerinin devreye sokulması gelmektedir (Pilon, 2003). Ayrıca sistematik ölçümlerin yapılması, geleceğe yönelik modellemelerin yapılması ve halkın bilincinin artırılmasına yönelik faaliyetlerin kurgulanması da önemlidir. Dünya üzerinde bazı ülkelerin uzun süredir gelen suya duyarlı şehircilik ve yağmur suyu yönetim deneyimleri varken (Brown ve Clarke, 2005) pek çok sanayileşmiş şehrin de bu konudaki sağlıklı altyapıyı kurmak için insan ve ekonomik kaynaklar anlamında sıkıntıda olduğu görülmektedir (Brown vd., 2011).

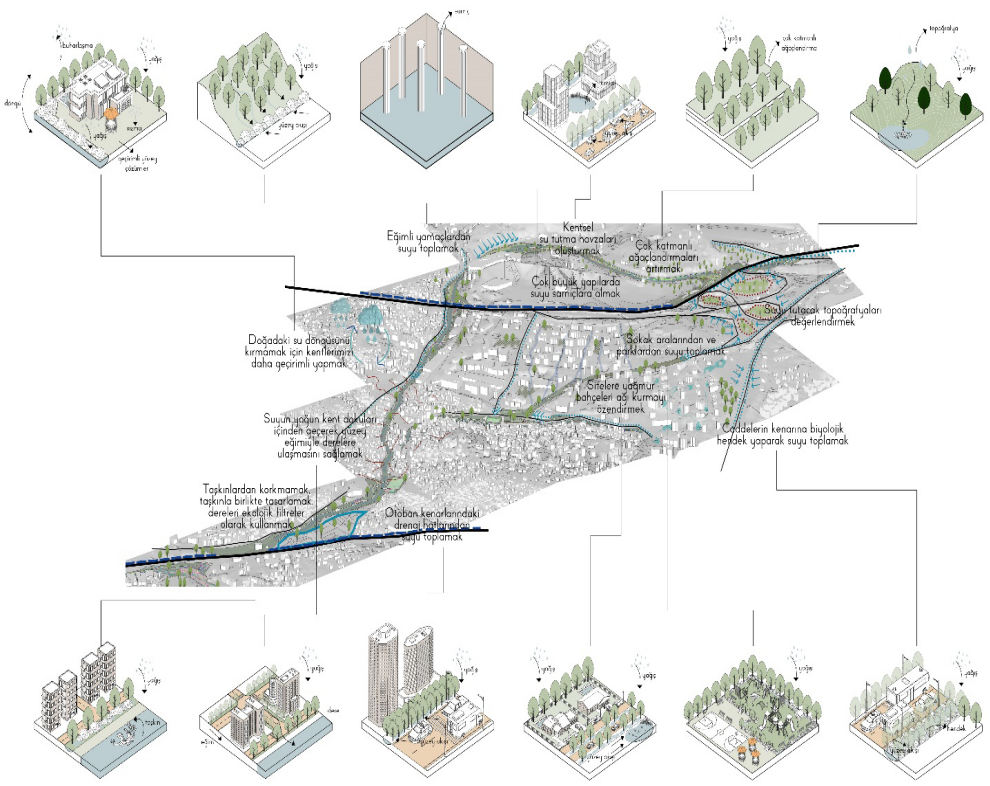
Yeşil Altyapı Stratejileri ve Bileşenleri

İnsan nüfusu arttıkça ve kentlere göç devam ettikçe kentsel alanların doğal alanlar ve tarım alanları üzerinde gelişimi kaçınılmaz olmaktadır. Bu dönüşüm gerçekleşirken mevcut doğal dokular değiştirilmekte ve çatıların, yolların, otoparkların hakim olduğu çok daha sert bir yüzeye doğru arazi dönüşümü gerçekleşmektedir. Bunun su açısından oluşturacağı durum şehirlerimizin çok daha fazla yüzey akışına geçen su ile muhatap olması ve bu suyun yönetilmesi gerekliliğidir. Çoğu zaman şehirler doğal drenaj desenini tamamen değiştirerek hem suyun çok hızlı şekilde boşalacağı nihai noktaya gitmesini sağlarlar hem de yer altı suyunu daha az desteklerler. Ayrıca çok yağışlı sezonda dere

yataklarının çok daha sık ve uzun süre boyunca en yüksek su debisi ile baş etmesi bunun tam tersi olarak da kuru dönemde de olduğundan daha az suyun derelerden geçmesi veya sulak alanların kuruması söz konusu olmaktadır. Nehirlerdeki suyun hızının artmasına neden olan geçirimsiz yüzey artışının bir sonucu olarak doğal yapısı bozulan derelerde erozyon artmakta, denizlere her tür malzeme taşınmakta, hem karasal hem de sulcul ekosistemdeki bitki grupları ve hayvanlar zarar görmektedir. Şehirlerimizin doğa ile kurdukları ilişkide bahsi geçen sorunların önüne geçmek ve baş edebilmek amacıyla doğa tabanlı bir yaklaşım olan yeşil altyapı ağının şehirlere kazandırılması gerekmektedir (Mostafavi ve Doherty, 2016). Bu kapsamda 1987 yılında Brundlant raporu yayımlanarak sürdürülebilir kalkınma hedefleri ortaya konulmuş, bunun bir uzantısı olarak 2000'lerin başında Amerika Birleşik Devletlerinde yeşil altyapı yaklaşımı doğmuştur.

Yeşil altyapı stratejik şekilde planlanmış ve tasarlanmış doğal ve yarı doğal unsurların bütünlük şekilde bir araya getirilmesi ile şehirlerin gri altyapıya bağımlılığını azaltarak geniş yelpazede sosyal, ekonomik ve ekosistem hizmetlerini sunar (Eşbah, 2021). Çok disiplinli şekilde ele alınması gereken yeşil altyapı planlaması ülkemizde tam olarak planlama hiyerarşisi içerisinde yer almamaktadır. Bu konuda dünya genelinde yapılan pek çok rehber ve planlama çalışması mevcuttur (EPA, 2012). Yeşil altyapı çalışmaları, Avrupa Birliği politikalarında da biyoçeşitlilik, bölgesel kalkınma, iklim değişimi, kentsel dirençlilik, tarım, ormancılık ve çevre konularında tanımlanan hedeflere erişimde önemli bir mekanizma olarak ele alınmaktadır. AB politikalarında doğaya dayalı çözümlerle yeşil altyapı Avrupa 2050 Büyüme Stratejisinin çeşitli alanlarına katkılar sağlayabilecek bir strateji olarak belirtilmektedir (EEA, 2021). Natura 2000 programı Avrupa Yeşil Altyapı sisteminin omurgasını oluşturmaktadır (EC, 2021). Son yıllarda iklim değişikliğinin su açısından boyutları düşünüldüğünden sistem yeşil ve mavi altyapı olarak daha çok anılmaktadır (Perini ve Sabbion, 2016). Literatürde yer alan yeşil altyapı planlama ilkeleri çok işlevlilik, bağlantılılık, diğer altyapılarla entegrasyon, katılımcı süreç, sürdürülebilir gelişme kavramları çerçevesinde uzun vadeli strateji geliştirilmesi olarak listelenebilir (Gülgün ve Yazıcı, 2016).

Yeşil altyapı hidrolojik bağlantılar ve süreçler çerçevesinde, ekolojik servisleri çok daha fazla sunan yeşil alanlar ile yapısal altyapı arasında bağ kuran bir planlama ve tasarım yaklaşımıdır (Benedict ve McMahon, 2006). Yeşil altyapı peyzaj ekolojisinin temelindeki bağlantılılık prensibi çerçevesinde farklı ölçeklerdeki yeşil alanları süreklilik arz eden bir ağ şeklinde kente yayar (Şekil 1). Bir başka deyişle yapısal çevre ve ekolojik çevrenin bağlantısını kurar.



Şekil 1: Suya duyarlı kentsel yeşil altyapı bileşenleri

Son yıllarda yeşil altyapı geniş yelpazede su ve karbon yönetimine hizmet edecek kentsel unsurları vurgulamak için de kullanılmaktadır ve yeşil çatılardan doğa dostu yağmur suyu yönetim sistemlerine kadar ekolojik temelli tüm yaklaşımları içermektedir (Shuster vd., 2008). En geniş ölçekte, yağmur suyu altyapısının önemli bileşenleri olan ormanlar, nehir koridorları, taşkın ovaları ve sulak alanlar gibi doğal peyzaj öğelerinin korunması ve restorasyonunu amaç edinirken, üst ölçekte çok işlevli ve yerel ölçekte hizmetler sunan tarımsal peyzajlar, ulaşım koridorları peyzajı, alt ölçekte mahalle ve kent parkları, çocuk oyun alanları, kent bostanları gibi yeşil alan düzenlemelerini içerir. En alt ölçüğe inildiğinde yapıların çevrelerindeki bahçeler, çatılar ve yeşil duvarlarla bu çok katmanlı ve çok ölçekli yeşil alan ağının bütün bileşenleri tamamlanmış olur (Eşbah, 2021). Bu birimleri sistematik şekilde su bakış açısı ile kurgulamış bir yeşil altyapı sistemine sahip şehirler suya duyarlıdır.

1. Parklar

Yeşil altyapı sisteminin en önemli öğeleri şehir ölçeğinde tesis edilecek parklardır. İklim değişikliği ile mücadele edebilen bir etkin yolu da ağaçlarla donatılmış parklar tesis etmektedir. Parklar aynı zamanda dirençli şehirler oluşturmak adına şehirlerde karşılaşılabilecek pek çok afet sırasında vatandaşların sığınma alanıdır. Son yıllarda bu konuda yaşanan hadiseler konunun önemini vurgulamaktadır.

Parklar, bir şehrin iklim değişikliğine hazırlık anlamında işlevlendirmesi gereken en etkin mekanizmasıdır. Parkların tasarımı ve planlamasında ekolojik kalite faktörlerinin göz ardı edilmesi böylesine önemli alanların kent ortamına katkılarını azaltmaktadır. Ekolojik kalite, bir peyzajın veya ekosistemin sağlığını ve habitat değerlerini belirleyen yapısal ve işlevsel özelliklerinin bileşkesidir. Ekolojik kalite ekosistemin doğal işlevlerini devam ettirdiği seviyeyi ifade eder ve bu seviye korunmadığında hızlı bir şekilde tahribat ve daha geniş bir sistemin de bozulması kaçınılmazdır (Esbah vd., 2009). Bir alanın ekolojik kalitesi dört özellik üzerinden ele alınabilir: 1- Doğala yakın üretkenlik, 2- Su, 3- Biyolojik çeşitlilik, 4- Toprak (Forman, 2014). Ekolojik kaliteye ek olarak bir parkın görsel kalitesi de algısı ve sahiplenilmesi açısından önemlidir. Bu kapsamda dikkate alınması gereken kriterler aktivite ve kullanımlar (çeşitlilik), ulaşılabilirlik (okunaklılık), konfor ve imaj (güvenlik ve bakım) ve sosyallik (sahiplik hissi) olarak sıralanabilir (Yücel ve Yıldızcı, 2006).

Parklar imar planlarında bölge parklarından, şehir parkına, daha orta ölçekte semt ve mahalle parkına kadar farklı büyüklüklerde yer almaktadır. İmar mevzuatında belirlenmiş kişi başına düşen yeşil alan miktarını sağlamak bütün belediyelerin sorumluluğudur. Bu hiyerarşik yapılanmada parkların erişim mesafeleri ve büyüklüklerine göre yapılan sınıflandırmaya 21. yüzyılda su açısından her bir park tipinin üstlenmesi gereken işlevler de tanımlanmalıdır. Zira bu geniş kamusal alanlar buldukları alanın çevresindeki yapılaşmış çevrenin yağmur suyunu alabilecek sünger alanlar olarak düşünülebilir. Şehirde yoğun yağışlı zamanlarda mevcut altyapının zorlanmadan şehrin drene olması için bu alanlara sular yönlendirilip bunlar içinde oluşturulacak su tutma ve geciktirme alanlarında yağmur suyu yönetilebilir. Parklar sürdürülebilir drenaj sistemlerinin en baş prensibi olan suyu kaynağında yönetmek konusunda bir şehre potansiyel alanlar sunarlar.

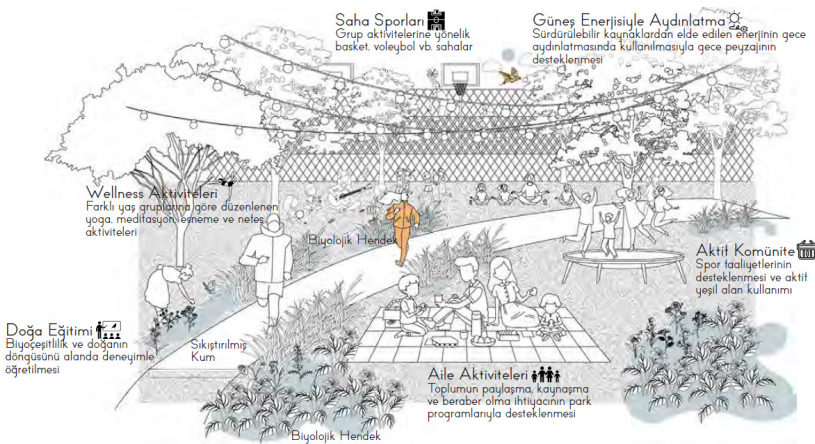
Suların yeri geldiğinde park içerisinde oluşturulan geciktirme haznelere yönlendirilmesi o mahalledeki altyapıya olacak yükü yarı yarıya hafifletir. Bir bakıma bu alanlar parklar içindeki dev su tankları gibi düşünülebilir. En az maliyetle bu kadar suyun deponandığı tek alan parklardır. Doğa ile buluşan bu sular vejetasyonla muhatap oldukları için de bir yandan filtrelenecektir. Bu tür bir drenaj maliyet olarak kentteki gri altyapının üçte bir maliyetine yapılabilmektedir. Sistem ekstra bir pompa, boru veya vanaya çoğu zaman ihtiyaç duymayacağı için hem görsel kirlilik azalacak hem de maliyet düşecektir. Parklar içerisinde kurulacak geciktirme havzaları ile suyun 24 ila 36 saate kadar tutulup daha sonra kontrollü bir şekilde altyapıya salınması Atlanta'daki Historic Fort Ward Park'ta olduğu gibi mümkündür.

Dünya şehirlerinin yüzölçümlerinin hatırı sayılır kısmı kamusal yeşil alanlardır. Örneğin Oslo'nun %68'i, Viyana'nın %45'i, Tokyo'nun %7.5'i bu tür alanları ihtiva etmektedir. Su yönetimi için değerlendirildiğinde hem doğa ile suyu ve

insanı buluştururken hem de gri altyapıda gereken pek çok inşaat kalemine gerek kalmadan bir şehir suyunu sürdürülebilir şekilde parklarında yönetebilir. Bu yapıldığında esasen sadece daha ekolojik bir yaklaşım sergilenmeyip aynı zamanda daha ekonomik ve etkin çözüm de üretilmiş olacaktır. Bunun en iyi örneğini New York kentinde yapılan bir çalışma vermektedir. New York'un yağmur suyu yönetimini sadece gri altyapı ile ele almasıyla yapması gereken güncellenen 2010 yılında 6.8 milyar dolarlık bir yatırıma mal olacağı tespit edilmiştir. Ancak gri ve yeşil stratejilerle harmanlanarak yapılacak bir iyileştirme çalışması ile bunun 1.5 milyar dolar aşağı çekildiği görülmüştür.

Ülkemiz gibi su sıkıntısı çeken ülkelerde yer altı suyunun beslenmesi giderek daha önem kazanmaktadır. Parklardaki geciktirme havzaları ve doğa tabanlı diğer çözümler (yağmur bahçeleri, biyolojik hendekler, filtre şeritleri vb.) suyun yavaşça yer altına da sızmasına izin verdikleri için uzun vadede faydaları maksimize etmektedirler. Örneğin Los Angeles'ta Tujunga Wash Greenway'de gri altyapı ile parka getirilen sular menderesler yapan bir koridor oluşturularak bu yatağa boşaltılmakta ve seyahati boyunca su hem şiddetini azaltmakta, hem gökyüzüne buharlaşmakta hem de yer altındaki su katmanını desteklemek üzere süzülmemektedir.

Parklarda bakım maliyeti sürekli bütçe gerektiren bir durumdur. Bu açıdan bakıldığında yağmur suyu yönetim tekniklerinden bakım maliyeti en yüksek olan depolar ve su tutma yapıları, ondan sonra sırasıyla geciktirme havzaları, biyolojik olarak su tutan göletler ve bununla neredeyse aynı maliyetlerde olan geçirimsiz yüzeyler ve en az bakım maliyeti de bitkilendirilmiş hendeklerdir (Şekil 2). Daha yüzeysel çakıl ya da otsularla dolu arkların da yine bakım listesinde maliyet anlamında en altta olduğu söylenebilir (TPL, 2016).



Şekil 2: Kent parklarının su yönetiminde kullanılması

2. Meydanlar ve Caddeler

Kent meydanları bir şehrin simgeleri olarak hem sosyal hem de ekonomik anlamda önemli öğelerdir. Yerleşimin bir noktada sosyo-politik kalbi olması sebebiyle belirli zamanlarda olağanüstü sayıdaki insan gruplarını barındırmaları gerekir. Yoğun insan, araç ve ticaret trafiğine hizmet etmek durumunda olan meydanların geçmişten günümüze gelen mimari duruşlarında Avrupa şehirlerinde rastlanılan yapılar tarafından çevrili, çok tanımlı sert yüzeylerin ağırlıklı olarak yer aldığı bir duruş görülebilir. Meydanın içerisinde bitkiler genel fonksiyonları ile yer yer gölge sağlamak için kullanılırken, su tamamen estetik kaygı ile konulmuş, sesi ve görüntüsünden fayda sağlanmak üzere bu sahnede yer alır. Ancak ülkemizdeki meydanlarımızda artık daha farklı bir tutumun takip edilmesi gerekmektedir. Özellikle de iklim değişimi ile beraber bu sert alanların tam bir yansıma yüzeyi olarak çalışması nedeniyle kentsel ısı adası etkisini daha da üst boyutlara çekmeleri mümkündür. Ayrıca şehirlerin her zamankinden daha çok karbon tutacak mekanizmalara ihtiyacı vardır. Giderek artan düzensiz yağışlar meydanları su basar durumda, konforsuz kentsel açık alanlar yaparken, diğer taraftan kurak ve sıcak günlerde aşırı ısınma nedeniyle yine günlük işleyiş açısından kullanıcılarına konforlu bir ortam sunamamaktadır. Bu sebeplerden meydanlarımızın artık gölge ve iklim konforu bazlı ele alınması gerekmektedir. Bu kapsamda kentsel saçaklar ve pergoleler yapısal çözümler olarak karşımıza çıkarken, çok daha fazla bitkisel materyal ile meydanların donatılması bir diğer önemli mikroklima yaratacak ve karbonu da daha etkin tutacak mekanizma olabilir. Unutulmamalıdır ki ağaçlar asfalt bir otopark yüzeyinin ısınsını 2.2 derece, bu otoparkta bekleyen araçların ısınsını ise 8.3 dereceye kadar düşürür; tek bir ağaç bir yılda 21.77 kilogram karbondioksiti emer ve 40 yaşına geldiğinde 1 ton karbondioksiti tutacak kapasiteye ulaşır.

Meydanlar içerdikleri yoğun insan sirkülasyonu itibari ile yapısal peyzaj unsurlarının ağırlıklı olduğu alanlardır (Şekil 3). Yapısal peyzaj ağırlıklı alanlarda yüzey akışına geçen su miktarı daha fazladır. Özellikle de birleşik kanalizasyon sistemi olan şehirlerde yağışlı dönemlerde gri altyapı bu suyu taşımaya yetmediği için oluşan kirlilik halk sağlığını tehdit etmektedir. Dolayısı ile taşan kirli suları toplayıp filtreleyebilecek doğa tabanlı çözümlerin meydanlarımızla beraber tasarlanması gerekmektedir.

Bu nedenle kentlerin çok önemli büyüklükte alanlarını kaplayan böylesine geçirimsiz meydanların, cadde ve sokaklarında yüzey akışına geçen suları toplamak ve yakınlarındaki yeşil alanların sulamasında kullanmak veya bir su yüzeyi oluşturularak rekreatif olarak kullanmak mümkündür. Bu sadece gri altyapıya destek olmayacak aynı zamanda kentin ortasında mevsimsel olarak bir cazibeye dönüşecektir. Ayrıca şehirlerde yaşam alanı bulamayan pek çok canlının da faydalandığı bir zenginliğe dönüşecektir. Bunun sosyal sisteme yansması pozitif olacaktır (Şekil 4).

vejetasyonlu sığ arklar veya organik malç kullanmaları sürdürülebilir teknikler olarak dünya genelinde yaygındır. Çok fonksiyonlu doğal çözümler aynı zamanda ekonomik alternatifler olduğu için kamusal alanın bakımı şehre daha az yük getirecektir. Meydanın lokasyonu, iklim parametreleri, açıklık, kapalılık durumları ve altyapı sistemi, bu alternatiflerin belirli kombinasyonlarda kullanılması hususunda rehberlik edecektir.

3. Ulaşım ve Servis Koridorları

Şehir içerisindeki ulaşım arterleri uzunlukları itibari ile en gelişmiş ağ özelliği gösteren önemli altyapılardandır. Bu uzun ve kesintisiz koridorlar her iki taraflarında ve bazen de ortalarında yeşil şeritlerle donatılmışlardır. Ulaşım koridoru terimi, yol yüzeyi ile korunan yol kenarlarını, bir cadde veya otoyoldaki şeritler ile orta refüjdeki bitkili şeridin tamamını kapsar. Yol sistemleri ekolojinin neredeyse tüm alanlarıyla ilişkilidir. Kavramsal temeller su ve su akışı ile başlar, bunu mikroklima, rüzgar ve atmosferik etkiler; bitki örtüsü ve biyolojik çeşitlilik; popülasyonlar ve vahşi yaşam; ve nihayet peyzaj ekolojisi ve habitat parçalanması izler (Forman, vd., 2002). Ulaşım altyapısı, çevredeki alanla etkileşime giren yapay bir kültürdür. Özellikle yollar, sosyal bağlantıların fiziksel ifadesi ve arazi kullanım değişikliğine yol açan ekonomik ve politik kararlardır. Ortaya çıkan ürün bir şehirdeki sürdürülebilir ulaşım ağını ve insan yaşam kalitesini doğrudan etkilemektedir. Ulaşım koridorlarının doğa tabanlı çözümler sunmadığı durumlarda çevre açısından pek çok sorun oluşur. Örneğin vejetasyon dokusu yeterince kuvvetli yapılmamış ulaşım koridorlarının etrafındaki mahalleler gürültü ve görüntü kirliliğine maruz kalır; egsoz ve diğer zararlı gazları absorbe edecek ağaç dokusu olmadığında bu koridorların içinden geçtiği dokularda hava kalitesi düşer. Salt gri altyapı ile geliştirilen çözümler statik oldukları ve yeni durumlara adapte olamadıkları için kapasiteleri yetmediğinde ulaşım koridorlarını sular basar ve bu da yine çevredeki şehir birimlerinin ve insanların yaşam kalitesini etkiler ve ayrıca trafik güvenliğini tehlikeye sokar. Trafik kazalarının en çok yaşandığı zamanlar yağmurlu havalarda altyapının bunu taşımadığı anlardır. Bunun tam tersi durumlarda da ısınan şehirlerin ulaşım koridorları geçirimsiz yüzeyleri ile bir ısı koridoruna dönüşür. Bu, koridor güzergahı boyunca yer alan bütün yapıları ve kentsel açık alanları çevre kalitesi açısından etkiler ve yaşam kalitesinin düşmesine sebep olur.

İklim değişikliği ile mücadele etmek zorunda olan şehirlerin ulaşım koridorları yaklaşımında, çok fonksiyonlu ve ekosistem servislerini ve su hasadını göz önünde bulundurması gerekmektedir. Bu koridorları içerlerinden geçtikleri peyzajdan bağımsız birimler olarak ele almak mümkün değildir. Ulaşım koridorları kent ekolojisi açısından sentetik koridorlar olarak adlandırılır (Esbah, vd., 2009). Sentetik koridorlar içerlerindeki su, toprak ve bitki etkileşimleri ile şehirlere doğal koridorlar kadar olmasa da çevre kalitesi ve estetiğini artırıcı pek çok faydalar sunarlar (Şekil 5)



Şekil 5: Kent içindeki ulaşım koridorları ve su yönetimi ile ilişkisi

Şehirlerin bu faydaları maksimum hale getirmeleri için öncelikle bu koridorların farklı genişlikte ve eğimdeki yeşil şevlerinde yoğun ağaçlandırmalar yapmaları, çok katmanlı bitkilendirme ile bu alanların karbon başta olmak üzere diğer kirleticileri absorbe etmelerini sağlamaları ve sadece odunsu bitkiler ile değil otsu bitkiler ve geofitlerle bu şevleri üretken peyzajlara dönüştürmeleri gerekir. Bu yeşil dokuda bitkilerin yapraklarından havaya olan buharlaşma ve ayrıca kökleri ile topraktan aldıkları su hem doğal su döngüsünün desteklenmesi hem de drenajın daha kolaylaşması demektir. Miktarı kontrol altına alınan yağmur suyunun oluşturacağı erozyon riski bu koridorların şevlerinde yapılacak teraslamalarla önlenir.

Karayolu koridorları yüzlerce kilometre uzunluğunda ve platform genişlikleri minimum 8-12 metreden başlayıp, 25-35 metrelere kadar yayılan boyutlarda devasa şeritlerdir. Su hasadı açısından düşünüldüğünde buradaki geçirimsiz yüzeyden hasat edilecek su şehrin pek çok ihtiyacında kullanılabilir. Mevzuatta 1000 metrekareden elde edilecek suyun hasadı uygun görülürken, ulaşım koridorlarının bu konuda kaç milyon metrekareyi kente kaynak olarak verebileceği unutulmamalıdır. Bu şekilde yol koridorlarından hasat edilecek sular hem Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM)'nin teknik şartnamesinde bahsi geçen drenaj yapıları ile taşınacağı gibi daha da temizlenerek, filtrelenerek ve doğaya da bir kısmı gönderilerek biyolojik hendeklerle toplanabilir. Hendeklerde yoluna devam eden sular otoban refujlerindeki yoncalarda veya güzergahlarında oluşturulacak su rezerv alanlarında bitkilendirilmiş su tutma göletlerinde bir kere daha arındırılarak şehre kazandırılabilirler. Bu kadar büyük bir yüzeyden gelen suyun oluşturacağı sulak alan fauna için bir habitat oluştururken insanlar için de etrafında yürüyüşlerini yaptıkları, dinlenip rahatladıkları rekreatif alanlara dönüşebilir.

Sürdürülebilir ulaşım koridorları aynı zamanda raylı sistemleri de içermektedir. Şehirlerde yüzeyden giden tramvay koridorlarında yeşil ve geçirimli bir yaklaşımla çayırdan tesis edilen bir yeşil koridor bu tür altyapıların çevrede yarattığı olumsuz etkileri azaltmaktadır (Şekil 4). Bu tür taşımaların

karbon salımı araç trafiğine göre çok daha az olmakta, bu çevreci duruşları ile daha sürdürülebilir bir ulaşım yöntemi sunmaktadırlar. Bu koridorlar yer yer yükseltilmiş olarak şehrin farklı dokularını kat ederler ve bu ulaşım yapılarının alt kısımlarındaki kentsel boşluklar atıl bırakıldıklarında çeşitli suç unsurlarına ev sahipliği yaparlar. Halbuki bu kayıp alanların güvenlik tehdidi oluşturmayacak bitkilendirilmelerle donatılmaları ve hasat edilen yağmur suyu ile oluşturulacak kuru havuzlar ve su unsurları ile zenginleştirilmeleri mümkündür. Doğa tabanlı su yönetimi yaklaşımı bu tip kentsel boşlukların canlı alanlara dönüşmesi ve suç oranının düşmesi açısından estetik mekanlar oluşturmaya yarar. Bu durumda su, kenti çok katmanlı işlevlendirmek için adeta bir araçtır.

4. Kentsel Dereler

Kentsel dereler, çevresel dengeye, ekolojik bütünlüğe, kültürel mirasa, ekonomik ve sosyal faaliyetlere ve şehirlerin estetik performanslarına katkı sağladığı için şehirlerin sürdürülebilirliği adına önemli varlıklardır. Bu nedenle, artan kentleşme ve iklim değişikliği göz önüne alındığında, kentsel nehirlerin sürdürülebilir planlaması, tasarımı ve yönetimi tüm dünyada önemli bir konu haline gelmiştir. Nüfus artışı, turizm ve ticari taleplerle birlikte kentleşmenin baskıları, Türkiye'nin kentsel nehir koridorlarında son otuz yılda dramatik fiziksel değişiklikleri beraberinde getirmiştir. Bu koşullar, taşkın yatağı içindeki alanların yapı adaları tarafından işgaline, raylı sistemler, demiryolu ve karayolu altyapılarının iyileştirilmesi nedeniyle çoğu Türkiye şehirlerinin derelerine sırtlarını dönmesine neden olmuştur. Sonuç olarak, yerel ekolojilerin ve geleneksel yaşam aktivitelerinin yüzlerce yıllık bir birikimi olan kültür mirası dere koridorları, kirlilikten muzdarip, ekolojik ve estetik bütünlükten yoksun beton kanallara dönüşmüşlerdir. Ülkemiz şehirlerinde sürdürülebilir kentsel dere koridoru elde etmek için peyzaj planlama, tasarım ve yönetim sürecini mevcut işleyiş ve mevzuata aktarabilecek kapsamlı bir yaklaşım gereklidir. Bu, yalnızca bu koridorların insan refahını, çevresel ve kültürel değerlerini korumak için değil, aynı zamanda ülkemiz şehirlerinin iklim değişimi ve dayanıklılık süreçlerini iyileştirmek ve ayrıca Avrupa Birliği'ne çevre konularında uyum için de önemlidir. Kurumsal çevre içerisinde yetkili kurumların salt mühendislik yaklaşımları ile şehre yaklaşımları ve doğa tabanlı çözümlerle dere koridorlarına yaklaşan projeleri hayata geçirme konusundaki dirençlerinin kırılması, derelerin sosyo-ekolojik sistemler olarak en ileri teknoloji ve hassas mühendislik teknikleri ile şehirlere kazandırılmasını sağlayacaktır.

Dere koridorlarının suya duyarlı şehirler oluşturmak adına doğa dostu tekniklerle ele alınması hususunda en ses getiren örneklerden bir tanesi Güney

Kore'nin başkenti Seul'deki Cheongyecheon deresi rehabilitasyon projesidir. Varlığı 620 yıl öncesine giden Chosun hanedanlığı döneminde Han nehrine doğu-batı istikametinde akarak bağlanan Cheongyecheon deresi 1700'lü yıllarla beraber kanalizasyon sorunları ile baş etme durumunda kalan, sürekli taşan, halk sağlığı açısından sorunlu, habitat değeri bulunmayan bir koridora dönüşmüştür. 1950'li yılların başında Kore savaşı bittikten sonra çevre kalitesi çok kötü olan derenin 1960 yılında üstü kapatılarak cadde geçirilmiş, ülkenin ekonomik kalkınması için yapılmış bir dizi şehircilik ve ulaşım hareketi ile 6 şeritli bir karayolu haline gelen Cheongyecheon, 1971 yılında 6 şeritli yükseltilmiş bir otoban ile buluşturularak şehir merkezinden geçen, oldukça yüksek kapasiteli bir ulaşım arterine dönüştürülmüştür. Bu durum Kore'nin endüstrileşme ve ekonomik büyümesinin göstergesi olarak sunulmuştur. Bununla birlikte üst geçitlerin, köprülerin, yükseltilmiş otobanların ortak kaderi olan suç mahalline dönüşmesi ile yasadışı faaliyetler çoğalarak güvenlik sorunu ve ayrıca hava, ses ve görüntü kirliliği ile şehir baş etme durumunda kalmıştır.

2000'li yıllara kadar sürekli kalkınan ve yoğunlaşan Seoul kent merkezinin ortasından geçen bu ulaşım arterinin dönemin sağ duyulu ve vizyoner politikaları sayesinde kaldırılması ve Cheongyecheon deresinin kentin ihtiyacı olan ekosistem hizmetlerini sunacak bir dere koridoru olarak yeniden kazandırılması projesi başlatılmıştır. Projenin tasarım süreci 2001-2003 yılları arasında tamamlanmıştır. Temmuz 2003'te başlayan yıkım sürecinin hemen ardından bir yıl dokuz ay içerisinde inşaat süreci tamamlanmıştır. Cheongyecheon projesi araç eksenli kentsel tasarımın odağının tekrar insanlar üzerine çevrilmesi için bir fırsat sunmuştur. Gri ve kimliksiz kent anlayışının yeşil ve ikonik kent anlayışına evrilmesi Güney Kore'nin yeşil altyapı anlamında son derece görünür olmasını ve Seoul'un 21. yüzyılın modern ve sürdürülebilir şehirleri arasına girmesini sağlamıştır. Cheongyecheon, kentsel tasarım ekseninde değerlendirildiğinde, uzun vadeli ekolojik bir yatırım olarak incelenebilir. Biyolojik çeşitliliğini büyük bir oranda artırırken, kentin ısı adası etkisinde önemli bir iyileşme sağlamıştır. Balıklar, kuşlar, böcekler ve diğer canlılar için yaşam alanı oluşturmuştur. Ekolojik konfor anlamında kentin diğer kısımlarından oldukça farklı bir iklime sahiptir. İzlenen ekolojik yaklaşım mikroklima anlamında önemli bir farklılık meydana getirmiştir. Kanal soğutma işlevi görerek yakın çevresinde hissedilen sıcaklığı azaltmaktadır (Şekil 6). Geçirgen yapısı ile daha sıcak bir kent ortamı oluşturmaktadır.

yaklaşımlarla çözmek etkin bir sonuç doğurmamaktadır. Bunun örneklerini son günlerde yaşadığımız Marmara denizinde müsilaj problemi, ani taşkınlar ve kentsel ısı adaları haberlerinde görmekteyiz. Ayrıca pandemi ile kapalı mekanların sağlıksız alanlar olduğu, insanlara tek başına yetemeyeceği, açık ve yeşil alanların hayatımızın vazgeçilmezi olduğu da net bir şekilde anlaşılmıştır.

Bu itibarla dünya genelinde geliştirilen suya duyarlı şehirler, sürdürülebilir kentsel drenaj sistemleri, düşük etkili gelişim, sünger şehirler, geçirgen şehirler gibi birtakım modellerin ve uygulamaların artık ülkemizde de yaygınlaşması gerekmektedir. Yağmur suyu açısından kentsel çevreyi iyileştirmek için "ekosistemi taklit etmek" yaklaşımı ile kentlerdeki her çeşit yüzeyden yağmur suyunun toplanması, filtrelenmesi, yeniden kullanılması ve kentsel ısı adası etkisinin yeşil alanlarda yapılacak yağmur hasadı projeleriyle azaltılması mümkündür. Bu yaklaşımda yağmur suyunu yer yüzüne düştüğü andan göller veya denizlere ulaşıncaya kadar akış hızını regüle edebilmek için kısa bir süre bitkilendirilmiş hendeklere veya sulak alanlara alınması temel prensiptir.

Buradaki amaç suyu tahliye etmek için oluşturulan beton dere koridorlarına suyun ani erişimini engellemek ve hatta beton dere koridorlarını ekosistem servisleri daha yüksek olacak şekilde ıslah etmektir. Su ile birlikte yaşama ve yaşam alanlarını şekillendirme konusunda artık daha fazla örnek kentlerimizde barındırılmalıdır. Bu yapıldığında esasen sadece daha ekolojik bir yaklaşım sergilenmeyip aynı zamanda daha ekonomik ve etkin çözüm de üretilmiş olacaktır. Bunun en iyi örneğini New York kentinde yapılan bir çalışma vermektedir. New York'un yağmur suyu yönetimini sadece gri altyapı ile ele almasıyla yapması gereken güncellenmenin 2010 yılında 6.8 milyar dolarlık bir yatırıma mal olacağı tespit edilmiştir. Ancak gri ve yeşil stratejilerle harmanlanarak yapılacak bir iyileştirme çalışması ile bunun 1.5 milyar dolar aşağı çekildiği görülmüştür.

Peki sürdürülebilirliği her açıdan aşikâr olan bu sistem kentlerimize entegre edilirken ve bakış açımızda reform yaparken nelerin ilke edinilmesi gerekmektedir?

- Doğal alanlarımız ve geçirimli yüzeylerimiz mümkün olduğu kadar bu halleriyle korunmalıdır.
- Kentsel gelişimin hidroloji üzerindeki baskısı azaltılmalıdır. Bunu yaparken kentin doğal su döngüsünü destekleyen bir ağın kurulması gerekmektedir.
- Suyun alanın hemen yakınında bir yerde yönetimi hem altyapı yüklerinin azalması, hem de su döngüsünü sağlayacak yeşil alanların bu konudaki işlevlerini yerine getirmelerini sağlayacaktır.

- Entegre su yönetimi sistemine yeşil ve mavi altyapı tasarım çözümlerini dahil etmek gerekmektedir. Bu entegre sistem yağmur bahçeleri, biyolojik hendekler, su tutma alanları, su arıtım alanları ve su dağıtım alanları şeklinde farklı tipolojilerle oluşturulacak yeşil alanları bünyesinde barındırmalıdır.
- Son günlerde yaşanan çevre sorunları kirliliğin önlenmesi ve atığın artık bir kaynakmış gibi ele alınarak yeniden dönüştürülmesini gerektirmektedir. Bu, su için de geçerlidir. Kentin her tür yağmur suyu ve atık suyunun bir kaynak olduğu bilinciyle, bunların doğa tabanlı bir çözümle ele alınması kaçınılmazdır.

Kaynaklar

Batty, M. (2013). *The new science of cities*. Cambridge, MA: MIT Press.

Benedict, M.A., McMahon, E. (2006), *Green Infrastructure*, Island Press, Washington.

Brown, R., Ashley, R., Farrelly, M. (2011). *Political and professional agency entrapment: An agenda for urban water research*. *Water Resour. Manag.*, 25, 4037–4050.

Brown, R., Clarke, J. (2005). *Transition to Water Sensitive Urban Design: The Story of Melbourne, Australia; Facility for Advancing Water Biofiltration*, Monash University: Melbourne, Australia, 2007. *reform. Environ. Manag.*, 36, 455–468.

Derrible, S. (2017). "Complexity in future cities: the rise of networked infrastructure". *International Journal of Urban Sciences*, 2017 VOL. 21, NO. S1, 68–86.

EC (2021). Natura 2000. European Commission https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/index_en.htm, (Erişim Tarihi: 20.09.2021)

EEA (2021). *Green Infrastructure: enhancing Europe's Green Capital*. European Environment Agency. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52013DC0249> (Erişim Tarihi: 20.09.2021)

EPA (2012). *Green Infrastructure*, <http://www.epa.gov/green-infrastructure> (Erişim Tarihi: 20.09.2021).

Gülğün, B., Yazıcı, B. (2016). "Yeşil altyapı sistemlerinde mevcut uygulamalar". *Ziraat Mühendisliği Dergisi*, Sayı 363: 31-37.

Esbah, H., Cook, E. A. ve Ewan, J. (2009). "Effects of increasing urbanization on the ecological integrity of open space preserves". *Environmental Management* 43(5): 846-862.

Eşbah, H. (2021) "Suya Duyarlı Şehirler". *Türkiye Su Enstitüsü*, ISBN: 979-605-7599-59-9.

Forman, R.T.T., Sperling, D., Bisoonette, J.A., Clevenger, A.P., Cutshall, J.D., Hall, D.V., Fahrig, L., France, R.L., Goldman, C.R., Heanue, K., Jones, J., Swanson, F., Turrentine, T., Winter, T.C. (2002). *Road Ecology: Science and Solutions*. Island Press.

Forman, R.T. T (2014). *Urban Ecology: Science of Cities*. Cambridge University Press, Boston.

Kadioğlu, M. (2019). *Bildiğiniz Havaların Sonu*. Sia Yayınevi.

Mostafavi, M., Doherty, G. (2016). *Ecological Urbanism*. Revised Edition. Lars Müller Publishing. Boston.

Perini, K., Sabbion, P. (2016). *Urban Sustainability and River Restoration: Green and Blue Infrastructure*. Wiley-Blackwell.

Pilon, J.P. (2003). "Guidelines for reducing flood losses". *UN Department of Economic and Social Affairs, Division for Sustainable Development*.

Shuster, W.D., Morrison, M.A., ve Webb, R., (2008). "Front loading urban stormwater management for success a perspective incorporating current studies on the implementation of retrofit low-impact development". *Cities and the Environment*, 1 (2). <http://digitalcommons.lmu.edu/cate/vol1/iss2/8/> (Erişim Tarihi: 18.06.2021)

Tanık, A., Öztürk, İ., Cüceloğlu, G. (2016). *Artırılmış atıksuların yeniden kullanımı ve yağmur suyu hasadı sistemleri*. Türkiye Belediyeler Birliği.

TPL (2016). "City Parks Clean Water: Making Great Places Using Green Infrastructure". *Trust for Public Land*, San Francisco.

Yücel, F.G., Yıldızcı, A.C. (2006). "Kent parkları ile ilgili kalite kriterlerinin oluşturulması". *İTÜ Dergisi A*, Cilt 5 Sayı 2: 222-232.