

SUYA DUYARLI ŞEHİRLER



TURKISH WATER INSTITUTE
SUEN
TÜRKİYE SU ENSTİTÜSÜ

Yayının Adı: SUYA DUYARLI ŞEHİRLER

ISBN: 978-605-7599-59-9

Yazar:

Prof. Dr. Hayriye Eşbah Tunçay

Rapor Koordinatörü:

Mustafa Salih Sarıkaya

Grafik-Tasarım:

Gizem Yağmur Gölbaşı, Hayriye Eşbah Tunçay, Ecem Torun

Baskı ve Ciltleme:

Saner Basım Hizmetleri San. Tic. Ltd. Şti.
Litrosyolu Sokak 2. Matbaacılar Sitesi No: 2-4
Zeytinburnu / İstanbul
Sertifika No: 50633

© 2021, SUEN.

Bu yayının tüm hakları Türkiye Su Enstitüsü (SUEN)'ne aittir.

Türkiye Su Enstitüsü (SUEN)
Küçükçamlıca Mah. Libadiye Cad.
No: 54 Üsküdar / İstanbul

www.suen.gov.tr

SUYA DUYARLI ŞEHİRLER



TAKDİM

Hızlı kentleşme, nüfus artışı ve iklim değişikliğinin etkileriyle beraber şehirlerimiz su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi konusunda zorluklarla karşı karşıyadır. 2010 yılında, dünya nüfusunun ilk kez yarıdan fazlasının kentsel alanlarda yaşadığı tespit edilmiştir. Şehirlerin bu şekilde büyümeye devam etmesi durumunda, 2050 yılında şehirde yaşayan nüfusun, dünya nüfusunun yaklaşık %60'ını oluşturacağı öngörülmektedir.

Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi kapsamında kabul edilen sürdürülebilir kalkınma amaçlarından on birincisi olan SKA11; şehirleri ve insan yerleşimlerini kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir hale getirmeyi amaçlamaktadır. Bu itibarla değişen küresel su gündemi, su yönetiminde paradigma değişikliklerini zorunlu kılarken, yeni yönetim anlayışlarını ve kavramları beraberinde getirmiştir. Su teminine dayanan geleneksel su yönetimi yaklaşımları kentlerin çeşitli ve karmaşık ihtiyaçlarını karşılamak için yetersiz kalmaktadır. “Suya duyarlı şehirler” kavramı, bu gelişmeler ışığında önemli bir yaklaşım olarak son yıllarda gündeme gelmiştir.

Suya duyarlı şehirler kavramını etraflıca tanıtmak ve bu kapsamda iyi uygulama örneklerini sunmak üzere hazırlanan bu raporun faydalı olmasını temenni eder, eserin yazarı İTÜ Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Hayriye Eşbah Tunçay başta olmak üzere emeği geçen herkese teşekkürlerimi sunarım.

Prof. Dr. Ahmet Mete Saatçı
Türkiye Su Enstitüsü (SUEN) Başkanı

ÖNSÖZ

Su şehirlerin oluşumunu şekillendirirken zaman içinde şehirler de suyu şekillendirir. Dünyada pek çok örnek, şehirlerin özellikle endüstri devrimi ile beraber suyla kurduğu ilişkilerin giderek sürdürülebilirlikten uzaklaştığını göstermektedir. Sanayileşme ile başlayan bu süreci bir aşamadan sonra kendi lehine çeviren; yıpranan su kaynaklarını restore eden, tahrip olmuş doğal alanlarını onaran, alternatif su kaynaklarını ve suyun geri dönüşümünü devreye sokan, mevcut kaynaklarını koruyan ve dengeli kullanan şehirlerin bugün dünyadaki en yaşanılabilir şehirler olduğu bilinmektedir. Çünkü su hayattır, en büyük zenginliktir. 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 noktadan yola çıkarak hazırlanan bu eserde dünya genelinde şehirciliğe entegre geliştirilen su yönetimi politikalarından başlıcaları tanıtılmaktadır. Suya duyarlı şehirler oluşturmada rehber mahiyetinde kullanılabilecek bu çalışmada, farklı ölçekler ve kentsel bağlamlara uyarlanabilecek stratejiler sunulmaktadır. Dünyadan ve ülkemizden örneklerle ve kendi gerçeklerimize uygun olarak suya duyarlı şehirler oluşturmak adına yapılabileceklerle değinilmektedir.

Ülkemizin suya duyarlı politikalar geliştirmesine katkı koyacak bu eserin hazırlanması için bu fırsatı veren Türkiye Su Enstitüsü'ne şükranlarımı sunarım. İTÜ Çevre Mühendisliği Bölümünden kıymetli akademisyen Prof. Dr. İzzet Öztürk hocamıza yol göstericiliği ve içeriğin gelişmesindeki katkılarından dolayı teşekkür ederim. Gerek akademik gerekse de profesyonel anlamda farklı grupların istifade edebileceği bu bilgilerin zengin coğrafyamızdaki farklı şehirlerde yapılacak yerel uygulamalarla daha da zenginleşmesini ve ayrıca şehirlerimizin bir an önce daha yaşanılabilir, yeşil ve doğa dostu hale gelmesini dilerim.

Prof. Dr. Hayriye Eşbah Tunçay
İstanbul, 2021

1-SU VE KENT

3	KENT DOĞA İLİŞKİSİ VE SU SORUNU
9	Düşük Etkili Gelişim
13	Sünger Şehirler
19	Sürdürülebilir Kentsel Drenaj Sistemleri

2-SUYA DUYARLI KENTSEL TASARIM

29	YEŞİL ALTYAPI STRATEJİLERİ VE BİLEŞENLERİ
33	Yeşil Rezervler - Parklar
39	Meydanlar ve Caddeler
43	Ulaşım ve Servis Koridorları
47	Kampüsler ve Kamu Mülkiyetleri
55	Konut ve Ticaret Alanları
63	Kentsel Dereler
79	Üretken Peyzajlar

3-SUYA DUYARLI ŞEHİRLER İÇİN STRATEJİLER

85	SÜRDÜRÜLEBİLİR YAĞMUR SUYU YÖNETİM ÜNİTELERİ
89	Sarnıçlar ve Su Yapıları
91	Biyolojik Su Tutma Alanları
93	Biyolojik Hendekler
97	Yağmur Bahçeleri
99	Çatı Bahçeleri
103	Kentsel Geçirimsizliğin Artırılması

4-ENTEGRE KENTSEL SU YÖNETİMİ

109	KURUMSAL ÇEVRE
113	Akıllı Su Yönetimi
117	Tasarım Süreci
133	Geleceğe Dair Ortak Akıl

137 KAYNAKLAR





1-SU VE KENT

KENT DOĞA İLİŞKİSİ VE SU SORUNU

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 yapı çevrenin birbiri ile uyum içerisinde olduğu şehirlerde sosyal, fiziksel ve ekonomik koşullar sürdürülebilir bir ilişki içerisinde birbirini destekler. 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.

Şehirler doğadaki su döngüsünü kesmeyecek şekilde gökyüzü ve yeraltı arasında bir katman olarak var olduğunda öncelikle ekolojik dengeyi korumak için en temel unsur sağlanmış olur. Temel ihtiyaçların karşılanması için vazgeçilmez olan bu suya duyarlı bir şekilde yaklaşan şehirlerde, fiziksel altyapı, suya hassas kentsel tasarım ve entegre kentsel su yönetimi stratejileri sosyo-ekolojik sistemler, yönetişim ve katılımçılık çerçevesinde geliştirilir.

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. Birleşmiş Milletlerin sürdürülebilir gelişme amaçları arasında onbirinci sırada yer

alan şehirlerin kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir yerler olması hedefi altında suyun adil, eşit dağılımının sağlanması, su kaynaklarının iyi kalitede korunması, halka sağlanması ve şehirlerin afetlere karşı dayanıklı hale getirilmesi hedeflenmektedir. Afet riskinin azaltılması sosyo-ekonomik gelişimin vazgeçilmez unsuru olarak vurgulanmaktadır. Bu nedenle 2004 Dünya Su Gününde yapılan çalışmalar sonunda sel afetiyle olacak kayıpların azaltılması için bir rehber yayımlanmıştır.

Seller, dünya çapında insanları etkileyen en yıkıcı doğal afetlerdendir. Buna ek olarak deniz seviyesinin yükselmesi dünya üzerindeki pek çok kıyı şehrini yeniden yapılanmaya zorlamaktadır. Etkin planlama kararları bu faktörlerin anlaşılmasına dayanmaktadır ve genelde de birden fazla önlemin alınmasını gerektirmektedir. Bunların 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).

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. Bu durum şehirlerimizdeki su sarfiyatının azaltılması, su döngüsünün desteklenir hale gelmesi ve alternatif su kaynaklarının devreye sokulmasını gerektirmektedir. Bütün bunlara ek olarak erken uyarı sistemlerinin kurulması, sistematik ölçümlerin yapılması, geleceğe yönelik modellemelerin yapılması ve halkın bilincinin artırılmasına yönelik faaliyetlerin kurgulanması da gerekmektedir.

Şehirlerdeki çeşitli antropojen unsurlar nedeniyle su kalitesinin düşmesi, kirlilik, tuzluluk, ötrofikasyon, müsilaj gibi durumları son yıllarda baş edilmesi zor çevre problemleri olarak karşımıza

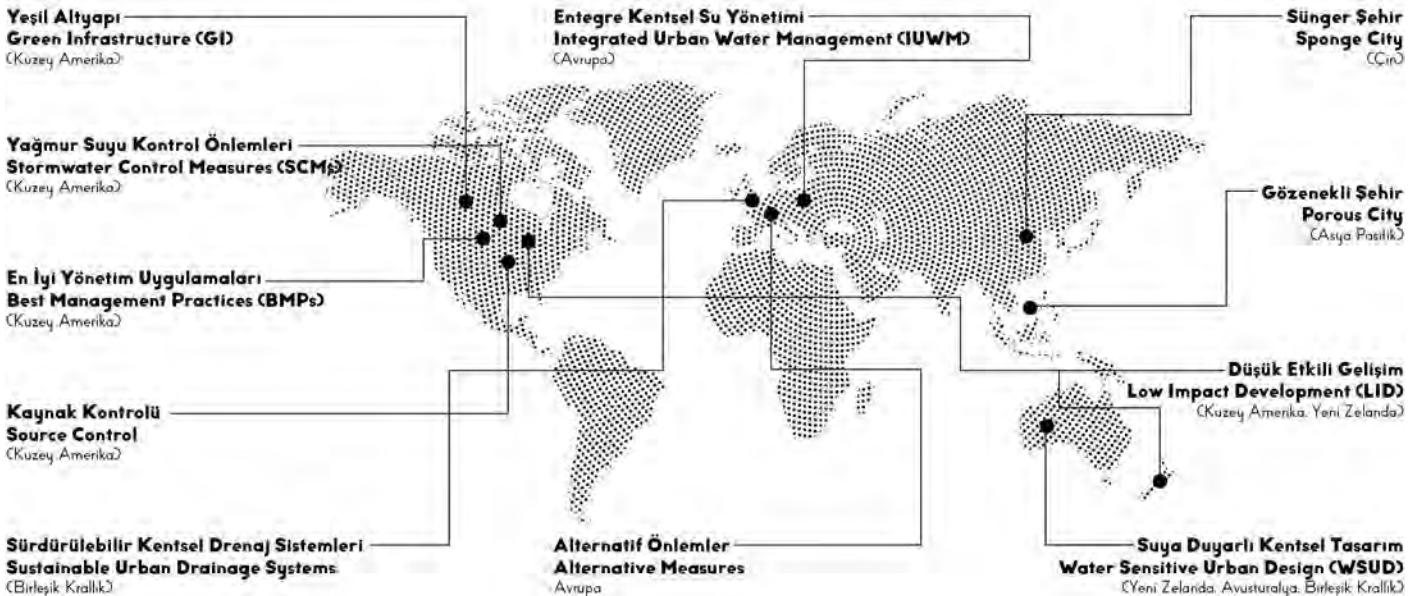


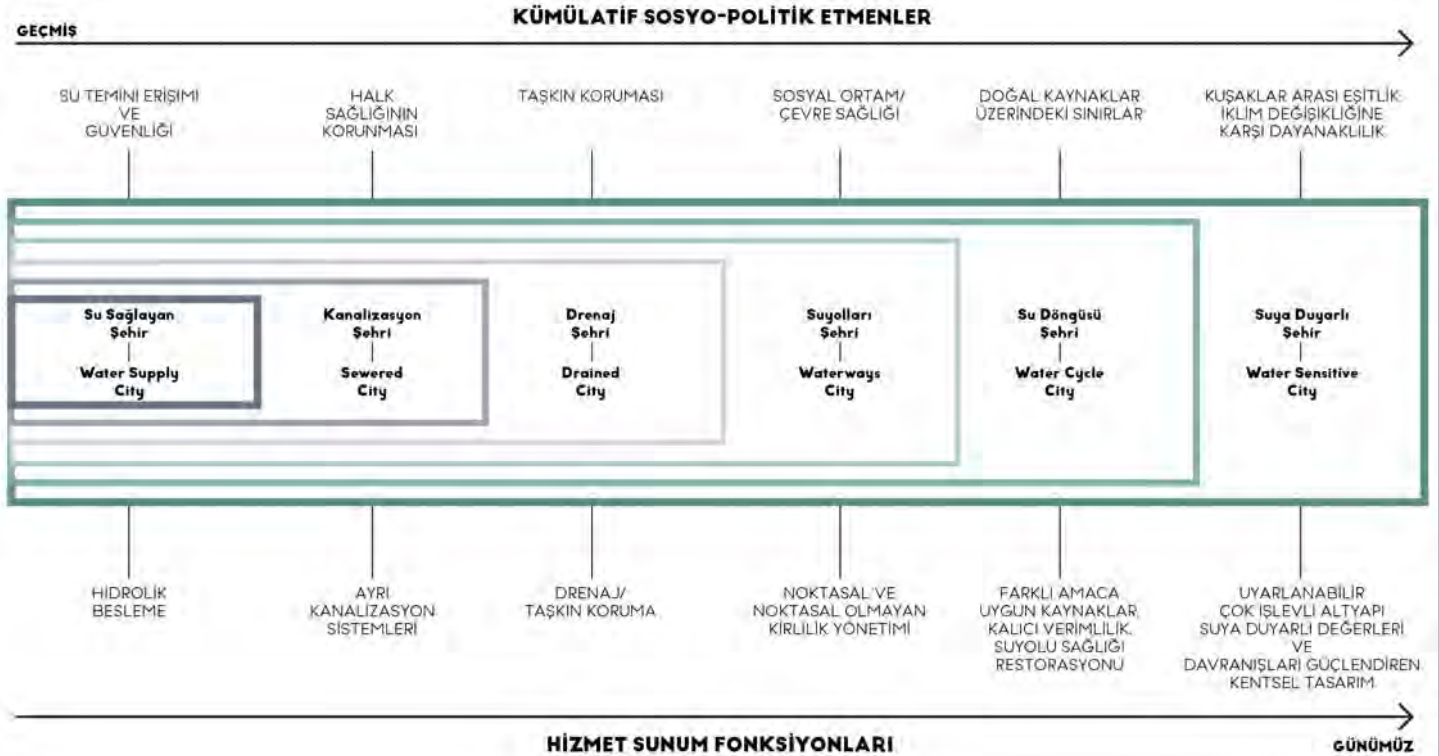
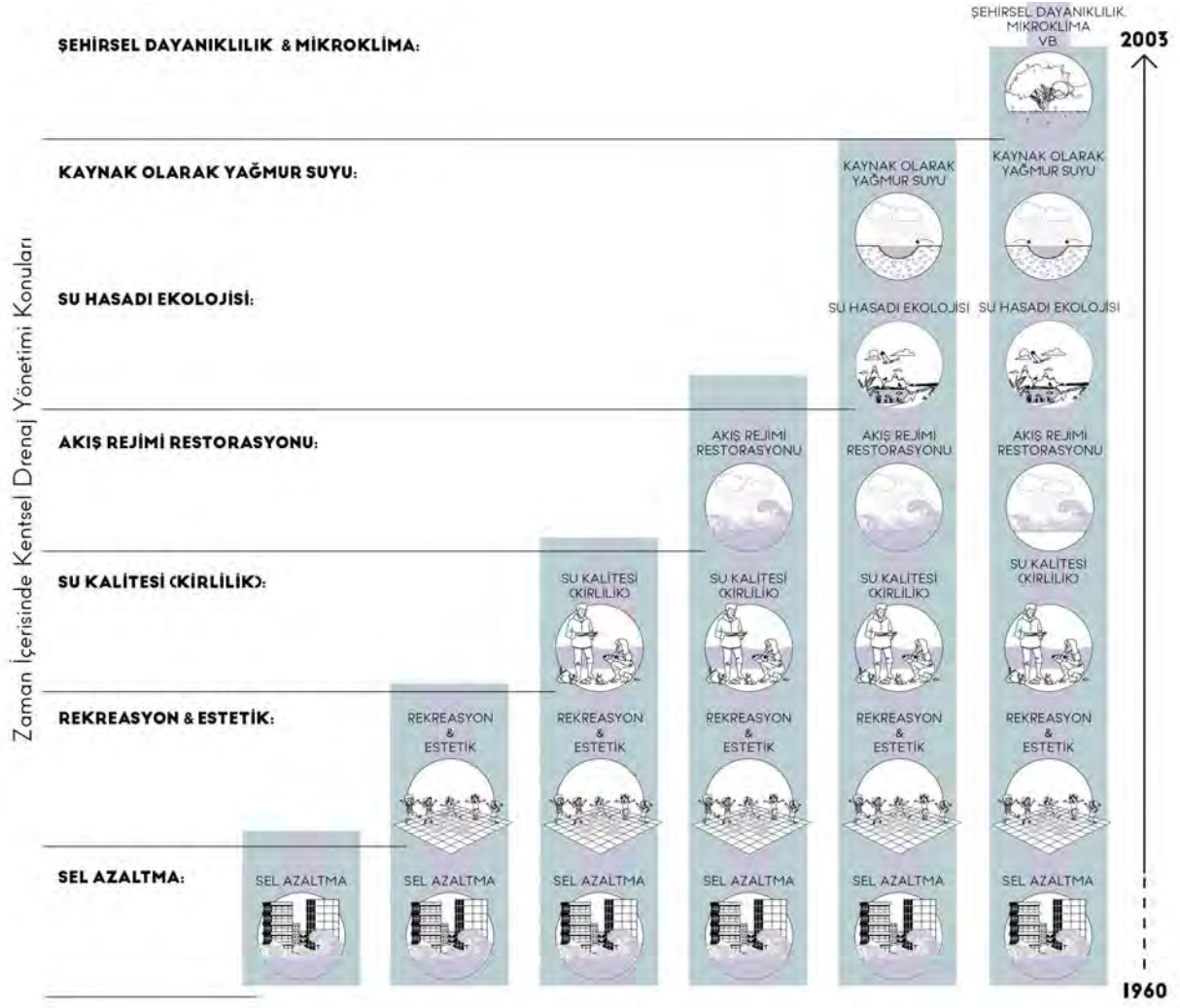
çıkarmaktadır. Su kalitesinin korunması ve iyileştirilmesinde kirlenici kaynakların tespit edilmesi ve kirliliğin kontrol alınması gerekmektedir. Bu konuda sisteme yardımcı olacak kirlilik kaynağının çevresinde yapılacak tampon bitkilendirmeler ile bitkiler bir filtre unsuru olarak kullanılabilir. Şehirler için baş edilmesi gereken en önemli konulardan biri de atık suların toplanması, arıtılması ve yönetimidir. Kuraklıkla beraber giderek artan susuzluğumuz bizlere atık suları daha yaratıcı tekniklerle kullanmamız gerektiğini göstermektedir.

Büyük maliyetlerle kurulan atık su arıtma tesislerinin yükünü hafifletmek ve doğadaki su döngüsünü desteklemek amacıyla yeşil ve mavi altyapı şehirlerde devreye sokulmalıdır. Bu sadece günlük su ihtiyacının karşılanması anlamında değil aynı zamanda afete dayanıklı şehirler yaratmak için de gereklidir. Ülkemizin iklim eylem planlarının amacına ulaşması içinde su ile ilgili konularda atılımlar yapılmalıdır. Bu eser, akışa geçen yağmur sularının oluşturacağı olumsuz durumları kontrol altında tutmak isteyen tasarımcılar ve karar verici mercilere suya duyarlı şehirler oluşturmada rehberlik etmesi amacıyla hazırlanmıştır. Şehirlerdeki su yönetimine entegre edilebilecek doğa tabanlı yaklaşımlar genel hatları ile tanıtılmıştır.

Yağmur suyu yönetiminde dünya genelinde sürekli gelişen bir süreç hakimdir. Su yönetimi yaklaşımları önceleri suyun tahliyesi ve taşkınların önlenmesine odaklanırken, günümüzde artık kirliliğin giderilmesi, taşkınların tutulması, kentsel peyzajın iyileştirilmesi ve altyapı maliyetlerinin düşürülmesine de odaklanmaktadır (Lawrence vd. 1999). Şehirlerde yüzey akışına geçen suyun yönetiminde pek çok fonksiyonun sisteme maliyet açısından etkin şekilde kazandırılması da (Brown 2005) artık en çok önem verilen konulardandır.

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. Bu hedefe ulaşmak için şehirlerdeki farklı kalite ve içerikteki su kaynaklarının nasıl toplanacağı, geri dönüştürüleceği ve kullanılacağı konusunda kent bilgi sistemlerini şehirlerdeki diğer ağlar (tele iletişim, ulaşım, yeşil sistem vb.) ile entegre şekilde şimdiden oluşturmak gerekmektedir (Derrible 2017).





Dünya üzerinde bazı ülkelerin uzun süredir gelen su hasadı 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). Şehirden şehire yaklaşımlar değişmesine rağmen bu konuda ulusal ve yerel stratejilerin geliştirilmesi güvenilir ve etkin uygulamalar için gereklidir.

Şehirlerde yüzey akışına geçen suyu yönetmek için son 50 yılda bariz bir paradigma değişimi olmuştur.

Evvelce suyun acilen tahliyesine dayalı yer altından giden kanalizasyon sistemleri olarak ele alınan gri altyapı günümüzde artık doğa tabanlı tasarım ve teknolojilerin kullanıldığı bir yeşil altyapıya dönüşmüştür. Gri altyapıda bu suyu bir atık olarak ele alan yaklaşım, yeşil altyapıda bunu bir kaynak olarak ele almaktadır.

Bu paradigma değişimi beraberinde pek çok terminolojinin gelişmesine vesile olmuştur (Fletcher vd. 2015). Dünya genelinde kabul gören bu terminolojiler bazen sadece coğrafi farklılıkları vurgularken bazen de vurgu yaptıkları konular itibarıyla farklılıklar göstermektedir. Çoğunlukla 1980'lerin sonu ve 1990'larda geliştirilen yaklaşımlardaki hızlı gelişme ile önceleri İyi Yönetim Uygulamaları (Best Management Practices-BMPs) (Schueler 1987), Alternatif Teknikler (Alternative Techniques) (Azzout vd. 1994), Suyu Duyarlı Kentsel Tasarım (Water Sensitive Urban Design) (Whelans vd. 1994) olarak yaygınlaşan terminolojilerin daha sonra şehirlerin daha geniş ölçekteki dinamiklerini de hesaba katan Düşük Etkili Gelişim (Low Impact Development) (Department of Environmental Resources 1999) ve Sürdürülebilir Kentsel Drenaj Sistemleri (Sustainable Urban Drainage Systems-SUDS) (CIRIA 2000) olarak çeşitlendiği görülmektedir.

2000'li yıllarda iklim değişikliğinin şehirlerdeki etkilerinin giderek artması ve şiddetli ve ani yağışlar ve uzun süreli kuraklıkların günlük yaşamı ve ekonomiyi her zamankinden çok etkilemesi ile özellikle Uzak Doğu coğrafyasından şehirlerin dayanıklılığını artırmak adına geçirimsizliğin önemi- ne vurgu yapan Sünger şehirler (Sponge Cities) konsepti Turenscape tarafından 2013 yılında ve Geçirgen şehirler (Porous Cities) kavramı Tayland gibi su seviyesinin sürekli yükseldiği bir ülkeden çıkan dünyaca meşhur peyzaj mimarlığı firması Landprocess tarafından 2016 yılında sunulmuştur.

Bu başlıklar altında şehirlerin kaybettiği nehirleri, sulak alanları, ormanları, makro ve mikro ölçekteki kentsel boşlukları su ve biyoçeşitlilik unsurlarını gözeterek sosyal anlamda kapsayıcı mekanlara dönüştüren örnekler dünyada yaygınlaşmaktadır. 2000'li yıllardaki örnekler Derrible'in hipotezini doğru çıkarmıştır (Derrible 2017):

Şehirler baş etmek zorunda oldukları zorluklar tarafından şekillenir.

Şehirlerin su ve doğa ile kurdukları ilişkiye kapsamlı bakmak ve bütüncül bir strateji geliştirmek için bir takım temel unsurları anlamak gerekmektedir:

- Şehirlerin çok çeşitli ölçeklerde ve farklı türlerde su kaynaklarına erişimi vardır.
- Şehirler pek çok ekosistem hizmetleri sunarlar. Yapılı çevre hem doğayı destekleyebilir hem de doğal çevreyi tamamlayan bir unsur olabilir.
- Şehirlerde karar vericilerin ve halkın suya hassas yaklaşımları varsa ve bilinç yüksekse, sürdürülebilirlik adına sosyo-politik bir sermaye vardır.
- Yeşil altyapı stratejik şekilde planlanmış ve tasarlanmış doğal ve yarı doğal unsurların bütünsel şekilde bir araya getirilmesi ile şehirlerin gri altyapıya bağımlılığını azaltarak geniş yelpazede sosyal, ekonomik ve ekosistem hizmetlerini sunar.

EKONOMİK



ÇEVRESEL



SOSYAL



SUYA DUYARLI ŞEHİRLERİN SOSYAL-ÇEVRESEL-EKONOMİK FAYDALARI

Düşük Etkili Gelişim

Düşük etkili gelişim, yeşil altyapı şemsiye yaklaşımı altında yarı doğal bileşenler grubunda yer almaktadır. İlk defa 1977 yılında Vermont için hazırlanan bir planlama çalışmasında öncü peyzaj mimarı Ian McHarg'ın "Doğa ile Tasarım" ilkesinden yola çıkılarak Barlow ve arkadaşları (1977) tarafından kullanılmıştır.

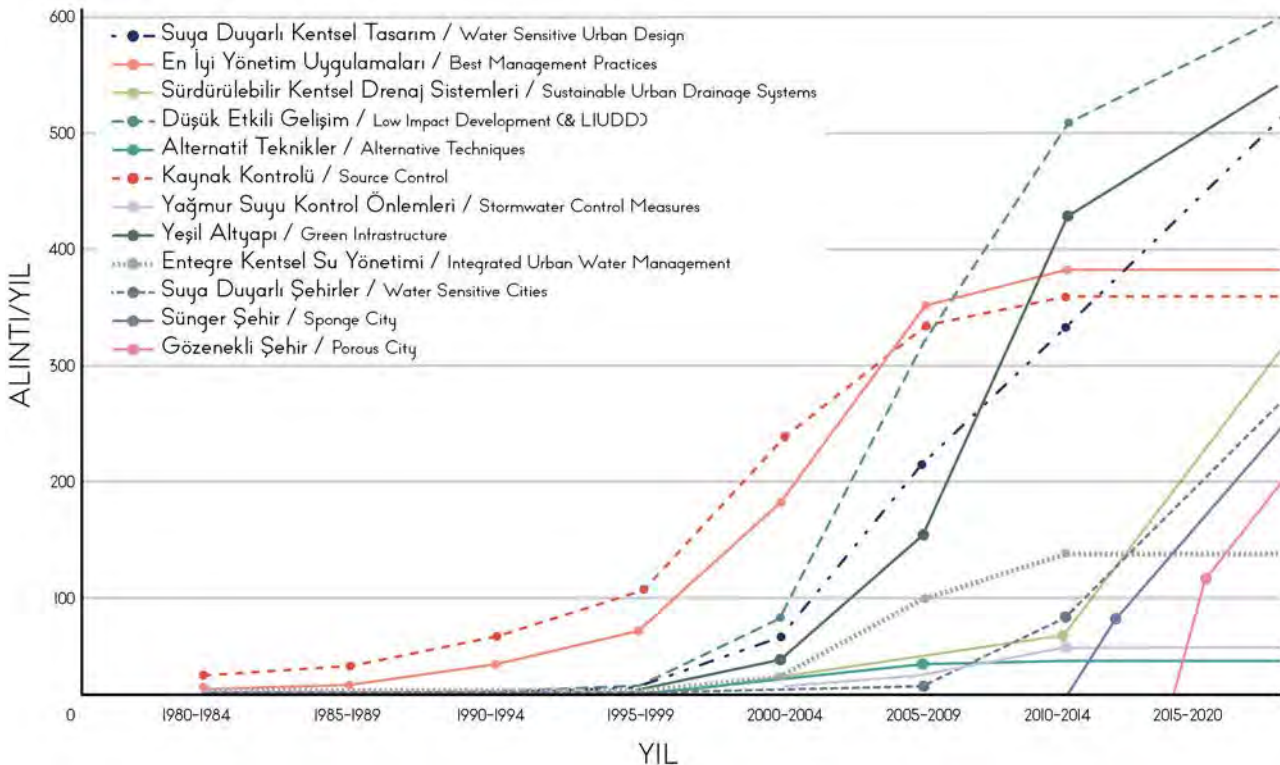
Başlangıçta amacı bir alana doğal hidrolojisini arazi tesviyesi ve entegre kontrol araçları ile kazandırmak şeklinde tanımlanmıştır. Doğal hidroloji alanın gelişmeden önceki yüzey suyu akışını, sızma ve buharlaşma miktarını fonksiyonel olarak eşit hidrolojik hizmetleri sunan peyzaj çalışmaları ile oluşturulmaktadır (US Environmental Protection Agency 2000). Düşük etkili gelişim o dönemlerde yaygın olan havzanın çıkışında çözüm geliştirme yaklaşımlarından havza genelinde hidrolojik restorasyonun yapılması yaklaşımına odaklanır, bu nedenle de yüzey akışının kaynağında daha ufak yağmursuyu tutma elemanları, toplama elemanları, yeşil çatılar gibi tekniklerle yağmur suyunu tutar.

1990'ların sonlarına doğru ana duruşunda hafif değişiklik yaparak bir hektarın altındaki her tür ufak havzada çeşitli tekniklerle yağmur suyu yönetimine odaklanılmasına rağmen, 2005 yılından itibaren araştırmacıların yeni çalışmaları ile (Davis vd. 2012; DeBusk vd. 2011; Dietz 2007; Shuster vd. 2008) düşük etkili gelişim teknikleri orjinal içeriğine tekrar getirilmiştir. Son dönemdeki "Düşük Etkili Gelişim Rehberleri" hidrolojik değerlerin hem dönüşüm geçiren hem de yeni gelişen alanlarda nasıl yeniden toparlanabileceğini örneklerle göstermektedir. 2007'den itibaren Kuzey Amerika'daki mevzuata dahil edilmiş olan düşük etkili gelişimin ülkemizde karşılığı olan bir strateji veya mevzuat bulunmamaktadır.

Amerika Birleşik Devletlerinde pek çok eyalet düşük etkili gelişim tekniklerinin yaygınlaşması için yönergeler, fonlar, eğitim programları düzenleyerek hangi tekniğin hangi tür faydaları olduğu hakkında yöneticileri ve halkı bilgilendirmektedir (Mazotta vd. 2014)

Düşük etkili gelişimin 5 temel prensibi vardır:

- Doğal alanları mümkün olduğu kadar korumak



(her yeri geçirimsiz yüzeylerle kaplamamak)

- Yapılaşmanın hidroloji üzerindeki etkisini minimum hale getirmek
- Yüzey akışının oranı ve süresini göz önünde bulundurarak araziyi şekillendirmek (suyun araziden dışarı çıkmasına meydan vermemek)
- Entegre yönetim uygulamalarını (IMPs) araziye yaymak; mikro ölçekte taşkın kaynaklarına yerleştirilen, suyu sızdıran, toplayan, depolayan, buharlaştıran sistemleri alanda doğa tabanlı çözümler olarak kullanmak
- Kirliliği önlemek, uygun bakımın yapılması için eğitim programları düzenlemek

Günümüzde yaygın kullanımı olan düşük etkili gelişim gittikçe daha fazla yüzey akışına geçen ve kirlenen yağmur suyunun etkilerinin azaltılması ve bu tür suyun mümkün olduğu kadar yerinde yönetilmesidir. Bunu yapmak için alanın gelişim öncesi hidrolojisini onararak ve restore ederek ekolojik fonksiyonlarını yeniden kazandırmak gerekir.

Koruma açısından arazi tasarımı stratejileri kullanılarak yüzey akışını minimize etmeyi, doğal drenaj desenlerini alana kazandırmayı amaçlar. Restorasyon açısından yağmuru hasat edecek, buharlaştıracak, sızdıracak, tutacak, geciktirecek ve filtreleyecek bir takım unsurları barındırır. Düşük etkili gelişim uygulamaları sedimentlerin, patojenlerin, metallerin ve besin maddelerinin etkin şekilde ayrıştırılması ve ayrıca yüzey akışına geçen yağmur suyunun hem şiddetinin hem de miktarının kontrolünde etkin rol oynarlar.

Düşük etkili gelişim teknikleri doğal alanların korunması, geçirimsiz yüzeylerin minimize edilmesi ve kesintili hale getirilmesi, alan tahribatının minimum hale getirilmesi, kompakt gelişimle yapılaşma ayak izinin düşürülmesi, bitkilendirilmiş biyolojik kanallar ve alanlar ile yağmur suyunun arıtılması ve paylaşımlı otoparkların ve bisiklet tabanlı ulaşımın desteklenmesi ile otopark yüzeylerinin azaltılmasını destekler ve yüzey akışını azaltır. Bu prensipler dünya üzerinde her coğrafyaya uygulanacak prensipler olmakla beraber, geliştirilecek

tasarımlar her alanın doğal ve kültürel karakteristikleri ve yağmur durumuna göre alana özgün şekilde oluşturulur. Ağaçlar tasarımda en temel iklim düzenleyici unsur olarak ele alınır.

Ağaçlar asfalt bir otopark yüzeyinin ısıısını 2.2 derece, bu otoparkta bekleyen araçların ısıısını ise 8.3 dereceye kadar düşürür.

Yüzey akışını azaltmanın pek çok faydaları vardır. Yüzey akışına geçmiş yağmur suları derelerin akışını değiştirir, selleri artırır, derelerin koridorlarında erozyona sebep olur ve su kalitesini azaltır. Yayılı kirliliklerin kaynağı olan bu tür suların içilmesi ve bu suya temas eden deniz mahsullerinin tüketimi kronik hastalıklara neden olmaktadır. Yüzeysel su kirliliğinin azaltılması yeşil alanları artırmak, ağaç dokusunu kuvvetlendirmek ve vejetasyonu bozulmamış alanları korumaktan geçmektedir. Bir tane olgun herdemyeşil ağaç yılda yaklaşık 15 m³ suyu tutar/engeller/geciktirir. 1 tane yaprak döken ağaç ise 2.87 m³ suyu tutar. Bir alandaki bütün ağaçların sayısı ile oranlandığında, ağaçlar suyun direkt akışa geçişini etkin bir şekilde kontrol eder. Amerika'nın Prince George bölgesinde orman dokusunun varlığı ile yıllık yaklaşık 16 milyon metreküp suyun tutulduğu, bu sayede de arıtma maliyetinin 1.2 milyar dolar daha aşağıya çekildiği tespit edilmiştir (Anonim 2015).

Tek bir ağaç bir yılda 21.77 kilogram karbondioksiti emer ve 40 yaşına geldiğinde 1 ton karbondioksiti tutacak kapasiteye ulaşır.

Düşük etkili gelişim teknikleri ile donatılmış şehirlerde daha güçlü bir yeşil sistem oluşmaktadır. Amerika'nın Illinois havzasında yapılan 21 yıllık bir

çalışma düşük etkili gelişim sayesinde şehirlerin çok daha hızlı bir şekilde daha fazla açık alanı elde ettiğini göstermiştir (Zielinsky 2000). Düşük etkili gelişim, yeşil alanları ve yeşil varlığını artırma yönündeki faydalarına ek olarak ekonomik çözümleri de beraberinde getirir. Bu kapsamda alanın belirli bir yüzdesinde kompakt bir gelişmeyi prensip olarak öngördüğü için ayak izi daha düşük projelerin çıkmasını sağlar, bu yüzey akışına geçen suyun miktarını azalttığı gibi geleneksel yağmur suyu ve atık su yönetimi için yapılacak yatırımları da azaltır.

Düşük etkili gelişim tekniklerinin proje maliyetlerini düşürme yönünde yapacağı katkılar şu şekilde sıralanabilir:

- Yol kenarına yapılacak bitkilendirilmiş su hazneleri ve yolların zemin materyali olacak geçirimsiz beton, asfalt veya diğer geçirimsiz materyallerle yolların hem karbon tutma hem de yüzey suyunu absorbe etme kapasitesi artacağı için alanda çok daha az inşai katman, su olukları ve mazgallara ihtiyaç duyulacaktır, böylece bu durum proje bütçelerine olumlu yansıyacaktır.
- Yeşil çatıların yapılarda yer alması ile çatılardan gelecek suyun yer düzlemindeki geçirimsiz yüzeylere erişimi engellenecek, buna ek olarak yer düzlemin-

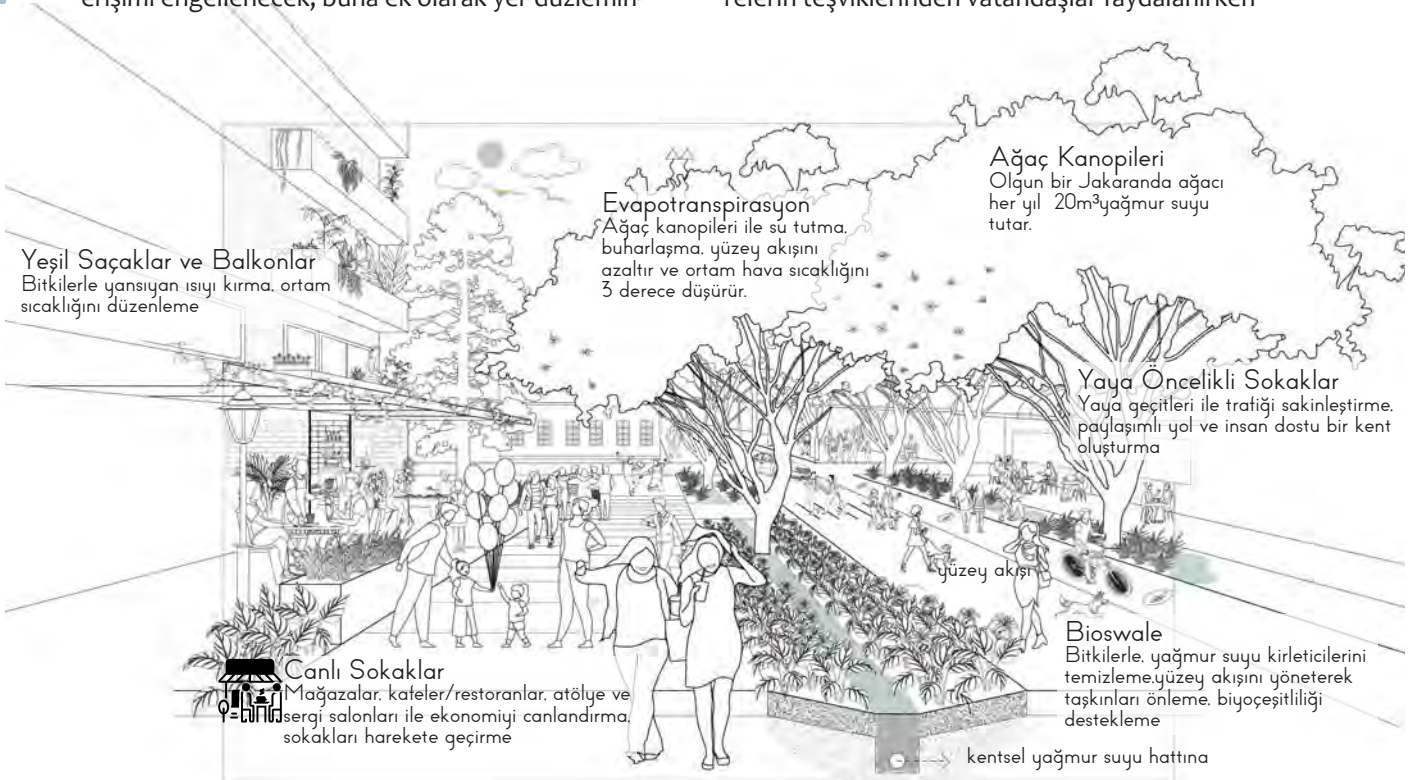
deki bitkilendirilmiş haznelerle arazideki su toplanacağı için yer altından gidecek boru sistemleri ve altyapı maliyetleri düşürülmüş olacaktır.

- Yapıların alana daha kompakt yerleştirilmesi ile arazideki kazı/dolgu miktarları kontrol altına alınacaktır. Bu sadece bütçeyi rahatlatmakla kalmayıp aynı zamanda yapı adası sayısını da optimize edecektir.

- Bir yapılaşmış çevrede ne kadar çok yeşil alan varsa gayrimenkul değeri o kadar yüksek olacağı için düşük etkili gelişim ekonomik anlamda da sürdürülebilir sonuçlar sunacaktır.

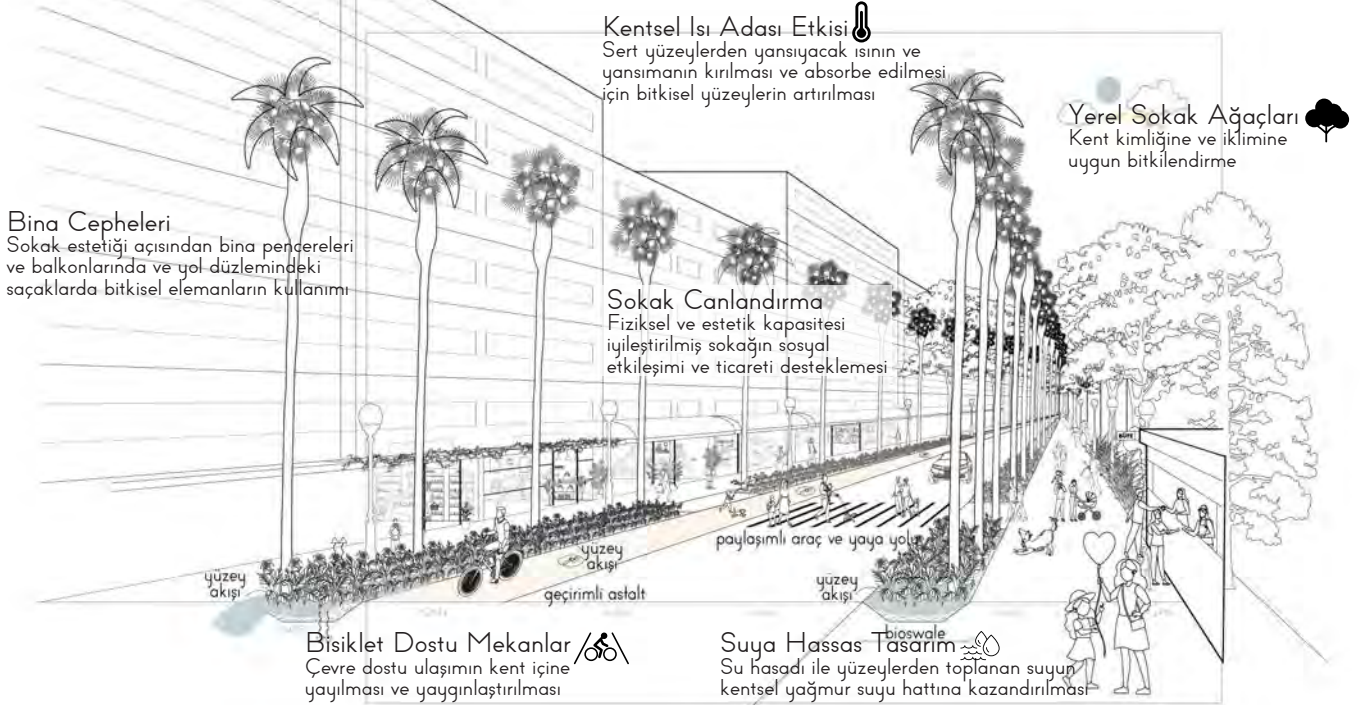
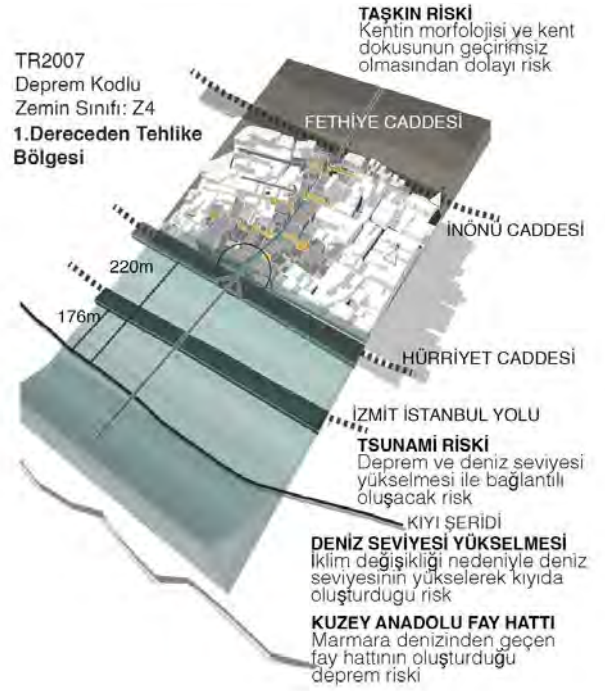
- Alanın doğal değerlerine minimum müdahale prensibi ile mevcut vejetasyon korunacağı için bu durum çevre düzenleme faaliyetlerini ve su yönetimi maliyetlerini daha da düşürecektir.

Kuzey Amerika'da düşük etkili gelişim prensipleri ile yapılmış 17 farklı projenin fayda ve maliyet açısından yapılan vaka çalışması projelerin %15 ile %80 arasında değişen şekilde daha ucuza yapıldığını göstermiştir. Projelerini düşük etkili gelişim prensiplerine göre tamamlayan yerleşimlerde yerel idarelerin teşviklerinden vatandaşlar faydalanırken



yapılan işlemin alandaki ölçeğine göre daha büyük bütçeli devlet destekleri de verilmektedir (EPA 2015). Düşük etkili gelişim teknikleri ile donatılmış bir kent dokusunun gayrimenkul değerlerine etkisini ölçen 35 farklı vaka çalışmasının sonuçları açık ve yeşil alanlardan uzaklaştıkça gayrimenkul değerinin düştüğünü göstermiştir. Mazzotta ve arkadaşları (2014) 250 metre mesafede düşük etkili gelişim kapsamında yapılmış bir yeşil alan varsa gayrimenkul değerinin %1.23 ile %1.95 arasında arttığını, 250-500 metre uzakta ise bu artışın %0.56 ile %1.2 arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Özetle, yeşil altyapı yaklaşımlarından biri olan düşük etkili gelişim bir şehre ek ekosistem servisleri sunar (karbon tutma, hava kalitesini iyileştirme, mikroklima oluşturma, yaban hayatına habitat olma, suyu temizleme, doğaya sızdırma ve buharlaştırma ve çok çeşitli estetik ve psikolojik faydalar). Artırılmış ekosistem servisleri bu tekniklerin yer aldığı yerlerde oluşacak yeni peyzaj dokusu sayesinde sosyal ekosistemin kuvvetlenmesine de vesile olur. Düşük etkili gelişimin ülkemizde yaygınlaşması için hem halkın, hem de inşaat sektöründeki paydaşların bu konularda eğitilmeleri ve bilincin artması şarttır. Eğitim, iklim bilinci yüksek bir toplum için gereklidir.



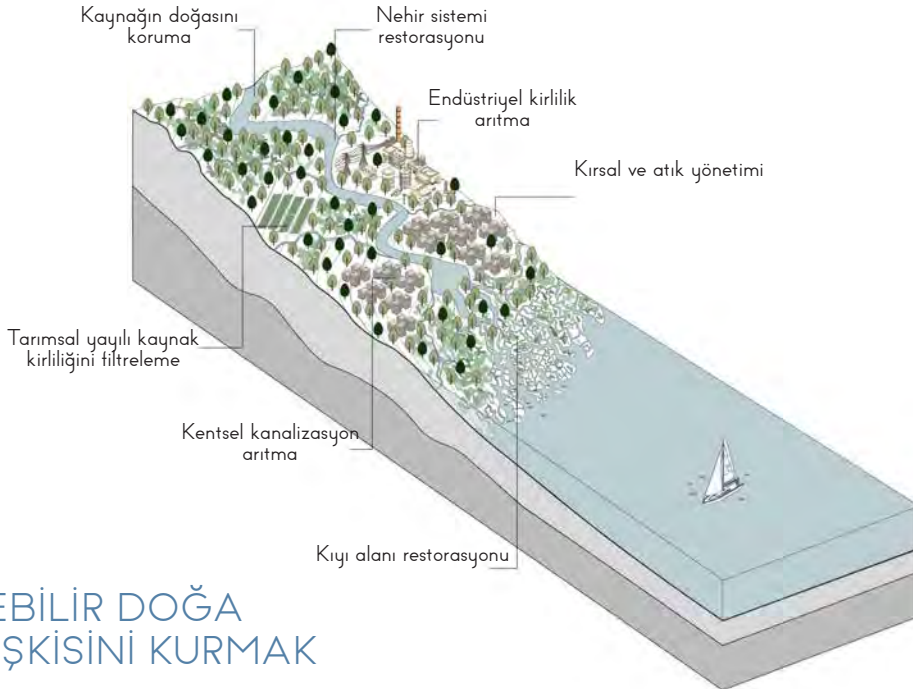
Sünger Şehirler

İlk olarak 2013 yılında giderek artan sel felaketleri ile baş edebilmek için Çin’de öneri olarak sunulan Sünger Şehirler konsepti kentsel su yönetimi ve peyzaj mimarlığı disiplinlerinin entegre çalışmasını öngörür. İçerisinde kentsel su havzalarının korunması, su kalitesinin iyileştirilmesi ve su hasadı konularını barındırır. Sünger Şehirler felsefesine göre su, şehirlerden kanallar, barajlar ve mazgallarla koparılmaz ve şehre entegre edilerek, şehir tarafından absorbe edilir. Bu, sadece sellerin, su kirliliğinin, su kıtlığının çözümüne fayda olmakla kalmaz aynı zamanda habitatları onarır ve insanların yaşayabileceği kaliteli ve estetik çevreleri de oluşturur.

İklim değişikliği, seller, kuraklık, habitatların yok olması ve kirlilik gibi pek çok problemle baş etmek zorunda olan şehirlerimizde geleneksel gri altyapı çözümleri ile ilerlemek oldukça güçlü ve giderek daha sofistike olması gereken bir sistem gerektirmektedir. Bu sistem, derelerin daha büyük beton kanallara alınmasını, daha yüksek baraj ve seddelerin yapılmasını, yüzey suları ve atık suların kompleks sistemlerle bertarafını ve atıkların daha komp-

leks sistemlerle yönetimini gerektirmektedir. Gri altyapı, tekil problemlerin acil çözümü için gerekli olmakla birlikte büyük miktarda beton ve enerji tüketir, dirençlilik anlamında esnek değildir ve bu sebeple de afetlerde daha da büyük hasarlara sebep olur, doğal sistemi tahrip eder ve doğanın dirençliliğini düşürür; kısacası insan ve doğa arasındaki ilişkiyi keser. Buna alternatif olan doğa tabanlı çözümler ekosistem servislerinin korunmasını sağlar. Gri altyapı ile bir arada kullanıldığında üst havzalarda doğanın korunması, tarımsal arazilerde noktasal olmayan kirleticilerin bertarafı, kırsal alanların ve atıkların yönetiminde, nehir sistemlerinin restorasyonunda, endüstriyel kirliliğin ıslahında, kentsel atık suların artılmasında ve kıyı restorasyonunda etkin çözümler sunar.

Bu tür yeşil ve gri altyapıların bir arada dengeli kullanıldığı bir sünger şehir sisteminin kurgusu yerel, bölgesel ve ülke ölçeğinde ele alınmalıdır. Bu tür altyapıda su en temel unsurdur. Dolayısı ile su odaklı ekolojik altyapı ile kurulmuş şehirlere sünger şehirler denir. Sünger şehirlerde ana amaç suyu tutmak, akışını yavaşlatmak ve suya adapte olabilmektir. Suya adapte olabilmek gri altyapının tekil kullanıldığı statik sistemlerde olmayan bir durumdur.



SÜRDÜRÜLEBİLİR DOĞA
VE KENT İLİŞKİSİNİ KURMAK

Dolayısı ile suya adapte olabilen sistemlere ihtiyaç vardır.

Suya adapte olamayan şehirler su ile savaşır.

Sünger şehirler geleneksel su yönetimi ve tarımsal tekniklerin bilgeliğinden esinlenir ve çok basit araçlarla yer yüzünü sürdürülebilir olarak dönüştürür. Teknik olarak teraslama, göllendirme, seddeleme ve göllendirme ve adalaştırma tekniklerini kullanır. Çin'den bu konseptin çıkmasının en büyük sebebi çevre sorunlarının artık üstesinden gelinemeyecek boyutları almasıdır. Örneğin Çin'de kent içindeki bütün dereler beton kanallar içerisinde geçmektedir. Her yıl 20 milyar dolar yatırım yapılmasına rağmen 100 milyar dolar sel afetinden dolayı kaybedilmektedir (Yu 2012). Bu durumun önüne geçmenin artık daha yüksek duvarlar çekmekle çözülemeyeceğini gören yöneticiler ve tasarımcılar doğa tabanlı çözümlere yönelmişlerdir. Bu kapsamda bazı derelerin koridorları beton duvarlardan arındırılarak, yağmura göre esnek bir hal alacak bir tasarımla ekolojik açıdan yeniden tasarlanmıştır.

Dere koridoru teraslanarak bitkilendirilmiş ve suyun alanı basmasına izin verilmiştir ve en şiddetli yağışların etkisinin yarıya indiği gözlemlenmiştir.

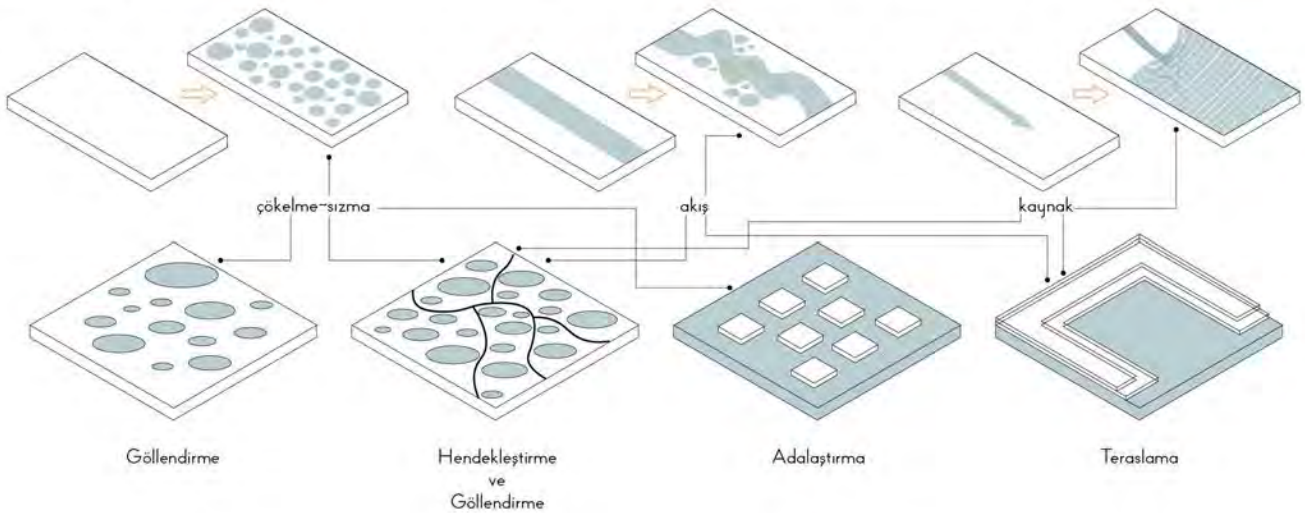
Çin şehirlerinin %65'i sellerden etkilenmektedir. Bu durumun iklim değişimi ile beraber çok daha şiddetli ve ani yağışları beraberinde getireceği düşünülrse, buna çözümün sadece daha büyük borular döşemek, daha yüksek ve kalın duvarlar çekmek veya daha güçlü pompalar kullanmakla olmayacağı açıkça ortadadır. Buna odaklanmak yerine gri altyapı ile beraber nasıl geleneksel doğa tabanlı çözümler kentle buluşturulur konusuna odaklanılması ve sünger şehir yaklaşımlarının (teraslama, göllendirme, adalaştırma) tasarımlarda sunacağı faydaların analiz edilerek uygulamaya geçirilmesi gerekmektedir. Bu yaklaşım projelerdeki kazı/dolgu oranlarının dengelenerek, alandan malzemenin çıkmasına meydan vermeden ekolojik ayak izi düşük projeleri kentlerimize kazandıracaktır.

Buna en güzel örnek Çin'de Turenscape Peyzaj Mimarlığı firması tarafından yapılan Sanya City projesidir. Bu projede, tasarımcılar çok büyük bir su kütlesini kentin hem ekolojik hem de rekreatif ihtiyaçlarına hizmet eder hale getirmişlerdir.

Suyu kaynağında tutmak

Akışı yavaşlatmak

Suları uyumlu buluşturmak





SANYA MANGROVE PARK

Shanghai, Çin

01



Hendekleme ve Göllendirme
Mangrove Rehabilitasyonu
Fırtına Riskinin Azaltılması
Yağmur Suyu Filtasyonu



HOUTAN PARK

Shanghai, Çin

02



Kirli Nehir Suyunu Arıtma
Endüstri Alanı Dönüşümü
Sel kontrolü
Teraslama



Yapılandırılmış Sulak Alan
Yağmur Suyu Hasadı
Suyun İyileştirilmesi
Adalaştırma



GOLDEN BEACH

Qinhuang Dao, Çin

03

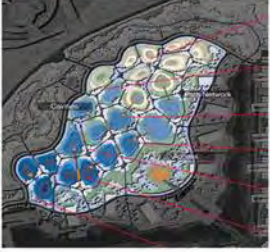




QIAOYUAN WETLAND PARK

Tianjin City, Çin

04



Yağmur Suyunun Arıtılması
Yağmur Suyu Yönetimi
Toprak İyileştirme
Göllendirme



Sorunlara Bütüncül Yaklaşım
Entegre Çevresel Sistem
Esnek Su Ekolojisi
Teraslama



FENGXIANG PARK

Haikou, Çin

05



RED RIBBON PARK

Qinhuangdao
City, Çin

06



Doğal Yaşamı Korumak
Rekreasyon ve Eğitim
Kapsayıcı Tasarım
Adalaştırma



Aynı şekilde Çin’de %75’i kirli olan yüzey suyunun ve %85’i denizlere doğrudan akan atık suların etkilerini önlemek için yapılandırılmış sulak alanlar tesis edilerek biyolojik süreçlerle beraber bir park ortamında besi maddelerinin giderimi sağlanmıştır. Shanghai şehrindeki Huangpu nehrinin kirli sularını içerisine alan Houton Parkı 3 hektarlık bir sulak alan ile fosfor ve diğer besin maddelerini filtreleyerek 2.400 metreküp suyun her gün arıtılmasını sağlamaktadır.

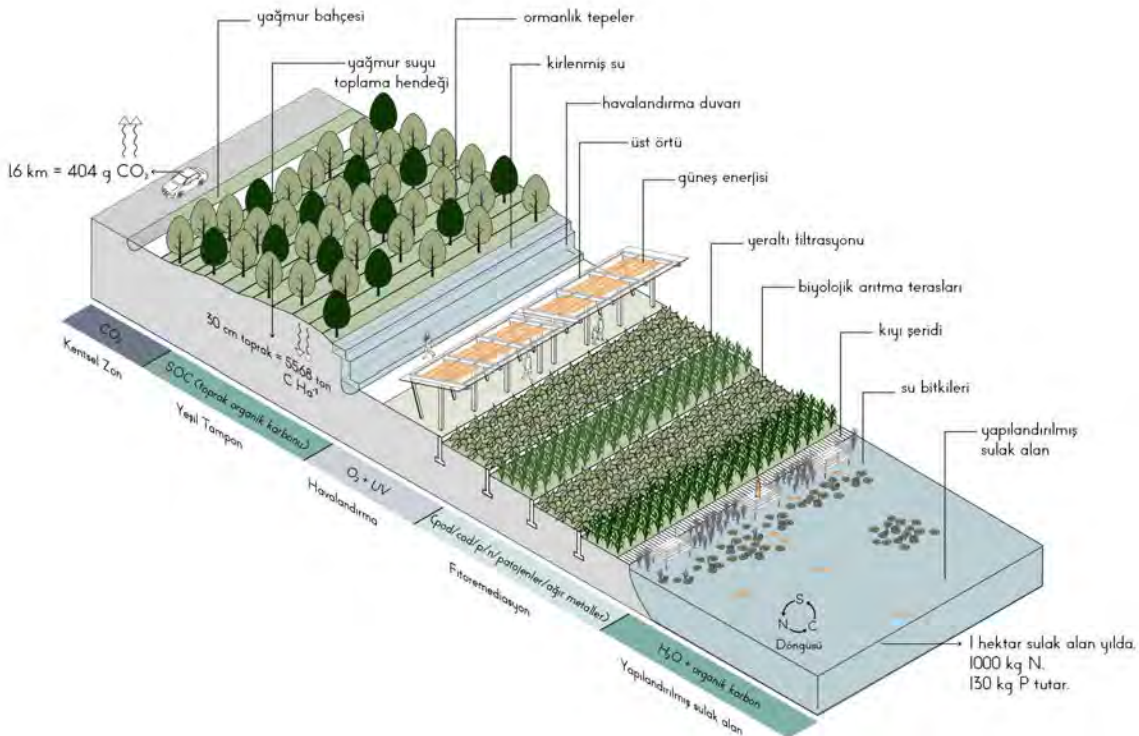
770.000 kilometrekare büyüklüğünde müsilajdan neredeyse ölme noktasına gelmiş Quinhuangdoo şehrinin Bohai kıyısında, kıyı boyunca kirleticileri ve kimyasalları durdurmak için süngerler oluşturulmuş ve geniş ölçekli sorununa ekolojik, ekonomik ve sosyolojik açıdan etkin çözümler üretmek mümkün olmuştur.

Kent içerisindeki topraklarının %60’ının kirli olduğu Çin’de doğa tabanlı ekolojik altyapı yaklaşımı konvansiyonel metotlarla artırılması çok güç ve pahalı olan bozulmuş alanların onarımı için kullanılmıştır. Tianjin şehrinin tahrip olmuş ve kirlilikle baş etmek durumunda olan büyük bir açık alanı, sünger şehirler

anlayışı ile alana getirilen su sayesinde fitoremediasyon teknikleri devreye sokularak ıslah edilmiştir.

Sünger Şehirler çalışmasından önce Çin’in %90’ı suyun bir an önce şehirden denizlere tahliyesini sağlamaya odaklı geleneksel mühendislik çözümlerini barındırırken, sistemi oluşturmak çok büyük bütçeler gerektirmekteydi. Yayılı kirlilik kaynakları (yollar, tarımsal alanların suları vb.) nedeniyle Çin şehirlerinin %60-80’i su kirliliği ile baş etmek zorundaydı (Jiang vd. 2013; Du vd. 2010; Ouyang vd. 2006). Esnek olmayan gri altyapı yaklaşımı plansız ve ani gelişen kentin geçirimsizliğine karşı da etkin olmuyordu. Hızlı gelişen nüfus ve kent karşısında bu kadar rijit bir sistem yerine adaptasyon ve manevra yeteneği daha yüksek olan doğa tabanlı çözümler Sünger Şehirler yaklaşımını Çin’e kazandırdı. (Yang vd. 2014; Liu vd. 2016; Tang vd. 2015, Shen 2010).

Sünger Şehirler Çin’de 2014 yılında Şehircilik ve Kırsal Gelişim Bakanlığı, Finans Bakanlığı ve Su İşleri Bakanlığının ortak çalışması sonucu bir politikaya dönüştürülmüş ve bir rehberle prensipleri resmileştirilmiştir. Sünger Şehirler rehberinde ana amaç kentsel çevrede yüzey akışına geçen



suyu absorbe edecek alanları %20 artırmak ve 2030 yılına kadar %80 oranında yağmur suyunun tutulmasını veya yeniden kullanımını sağlamaktır. Rehber ilk olarak 16 pilot şehirde geliştirilmiş daha sonra da buna 14 şehir eklenerek test edilmiştir. Sünger şehirler politikası sadece seli önlemeye odaklanmamıştır. Kentsel suyun hasadı temizlenmesi, yeniden kullanımı gibi konuları gri ve yeşil altyapı ile beraber çözerek Çin şehirlerini gelecekte karşılaşılabilecek iklimsel anlamda ekstrem durumlara hazırlıklı hale getirmiştir (Chan vd. 2018).

Çin’de Sünger Şehirler yaklaşımının yaygınlaşması ve uygulanması için mevcut rehberler de konuya uyarlanmış ve yeni bir takım yönetmelikler çıkarılmıştır. Örneğin, Şehircilik ve Kırsal Kalkınma Bakanlığının önceden geliştirdiği “Kentsel Yeşil Alanların Tasarımı” rehberi sünger şehirler prensiplerini destekler hale getirilmiştir. Bu döküman kentsel yeşil alanlara drenaj boşaltımı ve yağmur suyu toplama kapsamında iyileştirmeler yapılarak toplama, boşaltma, infiltrasyon, gibi konularda kabul edilebilir toprak değerlerinin ve kapasitelerin belirlenmesine değinmektedir. Buna ek olarak “Yol Mühendisliği Tasarımı” rehberi bir takım Düşük Etkili Gelişim unsurlarını barındırır hale getirilip yollarda yapılacak biyolojik kanalları barındıracak ve yaya, bisiklet ve araç yolu olarak hizmetine de devam edecek hale getirilmiştir. Bu kapsamda rehber “yeşil altyapı” başlığı eklenerek bütün kentsel yolların en az 1.5 metreden başlayan bir yeşil koridora dönüştürülmesi sağlanmıştır.

Bunlara ek olarak, Çin’de gri altyapı ile ilgili mevcut mevzuatların da belirli oranda su hasadı ve sürdürülebilir atıksu yönetimi ile ilgili konuları içerdiği görülmektedir. Örneğin, “Konut ve Mülk Zonlarının Planlamasına Yönelik Tasarım Rehberi” (Code for Design of Urban Residential and Properties Zone Planning) 1 hektara kadar olan yeşil alanlara (parklar, çocuk oyun alanları, bitkilendirilmiş alanlar, mesire alanları, ormanlar, korular) borular ve altyapı ile yağmur suyunun boşaltımı kuralını getirmektedir. “Harici Atıksu Mühendisliğinin Tasarımı” rehberi mevcuttaki alt

yapı yaklaşımları ile donatılmış eski mahallelerin daha güncel ve sürdürülebilir drenaj pratikleri ile nasıl buluşturulabileceğini belirtmektedir.

Özetle sünger şehirler yaklaşımı Çin şehirlerinde sürdürülebilir kentsel su yönetimini hem politikalar hem de uygulamalar anlamında iyileştirmiştir. Sünger şehirler uygulamasının belki de en belirgin faydası kent yönetimi anlamında su konusunda söz sahibi bütün kurumların tanımlı bir amaç çevresinde kendi eylemlerini entegre şekilde kurgulamalarıdır (Cosierand Shen 2009).

Sünger Şehirler kavramı şehir planlama süreçlerini yönlendirirken aynı zamanda yeşil alanların ön plana çıkarılması ve korunmasını sağlar. Başarılı bir şekilde uygulandığında gelecekte olacak kentsel gelişmenin yönünü ve şeklini belirler. Aynı zamanda kentsel ekosistemleri daha kaliteli hale getirir, nehirlerin korunması, sulak alanların ve yeşil sistemin diğer önemli parçalarının (ormanlar, tarım alanları vb.) varlığını destekler. Bunu yaparken ekstrem hava şartları için mevcut gri altyapının kullanılmasına da izin verir. Bu hibrit yaklaşım sayesinde şehir genelinde su ve çevre ile ilgili her tür soruna etkin çözüm üretilir.

Sünger şehirler yaklaşımı içinde bulunduğumuz hızlı şehirleşme ve iklim değişikliği döneminde şehirlerin su ile ilgili sorunlarının hepsinin aynı anda çözülemeyeceğini öngörerek daha gerçekçi bir planlama ile aşamalı olarak, sürekli eğitim, öğrenme, geri bildirimler ve pilot çalışmalarla farklı ve özel durumlar anlaşarak uygulanmalıdır. Sünger şehirler esasen kurumlar arası ve teori ile uygulama arasındaki koordinasyonun ve entegrasyonun sağlanmasında önemli bir çerçeve sunar.

Bu çerçeve sayesinde bir süreç başlatılıp yol haritası oluşturulabilir. Çin gibi gerek nüfus gerekse de sosyo-ekonomik pek çok krizle baş etmek zorunda kalan bir ülkede rehber mahiyetindeki bu uygulamanın dünyanın benzer şehirlerinde ve gelişmekte olan ülkelerde uygulanma potansiyeli yüksektir.

Sürdürülebilir Kentsel Drenaj Sistemleri

Sürdürülebilir kentsel drenaj sistemleri şehirlerde yüzey akışına geçen suların yönetiminde suyun akışının miktarını, kalitesini, biyoçeşitliliği ve estetik bir çevre oluşturmayı gözetken yaklaşımların bütünüdür. İngiltere’de 1998 yılından beri sürdürülebilir drenaj yönetimi olarak kullanılmaktadır.

Doğayı taklit ederek yağmur suyunu yüzey akışına geçmeden kaynağında yönetmeyi amaçlayan bu yaklaşımda suyun doğadaki su koridorlarına gelmeden önce erozyon yaratmadan ilerlemesini sağlamak ve yavaşlatmak hedeflenmektedir. Doğanın konturları arasında suyun toplanabileceği alanlar yaratırken, burada toplanan suyun yer altına sızması, buharlaşması ve bitkilerle buluşturulmasına da eşit derecede önem veren peyzaj tekniklerini barındırmaktadır. Bu tekniklerle düzenlenen alanlarda çevresel katkılar maksimize edilmektedir. Alanda yapılacak bir seri tasarım ile suyun yönetimi, temizlenmesi ve yerel su kaynaklarına en yüksek faydayı getirecek şekilde suların hasat edilmesi sağlanır.

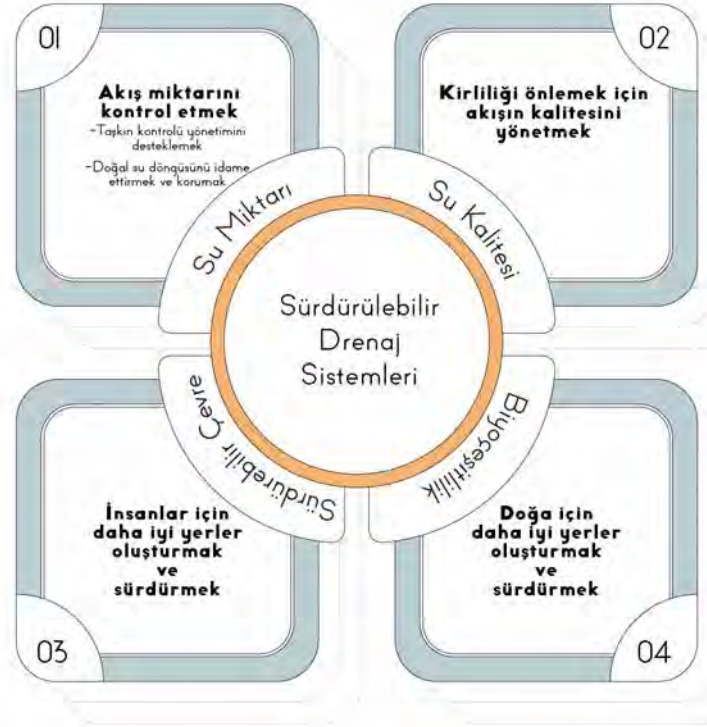
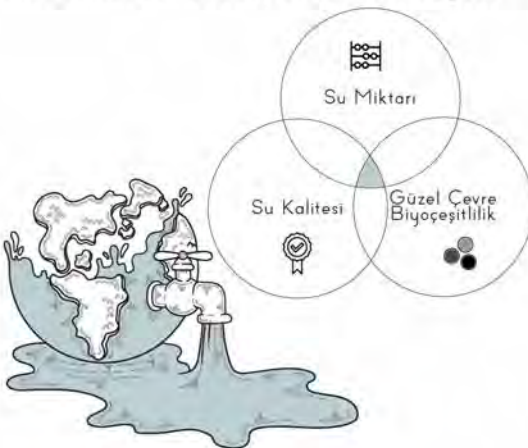
Sürdürülebilir kentsel drenaj yaklaşımlarının geleneksel drenaj tekniklerinden daha çok rağbet görmesinin pek çok sebebi vardır: Sert yüzeylerle kaplanmış şehirlerde yüzey akışına geçen suyun hızını yavaşlatması, suyun düştüğü yerde yerel çözümlerle bunu bir kaynağa dönüştürmesi, su kalitesini koruması ve iyileştirmesi, derelerdeki su rejimini düzenlemesi, sedimanların denizlere gelmeden çekilmesi, yaban hayatı için habitat oluşturması, doğadaki su döngüsünü desteklemesi (gökyüzüne buharlaşma ve yer altına sızma), karbon ayak izinin daha düşük olması, karbon tutulumuna katkı koyması, doğa dostu olması ve yerleşimin rekreatif ihtiyaçlarına cevap vermesi ayrıca çok daha estetik bir çevre oluşturarak uygulandığı yerlerin ekonomik değerini artırması bunlar arasında sayılabilir.

Sürdürülebilir kentsel drenaj sistemleri doğadaki su döngüsünü destekleyecek şekilde yağmur suyunu yönetir. Yağmurun macerası aslında süreklilik arz etmesi gereken bir olgudur: Su yeryüzüne iner, kentler senaryoda olmadığında doğayla buluşur, hatta bir kısmı yeraltına doğru inmeye başlar ve akiferi destekler. Yüzeyde kalan suyun bir kısmı yolculuğunu

Geleneksel Yaklaşım



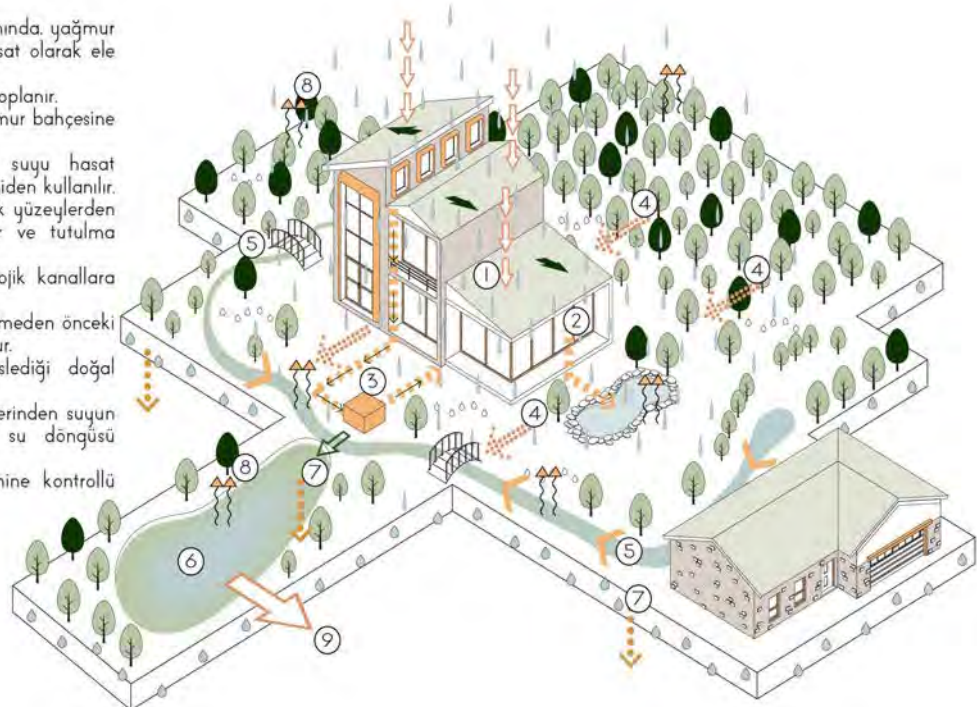
Sürdürülebilir Drenaj Sistemleri Üçgeni



Doğa bilimleri, sosyal bilimler, yer bilimleri, mühendislik bilimleri, planlama ve peyzaj mimarlığı alanındaki uzmanların beraber çalışması bütünlük çözümlerin üretilmesi için gerekmektedir. Su, tek disiplinin himayesinde çözülemeyecek bir kaynaktır.

SÜRDÜRÜLEBİLİR DRENAJ YAKLAŞIMI		
1	Yüzey akışını kaynak olarak kullan	Su Miktarı
2	Yağmur suyunu kaynağında yönet	Su Miktarı / Kalitesi
3	Yağmur suyunu yüzeyde tut	Su Miktarı/ Kalitesi, Biyçeşitlilik, Sürdürülebilir Çevre
4	Sızmaya izin ver	Su Miktarı
5	Buharlaşmayı destekle	Su Miktarı
6	Yüzey akışını doğadakine benzer oranlarda ve miktarlarda tut	Su Miktarı, Biyçeşitlilik
7	Yağmur suyunun kirliliğini önle	Su Kalitesi
8	Yağmur suyunun kalitesini yükselt	Su Kalitesi

- 1- Bina çatısından yağmur suyu toplanır.
- 2- Çatı suyu iniş boruları ile yağmur bahçesine taşınır.
- 3- Çatıda birikecek yağmur suyu hasat edilerek binada 'gri su' olarak yeniden kullanılır.
- 4- Yağmur suyu sert ve yumuşak yüzeylerden peyzaj tasarımı ile biyokanallar ve tutulma alanlarına yönlendirilir.
- 5- Arazinin bütün drenajı biyolojik kanallara yönlendirilir.
- 6- Daha büyük sisteme gönderilmeden önceki debi kontrolü için göletlerde tutulur.
- 7- Suyun, yeryüzeri suyunu beslediği doğal zemine sızması teşvik edilir.
- 8- Bitkiler ve açtıkları su yüzeylerinden suyun bir kısmı buharlaşarak doğal su döngüsü desteklenir.
- 9- Alt havzadaki drenaj sistemine kontrollü çıkış sağlanır.



SÜRDÜRÜLEBİLİR DRENAJ SİSTEMLERİ TEMEL YAKLAŞIMLARI

TEMEL BAŞLIK	TASARIM KRİTERİ	GÖSTERGELER
Su miktarı	Yüzey akışına geçen suyu kaynak olarak kullan	Yağmurdan hasat edilen suyun bir kısmı yeniden kullanılır, doğaya sızması sağlanır, bir kısmı da nehirlere yönlendirilir.
	Akışı toplayan havzada sel riskini yönet	Suyu kanalizasyona göndermek yerine yüzeyde suyu tutacak haznelere yönlendirilir. En yağışlı dönem akış miktarı ve oranı kontrol edilir.
	Alıcı ortamın morfolojisi ve ekolojisini koru	Su toplama üniteleri ve göletlerinin ekolojileri kurak dönemde de ayakta kalabilmelerini sağlayacak şekilde tasarlanır. Topoğrafyalar hem suyun olduğu hem de kurak dönemlerde alanın görsel kalitesini artıracak şekilde ayarlanır.
	Alandaki doğal hidrolojik sistemi koru	Alandaki doğal hidrolojik sistem peyzaj tasarımı ile korunur, arazi konturu ve bitkilendirmesi buna göre yapılır.
	Etkin drenaj sağla	Yüzey akışına geçen yağmur suyu her sezonda alandan sızar ve belirli bir süre içinde alanda drene olur, böylece birbirini takip eden yağışlı günlerde sistemin performansı düşmez.
	Alan dışında sel riskini yönet	Sürdürülebilir drenaj sisteminin kapasitesinin üstündeki yağışlar sarnıçlar veya diğer toplama havzalarına yönlendirilir.
	Gelecekteki şoklara dayanıklı esnek ve adapte olabilen bir sistem tasarla	Tasarım, yaşam döngüsü içerisinde iklim değişimi veya kentsel akışın değişmesi gibi şartlara uyumlu, esnek şekilde kurgulanır.
Su kalitesi	Alıcı ortam ve yer altı suyunun kalitesini destekle	Havzadaki kirlilik önleyici faaliyetlerin boyutu iyi ayarlanır. Kirlı suların beklenmeyen taşmasına karşı gerekli tampon tasarımlar yapılır. Geçirimli yüzeyin, yeşil çatıların veya yüzeylerin oranlarına göre yağmur hasadı sistemleri veya toprak çözümleri oluşturulur. Suyun toplanması ve filtrelenmesinde standartlara uygun değerlere göre stratejiler belirlenir. Yüzey suyu yönetimi için ayrılan alan bitki ile arıtma için de yeterli alanı içerir. Tasarımın sediman yönetimini de sağlayacak şekilde tasarımına dikkat edilir (biriktirme havuzları, hidrodinamik separatörler).
	Sistemin direçliliğini gelecekteki değişikliklerle baş edebilmesi için tasarla	Gelecekteki iklim değişikliği ve kentsel akışın artması dinamiklerine hazır ve dayanıklı sistemler bugünden oluşturulur

TEMEL BAŞLIK	TASARIM KRİTERİ	GÖSTERGELER
Sürdürülebilir Çevre	Çok fonksiyonluluğu destekle	Tasarımın programı gelecekte yaşanacak iklim değişikliği ve kentsel yoğunluğa göre belirlenir, faaliyetler bu bağlamda öngörülür.
	Görsel karakteri iyileştir	Rekreatif alanlar, otoparklar ve trafik yönetiminde çok fonksiyonlu kullanımların sayısı ve yoğunluğu alanın görsel kalitesini düşürmeden ve taşıma kapasitesini aşmadan ayarlanır.
	Güvenli yüzey suyu yönetimi yap	Sürdürülebilir drenaj sistemleri görsel olarak çekici, alanın kimliğine uyan ve peyzaj karakterini destekleyen şekilde tasarlanır. Alanın çevresindeki kent birimleri ile diyalogunu kuvvetlendirecek şekilde bu alanların hidrolojik kapasitelerini düşürmeden, yapısal ve bitkisel karakter belirlenir.
	Gelecek için esnek, adapte olabilir ve dirençli bir alan oluştur	Sürdürülebilir Kentsel Drenaj Sisteminin her bir bileşeni tasarlanırken insanlar açısından güvenli bir tasarım geliştirilir. İklimle dirençlilik kapsamında her bir drenaj unsuru alana katkı koyar hale gelir, ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarının bitkilerin oluşturacağı mikroklima ile kontrol altında tutulması, azaltılması vb. sağlanır.
	Alanın algılanabilirliğini artır	Alanda görünürlüğün sağlanması için açıklık ve kapalılık oranı mekan algısını engellemeyecek şekilde ayarlanır.
	Kullanıcının çevre bilincini artır	Okulların, sivil toplum kuruluşlarının, kullanıcıların sürdürülebilir kentsel drenaj sistemi unsurları ile buluşması, bunların yapımının ve bakımının öğretilmesi için programlar geliştirilir.
Biyçeşitlilik	Doğal türler ve habitatları koru	Tasarım tarafından desteklenen doğal habitatların kalitesi, endemikliği ve yayılma alanı korunur.
	Lokal biyçeşitliliği destekle	Yerel biyçeşitliliği destekleyecek türler belirlenir, kullanımının yaygınlaştırılması için programlar geliştirilir.
	Habitat bağlantılarını koru	Alan ölçeğinde geliştirilen sistem daha geniş ölçekteki yeşil sistemle ilişkilendirilir, habitatlar birbirine bağlanır.
	Çeşitli, kendi kendine yeten, dayanıklı ekosistemler tesis et	Alanda dirençliliği artıracak ekosistemler tesis edilir. Habitatların kendi kendini sürdürebilmesi için uygun bitki materyali ve yapısal materyaller seçilir, karbon tutma ve su döngüsünü artıracak kombinasyonlar oluşturulur.

Sürdürülebilir kentsel drenaj sistemleri kurulurken dikkat edilecek noktalar şunlardır:

Erken aşamada dahil olmak: Yeni gelişen alanlar veya kentsel dönüşüm projelerinde tasarım aşamalarında geçirimsizliği gözetmek ve mümkün olduğu kadar yeşil ve geçirgen dokuyu korumak ve tasarımlarda bunlara yer vermek gerekmektedir. Alanın tasarımı esnasında suyun yönlendirileceği, toplanacağı ve daha sonra kullanılacağı fonksiyonel alanları belirlemek önemlidir. Bu fonksiyonların takibinde rol alacak aktörlerin (park yönetimi, belediye temizlik işleri, mülk sahipleri, kurum ve site yöneticileri, muhtarlar vb.) projenin ilk etabından itibaren bilgilendirilmesi ve sürece dahil edilmesi uzun vadede sürdürülebilirlik açısından önemlidir. Bu, daha yaşanılabilir çevreler oluşturmak için de kaçınılmazdır.

Yüzey suyunu bir kaynak olarak görmek: Yüzey akışına geçen sular doğrudan mazgallardan yağmur suyu hattına karışıp denizlere gitmediğinde şehrin kentsel peyzajının sürdürülebilirliği açısından önemli bir kaynak oluşur. Bu suyu hasat edebilmek, bitkilerle filtreleyip kalitesini iyileştirmek ve daha sonra şehrin ihtiyaçları için kullanmak hem sel riskini azaltır, hem ekonomik faydalar sunar, hem de estetik bir çevre oluşturmaya vesile olur. İklim değişikliği ile beraber giderek daha uzun süreli kurak dönemlerin ve düzensiz yağış desenimizin olacağı düşünülürse, gelecekte dirençli şehirler oluşturmak için, sürdürülebilir kentsel drenaj yaklaşımının yağmur suyunu kaynak haline getiren tekniklerinden faydalanmak ülkemiz şehirleri için de önemli bir adım olacaktır.

Kaynakta kontrol etmek: Yağmur suyunu uzun süre yüzey akışına geçmeden kaynağında değerlendirmek hem ekonomik hem de daha kolay bir çözümdür. Kirlilik açısından da bu yönetim biçimi daha etkindir. Bu sebeple çok paydaşlı bir yaklaşımla şehrin ilgili kurumları arasında işbirliğinin yapılması ve toplama tekniklerinin her ölçekte uygulanması gerekmektedir. Bu yapı ölçeğinde bir yeşil çatıdan başlayıp, sarnıçlara ve su varillerine, mülk sınırları içinde ve şehir genelinde geçirimsizliğin artırılması, yağmur bahçeleri ile çatılardan ve sert

yüzeylerden gelen suların hasadına kadar giden farklı tekniklerin kombinasyonu ile sağlanabilir.

Suyu yüzeyde yönetmek: Geleneksel drenaj çözümleri yağmur suyunu doğrudan yer altına mazgallar ve boru ağı ile alarak kirliliği bir şekilde ya doğaya ya da arıtma tesislerine yönlendirir. Bu doğanın kirlenmesi veya arıtma tesisleri gibi yatırımların ekonomik olarak topluma yük getirmesine neden olmaktadır. Yeryüzüne düşen her zerrece doğanın da hakkı vardır ve şehirler gibi çok doğal olmayan ortamlarda ayakta kalmaya çalışan pek çok tür için bu su çok kıymetlidir. Bunun yanında bu suyun tekrar buharlaşma ile gökyüzüne çıkması da doğal döngüyü destekleyecektir. Bu sebeple suyun mümkün olduğu kadar yerin yüzünde yönetilmesi gerekmektedir. Bu nedenle bunun için özellikle tasarlanmış sert ve yumuşak peyzaj alanlarına ihtiyaç vardır. Sürdürülebilir kentsel drenaj sistemlerinin gri altyapı ile entegre edilmesine odaklanılarak gri altyapının kapasitesinin çok üstüne çıkan yağmurlarda şehrin direncini artıran ve gri altyapıya destek bir sistem oluşturulmalıdır.

Sürdürülebilir Kentsel Drenaj Sistemi Zinciri kurmak: Seri şeklinde akışın farklı aşamalarında oluşan akış rejimini ve su kalitesini yönetmek için doğal bir havzadaki drenajı taklit eden bir drenaj yönetimi benimsenebilir. Yönetim zinciri öncelikle koruma ile başlamalıdır. Bunun ilk şartı da geçirimsiz yüzeylerin miktarını azaltmak ve kirlilik kontrolü bağlamında alanın temizliğini düzenli yapmak ve sonra da yerel kaynaktan mansaba kadar aşama aşama genişleyerek, en sonunda da bütün havzanın yönetilebileceği bir kontrol sistemi kurmaktır. Yüzey akışına geçen suyun bu yönetim aşamalarının hepsinden geçmesi gerekmemektedir. En ideal çözüm yerinde müdahale ile suyu kaynağına en yakın yerde doğal bir şekilde drenaj sistemine deşarj etmektir. Suların alanın hemen yakınında yönetimi mümkün değilse, daha geniş bir alanda başka bir yere yönlendirilmesi mümkündür. Bu, bazen suyun daha farklı bir arıtma gerektirmesi veya yağış miktarının yerel kaynağın kapasitesinden fazla olduğu zamanlarda gerekebilir.

Ancak borularla direkt sulak alanlara, derelere veya denizlere deşarj etmekten yine de kaçınmak gerekir. Sürdürülebilir drenaj sistemleri yaklaşımı riskin durumuna göre alternatiflerindengelişekilde bir araya getirilmesini gerektirir. Bir alanda sel olması riski alanı selden korumanın maliyeti ile dengelenmelidir. Yönetim zinciri yaklaşımı alanın farklı drenaj özellikleri ve kullanımları içeren alt havzalara bölünmesini ve her bir alt havzanın da özgün bir drenaj stratejisinin olmasını gerektirir. Bu, suyun etkin şekilde toplanması, filtrelenmesi ve çok uzaklara gitmeden yönetilmesi için en ideal yaklaşımdır. Alt havzalar ile çalışırken bütün havzada oluşacak yönetsel ve hidrolojik durumun nasıl olacağını da akılda tutmak gerekir.

Kirliliği yönetmek: Bir peyzajı su bakış açısı ile yönetmek suyun kalite ve miktarı ile ilgili karşılaşılabilecek sorunları çözmede yardımcı olabileceği gibi daha yaşanabilir, sağlıklı ve estetik kalitesi yüksek çevreler oluşturur. Bu süreç, tasarım, yönetim ve eğitim konularını içerir. Yağmur hasadı sadece bir ekoloji ve sürdürülebilirlik konusu değildir. Bu aynı zamanda sosyolojik ve pedagojik de bir konudur. Kullanıcıların alandaki su yönetiminde ve suyun hareketinden haberdar olması kirlilik unsurlarının drenaj sistemine girmesi riskini azaltabilir. Hayvan dışkılarının alanda bırakılmaması eğitim ve çöp kutularının artırılması ile sağlanabilir. Alanda uygulanacak düzenli temizlik yüzey akışına geçen suların daha az kirliliğe olmasına yardımcı olacaktır. Yapıların bacalarında çıkacak bir grup kirlleticilerin bir alanda yüzeyde birikmesini engellemek için ağaç kanopilerinden de destek almak mümkündür. Bazen kanalizasyon kaçakları da kirlilik yaratmaktadır. Bunun için de biyolojik kanallar ile suyun toplanması ve ayrıştırılıp, alanda çökeltmesi düşünülmelidir.

Yüzey akışı azaltmak: Yüzey akışı bir alandaki geçirimsiz yüzey miktarı ile orantılı olarak artar. Bir alanın %5'inden azı sert veya sıkıştırılmış yüzeylerle kaplı ise burada sorun edilecek bir yüzey akışı hacmi oluşmaz. Yüzey akışını azaltmak için lüzumsuz sert yüzeylerden vazgeçmek veya geçirimsiz malzemelerle bu sert peyzajları tesis etmek

gerekmektedir. Yüzey akışını azaltmak için birbirine doğrudan bağlanan alanların da sürekliliğini kırmak gerekir (çatılardan bina çevresindeki geçirimsiz yüzeylere gelen suyu geçirimsiz bitkilerle kaplanmış alanlarla buluşturmak veya araç ve yaya yollarının geçirimsiz yüzeylerindeki suları çevredeki geçirimsiz toprak yüzeylerle buluşturmak gibi).

Sürdürülebilir Kentsel Drenaj Sistemi bir alanda bir dizi göletler ve ıslak alanlar oluşturma eylemi değildir. Bunun sistematik şekilde bir seri tekniğin bir araya getirilerek alandaki drenajı yönetmek olduğu unutulmamalıdır.

Sürdürülebilir kentsel drenaj sisteminde hem yeşil çözümler dediğimiz yumuşak peyzaj (bitkiler, geçirimsiz yüzeyler ve malzemeler vb.) ağırlıklı çözümlerle gri çözümler dediğimiz, daha sert mühendislik önlemleri gerektiren (jeo-hücre drenaj vb.) teknikler kombinasyonları halinde kullanılabilir. Temel bileşenleri 7 grupta toplanır. Bunlar 1- Kaynak kontrol eden yapılar, 2- Geçiren, ileten yapılar, 3- Filtreleme yapıları, 4- Sızdırma yapıları, 5- Tutma ve yavaşlatma yapıları, 6- Sulak alanlar, 7- Giriş, Çıkış ve Kontrol yapıları olarak sınıflandırılabilir. Alanın özellikleri ve projenin hedefleri burada kullanılacak kombinasyonu belirlemede göz önünde bulundurulmalıdır.

Sürdürülebilir kentsel drenaj sistemi yeşil ve gri çözümleri optimum kullanır.

Bu unsurların tasarımına dair çok detaylı bir rehber CIRIA (Construction Industry Research and Information Association) tarafından 2015'de yayımlanmıştır (CIRIA 2015).

Bileşen Türü	Tanım	Toplama mekanizması	Kriterler						
			Su miktarı				Sürdürülebilir çevre Biyolojik çeşitlilik Karbon ayak izi		
				Akış miktarı					
			Akış oranı (Max)	Küçük tutulma (Bitkilerle)	Büyük tutulma	Su kalitesi			
Yağmur suyu toplama sistemi	Çatılardan ve yüzeylerden yağmur suyunu toplayan sistem	N		■	■		■		
Yeşil çatılar	Binaların çatılarında bitkilendirilmiş toprak yüzeyler	Y	□	■			■	■	
Sızdırma sistemleri	Yağışı toplayan ve yer altına sızmasına izin veren sistemler	N	■	■	■		■	■	○
Müstakil arıtma sistemleri	Suyu arıtmak için yüzey altına konulan yapılar	N				■	■		
Filtreleme şeritleri	Sedimanların çökmesi ve filtrelenmesini sağlayan çayır şeritler	L		■		■	□		○
Filtre arklar	Suyun yavaşlatılması, geçirilmesi ve filtrelenmesi için sığ, çakıl dolgu oluklar	L	■			■	■	■	○
Hendekler	Suyu geçiren ve filtreleyen bitkilendirilmiş kanallar	L	■	■	■	■	■	■	○
Biyolojik geciktirme sistemleri	Bitkiler ve toprak tarafından filtrelenmeden önce suyu bir süre tutan peyzaj havzaları	N	■	■	■	■	■	■	○
Ağaç kapları	Ağaç varilleri, saksıları, topraklı her çeşit kap	N	■	■		■			
Geçirimli döşemeler	Döşemenin altından suyu toprağa geçiren veya depolanmasına izin veren yüzey malzemeleri	Y	■	■	■	■	□		
Sarnıçlar	Yapıların altında veya direkt yer altında oluşturulan su depoları	N	■						
Yağmur bahçeleri	Suyu toplamak ve filtrelemek için yapılan bitkilendirilmiş çöküntü alanları	N	■	■		■	■	■	○
Göletler ve sulak alanlar	Kalıcı su rezervleri veya suyu arıtmak için yapılandırılmış sulak alanlar	Y	■			■	■	■	○

N: Nokta L: Lateral Y: Yüzey □ Krite katkı orta

■ Krite katkı yüksek

○ Düşük



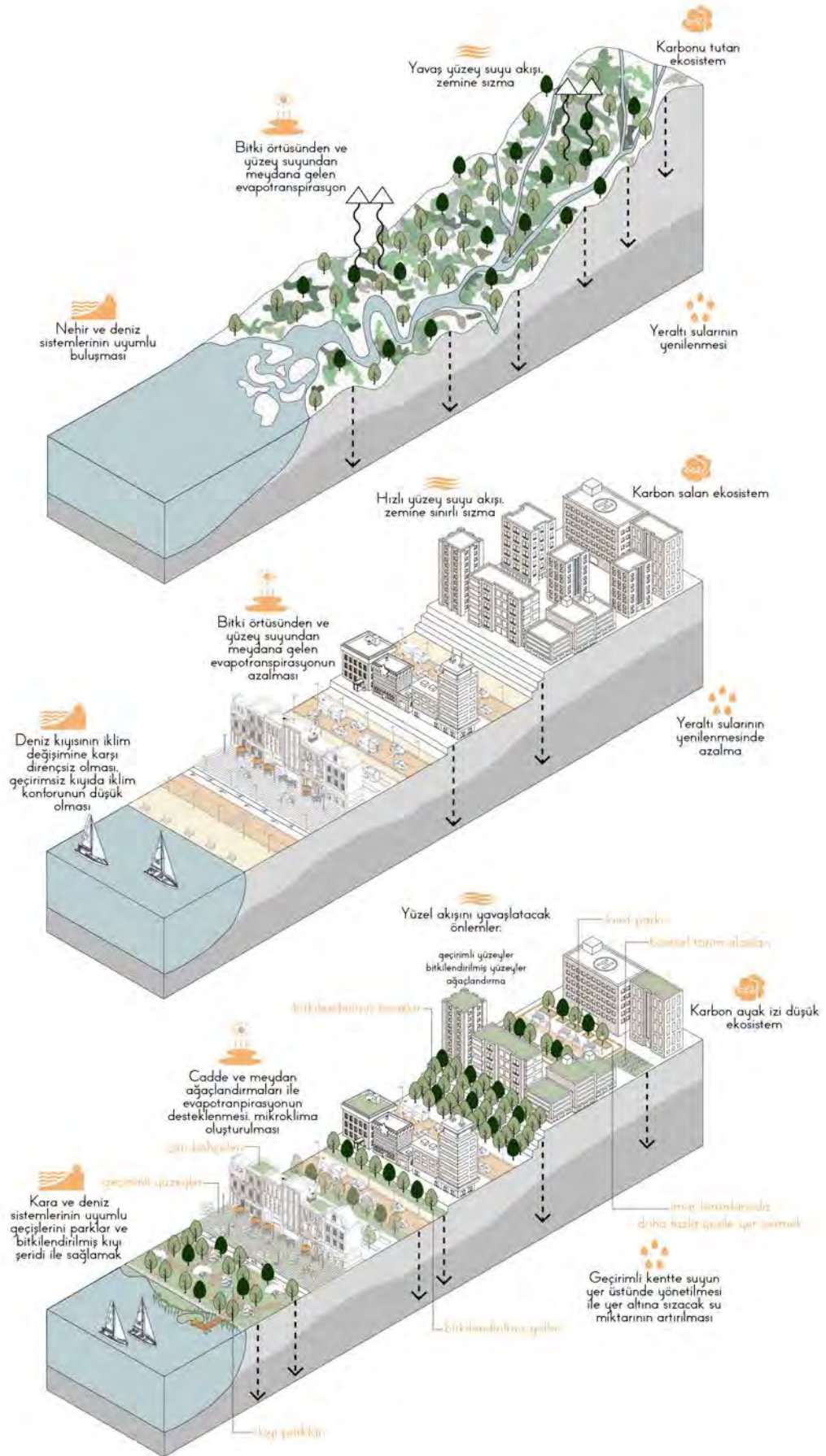


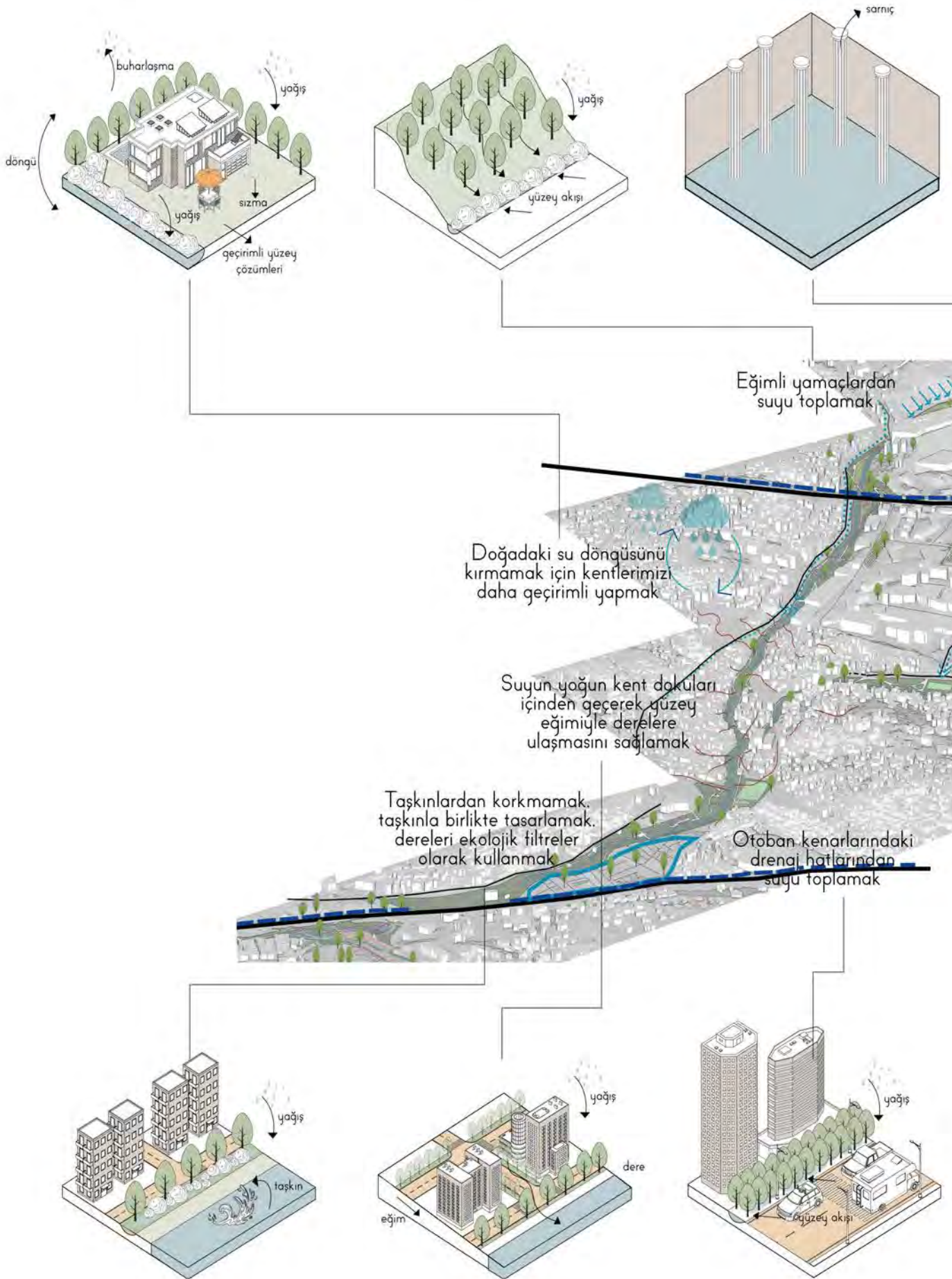
2-SUYA DUYARLI
KENTSEL TASARIM

YEŞİL ALTYAPI STRATEJİLERİ VE BİLEŞENLERİ

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 olağandan 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 sucul ekosistemdeki flora ve fauna 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. 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. 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 2020 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. 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 (Gülğün ve Yazıcı 2016). Yeşil altyapı hidrolojik bağlantılar ve süreçler çerçevesinde, ekolojik servisleri çok daha fazla sunan yeşil alanlar ile yapıları 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. Bir başka deyişle yapıları çevre ve ekolojik çevrenin bağlantısını kurar. 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 (Özdemir 2009). 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 ölçeğe inildiğinde yapıların çevrelerindeki bahçeler, çatılar ve yeşil duvarlarla bu çok katmanlı ve çok ölçekli yeşil alan ağının bütün bileşenleri tamamlanmış olur.







Yeşil Rezervler - Parklar

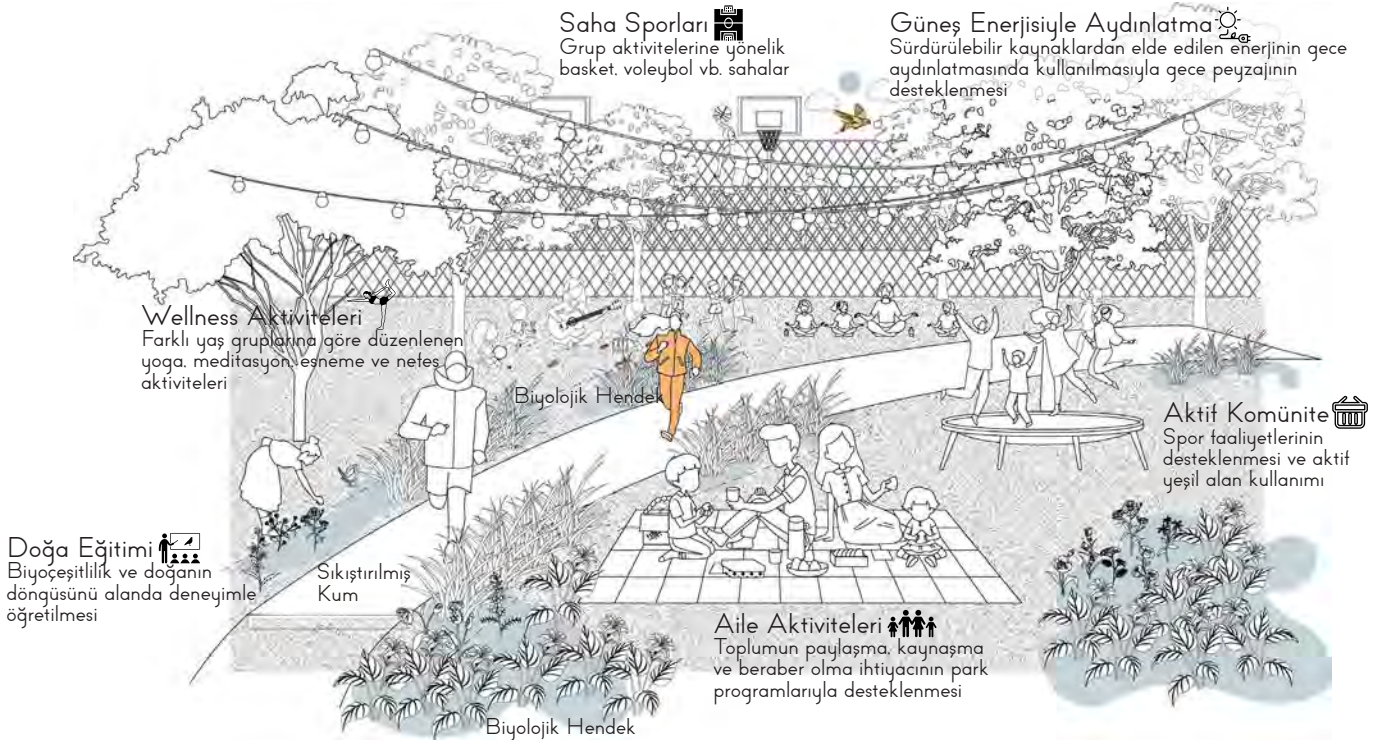
Yeşil altyapı sisteminin en önemli öğeleri şehir ölçeğinde tesis edilecek parklardır. İklim değişikliği ile mücadele edebilmenin bir etkin yolu da ağaçlarla donatılmış parklar tesis etmektir. Parklar aynı zamanda dirençli şehirler oluşturmak adına şehirlerde karşılaşılabilecek pek çok afet sırasında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

Parklar şehir ortamının getirdiği psikolojik baskıları biraz olsun hafifletecek rekreasyonel imkânlar sunar (Chiesura 2004) ve farklı kültürlerdeki ve sosyo-ekonomik sınıflardaki insanların bir araya gelerek doğa ile kaynaştıkları yerlerdir (Thompson 2002). Parkların ekolojik işlevleri arasında iklimin düzenlenmesi, toprak ve su kaynaklarının temizlenmesi, biyolojik çeşitliliğin korunarak kent geneline dağıtılması en başta gelenlerdir. Parklar yaban hayatı açısından tasarımları ve planlamaları doğru yapıldığında önemli barınaklar olmaktadır (Burke ve Ewan 1999). Gittikçe geçirimizleşen kent ortamında bütün canlılar için nefes alınacak alanlardır.

Faydaları bu kadar iyi bilinmesine rağmen bu önemli alanların planlamasında ve sürekliliğinin sağlanmasında bir takım problemler yaşanmaktadır (Esbah 2006). Parklar belediyelerin bütçe kısıntılarından doğrudan etkilenen alanlar olarak göze hitap etmeyen ve birbirini taklit eden tasarımların sergilendiği mekanlar durumundadır. Yine bütçe yetersizliğinden mevcut parkların bakım, onarım ve temizlik işlerinin düzenli yürütülememesi de görsel açıdan parklarda kirliliğe neden olmaktadır.

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



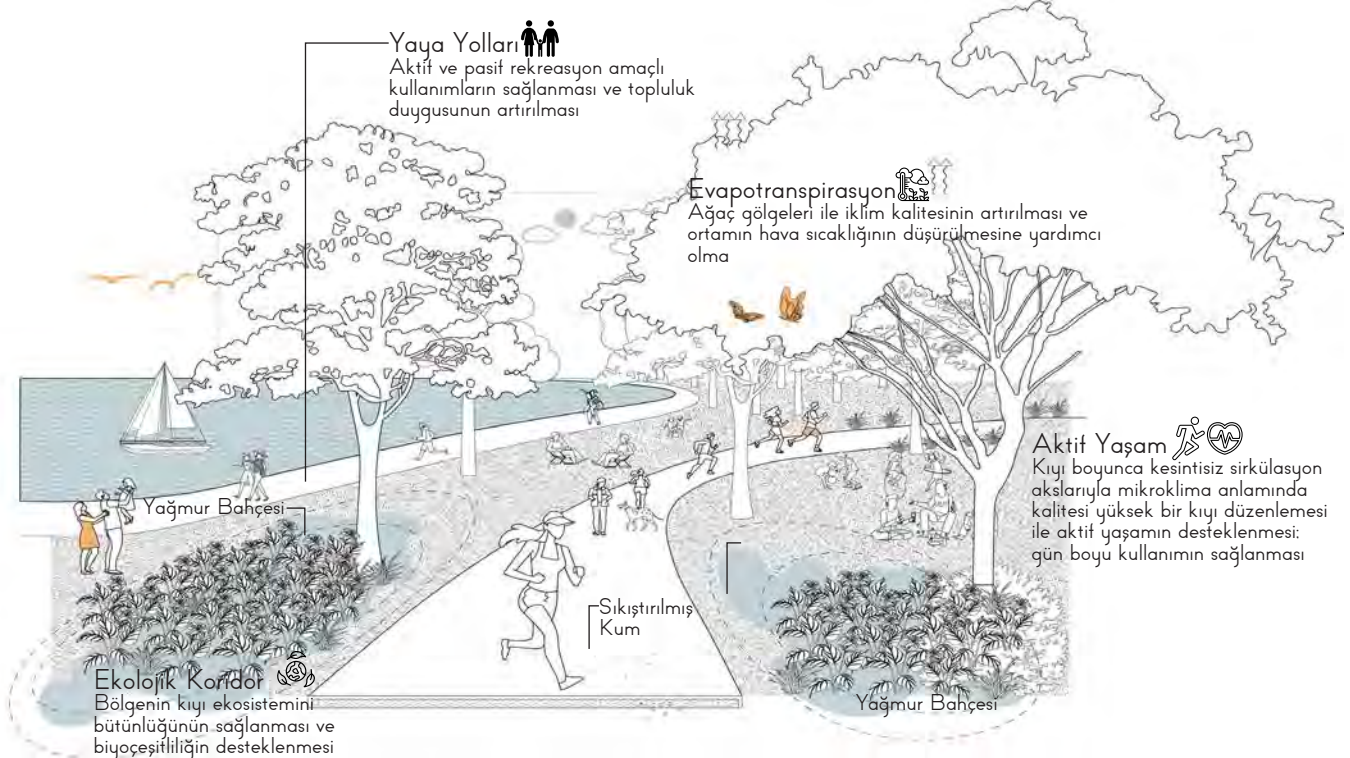
ettirdiği seviyeyi ifade eder ve bu seviye korunmadığında hızlı bir şekilde tahribat ve daha geniş bir sistemin de bozulması kaçınılmazdır (Esbah vd. 2009).

Bir alanın ekolojik kalitesi dört özellik üzerinden ele alınabilir: 1- Doğala yakın üretkenlik, 2- Su, 3- Biyolojik çeşitlilik, 4- Toprak (Forman 2014).

Doğala yakın üretkenlik, herhangi bir peyzaj doğal bir ekosistem olarak ele alındığında ya da kendi haline bırakıldığında ne kadar üretim yapabileceğidir. Kentsel ortamlar gibi doğal ekosistemlerin neredeyse tamamının değiştirildiği ortamlarda bu kriteri göre ekolojik kaliteyi ölçmek oldukça zordur. Ekolojik kalitenin belirlenmesinde su kriteri göz önünde bulundurulduğunda hem nicelik hem de nitelik olarak doğallık değerlerine, kirliliğe veya mineral içeriğine bakarak soruna yaklaşmak gerekir. Su ile ilgili hem nicel hem de nitel yaklaşım entegre bir şekilde kullanılmalıdır. Bu kriteri deniz, göl, sulak alan gibi alanların kenarında kurulmuş şehirlerde kullanmak kaçınılmazdır. Kentsel ortamlardaki ekolojik kalitenin ölçülmesinde belki de en yaygın kullanılan kriterlerden birisi biyolojik çeşitliliğidir.

Biyolojik çeşitlilikteki doğala yakın seviyenin yakalanması bir alanda doğal bitki örtüsünden türlerin ağırlıklı olarak kullanımı ile sağlanabilir. Yani, çeşitlilik derken her tür bitki ile sağlanan zenginlik yerine doğallık faktörü (doğal türlerin çeşitliliği) öne çıkmaktadır (Shaw ve Schmidt 2003).

Ekolojik kalitenin en kolay ölçülebildiği diğer bir kategori ise topraktır. Topraktaki erozyon miktarı, minerallerin durumu, tuzluluk gibi faktörler toprak kalitesi hakkında somut bilgiler sunar. Bunlara ek olarak kentsel ortamlardaki toprak yüzeylerinin geçirimsizlik ya da kaplanma düzeyleri peyzaj mimarlarının kullanabileceği en yaygın ölçüttür. Geçirimsizlik oranı yüksek parkın habitat değeri yüksek olacağından ekolojik kalitesi de yüksektir (Forman 2019). Pek çok araştırmada ülkemizdeki kent parklarının ekolojik kalitelerinin düşük olduğu görülmektedir. Örneğin; 47 parkta yapılan bir bilimsel çalışmada parkların geçirimsizlik oranının yaklaşık %38 olduğu ve bitki örtüsünün de sadece %11 oranında doğal türleri barındırdığı görülmüştür. Bu durum parkların geçirimsiz toprak yüzeyleri ve doğal vejetasyon miktarı açısından yetersiz kaldığını ve bundan dolayı kent ortamına katkısı olabilecek böylesine önemli



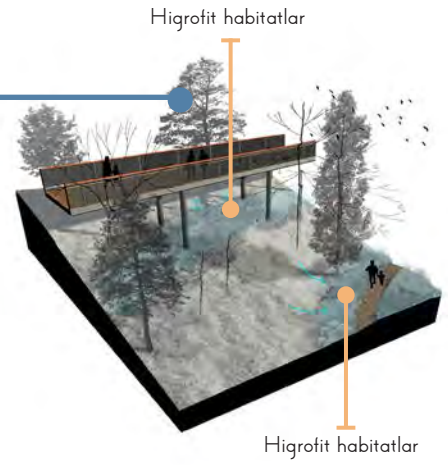
alanların habitat değerlerinin düşebileceği sonucunu ortaya koymaktadır (Esbah 2006). Habitat değeri düşük olan bir alanda insanların da rekreatif deneyimden zevk alması mümkün olmamaktadır. Mekan hissi zayıflamakta ve peyzajın okunabilirliği azalmaktadır. Ekolojik kaliteye ek olarak bir parkın görsel 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. Maçka, Ulus ve Zeytinburnu Parklarında yapılan bir çalışmada konfor, imaj, güvenlik, bakım ve sosyallik kriterlerinin kullanıcıların parkları kaliteli olarak algılamalarında etkili olduğu, bu durumun sosyo-demografik yapıya bağlı olmadığı ortaya konulmuştur. Dolayısı ile toplumun her kesimi parkı aynı şekilde algılayabilmektedir. Bir başka bulgu da aktivite çeşitliliğinin parkın beğenilmesinde önemli olmadığıdır (Yücel ve Yıldızcı 2006). Bu durum esasen günümüzde çok yoğun şekilde aktivitelerin yüklendiği parkların daha sakin bir sosyal programla ancak çok daha fazla ekolojik fonksiyonu şehre kazandırır şekilde tasarlanması gerektiğini vurgulamaktadır. Parklarda yapılan en yaygın aktivitenin yürüyüş olduğu bilinmektedir. Ayrıca pandemi sürecinde parkların kullanımında artış olması ve insanların kendilerini

parklara gelerek sağlıklı ve rahatlamış hissettikleri ortaya konulmuştur (Eşbah ve Eşbah 2020). Bunun yanında kullanıcıların pandemi sürecinde ağaçlıklı geniş yeşil alanlarda bulunmayı tercih ettikleri (Sarp vd. 2021) ve hipertansiyon, obezite ve kalp hastalıklarının kontrolünde ve salgında direnci destekleyecek fiziksel aktivitelere imkan tanıması nedeniyle çok önemli birer halk sağlığı aracı oldukları bilinmektedir (Cortinez O-Ryan vd. 2020).

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 bulundukları 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 deponlandığı 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 sürdürebilir şekilde parklarında yönetebilir. 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 geçirimli yüzeyler ve en az bakım maliyeti de bitkilendirilmiş hendeklerdir.

Daha yüzeysel çakıl ya da otsularla dolu arkaların da yine bakım listesinde maliyet anlamında en altta olduğu söylenebilir (TPL 2016) Dünya genelinde 19. yüzyıl ortalarından itibaren yapılan parklarda şehrin sel ve yağmur suyu yönetiminde etkili olacak çözümleri görmek mümkündür. Örneğin New York'taki Central Park ve Boston'daki Emerald Necklace projeleri yüzyıllardır bulundukları şehrin drenajını yönetmek için etkin şekilde kullanılmaktadır.

Ülkemizde buna benzer yaklaşımla henüz düzenlenmiş bir park yoktur. Park bahçeler birimleri ve belediyelerin parklardan beklentileri daha rekreatif yöndedir. Bunun sonucunda da iklimle baş edemeyecek, uzun vadede sürdürülebilir olmayan parklarla şehirlerimiz baş etmek durumundadır. Ancak yine de proje anlamında geliştirilen İhsaniye Suyu alanındaki çalışma bu konuda önemli bir örnek teşkil edebilir. İSKİ tarafından hazırlatılan projede tarihi memba alanının ekolojik restorasyonu yapılarak, alanda hem membaı koruyacak tampon bitkilendirmeler yapılmıştır ve hem de biyolojik hendekler, yağmur bahçeleri ile çevredeki sular toplanıp filtrelenirken topoğrafik olarak çok dik alanda yer alan parkın alt kotlarında bir su tutan gölet yapılarak, bu gölet bir rezervuar ve habitat olarak değerlendirilmektedir. Parkın %90'ının geçirimli malzemeler ve yeşil yüzeylerle kaplı olması iklim pozitif bir park olmasını ayrıca yeşil ve mavi altyapıya iyi bir örnek teşkil etmesini sağlamıştır. Yurtdışından verilebilecek bir örnek ise İspanya'dan Madrid Rio projesidir. Madrid Rio farklı su çözümlerini bünyesinde barındıran, yanından geçen derenin taşkın alanında fazla suyunun tutulması ve yağışlar geçtikten sonra kontrollü şekilde dereye yeniden gönderilmesi üzerine tasarlanmıştır. Ayrıca park içerisinde kuru pek çok hendek bitkiler ve taşlarla tasarlanarak yağmursuz dönemde de estetik birer koridor olarak durmaktadır. Parktaki en dikkat çekici noktalardan biri de suyun yeşil alanlara girmesini engelleyecek yükseltilmiş hiç bir bordürün olmamasıdır. Su bakış açısı ve onun hareketine izin verecek şekilde park tasarımlarına bu çağda her zamankinden çok ihtiyaç vardır.



Madrid Rio Projesi - Madrid/Ispanya

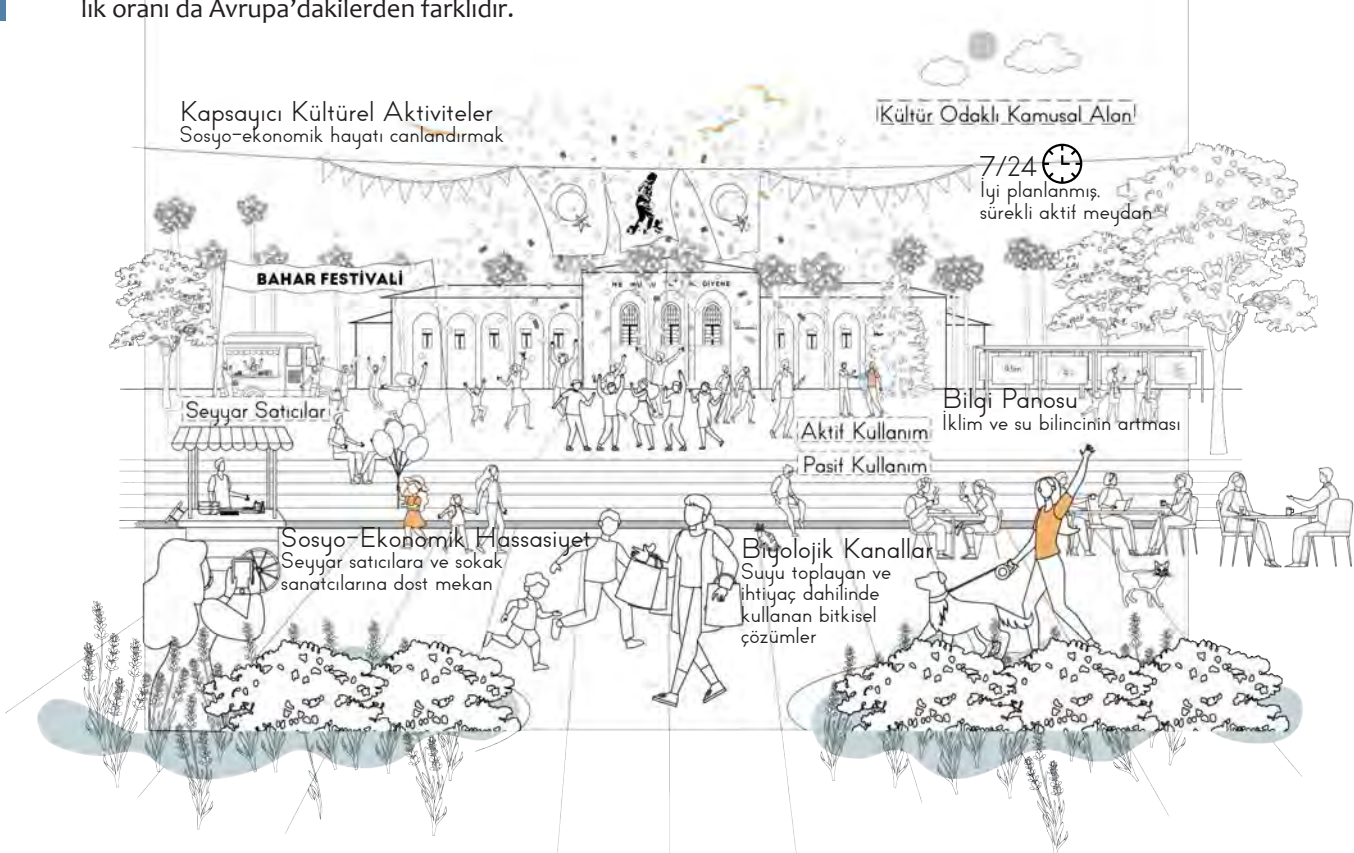
Meydanlar ve Caddeler

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. Avrupa şehirlerinin diğer alanlarında büyük yeşil alanlar ve parklar mevcut olduğu için bu şekildeki sertliği kent ekolojisi kaldırabilir. 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.

Bu mekansal düzenin ülkemiz meydanlarına olan yansımaları Avrupa'dakilerle aynı etkiyi vermemektedir. Zira mimari anlamda kimliksiz bir yapılaşma ülkemizdeki meydanları kuşatır ve açıklık ve kapallık oranı da Avrupa'dakilerden farklıdır.

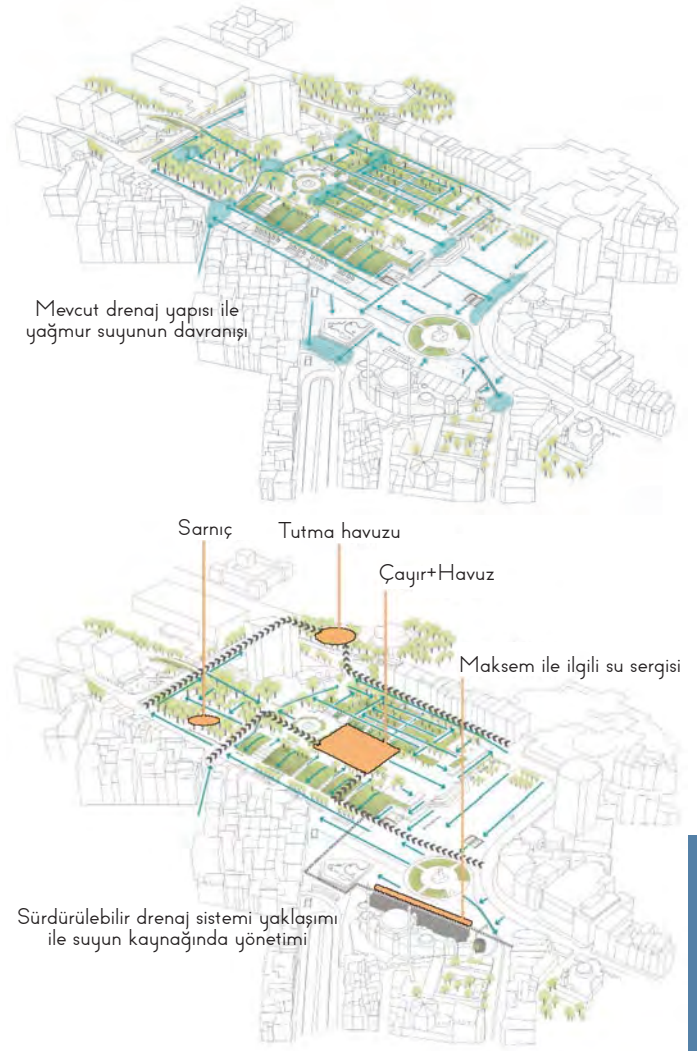
Bu sebeple ülkemizdeki meydan olarak anılan pek çok alanda mekan hissiyatı tam olarak oluşmaz. Mekansal gücü bu olguyu taşıyacak kadar olmasa da meydan daha da çok sosyo-politik bir imge olarak kendine bir kimlik bulur.

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.



Meydanlar içerdikleri yoğun insan sirkülasyonu itibari ile yapısal peyzaj unsurlarının ağırlıklı olduğu alanlardır. 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.

Ayrı sistemler olarak çalışan alanlarda ise gri altyapı çözümleri ile şehrin meydanlarının altından giden yağmur suyunun görünürlülüğünün ve fonksiyonunun düşürülmesi söz konusudur. 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 insanın da faydalandığı bir zenginliğe dönüşecektir. Bunun sosyal sisteme yansması pozitif olacaktır.



Meydanlarda ve çeperlerinde bulunan vejetasyon kentsel mekanın kalitesini artıran önemli unsurlardır. Meydanlardaki ağaçlar kullanıcılar açısından ambiyansı çok daha yüksek bir çevre oluşturmanın dışında karbon bakımından meydanın karbon ayak izini dengeler. Meydanlarımızın mevcut durumdaki halleri ile ne kadar sürede karbon pozitif olabileceğine ilişkin yapılan modelleme sonuçları bu konunun mevcut meydanlarımızın mekansal ve materyal düzeni ile neredeyse hiç bir zaman mümkün olmayacağını göstermektedir.

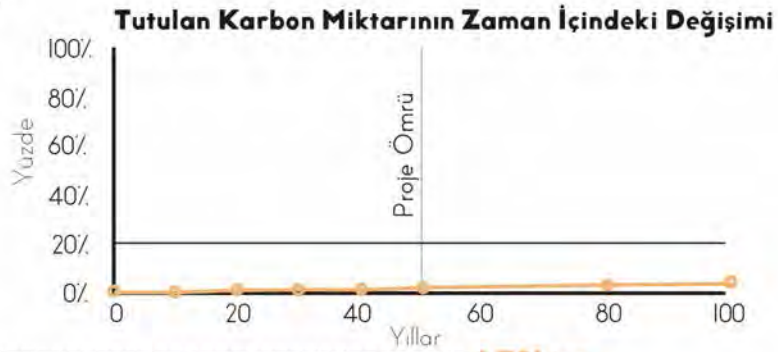
Meydanlar sosyo-ekolojik sistemlerdir.

Meydanları sosyo-ekolojik sistemler olarak gören bakış açısı içerisinde su yönetimini de barındırır. Meydanlarımızdaki suları toplayacak, filtreleyecek unsurların meydan çeperlerinde yer alması meydanlara mekansal tanım getirirken, yağmurun altyapı üzerinde oluşturacağı baskıyı azaltacaktır ve karbon anlamında dengeleyici mekanizmalar sunacaktır. Esasen gri altyapı bu unsurların hiç birini meydanlarımıza katmaya yeterli değildir.

Genel olarak meydanlarımızda su yönetimi için tasarımcıların yeşil şeritler, yeşil filtreler, 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. Taksim Meydanı özelinde yapılan bir çalışma meydanın mevcut halinin ekolojik anlamda sürdürülebilir olmadığını göstermektedir. Bu meydanın iklimle baş edebilen bir kamusal mekan olabilmesi için hem meydandaki ağaç varlığını artırmak hem de yanı başında duran gezi parkına yapılacak bir su toplama havzası ile meydandaki suları hasat etmek ve kamusal yeşil alanların ihtiyaçlarını karşılamak mümkündür. Farklı sezonlarda farklı su miktarını gören kullanıcılara dinamik bir çevre sunulurken, aynı zamanda çevre bilinci ile ilgili mesajlarda verilmektedir. Suyu doğa tabanlı çözümlerle yöneten ve ekolojik kalitesi yüksek bir park olarak düzenlenen Taksim bölgesi dayanıklı bir meydan olarak gelecekte kente önemli ekosistem servisleri sunacaktır.

TAKSİM MEYDANI / MEVCUT

10531 yıl
=
Karbon pozitif olabilmesi için gereken süre



50 Yıllık Net Etki

Materyallerden Açığa Çıkan Toplam Karbon-----5676356 kg CO₂-eşdeğer
50 Yaş Üzeri Bitkiler Tarafından Tutulan Toplam Karbon-----141479 kg CO₂-eşdeğer
50 Yıllık Bakımdan Kaynaklanan Operasyonun Toplam Karbonu-----120710 kg CO₂-eşdeğer

Toplam Alan

Geçirimsiz Alan
Geçirimli Alan
Bitkilendirilmiş Alan

43.637 metrekafe

43837 metrekafe
0 metrekafe
0 metrekafe

6.791 ton

5676356 kg CO₂-eşdeğer
141479 kg CO₂-eşdeğer
120710 kg CO₂-eşdeğer
4.38 hektar
toplam alanın %100'u
toplam alanın %0'ı
toplam alanın %0'ı

KIŞ



ILKBAHAR



YAZ



AYLARA GÖRE TOPLANAN YAĞMUR SUYU MİKTARI

Ocak- 5600 m3



Çayır Havuz

Hazinede: 5178 m3

Sarnıcı: 422m3

Temmuz- 1320 m3



Çayır Havuz

1320 m3

Şubat- 3905 m3



Çayır Havuz

3905 m3

Mart- 3850 m3

Çayır Havuz

3850 m3

Nisan- 2805 m3

Çayır Havuz

2805 m3

Mayıs- 1815 m3

Çayır Havuz

1815 m3

Haziran- 1650 m3

Çayır Havuz

1650 m3

Temmuz- 1320 m3

Çayır Havuz

1320 m3

Ağustos- 1760 m3

Çayır Havuz

1760 m3

Eylül- 2530 m3

Çayır Havuz

2530 m3

Ekim- 4015 m3

Çayır Havuz

4015 m3

Kasım- 5006 m3

Çayır Havuz

5006 m3

Aralık- 6820 m3

Çayır Havuz

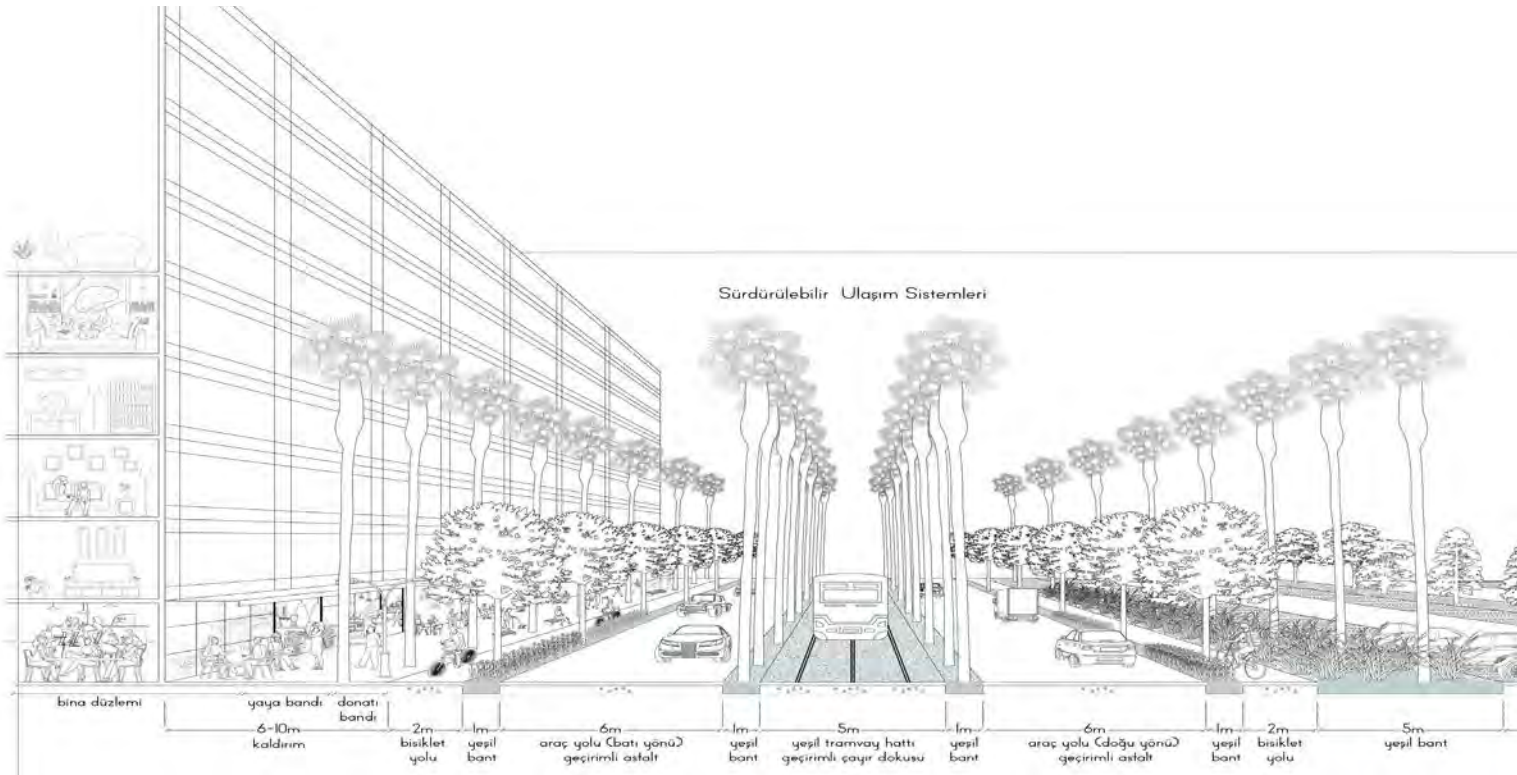
6820 m3

Sarnıcı: 1622 m3

Ulaşım ve Servis Koridorları

Şehir içerisindeki ulaşım arterleri uzunlukları itibarı ile en gelişmiş ağ özelliği gösteren önemli altyapılardır. 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. Peyzaj dönüşümünün bir yol ağı gelişiminin nedeni mi yoksa bir sonucu mu olduğu uzun süredir üzerinde tartışılan bir konu olmakla birlikte yollar varlıklarını sosyal yapılara, fiziksel özelliklerini ise kısmen peyzaj yapılarına borçludurlar (Sezen 2018). Ortaya çıkan ürün bir şehirdeki

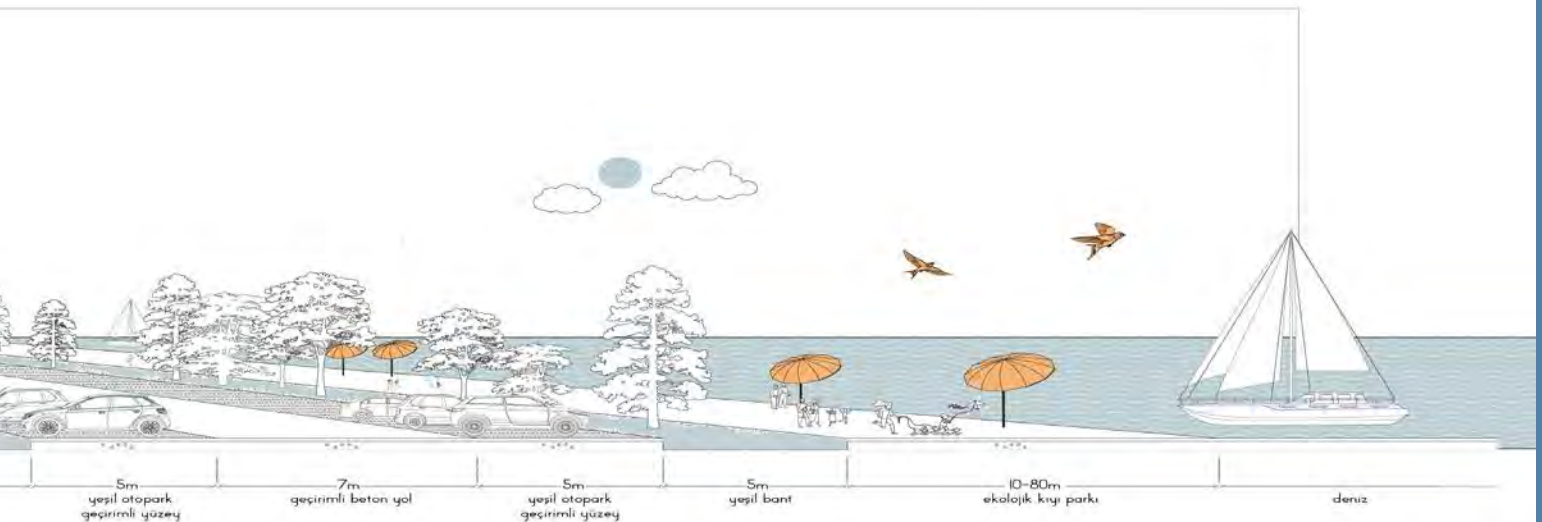
sürdürülebilir ulaşım ağını ve insan yaşam kalitesini doğrudan etkilemektedir. Şehirlerimizin nüfusu büyüdükçe ulaşım ağı da genişler ve çeşitlenir (şahıs araçları, toplu taşıma, raylı sistemler, deniz ulaşımı, bisiklet vb.). Ulaşım koridorlarının doğa tabanlı çözümler sunmadığı durumlarda çevre açısından pek çok sorun oluşur. Örneğin vejetasyon doku yeterince kuvvetli yapılmamış ulaşım koridorlarının etrafındaki mahalleler gürültü ve görüntü kirliliğine maruz kalır; egsoz ve diğer zararlı gazları absorbe edecek ağaç doku olmadığından 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.



Karayolları Genel Müdürlüğü'nün 2013 yılında yayımladığı Karayolları Teknik Şartnamesinde drenaj sistemleri yüzey ve yüzey altı olmak üzere iki kategoride ele alınmaktadır. Yüzey drenajı elemanları menfezler, betonarme büzler, spiral sarımlı borular, drenaj hendekleri (tepe üstü, palye, dolgu, şev, orta refüj ve derivasyon) prefabrik düşüm olukları, kontrol bacaları, bordürler, rögarlar, memba tesisatı, sifonlar ve garguylardır (KGM 2013). Bu listede borular yüzey sularının veya yer altı sularının yol üstü yapısına ve yol gövdesine zarar vermemesi için tahliye amaçlı kullanılır. Aynı şekilde drenaj hendekleri de yola gelmesi muhtemel yüzey sularını toplamak için yapılan, trapez, üçgen veya dikdörtgen kesitli taş veya beton yapılarıdır. Yer altı drenajı orta refüj ve yarma hendeklerden sızacak suları toplamak ve böylece yer altı su seviyesini düşürmek amacı ile yapılır. Karayollarında peyzaj çalışmalarının detayları özellikle bitkisel materyaller ve yetiştirme ortamları ve bakım müdahaleleri açısından karayolları teknik şartnamesinde detaylı tariflenmiştir. Genel olarak teknik şartname drenaj konusunda suyu bir kaynağa çevirmekten ziyade bertaraf etme, peyzaj çalışmasını ise daha çok biyolojik çeşitliliği desteklemek ve estetik değeri artırmak üzere ele almaktadır. 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.

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



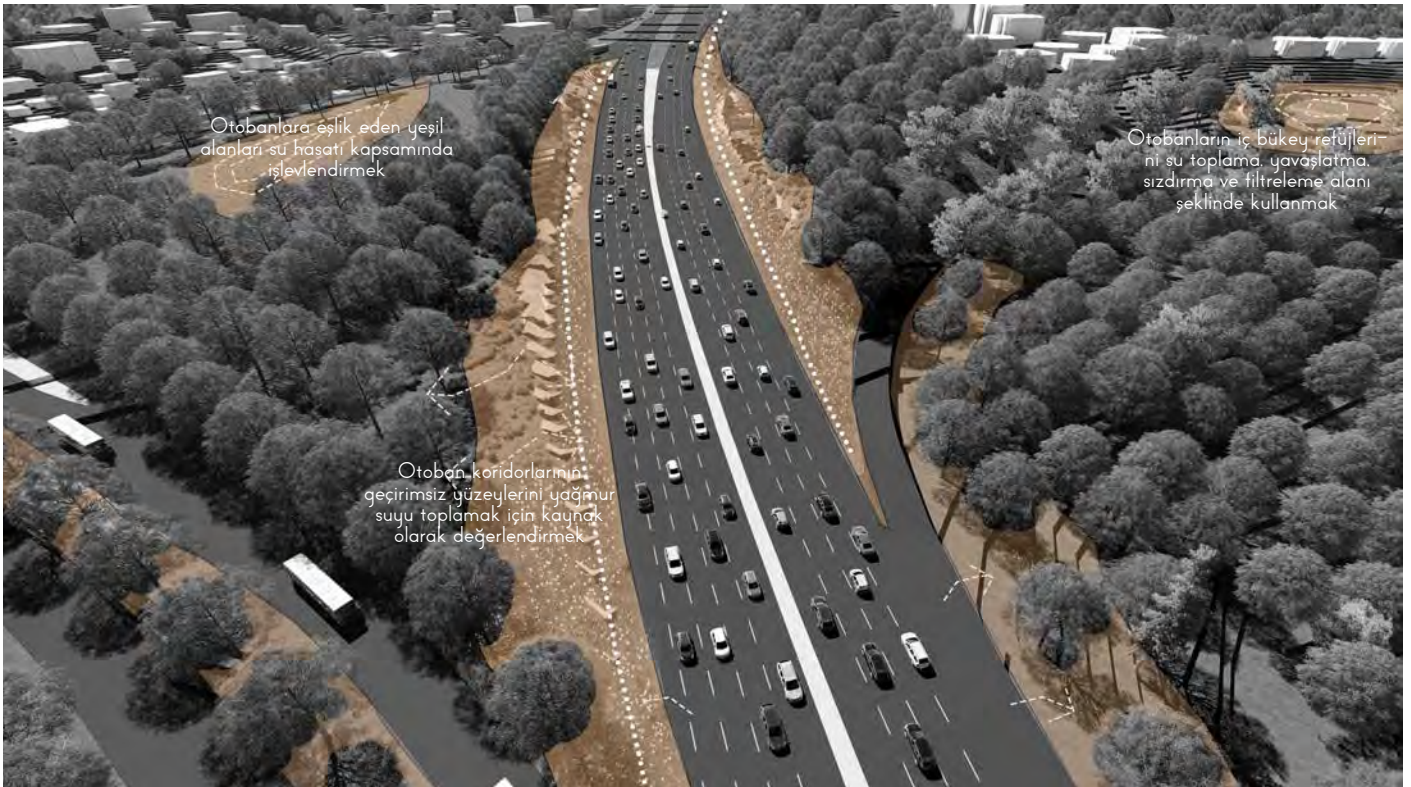
erozyon riski bu koridorların şevlerinde yapılacak teraslamalarla önlenabilir.

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 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 refüjlerindeki 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.

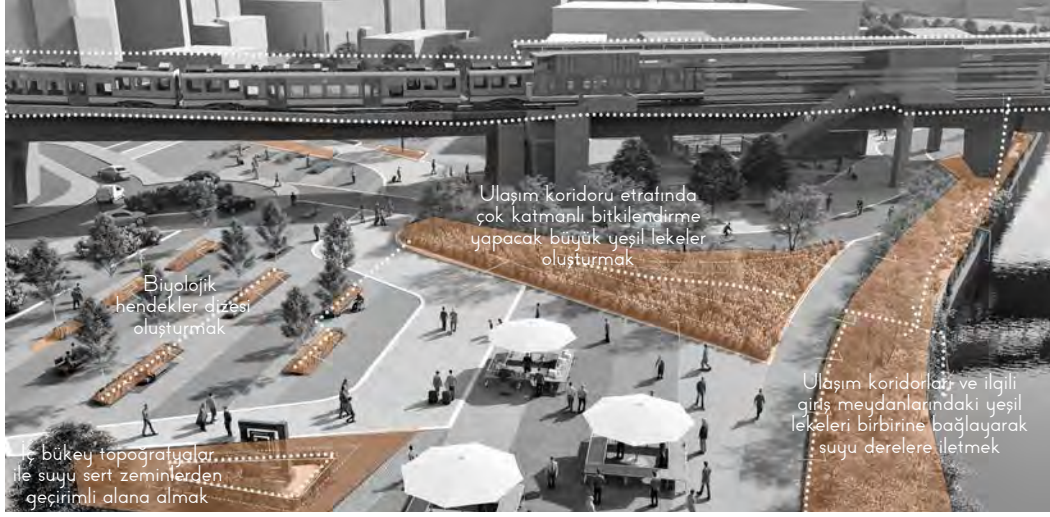
Sürdürülebilir ulaşım koridorları aynı zamanda raylı sistemleri de içermektedir. Şehirlerde yüzeyden giden tramvay koridorlarında yeşil ve geçirimsiz bir yaklaşımla çayırdan tesis edilen bir yeşil koridor bu tür altyapıların çevrede yarattığı olumsuz etkileri azaltmaktadır. Bu tür taşımaların karbon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



Otobanlara eşlik eden yeşil alanları su hasadı kapsamında işlevlendirmek

Otoban koridorlarının geçirimsiz yüzeylerini yağmur suyu toplamak için kaynak olarak değerlendirmek

Otobanların iç bukey refüjlerini su toplama, yavaşlatma, sızdırma ve filtreleme alanı şeklinde kullanmak



Kampüsler ve Kamu Mülkiyetleri

Kampüsler kurumların ekonomik, sosyal ve kültürel etkileşimlerinin vücut bulması için oluşturulan yapı grupları ve aralarındaki geniş yeşil alanları içeren alanlardır. Kampüs terimi ilk olarak kent dışında büyük bir park içerisinde yer alan Princeton Üniversitesi için kullanılmıştır. Kampüsler sadece bilim üretmek için değil yönetici ve destek personelinin hizmet vermek için her gün geldiği, iş ve sosyalleşme ortamlarıdır. Dolayısı ile yapıların içerisinde geçirilen ofis saatleri kadar kampüs peyzajında geçirilen saatlerde de sağlıklı bir çevre içinde olmak önemlidir. Üniversite ve kamu kurumlarının kampüsleri çevrede yarattıkları sosyal ve ekonomik etki ile çevreyi olumlu yönde etkilemektedir. Kampüslerdeki nüfusun tam zamanlı alan kullanımı yaptığı göz önüne alındığında ihtiyaçların karşılanması adına bir yapılaşma kaçınılmazdır. Ancak yapılaşmanın hangi değerler çerçevesinde geliştirileceğinin sorgulanması ve ekolojik tasarımın bir rehber görevi görmesi önemlidir. Yerleşkelerin yer seçimi, planlaması ve çevre düzenlemesi bir uzmanlık işidir ve şunlara dikkat edilmelidir:

- Planlama kullanıcıdan yola çıkılarak yapılmalıdır.
- Üniversite yerleşkelerinde öğrencilerin kendilerini ifade edebilecekleri ortamlar yaratılmalıdır.
- Yerleşke içindeki rekreasyonel alanlar her mevsim kullanıma uygun olabilecek şekilde planlamalıdır.
- Yerleşke planında yapısal tasarım için ayrılan alanlarla açık yeşil alanlar arasında denge sağlanmalı ve plan genelinde bütünlük oluşturacak şekilde birbiriyle ilişkilendirilmelidir.
- Planlamanın bitkisel kısmı için, yörenin ekolojik koşullarına ve fiziksel yapısına uyumlu bitkilendirme yapılması ve korunması gereken bitkisel alanların ayrıcalıklı olarak ele alınması gerekmektedir.

Dünya genelinde yeşil ve sürdürülebilir bir hayat için her aşamada adımlar atılırken, kampüsleri daha çevreci yapan pek çok değerlendirme sistemi geliştirilmiştir. Bu sistemlerde genel prensip enerji, atık, su, çevre düzenleme ve altyapı, eğitim ve ulaşım konularında belirli standartların sağlanmasıdır. Bu kapsamda dünya genelinde LEED (ABD), BRE-EAM (İngiltere), DGNB (Almanya), Greenstar (Avustralya), YeS-TR (Türkiye) gibi pek çok sertifikasyon sistemi kampüs binalarının çevreci yaklaşımlarını sertifikalamaktadır. Karbon salımı ve su anlamında yeşil bina yaklaşımları çevre dostudur.

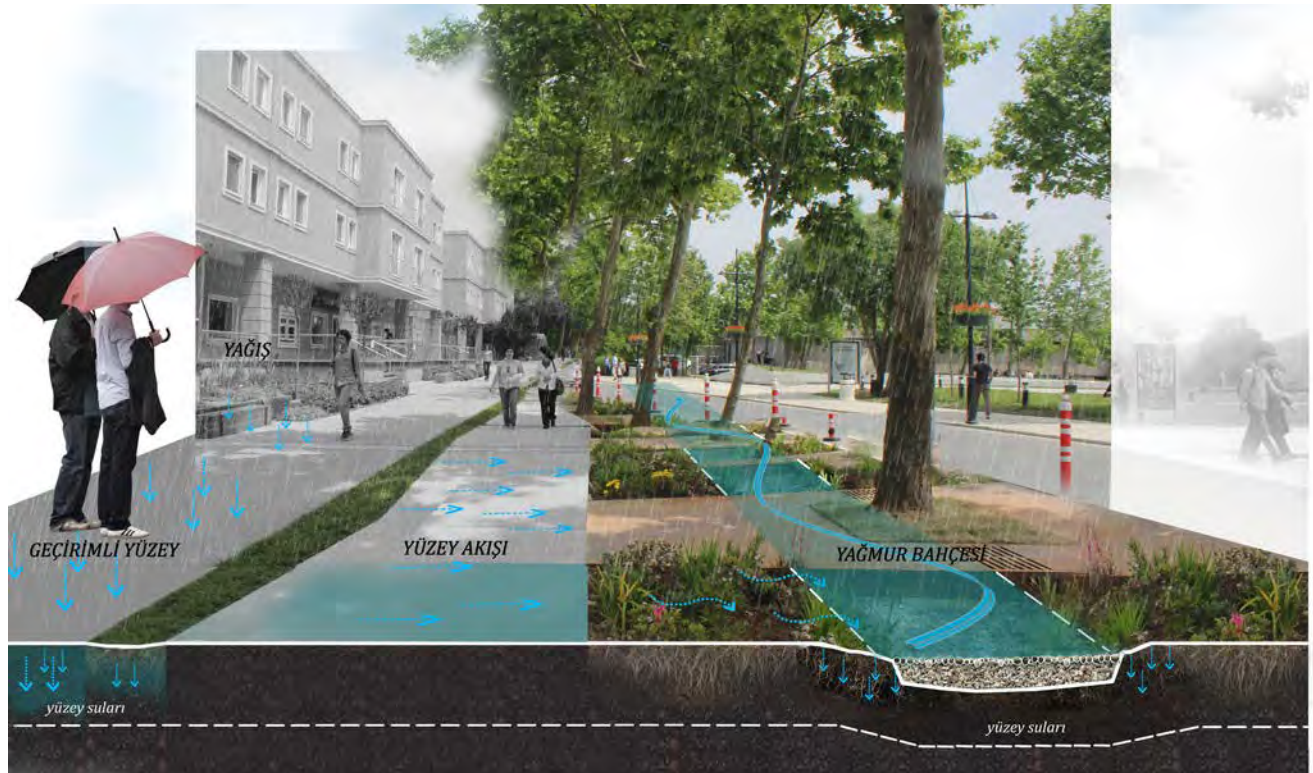


Sadece binalar değil kampüs genelini yapılar ve açık-yeşil alanları ile bütüncül değerlendiren sistemler de mevcuttur. Bunlara ABD’de geliştirilen SITES ve Endonezya’da geliştirilen GreenMetric örnek verilebilir.

Kampüs geneli derecelendirmelere bakıldığında, GreenMetric bir kampüsün sürdürülebilirliğini 6 temel başlık altında ele alır: 1- Yapı ve Altyapı (%15), 2- Enerji ve İklim değişikliği (%21), 3- Atıklar (%18), 4- Su (%10), 5- Ulaşım (%18) ve 6- Eğitim (%18). Bu kategoriler altında yapı ve altyapı başlığındaki unsurlar kampüsteki su açısından sürdürülebilirliğin ekolojik temellerini barındıran prensipleri içerir. Örneğin, kampüsteki yeşil alan oranı ve kişi başına düşen yeşil alan miktarı, kampüsteki orman varlığı ve üretken tarımsal peyzajların oranı, kampüsün geçirimsizlik oranı ve sürdürülebilirlik konularına ne kadar bütçe ayırdığı irdelenmektedir. Enerji başlığı altında kampüsün enerji verimliliği yüksek cihazlarla donatılması, enerji tasarrufu programının olması, sera gazları azaltma ile ilgili bir programının olması ve yeşil binaların varlığı vurgulanmaktadır. Atık yönetimi açısından kampüsün bir geri dönüşüm programının olup olmadığı, bu kapsamda da toksik atıklar, organik atıklar, organik olmayan atıklar,

kanalizasyon atıklarının nasıl bertaraf edildiği ve geri dönüştürüldüğüne bakılmaktadır. Kağıt ve plastik kullanımının azaltılmasına yönelik politikaların da sürdürülebilir bir kampüste muhakkak olması beklenmektedir. Su açısından kampüs genelinde mevcut yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının korunması ilk prensip olarak ele alınmakta ve kampüslerde yağmur suyu ve gri suyun nasıl dönüştürülebildiğine dair programların geliştirilmesi desteklenmektedir. Kampüs genelinde su tasarruflu cihazların kullanımına geçilmesi ve ayrıca arıtılmış suların kampüs içerisinde kullanımı önemsenmektedir. Bu kapsamda kampüslerin şehir şebekesinden gelen suya bağımlı olmadan, su ayak izi en düşük olacak şekilde yeşil alan yapım ve bakım faaliyetlerini gözetmesi gerekmektedir (GM 2021).

Kampüslerin tasarımında çevre dostu tekniklerin kullanımını destekleyen Sürdürülebilir Alanlar Girişimi (SITES) yerleşke tasarımına peyzaj ekolojisi bakış açısı ile bakan çok disiplinli çalışmalara dayalı prensipleri ile dünyada her tür kampüs alanına (eğitim, şirket, kamu, özel siteler) ve çok geniş yelpazedeki kentsel yeşil alana uygulanabilen prensipleri bir rehber olarak planlamacı ve tasarımcılara sunar (SITES 2008).



SÜRDÜRÜLEBİLİR ALANLAR GİRİŞİMİ DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ

TEMEL BAŞLIK	ÖN KOŞUL	TASARIM KRİTERİ / GÖSTERGELER
ALAN SEÇİMİ Yer seçiminde mevcut kaynakları koruyacak ve hasar görmüşleri onaracak şekilde yer seçimi yapmak	Tehlike altındaki ve nesli tükenmekte olan türlerin habitatlarını korumak; Dere koridorları, sulak alanlar ve kıyı alanlarının ekolojik fonksiyonlarını korumak ve iyileştirmek; Mutlak tarım arazileri, kıymetli ve verimli toprakların tahrib olmasını engellemek	Tasarım alanı olarak öncelikle tahrip olmuş alanları, terk edilmiş maden ocakları, endüstriyel alanları yeniden işlevlendirmek ve kazanmak
KAYNAK ANALİZİ VE PLANLAMA Projenin en başından sürdürülebilirlik adına kararlar almak	Detaylı kaynak analizi yapmak; Entegre tasarım modelini kullanmak; Alanın performansını yükseltmek için belirlenen hedeflere ulaşmak plan-program yapmak	Alanın tasarımında kullanıcıları ve bütün paydaşları etkin şekilde tasarıma katkı koymak üzere organize edip, katılımcı bir proje süreci tasarlamak.
EKOLOJİK UNSURLARIN TASARIMI Alanın ekolojik fonksiyonları, süreçleri ve sistemlerini korumak ve onarmak	İstilacı türleri kontrol altına almak ve yönetmek; Doğal bitki türlerinden kullanmak, olgun ağaçları korumak; Sulamada şehir şebekesinden su ile peyzaj bakımı yapmamak	Sulama için şebeke suyuna bağımlılığı kaldırmak Alandaki biyokütleyi korumak ve geliştirmek Bitkiler sayesinde binaların ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarını minimumda tutmak Kentsel ısı adası etkisini minimuma indirmek Doğal bitki türleri ile kimlikli yerler oluşturmak Doğal habitatları ve yaban hayatını korumak Nehir ve sulak sistemlerin etrafındaki yeşil tampon alanları korumak ve geliştirmek Tahrip olmuş dereleri, gölleri, sulak alanları ve kıyı ekosistemlerini onarmak Verimli toprakları korumak Alanın topoğrafyasına müdahale etmemek Daha önceki kullanımlarla kalitesi düşmüş toprakları ıslah etmek Suyu arazide yönetmek Arazideki suyu temizlemek İçilebilir şehir suyunu estetik amaçlı havuzlarda kullanmamak Doğal yangın riskini azaltmak için önlemler almak

TEMEL BAŞLIK	ÖN KOŞUL	TASARIM KRİTERİ / GÖSTERGELER
İNSAN SAĞLIĞINA YÖNELİK UNSURLARIN TASARIMI Toplum sağlığını ve sahiplik duygusunu desteklemek	Ön koşul bulunmamaktadır	Eşitlikçi bir alan tasarımı, kullanımı ve konstruksiyonu yapmak Sürdürülebilirlikle ilgili bilinç oluşturmak Alanda erişebilirlik, güvenlik ve okunabilirlik sağlamak Yapılardaki insanları dışarıdaki doğa ile görsel temasta tutmak Fiziksel açık alan aktivitelerine tasarımda yer vermek Alanı çevredeki yeşil sisteme ve kaynaklara bağlamak Zihinsel sağlık için açık havada mekanlar ve aktiviteler sunmak Sosyal etkileşim için dış mekanda imkanlar sunmak Su yönetimini etkileyici bir çevre oluşturmak için kullanmak Algılar üzerinde stres yaratacak müdahalelerden kaçınmak Alanın özgün kültürel ve tarihi unsurlarını korumak-kullanmak
MALZEME SEÇİMİ Mevcut materyalleri yeniden kullanmak ve sürdürülebilir ürün teminini desteklemek	Tehlike altındaki ağaç türlerini kereste olarak kullanmaktan kaçınmak	Sürdürülebilir pratiklerle üretilmiş bitkileri kullanmak Malzemelerin imalatında sürdürülebilirlik iddiası olan üreticilerle çalışmak Alandaki mevcut sert peyzaj unsurları ve yapılardan artan malzemeleri yeniden kullanmak Sertifikalı ahşapları kullanmak Yeniden kullanılmak ve dönüştürülmek üzere tasarlanmış ürünlerden kullanmak VOC (uçucu organik bileşikler) emisyonu düşük boya, cila, yapıştırıcı, kimyasal kullanmak Yaşam döngüsü analizi yapmak
İNŞAAT İnşai faaliyetlerin etkilerini asgaride tutmak	Ön koşul bulunmamaktadır	Alanın karbon pozitif olmasını sağlamak Hafriyat ve yapım materyallerini ziyan etmekten kaçınmak İnşaat esnasındaki kirleticileri kontrol altında tutmak İnşaat esnasında çıkabilecek vejetasyon, kayalar ve toprak gibi doğal malzemeleri yeniden kullanmak
İŞLETME VE BAKIM Alanın uzun dönemdeki sürdürülebilirliği için bakım yapmak	Sürdürülebilir peyzaj bakım planı yapmak	Araziyi yerel kirlilik kaynaklarına maruz bırakmamak Alandan çıkan organik materyalleri geri dönüştürmek Geri dönüşümü yapılan malzemeleri alanda tutmak, kullanmak Alanın aydınlatması için yenilenebilir enerji kaynaklarından istifade etmek

Örnek Uygulama: İTÜ Yeşil Kampüs Projesi

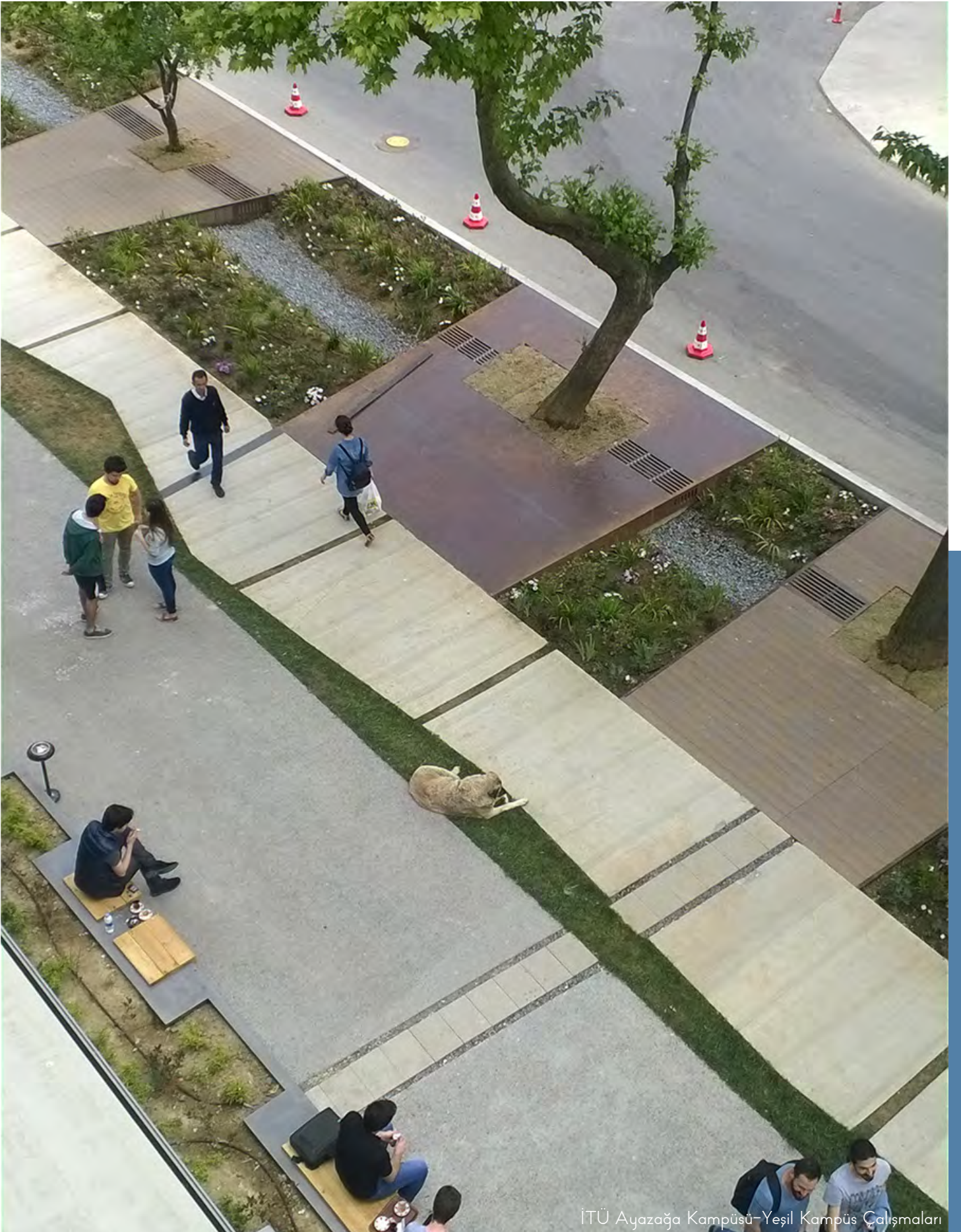
Istanbul Teknik Üniversitesi Ayazağa Kampüsü toplam 164 hektarlık bir alan üzerinde kurulmuştur. Bu alanın yaklaşık 50 hektarında eğitim, araştırma, idari ve hizmet binaları yer almakta, geri kalanı açık ve yeşil alan olarak kullanılmaktadır. Kampüs içerisinde 65 hektar orman ve 2 hektar büyüklüğünde bir gölet doğal rezerv alanı olarak işlev görmektedir. Üniversite 2013 yılında Yeşil Kampüs oluşturma yönünde uzun soluklu ve çok disiplinli bir proje başlatmıştır ve 2019 yılında dünyadaki 780 üniversite arasından 54. sırada yer alarak ilk yüzdeki ilk ve tek Türk üniversitesi olmuştur. Halen bu ünvanını korumaktadır.

Yeşil kampüs çalışmaları 1-Yaya ve bisiklet dostu kampüs, 2-Spor, sağlık ve engelsiz tasarım, 3-Atık yönetimi ve geri dönüşüm, 4-Biyçeşitlilik ve kampüs peyzajı başlıklarına yoğunlaşır. Kampüste karbon salımının asgariye indirilmesi için yaya ve bisiklet öncelikli bir kampüs ortamı tasarlanmıştır. Bisiklet yolları geçirimsiz beton, araç yolundan onu ayıran separatörleri geri dönüşümlü malzemeden yapılmıştır. Ulaşım güzergahlarındaki yüzey sularının doğaya deşarj edilmesi ya da belirli noktalarda konumlandırılmış rezerv alanlarda biriktirilmesi ile peyzajda yağmur suyu yönetimine katkı sağlanmıştır. Ayrıca bisiklet yollarına eşlik eden yürüyüş yollarında da geçirimsizliğe dikkat edilmiştir. İnsana değer verme ve ona yaşanabilir sağlıklı çevreler sunma prensibi kapsamında kampüs kullanıcılarına spor ve sağlıklı yaşam mekanları sunmak hedeflenmiştir.

Engelsiz ve yaya dostu kampüs kapsamında yayalara daha konforlu, ergonomik ve estetik bir yürüme deneyimi sunarken, yol boyu yapılan bitkilendirme çalışmalarında biyçeşitlilik desteklenmiş, bitkilendirmede az su isteyen ve İstanbul kültürel peyzajında yer etmiş geleneksel türlerin kullanımına özen gösterilmiştir. Kampüsteki otoparklarda geçirimsiz asfalt uygulamaları ve egsoz ve zararlı gazları absorbe edebilmek için tampon bitkilendirme yapılmıştır. Geri dönüşüm ve atık yönetiminde enerji etkin tasarımlar geliştiren bir kampüs olmak hedef-

lenmiş, çevre belediyeler ve üniversite kulüpleri ile geri dönüşümü eğlenceli hale getirerek kampüsteki geri dönüşüm alışkanlıklarını değiştirmek amacıyla bir dizi aktivite düzenlenmiştir. Halen katı atık yönergesi kapsamında pet, plastik, kağıt, tetrapak, karton, metal, alüminyum ve cam, elektronik atıklar, piller, sigara izmaritleri, atık bitkisel ve hayvansal yağlar, araba lastikleri ve akülerin toplanması ve geri dönüşümü konularında çalışmalar devam etmektedir. İSTKA'dan yemekhane atıklarından enerji elde edilmesi, elde edilen enerjinin kampüs içi ulaşım araçlarında kullanılması ve bu işlem sonunda çıkan sıvı atığın da tekrar kampüs içi permakültür aktivitelerinde kullanılması ile ilgili bir proje desteği alınmıştır. İTÜ: "Sürdürülebilir Enerji Üssü" isimli proje kapsamında İTÜ Ayazağa Yerleşkesine "Atıktan Enerji Üretim Tesis" ve "Engelsiz Yeşil Ofis" kurulmuştur.

Biyçeşitlilik ve kampüs peyzajı başlığı altında kampüsteki binaların daha çevre dostu olması için havalandırma sistemleri, elektrik ve su sistemleri enerji etkin hale getirilmiş, yeni yapılan binaların yeşil bina olarak tasarlanması hedeflenmiştir. Kampüs geneline dikilen onbinlerce ağaç ve çalı grubu bitkilerin kampüsün ekolojik şartlarına uyumlu ve karbon tutma kapasitesi yüksek olan ve gelecekte muhtemel sıcaklık artışlarına dayanıklı türlerden seçimine özen gösterilmiştir. Kampüste ayrı bir yağmur suyu toplama hattı yapıp İTÜ göletine bağlanmıştır. Kampüs geneline yapılan yağmur hendekleri, kuru arklar ve yağmur bahçeleri ile peyzajdan ve sert yüzeylerden yağmur suları toplanıp, bitkilerle filtrelenip, gölete deşarj edilmiştir. Kampüs genelinde geçirimsiz beton uygulaması ülkemizde ilk defa İTÜ kampüsünde hayata geçirilmiştir. Kampüsteki yüksek bordürlerin kaldırılarak suyun direkt doğaya buluşması sağlanmıştır. Sert zeminlerin eğimleri yeşil alanlara doğru verilerek sular gri altyapıya gitmeden yeşille buluşturulmuştur. Kampüsü sosyo-ekolojik bir sistem olarak gören yaklaşımla, kampüs peyzajı aidiyet duygusunu ve çevre bilincini artırmıştır. Kampüste spor ve sağlıklı yaşam ile ilgili ortamın oluşması sağlanmıştır. Proje ulusal ve uluslararası pek çok ödüle layık görülmüştür.



İTÜ Ayazağa Kampüsü-Yeşil Kampüs Çalışmaları



Eski Hali

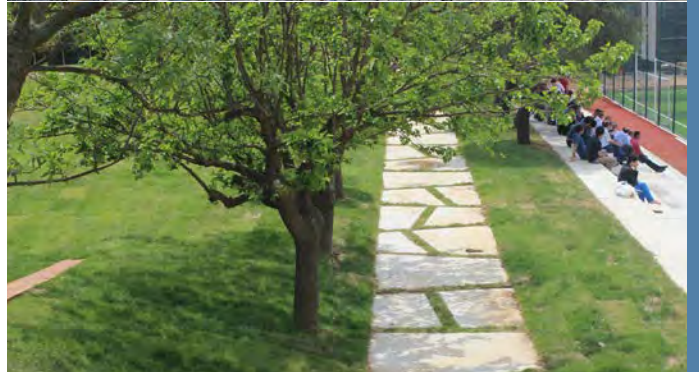
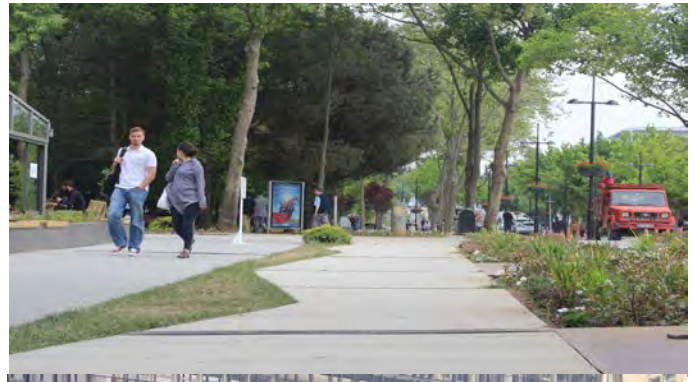


Eski Hali



Eski Hali





Eski Hali

Konut ve Ticaret Alanları

Şehirlerin nüfusunun doğum ve göçlerle sürekli artıyor olması insanoğlunun en temel ihtiyacı olan barınma ve çalışma alanlarının sürdürülebilir şekilde, insan sağlığına ve kent ekolojisine saygılı şekilde tasarlanması ve inşasını gerektirmektedir.

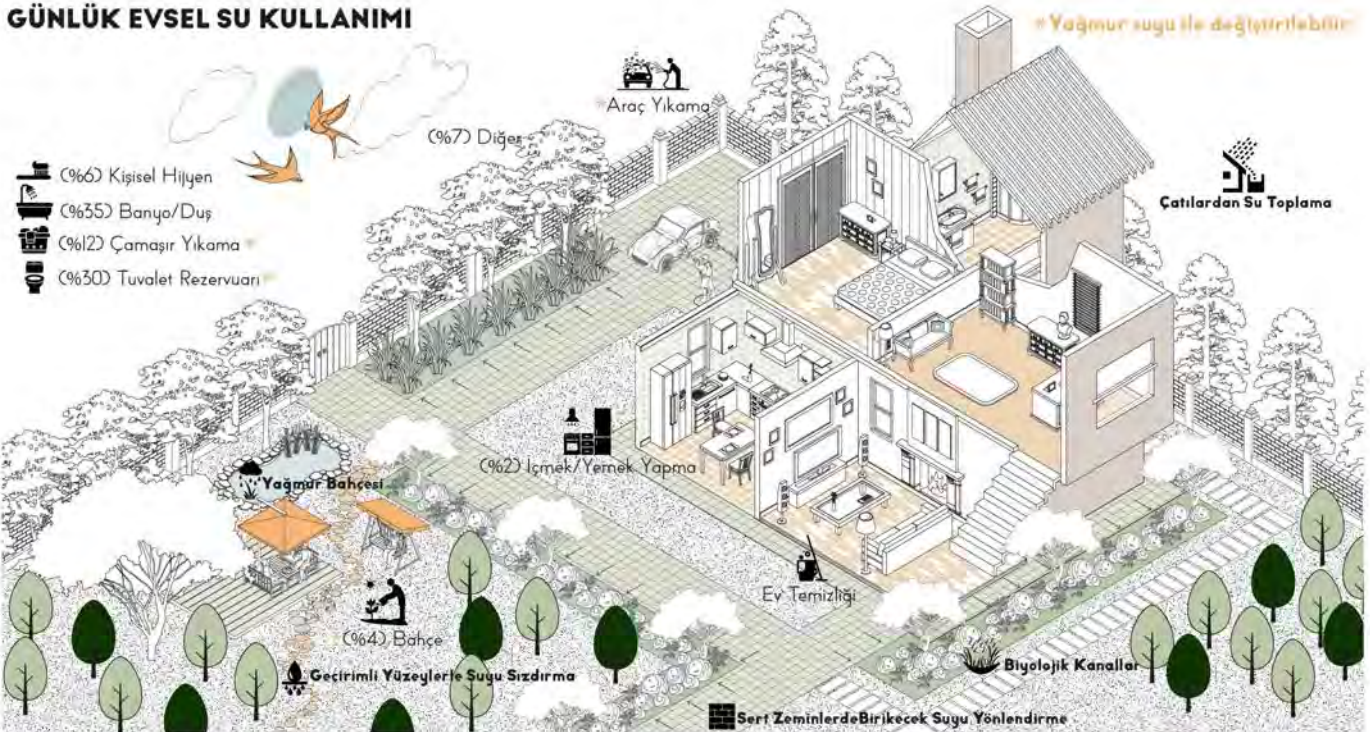
Günümüz şehirlerinde yapıların, iklim felaketine katkı koyan unsurlar olmaktan ziyade şehir ekosisteminin bir parçası olması gerekmektedir.

Karbon ve su ayak izi daha düşük bir yapılaşma şehir ekosisteminin daha az risklerle karşılaşması ve kaynakların daha etkin yönetimi demektir. Bu kapsamda dünya genelinde her ülkenin ekolojik koşulları ve yaşam biçimleri de göz önünde bulundurularak “Çevre Dostu Binalar” ile ilgili geliştirilmiş pek çok standart mevcuttur. Bu standartların en temel prensiplerinden biri su ve atık tüketimini azaltmak

ve suyu etkin kullanmaktır. Almanya, İngiltere, Japonya, Avusturalya, Hindistan ve Amerika Birleşik Devletlerinde mevzuatta tam yerini bulan konut ölçeğinde yağmur suyu ve gri su dönüşümü pek çok maddi desteklerle de teşvik edilmektedir (Tanık vd. 2016). Türkiye’de nihai enerji tüketiminin %37’sinden ve sera gazlarının %30’undan sorumlu bina sektöründe çevre dostu binaların yaygınlaşması amacıyla 9 Haziran 2021 tarihinde “Binalar ile Yerleşmeler için Yeşil Sertifika Uygulama Tebliği” yayımlanmıştır. Bu tebliğ ile beraber Çevre ve Şehircilik Bakanlığı değerlendirme kriterlerini bir kılavuz eşliğinde sunmaktadır. Bu kılavuzda Su ve Atık Yönetimi (SAY) modülü altındaki Su Yönetimi teması altında 6 adet kriter yer almaktadır:

- 1- Suyun verimli ve etkin kullanımı için uygun armatür kullanımı,
- 2- Su dağıtımında kayıp ve kaçakların önlenmesi/gerekli tedbirlerin alınması,
- 3- Su kullanımının sayaçlarla izlenmesi ve kayıt altına alınması,
- 4- Su kalitesinin kontrolü,
- 5- Yağmur suyunu toplama, arıtma ve kullanma,
- 6- Atıksuyun (Gri su) geri kullanımı (ÇŞB 2021).

GÜNLÜK EVSEL SU KULLANIMI



Çevre dostu binalar açısından yağmur suyunun ve gri suyun toplanması ve binada kullanımı önemlidir.

Ülkemiz yağmur suyunun hasat edilmesi için yeterli koşullara sahiptir. Bu konuda en çok yağış alan kıyı ve dağlık bölgelerimizde yıllık yağış miktarı 1000-2000 mm'ye ulaşırken, Akdeniz, Ege ve Marmara'nın iç kesimleri ve Doğu Anadolu'nun dağlık yayla kesimleri 500-1000 lt su almaktadır. İç kesimlere gidildikçe oldukça azalan yağış rejimine göre İç Anadolu ve Güney Doğu Anadolu yılda 250-300 mm su ile buluşmaktadır. Konut çatılarından yağmur suyu hasadının özellikle de yağmuru az alan yerlerde daha önemli olduğu açıktır. Geleneksel olarak da Anadolu'da yüzyıllardır gelen öğreti ile yapı ölçeğinde su hasadı yapılmaktadır (Demir 2019).

Doğan Kuban, Türk evini *"Geleneksel Türk ailesinin yaşam kültürü ve törelerine uygun şekil ve plan özelliklerini gösteren asırlarca Türk insanının gereksinimlerine cevap vermiş bir konut tipi"* olarak tanımlamaktadır (Kuban 1976 sf:192). Bu kapsamda çevresindeki peyzaj ile simbiyotik bir şekilde mekansal kurgusu geliştirilen yapı yakın çevresindeki kuyu ve hemen bunun yakınına yapılan sarnıç düzeni, çeşme, yağmur suyunu tahliye eden çörtenler ve ayrıca mikrokliması oluşmuş avlu ile hayat su ile buluşturulup dış mekana taşınmaktadır. Bu mekansal özellikleri artık yaşadığımız yüksek katlı konutlarda bulamasak dahi suyla kurulan geleneksel ilişkiyi şehir genelinde suya duyarlı tasarımlarla kültürümüze yeniden kazandırmak mümkündür. Bu, iklim değişikliğinin bize dayattığı sadece ekolojik ve kültürel bir zorunluluk değil aynı zamanda ekonomik de bir alternatiftir.

Yağmur suyunun yapı ölçeğinde geri dönüşümünde önemli tasarrufların sağlandığı bilinmektedir. Dünya üzerindeki tüketilen suyun %10'u yapılarda tüketilmektedir. Tipik bir ev yaşantısında günlük evsel su kullanımının %5'i temizlik, %5'i bahçe işleri, %25'i WC-rezervuar, %13'ü çamaşır yıkama, %12'si mutfak ve %40'ı duş ve lavabolarda olmaktadır. Dolayısı ile günlük yaşantımızda en çok suyu

tuvalet ve banyo ihtiyaçlarımızda kullanmaktayız. Gri suyun geri dönüşümü veya yağmur suyunun hasat edilmesi ile bu ihtiyacın karşılanması şehir sisteminden çok büyük bir yükü kaldıracaktır. Bunun için kurulacak yağmur suyu geri dönüşüm sisteminde 4 bileşen bulunmaktadır.

- 1- Toplayan sistem: Yağmur suyunu çatılardan ve zeminden toplayan sistemdir.
- 2- İleten sistem: Oluklar ve borularla suyun biriktirileceği veya kullanılacağı yere ulaşmasını sağlayan sistemdir.
- 3- Biriktiren sistem: Yağmur suyunun yağmur bahçeleri veya depolarda birikmesini sağlayan entegre sistemdir.
- 4- Filtreleyen sistem: Gerek yağmur bahçelerinde suyun filtrelenmesi ve gerekse de yapılarda kullanıma verilmeden önce yapılacak basit filtrelemeleri içeren sistemdir.

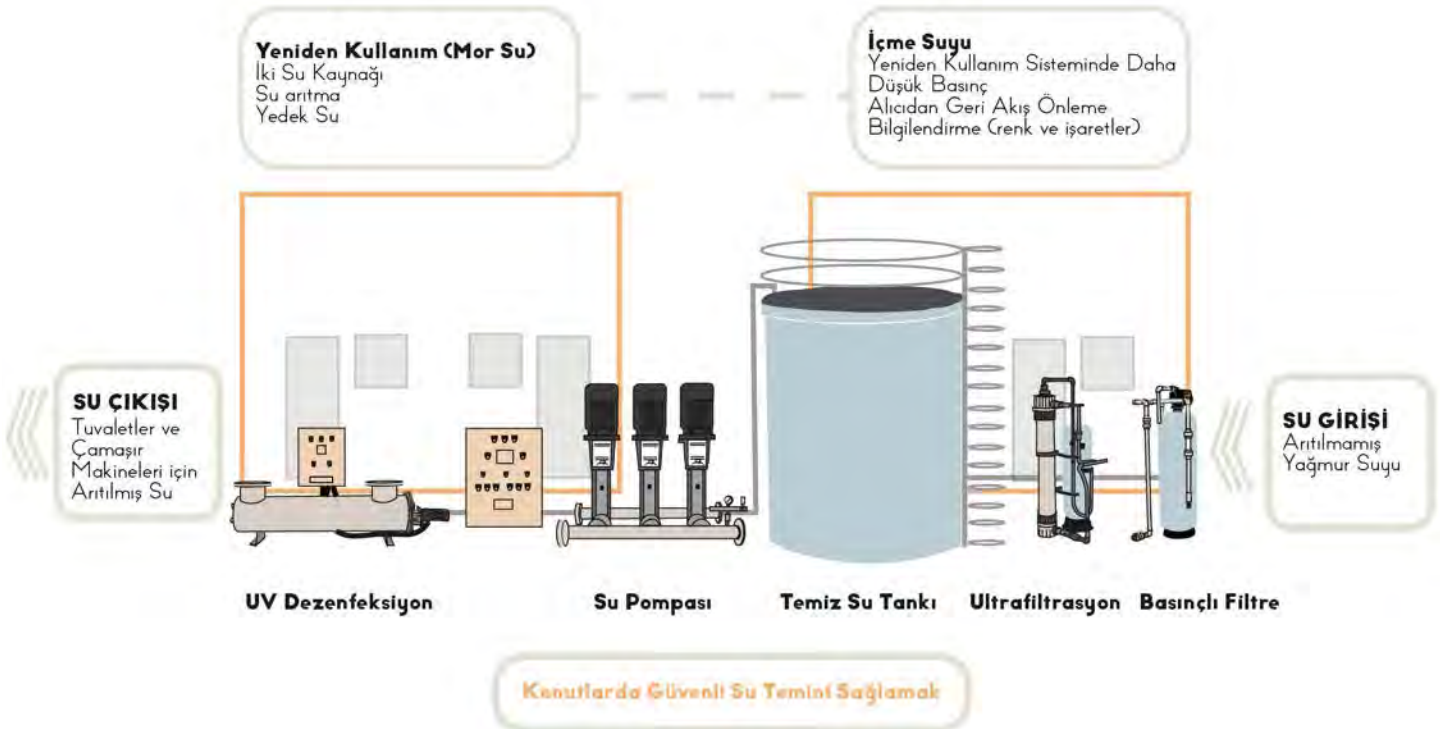
Son dönemde mevzuatlarla yapılarda yağmur hasadı yapılması teşvik edilirken, matematiksel çalışmalar da teknik olarak ne kadar fayda sağlanabileceğini göstermektedir. Örneğin Doğanönül ve Doğanönül'ün (2009) Konya için yaptıkları çalışmada 200 m² yapı ve 100 m²'lik kurakçıl peyzajla düzenlenmiş bahçeden elde edilecek su ile 10 ay boyunca 4 kişilik bir ailenin su ihtiyacının 20-25 tonluk bir depo ile sağlanabileceği belirtilmektedir. Tanık (2017) ülkemizdeki yağış ortalamasının yıllık 574 lt olması üzerinden 100 m² yapı yüzeyinden elde edilecek su ile, günlük su tüketiminin 150 lt olması ve çatıya gelen suyun %75'inin hasat edilebileceği kabulünden yola çıkarak, yılda yaklaşık 42 ton su depolanabileceğini belirtmektedir. Bu, 5 kişilik bir ailenin 56 günlük su ihtiyacını karşılayabilecek bir miktar demektir. Yağmur suyunun yapı ölçeğinde yeniden kullanımı ile gri altyapı sistemlerine gelecek su yükü ve bağlantılı riskler %30 azaltılabilmektedir (Tanık 2017). Benzer bir yaklaşımla Kandır (2021), Ankara'nın ortalama yağış miktarının 389 mm/yıl olmasından yola çıkarak, müstakil bir evde yaşayan 4 kişilik bir ailenin yıllık su ihtiyacının yaklaşık %17'sinin çatıdaki yağmur suyunun hasadından karşılanabileceğini ve çok katlı apartmanlar ve siteler de bu değerin katsayısının farklı olacağını vurgulamaktadır.

Yağmur suyunun kullanımı kadar gri suyun geri dönüşümü de konut ve ticaret kullanımları için önemlidir. Gri su arıtımı ve geri kazanımı gerek mevzuatta gerekse de pratikte yerini bulmuş bir uygulamadır. Gri su evsel tüketimde foseptik atığı (siyah su) dışındaki tüm atık suları içerir (lavabolar, küvetler, duşlar vb.). Kirlilik yükü zayıf olduğu için foseptiğe göre daha kolay bir arıtma gerektirir. Evsel kullanımlardan çıkan atık suyun %80'i gri su, %20'si siyah sudur. Gri suyun arıtılması ve tekrar kullanılması ile elde edilen tasarruf enerjinin etkin kullanımı, su kaynaklarına yükün daha az olması, karbon ayak izimizin düşmesi açısından önemlidir.

Ayrıca su faturalarında %50'ye varan bir azalma da görülebilmektedir (Tanık vd. 2016). Yapı veya yakın çevresindeki bir alanda basit bir arıtma yatırımı ve akabinde yapılarda yeniden kullanılması için bir yerde depoya alınması ve daha sonra da kullanılacak noktaya taşınması için pompa sisteminin kurulması maliyeti belirleyen temel unsurlardır. Sistem uzun vadede elde edilen su ve enerji tasarrufu nedeniyle sürdürülebilir bir alternatiftir. Kullanım amacına göre bu su fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma yöntemleri ile arıtılır. Son yıllarda en yaygın olarak

kullanılan teknoloji fiziksel bir ön arıtmadan sonra biyolojik arıtmanın yapılmasıdır. Biyolojik arıtmayı takip eden bir ileri filtrasyon yöntemiyle (ultra veya mikrofiltrasyon) yüksek kalitede arıtılmış su eldesi sağlanmaktadır (Gökşen 2021). Az enerji ve bakım isteyen sistemler (biyolojik sistemler, döner biyolojik reaktör, MBR) tercih edilmelidir.

Geri dönüştürülen gri su yapı ölçeğinde yeşil alan sulamasında, araç yıkamada, yangın söndürmede, ev ve bahçe temizliğinde kullanılabilir. Bir yapıdan elde edilen 10 ton gri su ile bir yılda 57 kez çamaşır, 833 kez bulaşık makinesi çalıştırılabilirken, aynı miktar su ile 1666 kez tuvalet sifonu çekilebilir (Kandır 2021). Daha geniş ölçekteki gri su geri dönüşümünden elde edilen su ise soğutma kulelerinde besi suyu olarak, kentsel tarım ve endüstriyel uygulamalarda kullanılabilir. Ülkemizde gri su geri kazanımı son yıllarda rağbet görmektedir. Zorlu Center ve Varyap Meridian gibi ticaret ve konut ağırlıklı karma projelerde yüzey altı membran sistemleriyle geri kazanım yapılmaktadır. Membran filtre yüksek kalitede katı-sıvı ayrışmasını sağlayabilen, bakteri ve virüsleri %99,99 oranında gideren bir sistemdir.



YAPIDAKİ SU DÖNGÜSÜ ÖRNEK ÜZERİNDE İNCELEME

Su Gereksinim Miktarı ve Depo
Hacminin Hesaplanması

Soğuk Su Gereksinim Miktarları -TSE 1258

Konut Yapıları

Yalnız Duşu Olan Konutlar

Küvetli Konutlar

16 daireslik bir apartman için gerekli su miktarı; dairelerin küvetli olduğu ve her dairede 4 kişinin yaşadığı düşünülerek hesaplanır; 100lt/ kişi x gün
16x4x100= 6400 lt

Su İhtiyacı(lt.) /Kişi x Gün

80 lt/ Kişi x Gün

100lt/ Kişi x Gün

Depolama Hacmi-TSE 1258

Konutlar

Depolama Hacmi (lt.) /Kişi x Gün

90lt/ Kişi x Gün

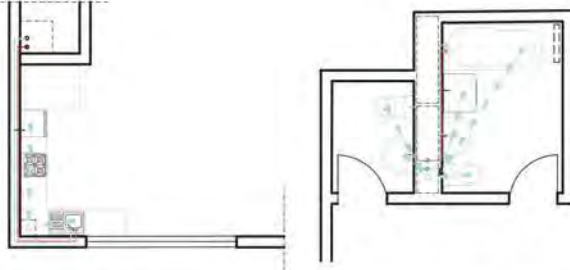
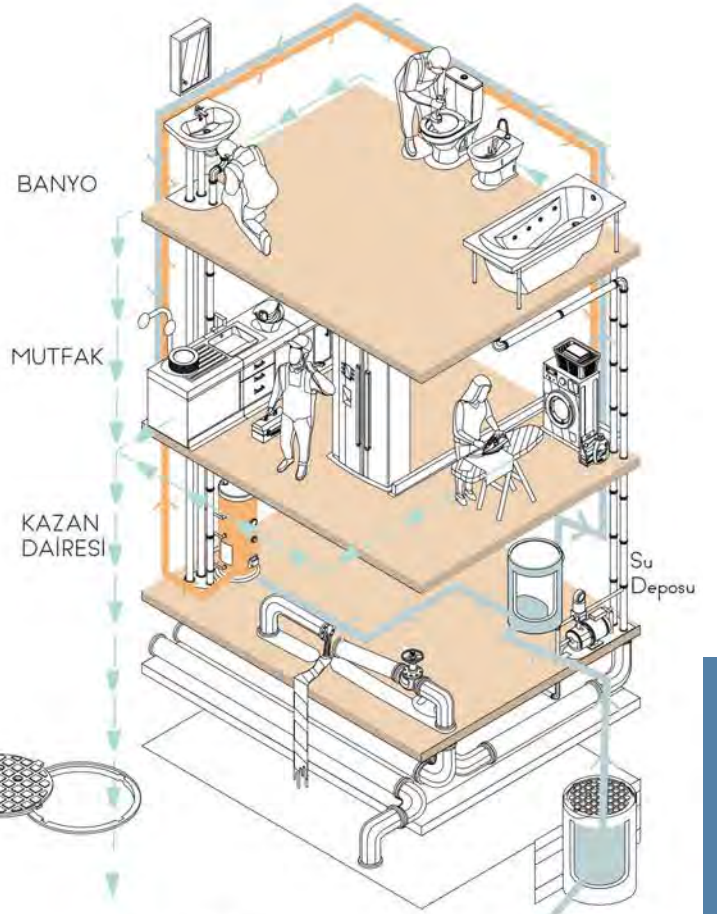
3 günlük, 16 daire ve daire başına 4'er kişi için konut: 90 lt/kişixgün

16x4x90x3= 17280 lt= 1728 m³

Depo 3m*4m*2m olarak seçildi.

Depo hacmi seçilirken binanın fonksiyonuna göre en az 3 günlük veya haftalık su ihtiyacı gözletilmelidir.

Islak Mekanlarda, Soğuk Su,
Sıcak Su ve Pis Su Dağılımı

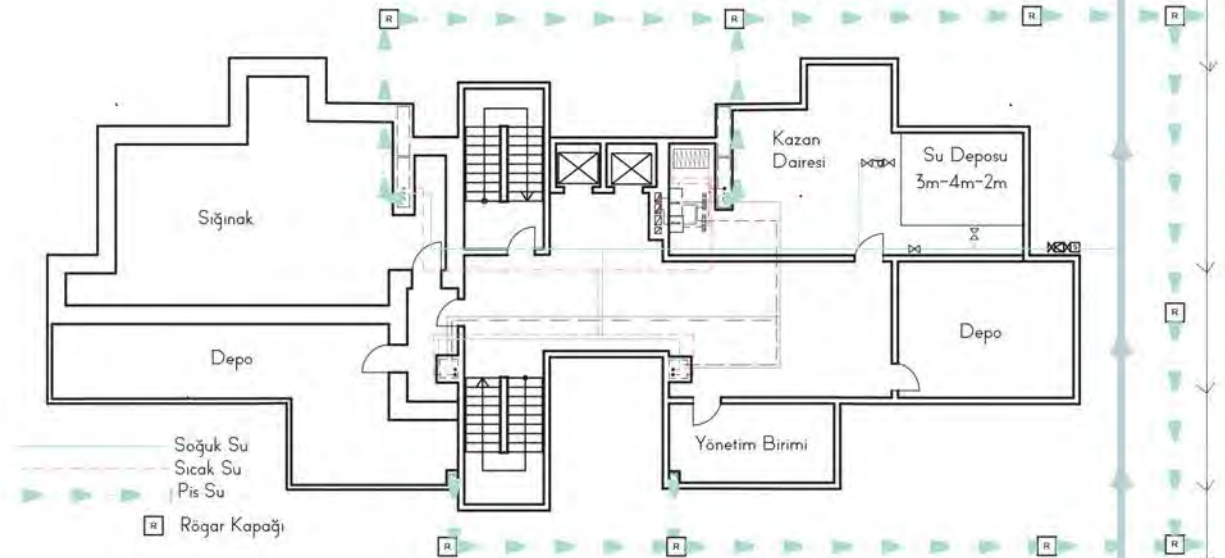


Mutfak Plan Düzlemi

Banyo ve Tuvalet Plan Düzlemi

Pis Suyun Rögar
Kapaklarına İletilip
Uzaklaştırılması

Şebeke Suyu



Şebeke Suyu ve Şehir Kanalizasyon Bağlantısının Bodrum Kat Planında Gösterilmesi

Özetle konut ve ticaret alanlarında gri su ve çatılardan gelen sular yapının içerisinde basit arıtma sistemleri ile arıtıldıktan sonra sarnıçlara veya depolara alınıp, bina içindeki ihtiyaçlar için yeniden kullanılabilir. Bu konuda çevre bilinci yüksek bir diğer alternatif ise doğa ile bu suyu buluşturup doğal su döngüsüne hizmet etmektir. Bu bakış açısı ile yapı yakın çevresindeki açık ve yeşil alanın sunduğu potansiyele irdelemek gerekmektedir. Bu kapsamda devreye doğa dostu yağmur bahçeleri, biyolojik hendekler, çatı bahçeleri ve geçirimli malzemeler girmektedir.

Yağmur bahçeleri yağmur suyunu hazneleri içerisinde alarak bitkilerle ve tabanındaki çakıl veya kum tabakasıyla filtreler; bu su tekrar çevredeki yeşil alanların ve bitkilerin sulanması, hayvanların içme suyu ve hatta insan ihtiyaçları için kullanılabilir. Yağmur bahçeleri konut ve ticaret kullanımlarının olduğu arazilere yerleştirilirken yapıların temellerinden minimum 3 metre uzakta, temele zarar vermemek açısından konumlandırılmalıdır. Çatı oluşturan borularla bahçe kotuna getirilen su ideal şartlarda %10-12'lik bir eğimle hazırlanmış bir şevle yağmur bahçesi ile buluşturulur.

Alanda fosseptik çukur varsa bunun üzerine gelmediğinden emin olunmalıdır. Çok kritik olmamakla beraber alanda düz veya düze yakın bir yere ve direkt veya parçalı şekilde güneş alan bir lokasyon seçilmelidir. Güneş alan lokasyon bitkilerin büyümesi açısından önemlidir. Tipik bir konut konusunda yağmur bahçesinin büyüklüğü 10 metrekare'den 25-30 metrekareye kadar değişebilir.

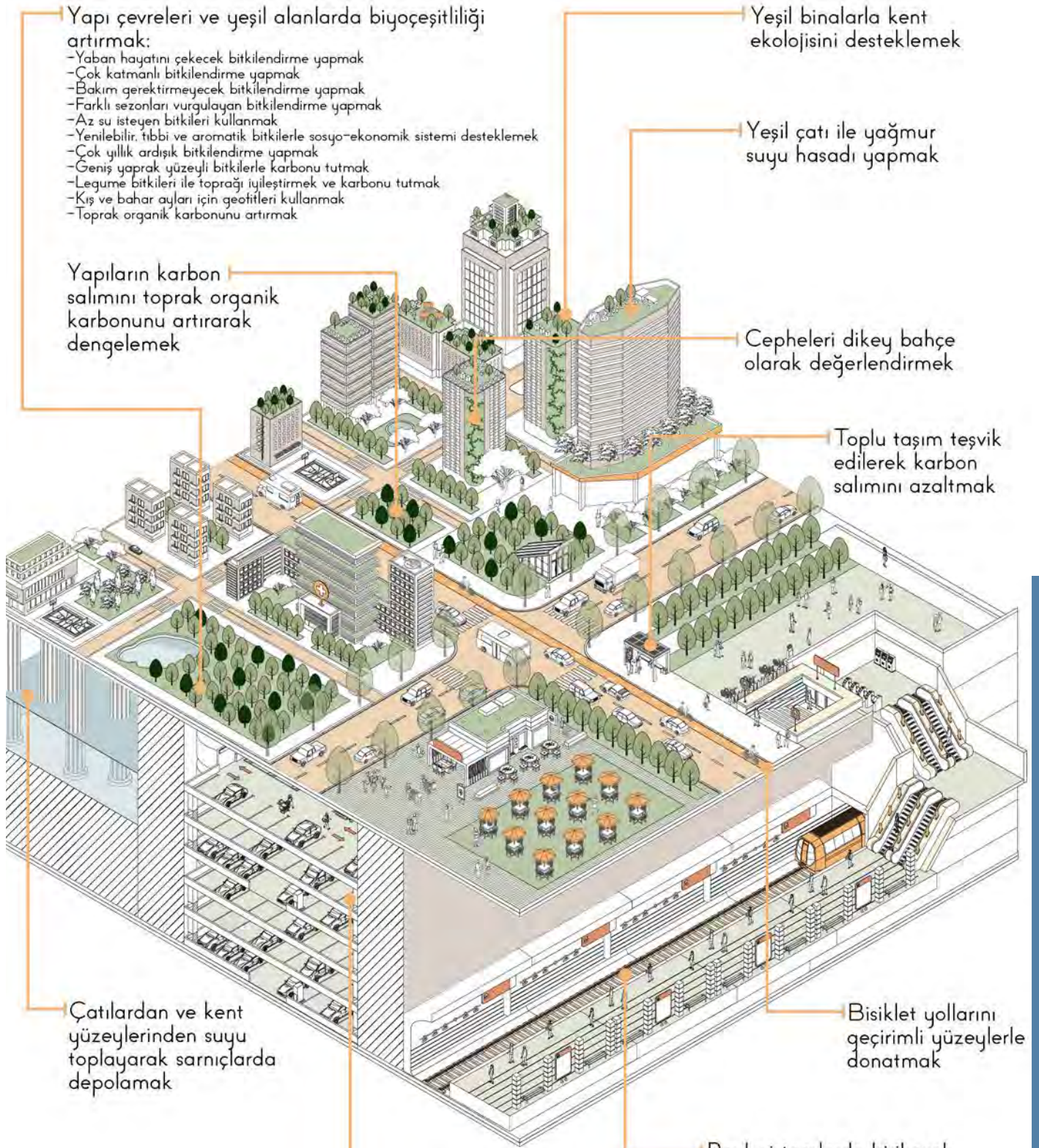
Çok büyük bahçe alanına sahip yapılarda veya site tarzı yerleşimlerde aynı zamanda biyolojik hendeklerle sert zeminler boyunca suların toplanarak yağmur bahçelerine veya depolara getirilmesi mümkündür. Bitkilendirilmiş hendekler aslında lineer koridorlar şeklinde yağmur bahçelerindeki sızdırma ve filtreleme prensiplerinin hepsini bir alana kazandırır. Formları itibarıyla yağmur bahçeleri suları getiren kanallar olarak işlev görebilirler. Suyu sızdırmaması tercih edilen durumlarda yapılan tasarıma membran

katmanı ile su tutma özelliği eklenebilir; burada ihtiyaç duyulan su ve kullanım amacı belirleyici rol oynamaktadır. Özellikle ince uzun formdaki bahçeler için daha idealdirler. Gerek yağmur bahçesi gerekse de biyolojik kanallara girecek suyun sadece çatılardan gelmesi gerekmez. Parsel içinde yer alan otoparklardan, yürüyüş yollarından, teraslardan gelecek yağmur suyu ve hatta yeşil alanlardan tesviye ile yöneltilecek sular bu ünitelerin içerisine girerek geri kazanılabilirler. Parsel bazında taşkınların ve istenmeyen durumların önlenmesi için doğa dostu olan bu çözümlerin gri altyapı sistemlerinden üçte bir oranında daha ucuza mal olduğu belirtilmektedir (Burns vd. 2012; Argue 2005).

Konut çevrelerinin su açısından etkin kullanımında uygun sulama tekniğinin kullanımı ve iyi bir sulama tasarımının yapılması gerekmektedir. Derin ancak aralıklı sulama rejimine gidilmelidir ve malç uygulaması yapılmalıdır. Konut çevrelerinde ve hatta kent genelindeki bütün yeşil alanlarda kurakçıl peyzaj (Xeriscaping) prensiplerinin uygulanması ülkemiz gibi giderek sıcak ve kurak bir iklimle baş etmek zorunda kalan ülkeler için idealdir. Kurakçıl peyzaj suyun minimumda kullanımını sağlayacak aynı zamanda bakım ve yapım maliyetlerini de düşüren bir peyzaj tekniğidir (Yazgan vd. 2014).

Amerika'nın kurak eyaletlerinde geliştirilen bu tekniğin dünya genelinde kullanımı iklim değişikliğinden kaynaklı su sıkıntısı nedeniyle artmaktadır. Temelinde az su tüketen bitkilerin kullanımı, çim gibi su isteyen uygulamaların çok kısıtlı ve sadece gerektiği yerlerde kullanılması, bitkilerin su isteklerine göre gruplandırılması, damla sulamanın ve su isteklerine göre farklı bitki zonlarının projede yer alması ve malç kullanımı gibi teknikleri barındırır. Aynı zamanda açık köklü ağaçların baharda, saksılı bitkilerin de sonbaharda dikimine özen gösterilmesi ve su isteği yazın çok olacağı için kesinlikle yaz aylarında bitki dikimi yapılmamasına da dikkat edilmelidir.

Yapılaşmış çevrenin kalitesini belirleyen unsurlar kentsel çevre imajında sunulmaktadır.



SU YÖNETİMİ AÇISINDAN KENTSEL ÇEVRELER

Örnek Uygulama: Antteras Yeşil Bina Yerleşimi

BREEAM sertifikası almış Antteras projesi İstanbul Boğazına 1,5 km mesafede, Küplüce semtinde güneybatı yönünde sarp bir arazi üzerindedir. Proje sahası toplam 81.949 metrekaredir. Alanın doğu ve batı cepheleri arasında 60 m kot farkı bulunmaktadır. Sahadaki arazi örtüsü dört grup altında sınıflandırılabilir: otsu yamaçlar, alçak çalılar, ağaç ve ağaç benzeri bitkiler, çıplak hafriyat malzemeleri. Alanın tamamında tahrip olmuş bir doku hakimdir. İnşaat öncesi alanda plansız ve ufak çaplı kentsel tarım kullanımlarının izleri ve plansız kentleşmenin baskıları hakimdir. Bu etkiler nedeniyle saha, ekolojik açıdan önemli habitatlar ve hassas türler içermemektedir. Buna rağmen belirli ölçüde sosyal imkanları mahalleye sunmaktadır (ufak çapta sebze tarhları, futbol için kullanılan toprak saha, sabah ve akşam saatlerinde gençlerin toplanma alanı vb.). Alanda rastlanan türler, İstanbul florasının endemiklerini ve IUCN kırmızı listesinde veya Bern sözleşme listesinde listelenen türleri içermemekle beraber alandaki en kıymetli vejetasyon unsuru belirli bir bölgede olan büyük *Celtis australis* ağaçlarıdır.

Bu olgun ağaçlar peyzaj tasarımında kullanılıp, tüm yeni kotlar bu mevcut ağaçlara göre ayarlanmıştır. Bazı durumlarda ağaçları kurtarmak için geniş bitki kutuları ve terasları tasarlanmıştır. Düşük yoğunluklu konut yerleşimi olarak tasarlanan alan üç birimden oluşmaktadır: yapılar, sert peyzaj (döşemeler, duvarlar, spor sahaları) ve yumuşak peyzaj (bitkilendirilmiş düzlükler, şevler, teraslar, malç kaplı yüzeyler). Çevre dostu bir yeşil yerleşim için tasarım önerileri şunlardır; yağmur suyu hasadı için tasarım yapmak, yumuşak peyzajda yerli türler kullanmak, yerel yaban hayatı için cazibesi veya yararı olduğu bilinen bitkileri kullanmak, gereksiz miktarda geçirimsiz yüzeylerden kaçınmak, malçlama yapmak, düşük su-düşük bakım gerektiren çevre düzenlemesini teşvik etmek ve entegre haşere yönetimini alanın bakımında prensip edinmek. Bu kararlar doğrultusunda, tasarımda uygulanan bitki türlerinin yaklaşık %60'ı yerli türlerden seçilmiştir. Geri kalan vejetasyon da bölgenin ekolojik şartları ile uyumlu az su tüketen otsular ve çalılardır. Ülkemizin imzaladığı 4 adet uluslararası mevzuatla uyumlu olan proje aynı zamanda ulusal ölçekteki gri suyun ve yağmur suyunun geridönüşümü ile ilgili mevzuatları da karşılamaktadır.

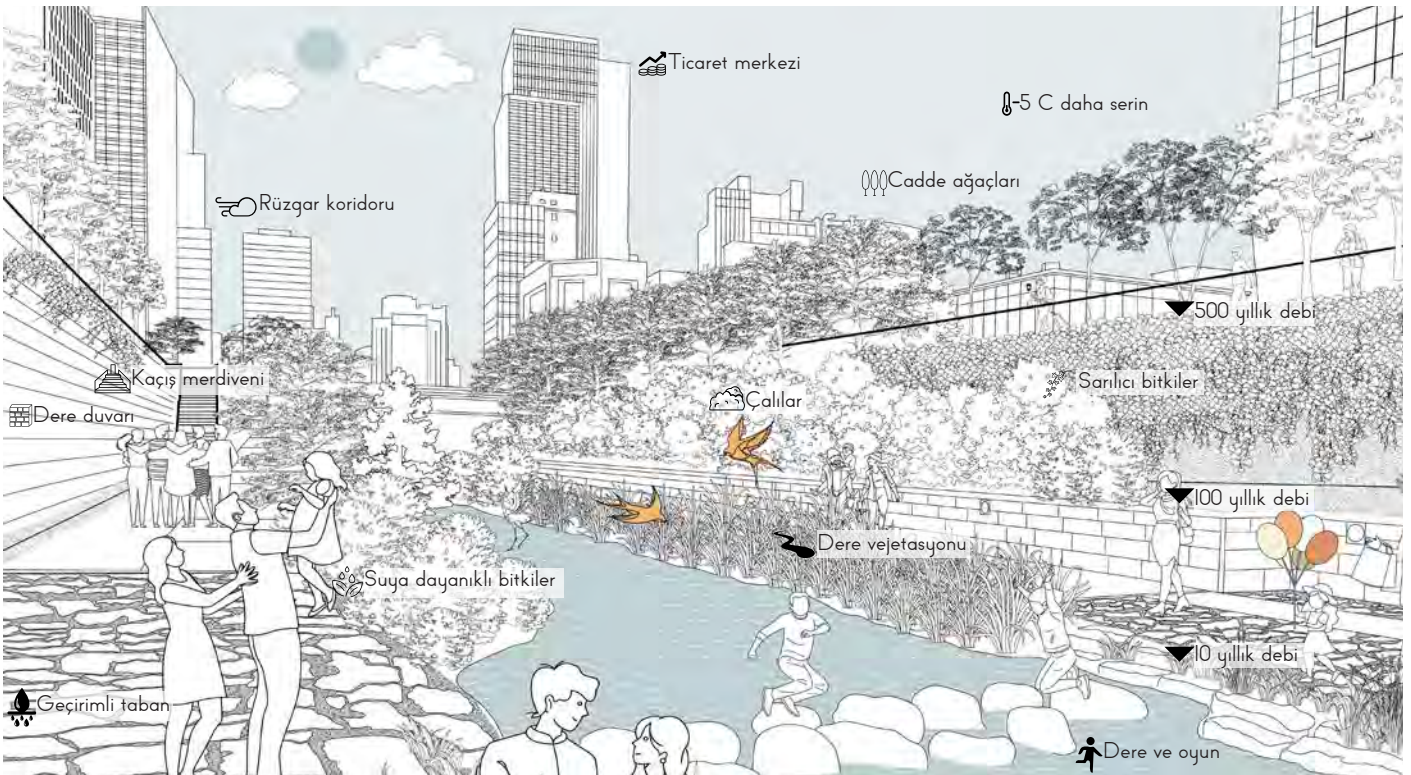


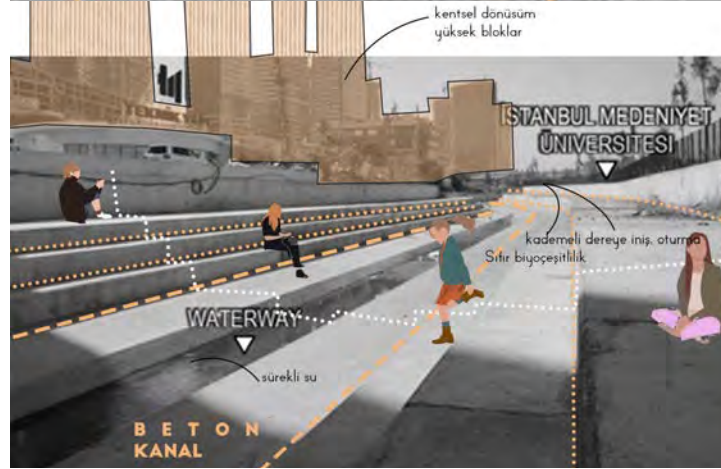
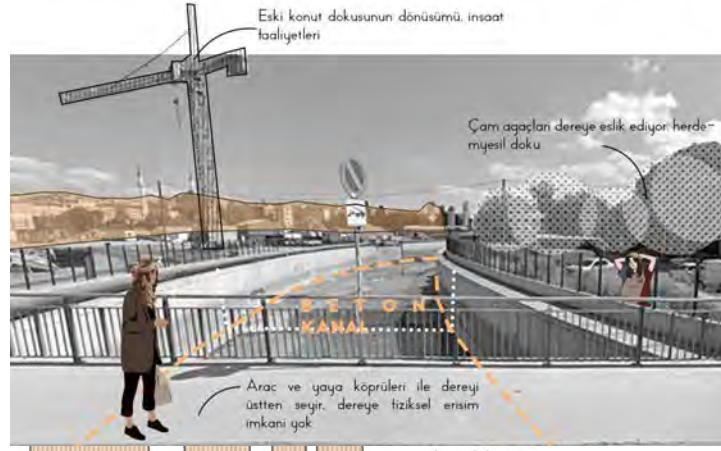


Kentsel Dereler

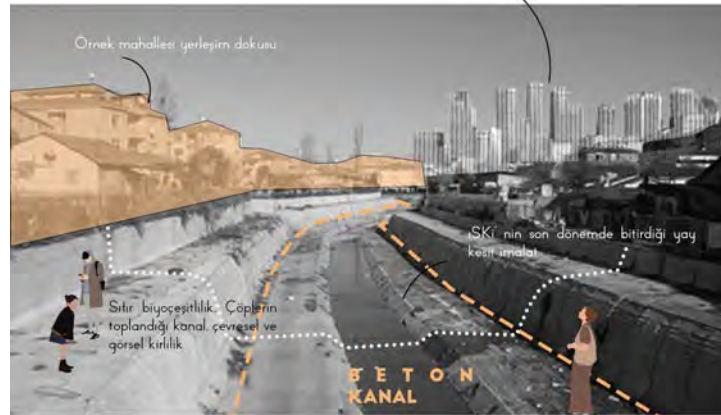
Kentsel dereler, çevresel dengeye, ekolojik bütünlüğe, kültürel mirasa, ekonomik ve sosyal faaliyetlere ve şehirlerin estetik performanslarına katkı sağladığı için şehirlerin sürdürülebilirliği adına önemli varlıklardır. Şehir genelindeki ekolojik ağın temel omurgasını oluşturan dereler pek çok canlı için geçiş koridoru teşkil ederler (Forman 2008). Bu alanlardaki bitki örtüsü, çevrelerinden farklıdır ve bu nedenle yaban hayatı için şehir ortamında habitatlar sunarlar (Cook 2015). Ekonomik anlamda bu koridorlar ulaşım yolları olarak işlev görür; gezilebilir nehirler ve büyük göller şehir merkezlerinin gelişimini tetiklerken endüstriyel kullanımları cezbederler (Krieger 2003; Walsh vd. 2003). Kentsel bağlamda, refah ve rekreasyon için birçok fırsatın sunulmasında ve böylece yaşam kalitesinin desteklenmesinde kentlerin dayanıklılığını artırmak anlamında eşsiz fırsatlar sunarlar (Perini ve Sabbion, 2016). Bununla birlikte kentsel kullanımlar dere ekosistemlerini pek çok şekilde olumsuz etkiler (Wang vd. 2001; Hatt vd. 2004; Dekker vd. 2010). Dere yataklarının çevresindeki alanlarda çok küçük miktarda kentsel arazi kullanımı olsa dahi bu biyotada büyük

değişikliklere yol açmaktadır (Alberti 2005) ve bu gelişim eşik değerleri aşarsa biyotik topluluklar hızlı ve dramatik şekilde bozulmaktadır (Wang vd. 2001). Şehrin dere yataklarında gelişiminden kaynaklanan geçirimsiz yüzey örtüsündeki %10-20 gibi küçük bir artış bile ilişkili su havzalarının fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozulmasına neden olmaktadır (Paul ve Meyer 2001). Aşırı kıyı erozyonu, dere habitatının ve akarsu içi bitki örtüsünün kaybı, artan kirlenici yükleri ve aşırı akarsu yatağı oyulması ve tortular, sonuçların birkaç örneğidir (Tuncay ve Esbah 2006; Li vd. 2015). İklim değişikliği karşısında, kentsel alanlar, yoğunlaşan fırtına olayları nedeniyle daha yoğun yağışlar ve daha sık ve daha yüksek sel seviyeleri ile karşı karşıya kalmaktadır (Waldheim vd. 2018). Taşkın yatağının değiştirilmesi, genellikle nehirlerin ekolojik sürdürülebilirliğine yönelik en ciddi tehdittir (Bunn ve Arthington 2002). Bu nedenle, artan kentleşme ve iklim değişikliği göz önüne alındığında, kentsel nehirlerin sürdürülebilir planlaması, tasarımı ve yönetimi tüm dünyada önemli bir konu haline gelmiştir. Kentleşme ve iklim değişikliği devam ettikçe ve gelecekte sürdürülebilirlik ve yaşam kalitesini iyileştirme ihtiyacı arttıkça bu konu büyük olasılıkla önemini koruyacaktır.





Atasehir finans merkezi gökdelenleri



Nüfus artışı, göç, hızlı kentleşme ve su kıtlığı gibi trendlerle birlikte gelen iklim değişikliği, Akdeniz ve Orta Doğu coğrafyasında gerilimleri ve istikrarsızlığı artırmaktadır (Cahan 2017). Türkiye, iklim değişikliğinin kaçınılmaz etkilerinden ve ekolojik, ekonomik, sosyal ve politik boyutlarından en çok zarar gören ülkelerden biridir (Kadioğlu 2019). Kritik kentsel peyzajlara, daha özel olarak kentsel nehir koridorlarına olan baskıların üstesinden gelmek için uyarlanabilir stratejiler geliştirmeye ihtiyaç vardır (Eşbah 2021).

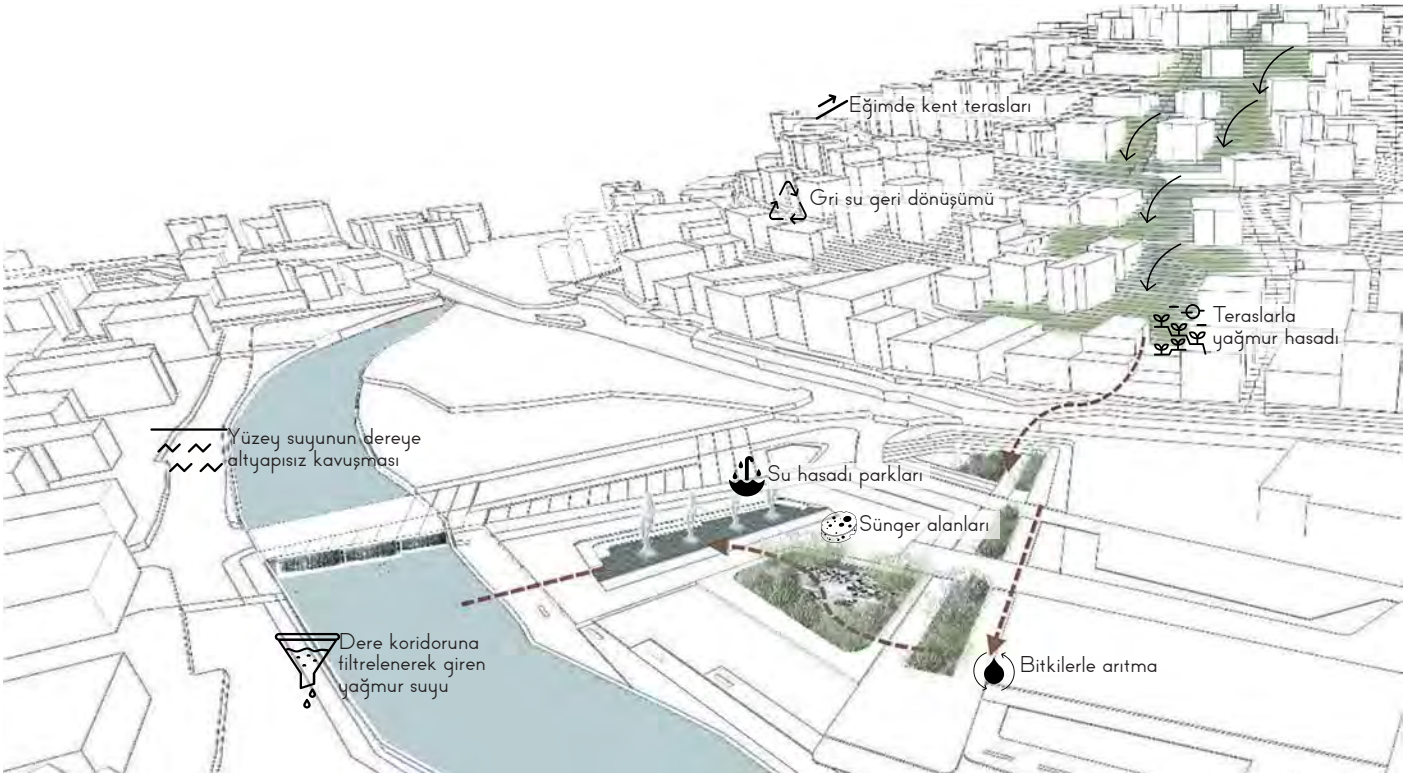
Nüfus artışı, turizm ve ticari taleplerle birlikte kentleşmenin baskıları, Türkiye'nin kentsel nehir koridorlarında son otuz yılda dramatik fiziksel değişiklikleri beraberinde getirmiştir. Bu koşullar, taşkın yatağı içindeki alanların yapı adaları tarafından işgaline, raylı sistemler, demiryolu ve karayolu altyapılarının iyileştirilmesi nedeniyle çoğu Türkiye şehirlerinin derelerine sırtlarını dönmelerine 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.

Sosyal boyuttan yoksun ve bağlamdan kopuk koridorlar olarak kent estetiğine yapılan en büyük müdahalelerden biri olmuşlardır. Hakim planlama, tasarım ve yönetim yaklaşımları, yeşil altyapı, peyzaj ekolojisi ve yaşanabilirlik standartları ile ilgili alternatif (duyarlı) stratejileri göz ardı ettiği için her yıl ölümcül sel felaketleri ve ekonomik kayıplarla ülkemiz baş etmek zorunda kalmıştır.

Ülkemiz şehirlerinde sürdürülebilir kentsel dere koridoru elde etmek için peyzaj planlama, tasarım ve yönetim sürecini mevcut işleyişe 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 değişikliği 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.





Örnek Uygulama: Cheongyecheon Deresi

Dünya çapında ses getiren Cheongyecheon deresi projesi Güney Kore'nin Seoul şehrinde tamamlanmış başarılı bir dere restorasyonu 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.

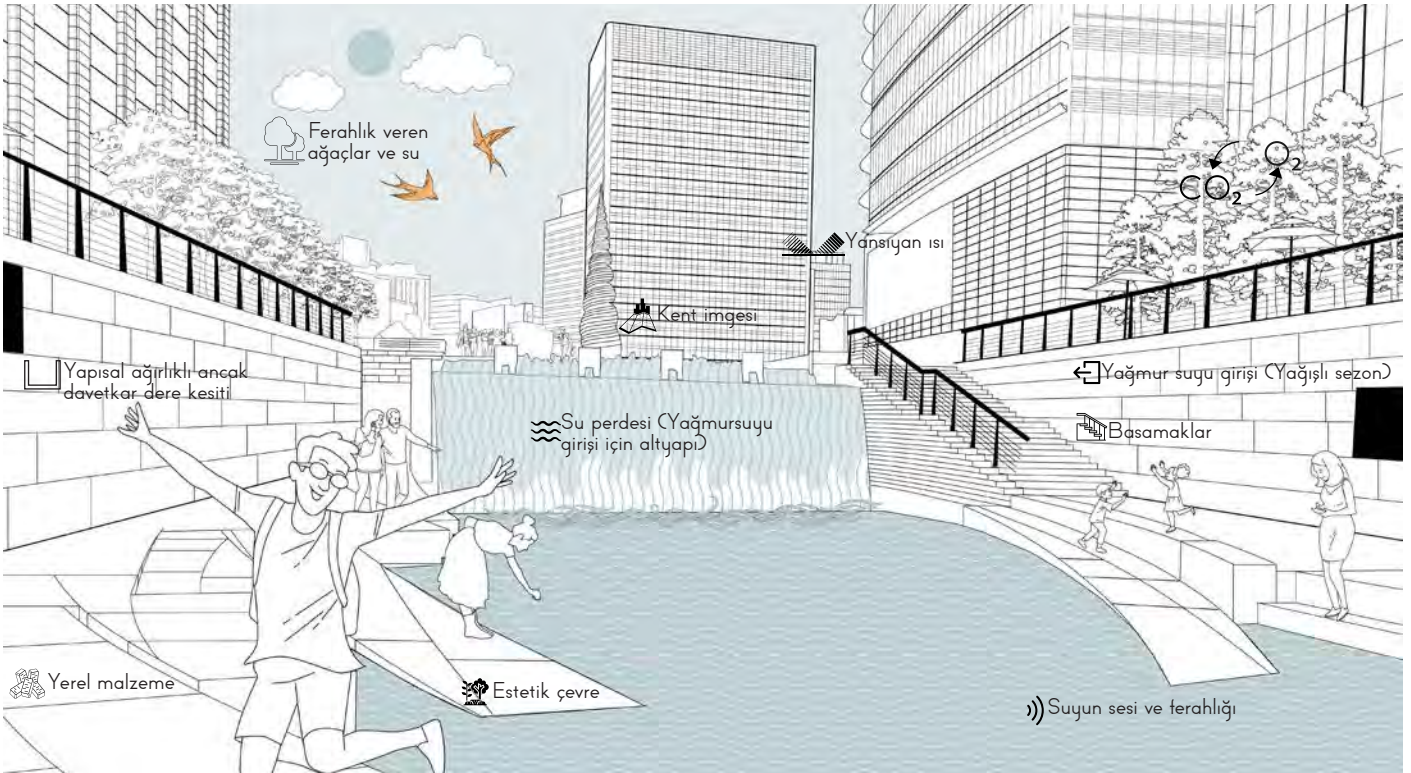
1950'li yılların başında Kore savaşı bittikten sonra çevre kalitesi çok kötü olan derenin 1960 yılında üstü kapatılarak cadde geçirilmiş, ülkenin ekonomik kalkınması için yapılmış bir dizi şehircilik ve ulaşım hareketi ile 6 şeritli bir karayolu haline gelen Cheongyecheon, 1971 yılında 6 şeritli yükseltilmiş 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

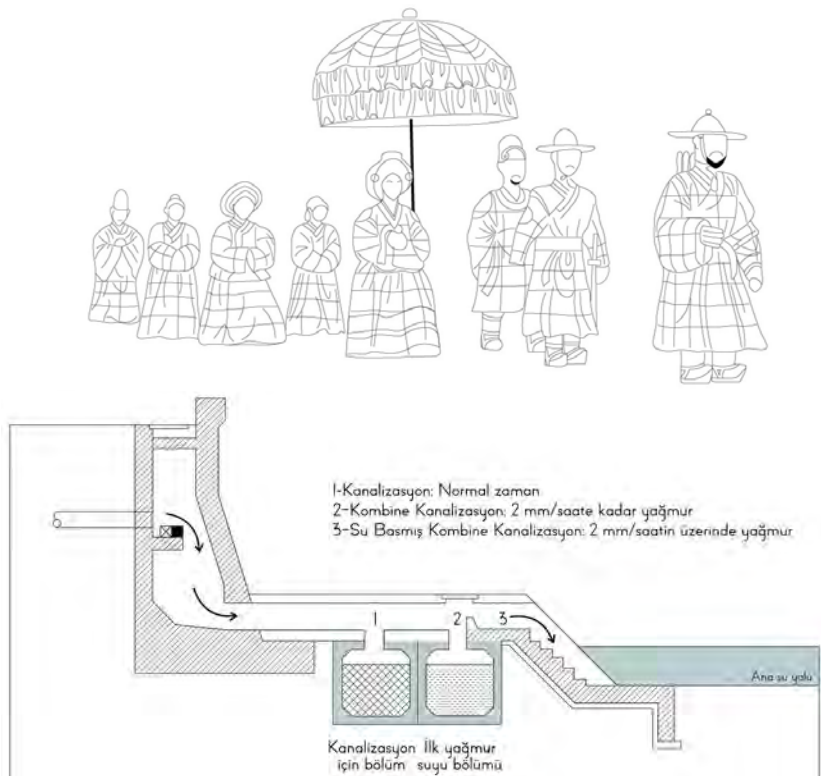
güvenlik sorunu ve ayrıca hava, ses ve görüntü kirliliği ile şehir baş etmek durumunda kalmıştır.

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. Toplam uzunluğu 5.7 kilometre olan Cheongyecheon deresinin inşası 300 milyon Avro'ya mal olmuştur.

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.





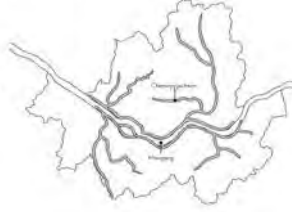
GÜNEY KORE/ SEUL



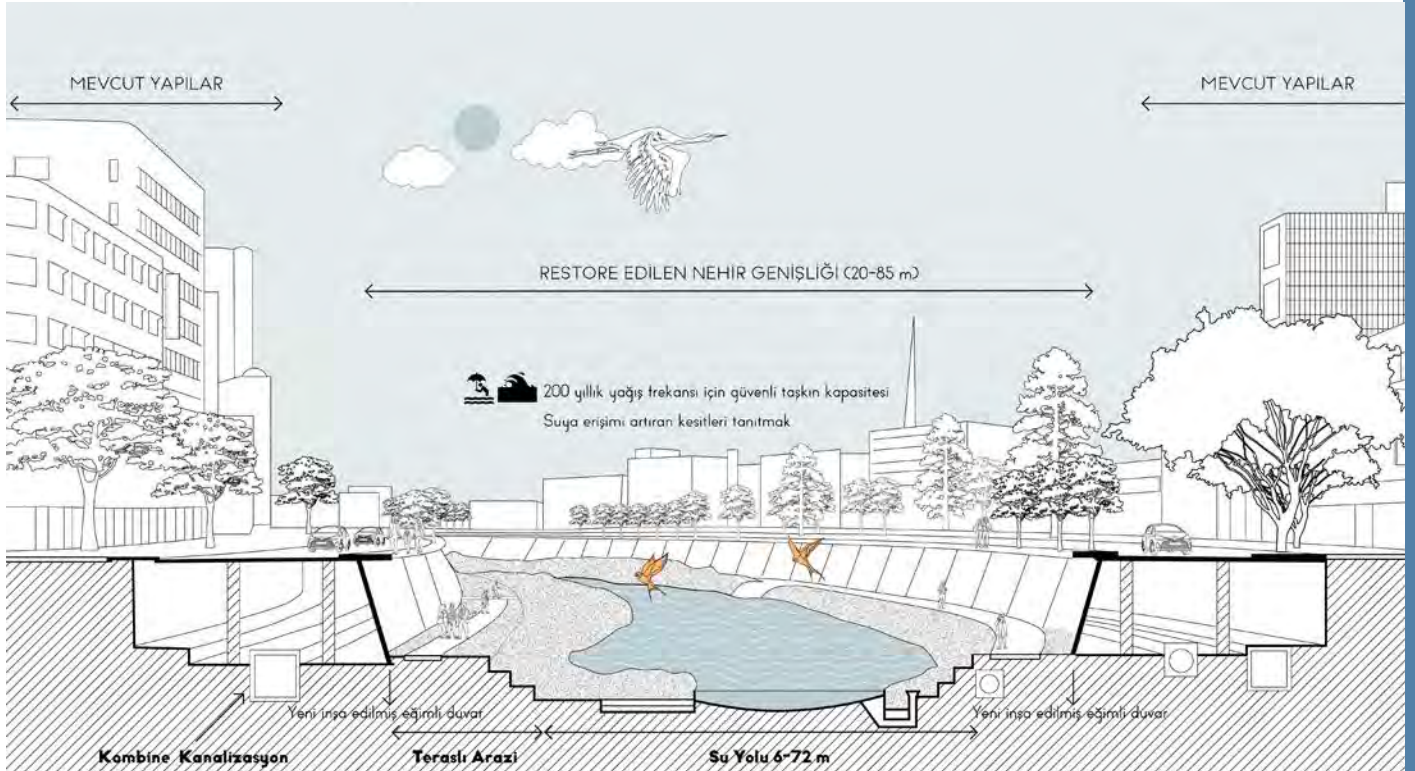
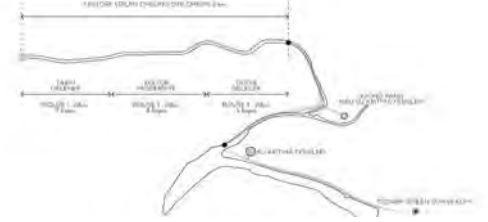
SEUL/ HAN NEHİRİ



HAN NEHİRİ/ CHEONGGYEHEON



RESTORE EDİLMİŞ CHEONGGYEHEON



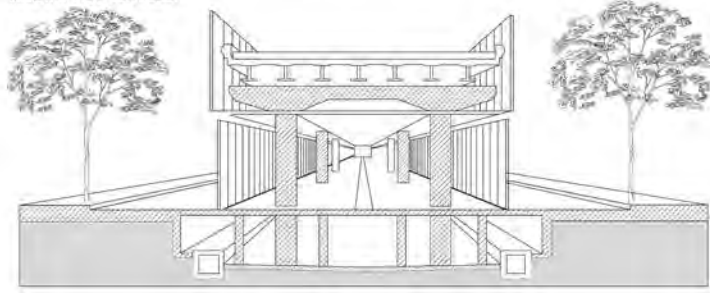
Otobanın kaldırılması ulaşım alanında yapılan radikal bir hamle olarak görülürken, halkın çoğu tarafından da başta benimsenmeyen bir fikir olmuştur. Bölgedeki trafiğin sıkışacağı, inşaat halindeyken gürültü ve toz kaynağı olarak kent yaşamını olumsuz etkileyeceği düşünülmüştür. Fakat bunun tam aksine zaman içerisinde proje şehrin yaşam kalitesine önemli katkılar koymuş, şehrin fiziksel çehresini değiştiren ve marka değerini artıran kıymetli bir varlığa dönüşmüştür. İçinden geçtiği kent dokusundaki bütün gayrimenkul ve ticaret değerlerini olumlu etkileyerek, turist çekerek, finanse edildiği miktarın çok üzerinde bir kazanç 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.

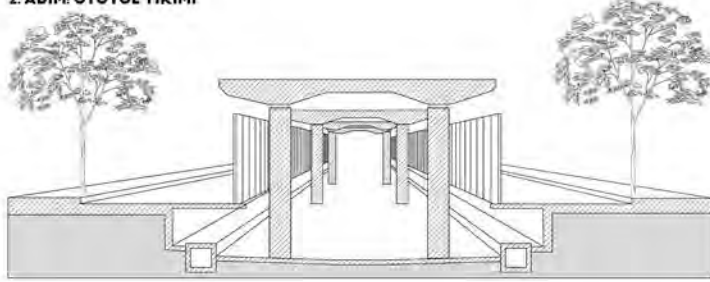
Kanal soğutma işlevi görerek yakın çevresinde hissedilen sıcaklığı azaltmaktadır. Geçirgen yapısı ile daha sıcak bir kent ortamı oluşturmaktadır. Zaman zaman su oyunlarının sergilendiği, insanların su ile iletişim kurma fırsatı yakaladığı bir deneyim mekanı olan dere koridoru farklı dönemlerde ışıklandırılmış fenerlerle donatılarak lokal kullanıcılar ve yerli yabancı birçok turist için ilgi odağı olmaktadır. Sezonlar olarak derenin tabanına kadar inen rekreatif kullanımlar, yağışlı sezonda sadece derenin en üst kotlarındaki yeşil şeritlerde sürmektedir. Erken uyarı sistemleri ve sık sık konulan çıkış rampaları, merdivenleri ve asansörleri ile halkın hızlı ve güvenli tahliyesi sağlanan Cheongyecheon deresinde bu güne kadar sel anında hiç bir can kaybı ve maddi hasar olmadığı belirtilmektedir. Kış aylarında tamamen dolan dere yatağının bakımını tamamen insan gücü ile yapılmaktadır. Sezonlar bir dere olma özelliğindeki Cheongyecheon'da yaz aylarında vejetasyon ve rekreasyonu desteklemek için Han nehrinden pompalarla su verilmektedir. Bu döngünün bakım maliyetleri ve ekolojik ayak izi günlük durumda projenin eleştirilen tek noktası olmakla beraber, kent ekolojisi ve sosyolojisi açısından şehre kazandırdıkları maliyetini dengelemektedir.



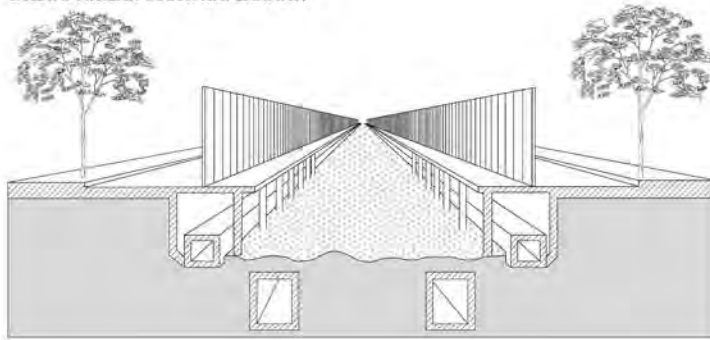
1. ADIM: YAPI İSKELESİ



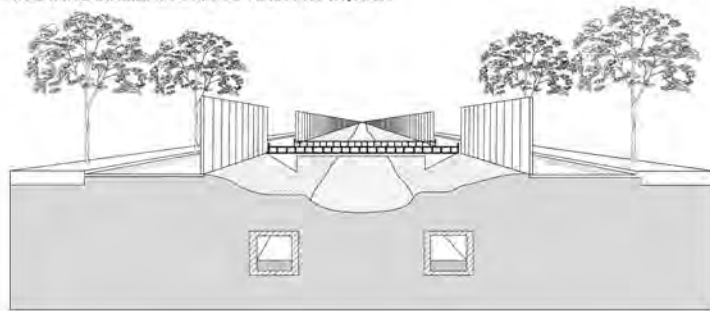
2. ADIM: OTOYOL YIKIMI



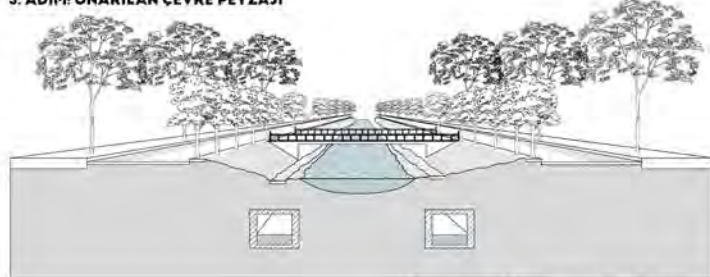
3. ADIM: YIKILAN YOLUN KAPLANMASI



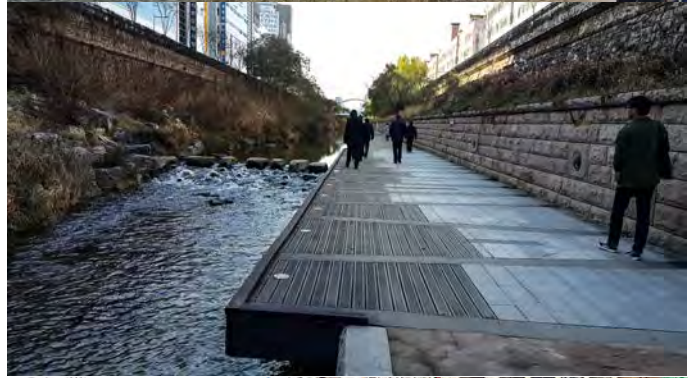
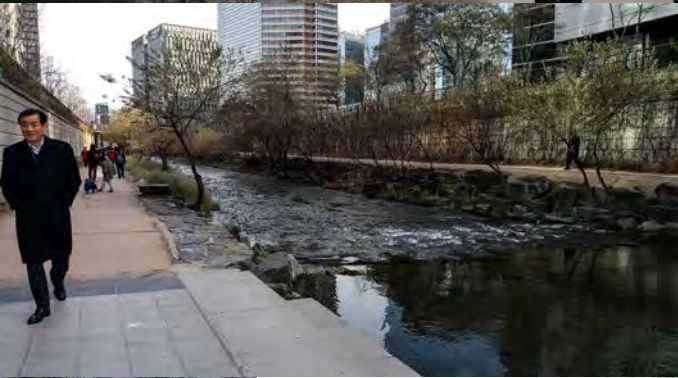
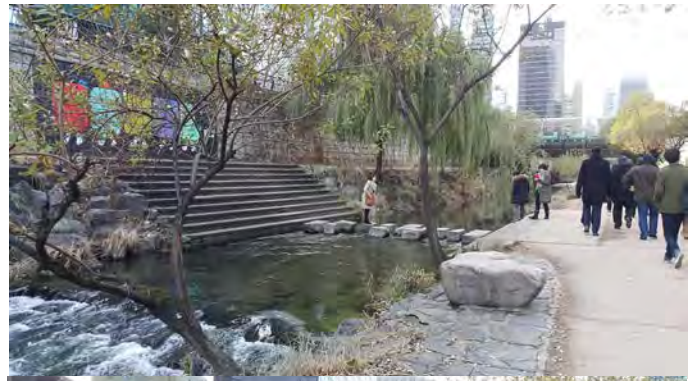
4. ADIM: KANALİZASYON, YOL VE KÖPRÜ İNŞAATI

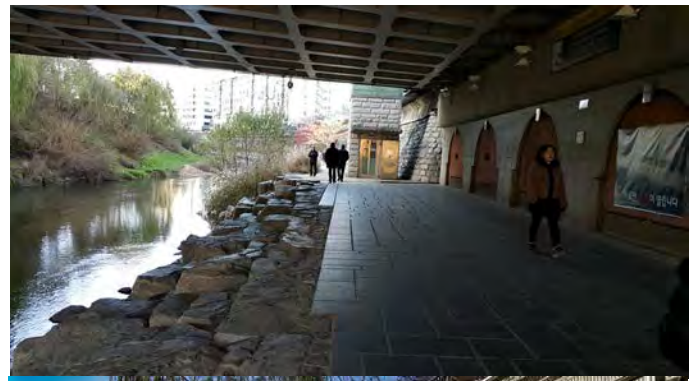


5. ADIM: ONARILAN ÇEVRE PEYZAJI



Cheong Gye Cheon ⇒ **Önce** > **Sonra**
Toplamsal Alan: 10.000 m² 14 yeni yol 4 yeni yol
Uzunluk: 157 km * kanalizasyon * nehir
Genişlik: 20-85 m

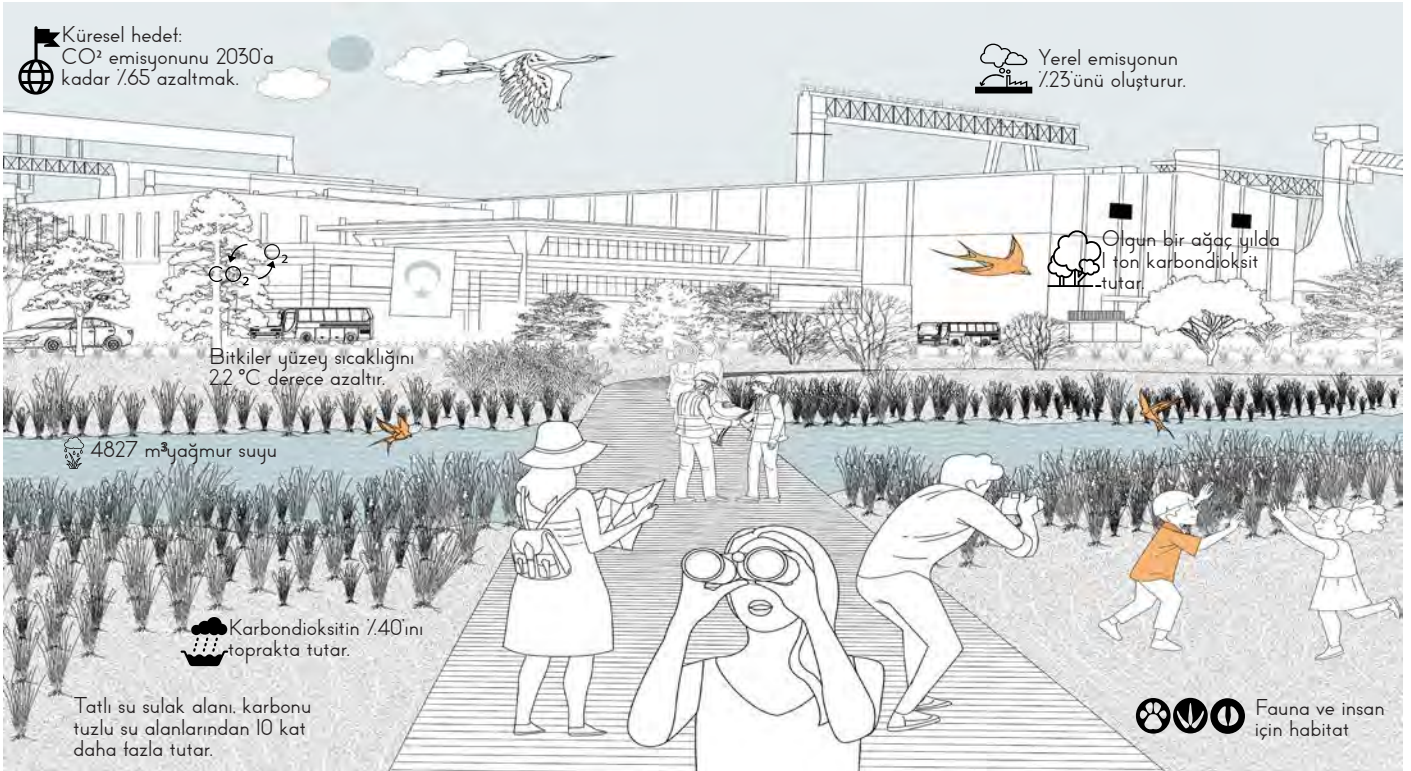




Sulak Alanlar

Ülkemiz 177.000 km uzunlukta 33 büyük nehir, 200'den fazla doğal göl ve 1300'den fazla gölet ve onlarca özel sulak alanlara (lagün, bataklık, dalyan vb.) sahiptir. 1994 yılında taraf olduğumuz Ramsar Sözleşmesi ile korumakla yükümlü olduğumuz 14 sulak alanımızı; deniz/kıyı alanlarındaki sulak alanlar, karaların arasındaki sulak alanlar ve yapılandırılmış sulak alanlar olarak üç kategoride ele almak mümkündür. Sulak alanlar bünyelerinde su depolar ve kontrollü şekilde alt havzaya suyu salarak sel ve erozyon riskini azaltırlar, yer altı suyunu beslerken aynı zamanda buharlaşma ile doğal su döngüsünün sürekliliğini desteklerler, kirli suları temizler, besin maddelerini ve her tür kirleticiyi absorbe ederler, yağışlarda gelen sedimanları tuttukları için bunların diğer doğal sistemlere karışarak çevre sorunu yaşanmasını önlerler, iklimi düzenlerler, karbon tutma konusunda önemli bir potansiyeli şehirlere sunarlar ve özellikle de şehir ortamlarında sıkışıp kalmış türlere habitat oluştururlar. Bütün bunlara ek olarak görsel ve estetik kaliteleri yüksek olduğu için halka pek çok psikolojik ve rekreatif faydalar da sunarlar (Christie ve Bolstwick 2012). Sulak alanların bahsi

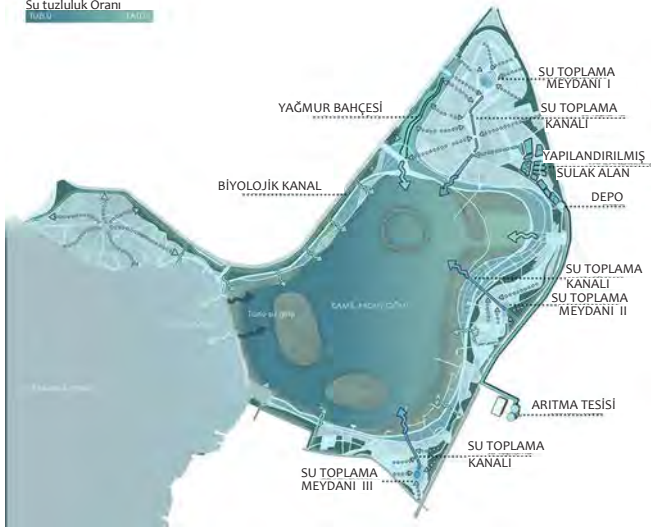
geçen bu ve daha bir çok fonksiyonları, sulak alanlar içerisinde meydana gelen doğal ekolojik süreçlerdir ve sulak alan faydaları (mal ve hizmetler), insanlara fayda sağlayan bu fonksiyonların çıktılarıdır. Sulak alanların iklim değişikliğini azaltmak ve iklim değişikliğine uyum sağlamak için ihtiyaç duyulan birçok fayda sağladığı artık yaygın olarak kabul edilmektedir ve bu gerçek, onları neden korumamız ve restore etmemiz gerektiğinin de temelinde yatmaktadır (Stelk ve Christie 2014). Şehirlerimiz büyürken maalesef sulak alanlar bilinçsizce tahrip edilmektedir. Sulak alanların bozulması ve tahribatının önlenmesi her zaman ilk olarak düşünülmeli, ardından ikinci öncelik olarak restorasyonları ve yeni sulak alanların oluşturulması sağlanmalıdır (Alexander ve McInnis 2012). Sulak alanlar dünya yüzeyinin %5-8'ini işgal etmesine rağmen, tahmini 1.500 Pg küresel toprak karbonunun %20 ila %30'unu bünyelerinde bulundururlar (Mitsch ve Gosselink 2007) ve tatlı su iç sulak alanları, alansal boyutları nedeniyle, gelgit görülen tuzlu su alanlarından neredeyse on kat daha fazla karbonu tutarlar (Nahlik ve Fennesy 2016). Bu sebeple şehirlerin içinde sıkışıp kalmış veya yok olmuş tatlı su sulak alanlarımızı korumamız ve restore etmemiz şehirlerimizin karbon salımının dengelemesi açısından çok önemlidir.





Lagün Ekosisteminin Onarımı

- Sızdırma Tamponu
- YüzeY Suyu Drenajı
- Su Toplama Kanalı Drenajı
- Biyolojik Kanal Drenajı
- Su tuzluluk Oranı



TUZLA, KAMİL ABDUŞ GÖLÜ
REHABİLİTASYONU (SU HASADI STRATEJİLERİ)

Örnek Uygulama: Kamil Abdüş Gölü

Son yıllarda dünya genelinde yaşanan büyük fırtına ve sel felaketlerinin etkilerinin azaltılması, sellerin önüne geçilmesi ve biyoçeşitliliğin iyileştirilmesi adına pek çok çalışma sulak alanların geri kazanılması üzerinden sorunların yönetimine odaklanmıştır. Bu kapsamda ülkemizde tamamlanmış başarılı bir örnek İstanbul'un Tuzla ilçesinde bulunan Kamil Abdüş Lagünü projesidir.

Proje alanı içerisinde tescilli Sakız ağaçlarının bulunduğu (Aydın 1992) Sakız Adası, Tuzla Lagünü ya da Balık Gölü olarak da anılan Kamil Abdüş Gölü ile çeşitli fidanlık firmalarına ait fidanlık tesislerinin bulunduğu, toplam 189 hektarlık ileri derecede tahrip olmuş bir alandır. Batısında Tuzla Tersanesi, doğusunda Tuzla Atık Su Arıtma Tesisi ile komşuluk etmektedir. Alanın kuzeyinde küçük sanayi kuruluşları, güneyinde ise düşük yoğunluklu tek katlı bahçeli evlerin yer aldığı konut bölgesi, Mercan bölgesi yer almaktadır. Kamil Abdüş Gölü, yapı olarak bir lagün gölüdür. Denizle arasında bir kıyı kordonu vardır. Kamil Abdüş isimli bir şahsın çiftliği içerisinde bulunduğu için resmi olarak "Kamil Abdüş Gölü" olarak isimlendirilen alana "Tuzla Balık Gölü" ya da "Mercan Gölü" de denilmektedir. Alan 1930 yılına kadar tuz üretim alanı olarak kullanılmıştır. O dönemde gölde 400 kadar yerleşik ve göçmen kuş türünün barındığı, bol miktarda kefal balığı ve pavuryanın (mavi yengeç) yanı sıra lüfer, levrek, çupra, karagöz, yılan balığı gibi balık türlerinin yaşadığı ve Tuzla karidesinin (*Artemia salina*) lagün gölündeki hayvansal besin zincirinin ilk halkasını oluşturduğu bilinmektedir (Eşbah ve Erbaş-Gürler 2019). Marmara Denizi'nin balık deposu olarak da bilinen göl, bir zamanlar balıkların yumurtalarını bıraktığı ideal bir balık yetiştirme ortamıydı. Özellikle kefal balığı çiftliği olarak kullanılan gölün çevresinde gümüş martı, pelikan, yaban ördeği, leylek gibi yaygın türlerin yanında kervan çulluğu, suna, çaltıkçı, kuğu gibi dünyada yok olma tehlikesindeki kuşlar da bulunmaktaydı. Anıl (2005) kentleşme nedeniyle zaman içerisinde

hem evsel hem de endüstriyel atıkların göle taşınmasının, gölün kirlenmesine neden olduğundan bahsetmekte ve göl için diğer olumsuz ve çok önemli bir faktörün de tersanenin, lagünün ağzına yapılmış olmasını vurgulamaktadır. Özel tersanelerin toplanması ve faaliyete devam etmesi için seçilen bu kıyıda 1970'li yıllardan itibaren başlayan altyapı çalışmaları sırasında lagünün güney batısında bulunan Ekrembey Adası, Sakız yarımadasına bağlanarak, koy güneybatı rüzgarlarına karşı korunmalı duruma getirilmiş ve batı rüzgarlarına karşı korunmak için de mendirek yapılmıştır.

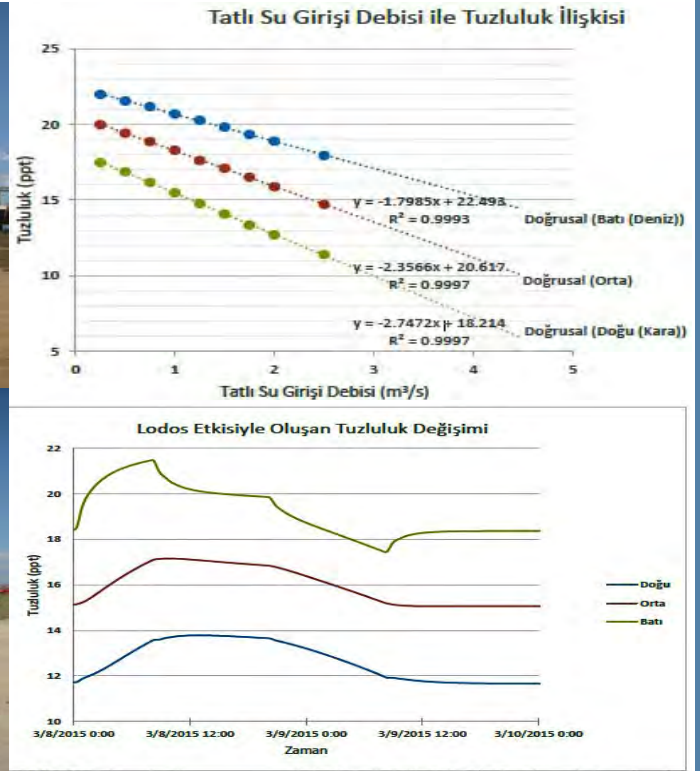
Lagünü denizden ayıran kıyı oku ve çevresinde geniş bir alan doldurularak güney kısmının da denizle bağlantısı kesilmiştir. Göl ve tersaneleri ayıran karayolu bu dolgu sahası üzerinden geçirilmiş, denizden kazanılan alan üzerine özel tersaneler için faaliyet alanı düzenlenmiştir. Bu esnada lagüne tatlı suyu getiren Umur derenin yönü tersaneye çevrilmiş ve bu derenin taşkınlarıyla ve denizden fırtınalı havalarda kıyı okunu aşarak gelen sularla, su seviyesini ve tuzluluğunu dengeleyen gölün doğal ortamı bozulmuştur. Bu uygulamalar sonucu gölün alanı daralmış 1.25 km²'den 0.5 km²'ye düşmüştür ve 2001 yılında göl tamamen kurumuştur.

Bu olumsuz şartlara rağmen, sayıları azalmakla beraber kuşların konaklama alanı olan bu gölün (Bilgili 2008) ve çevresinin kurtarılması çalışmaları gecikmeli olarak gelmiştir. 1973'de tersane altyapı inşaatları devam ederken Ekrembey Adası ve civarında ortaya çıkan Bizans Devri eserleri için kazı ve incelemeler yapılmıştır. Doğal ve kültürel özellikleriyle Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu tarafından alanın büyük çoğunluğu 1993 yılında 1. Derece Doğal Sit Alanı olarak ilan edilmiştir (5.1.1993, 3013 sayılı karar). Sit ilanı ile beraber kaderine bırakılan alan yaklaşık 20 yıl boyunca etrafındaki şehir ve endüstri gelişimlerinden dolayı sürekli baskılara maruz kalmaya devam etmiş ve ekolojik değerlerini daha da yitirmiştir. 2014 yılında başlatılan ekolojik onarım ve rekreasyon alanı projesi 2016 yılı sonunda tamamlanmış ve ilk etabının uygulamasına 2020 yılının sonbaharında başlanmıştır.

Projenin ana amacı öncelikle gölün ekolojik değerlerinin olabilecek en iyi seviyeye getirilmesi ve alanın kimlik unsurlarını vurgulayacak bir tasarım geliştirilmesidir. Tasarım ekibinin başı Peyzaj Mimarı olmak üzere, mimar, plancı, hidrolog, ornitolog, çevre mühendisi, makine-elektrik ve inşaat mühendislerinden oluşan çok disiplinli bir ekip suya duyarlı tasarım ekseninde bir araya gelmişlerdir. Tasarım araştırmasının metodolojisi dört temel üzerine oturmaktadır: 1- Mevcut sosyo-ekonomik yapının analizi, 2- Arazi örtüsü değişiminin analizi, 3- Vejetasyon yapısının analizi, 4- Hidrolojik durumun analizi ve modellenmesi

Gölün mevcut tuzluluk durumunun belirlenmesi için 8 noktada tuzluluk ve çözünmüş oksijen ölçümleri yapılmış, sayısal modellerin yapılabilmesi için topoğrafik ve batimetrik koşullar bilgisayar ortamında oluşturulmuştur. Modellemede sınır koşulu olarak, kara tarafından zamana bağlı olarak tanımlanan tatlı su girdisi, deniz tarafında ise su seviyesi ve deniz suyu tuzluluğu tanımlanmıştır. Modelleme sonuçlarının incelenip sunulabilmesi için göl içerisinde batı kısımda, orta kısımda ve doğu kısımda 3 farklı noktada gözlem noktası tanımlanmış olup, tüm sonuçlar bu noktalarda

modelleme süreleri boyunca kaydedilmiştir. Modelleme çalışmalarında lagünde arzu edilen tuzluluk değerine ulaşmak için gerekli olacak tatlı su girdisi debisinin belirlenmesi çalışmaları yapılmıştır. Aşağıdaki grafik farklı debilerde tatlı su girişleri sonucunda gölün ortasında, Batı (Deniz) tarafında ve Doğu (Kara) tarafında elde edilen denge tuzluluk değerlerini ve gölün ortasında %15'lik bir tuzluluğun yakalanması için 2,5 m³/s, %10'luk bir tuzluluğun yakalanması için ise 4,5 m³/s tatlı su girişine ihtiyaç bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca lodos etkisi ile oluşan kabarmanın lagüne olan etkisinin incelenmesi için deniz seviyesinde temsili olarak 50 cm'lik bir artış oluşturulup, 12 saat boyunca denizin bu seviyede kalması sonrasında da toplam 12 saatlik bir sürede tekrar normal seviyesine inmesi durumu modellenmiştir. Modelleme deniz seviyesindeki 50 cm'lik bir artışın lagün içerisine daha fazla deniz suyu girmesi nedeniyle tuzlulukların lagün genelinde yaklaşık 2 ppt arttığını göstermiştir. Lagüne girmesi gereken tatlı su belirlendikten sonra bu suyun nasıl temin edilebileceğine dair alternatifler oluşturulmuştur. Bu kapsamda en öne çıkan alternatif arıtma tesisinden suyun alınıp yeni tasarlanacak bir yapılandırılmış sulak alanda su kalitesini daha da iyileştirerek göle deşarj etmektir.



Alaton (2007) çalışmasında bazı arıtma tesislerinin dezenfeksiyon ünitesinin olmaması, enerji ve kimyasal maliyetlerinin yüksekliği nedeniyle yeterince verimli çalışmadıklarından, arıtma tesislerinin suyunun fekal koliform açısından tarımsal kullanıma uygun kalitede olmadığından bahsetmektedir. Çalışmada arıtma tesislerinin imkanlarının iyileştirilmesinden bahsedilmektedir. Kamil Abduş gölü projesinde tasarımcılar mevcut arıtmaya yapılacak yatırımın yapılandırılmış sulak alana yapılması ve bunun sonucunda hem suyun kalitesinin iyileşeceği, gölün ekolojisine yardım edileceği ve çevre kalitesinin artacağı, hem de halkın rekreasyon ihtiyacının karşılanacağını öngörmüşlerdir. Bu alternatifte, bölgenin en yüksek atıksu debisinin aynı zamanda gölün en çok tatlı suya ihtiyaç duyduğu mevsim ile çakışık olması bir avantaj olarak görülmüştür. Yapılan modellemelere göre göle günlük ulaşması gereken su 108,000 m³tür. Bu kapasiteye cevap vermek amacı ile alanda 14.897 m² büyüklüğünde bir yapılandırılmış sulak alan projelendirilmiştir. Bu sulak alan girişinde bir depo ile suyun alana sokulması ve ard arda gelen 4 farklı havuz sisteminden oluşan zonlardan bitkiler arasından arıtma suyunun geçerek arınması ve göle deşarj edilmesi prensibine dayanmaktadır. Havuz sistemleri iki ayrı kol olarak tesisat anlamında

düşünülmüştür. Alanın kuzey ve güneyi şeklinde birbirini takip eden havuzlardan oluşan her bir kolun aynı anda çalışması söz konusudur. Ancak sistemdeki herhangi bir bakım ve arıza durumunda tek koldan da çalışacak şekilde projelendirilmiştir. Alanda bitkilerle suyun arındırıldığı, sürekli ölçümlerle kalitesinin takip edildiği ve bütün bu süreci halkın deneyimleyebileceği bir aktivite olarak paylaşılmaları için tasarımlar geliştirilmiştir. Projenin bir diğer çevreye hassas duruşu artık alandan geçmeyen Umurdere'nin eski yatağının canlandırılmasıdır. Bunun için de bir biyolojik kanal ve yağmur bahçesi tasarımı geliştirilmiştir. Gerekli modellemeler yapıldıktan sonra 10.000 metrekare büyüklükte bir yağmur suyu toplama alanının tesisi gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonrası ilk yağmurlarla su tutulmaya başlanmış, Nisan ayında en yüksek su seviyesine ulaşılmış, en kurak sezon olan Temmuz sonunda dahi biyolojik kanalda vejetasyonu ek bir sulamaya ihtiyaç duyulmadan canlı tutacak ve hatta yer yer kendini hissettirecek bir su yüzeyi gözlemlenmiştir. Uygulanmış halinin fotoğrafları görülen ortamın tersane çalışanlarının öğle aralarını geçirdikleri ve pandemi koşullarında aktif yaşam imkanı sunan bir alan olması da projenin sosyal faydasının ekolojik faydası kadar çok olduğunu göstermektedir.



Yağmur bahçesinde biriken yağmur suyu ile oluşan çevre

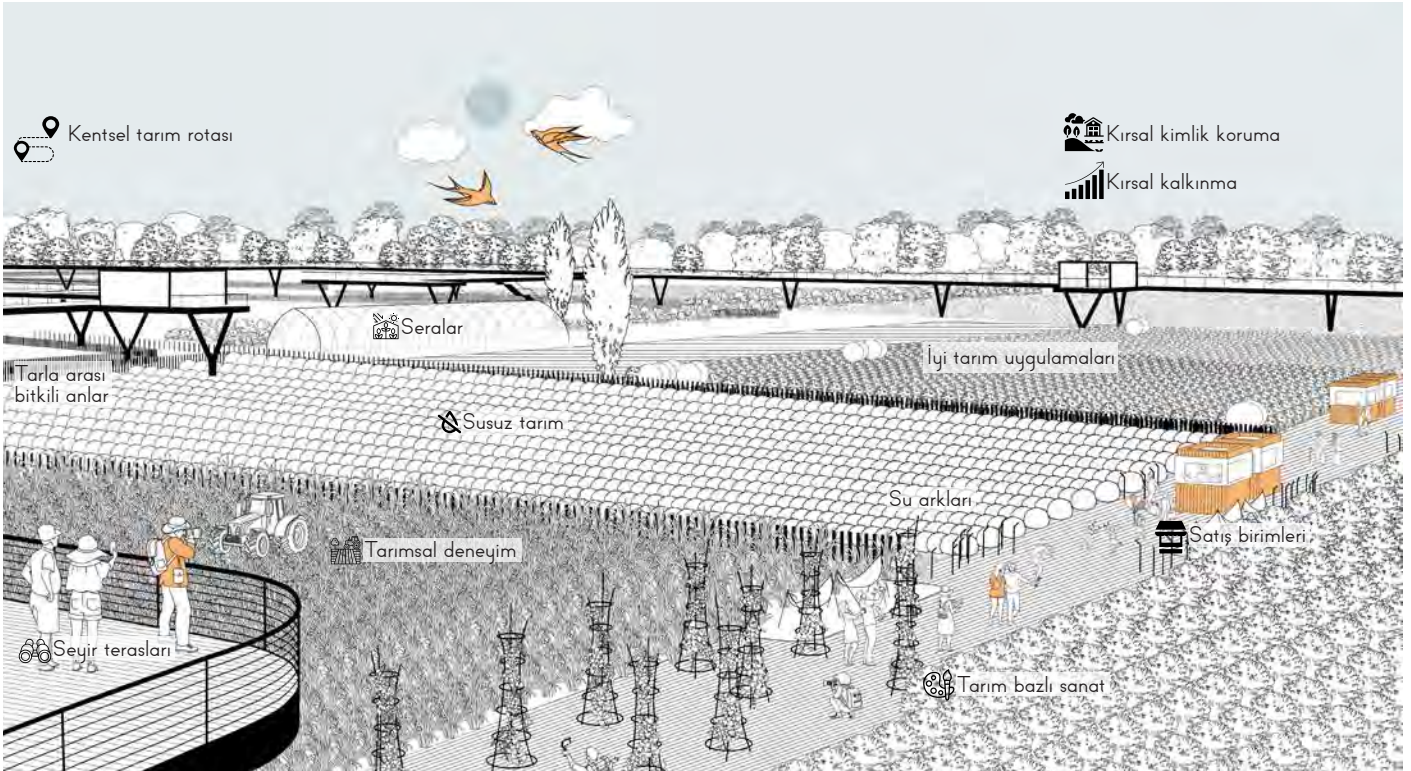


Tuzla Kamil Abduş Gölü projesi suya hassas yaklaşımı ve ülkemizdeki diğer sulak alanlara ilham verecek bir özgün çalışma olması nedeniyle, TMMOB Peyzaj Mimarları Odası tarafından 2016 yılında Analiz ve Planlama Dalında 1.'lik ödülüne, 2017 yılında Uygulanmamış Proje Dalında Teşvik Ödülüne, 2021 yılında da Genel Proje dalında Onur Ödülüne layık görülmüştür.

Üretken Peyzajlar

Üretken peyzajlar bir şehrin gıda güvenliği bakımından önemli mekanizmalarından biridir. Günümüzde yaşadığımız pandemi gibi olumsuz hadiseler bize gıdaya erişim ve doğa dostu tarım tekniklerinin ne kadar önemli olduğunu göstermiştir. Ülkemizdeki tarım faaliyetlerini etkileyen en önemli tehditlerden biri kuraklıktır. Şehir ölçeğinde bu durum yağmur hasadı ile elde edilen su gibi alternatif su kaynaklarının devreye sokulması, su havzalarının sanayi ve imardan arındırılarak üretken peyzajlar haline getirilmesi, atık suların arıtılarak mutlaka yeniden kullanılması, kuraklığa dayanıklı hayvan ve bitki türleri ile üretim desenlerinin yeniden ele alınması, damlama sulama yönteminin yaygınlaştırılması ve şehirlerde su kullanma etiğinin halka öğretilmesi ile etkin şekilde yönetilebilir. Bunlara ek olarak toprakların organik madde içeriklerinin zenginleştirilmesi, havzalardaki ormanların korunması, teraslamalarla çıplak alanlarda erozyonun önlenmesi, eğimli alanlarda çok yıllık ürünlerin tercih edilmesi de hem karbon pozitif yaklaşımlar hem de su hasadı anlamında olumlu sonuçlar doğuracak, dolayısı ile kuraklıkla

baş edilmesi gereken üretken kentsel peyzajlara çözüm getirecektir. Suya duyarlı şehirler bakış açısı ile üretken peyzajlar kentin geçirimsizliği yüksek alanlarından olmaları, içerlerindeki doğa tabanlı su toplama, dağıtma, filtreleme üniteleri ile kentlerin adeta sünger alanları olmaları nedeniyle önemlidir. Toprakta organik karbonun tutulabilmesi, karbon ayak izinin düşürülmesi ve güvenli gıda temini açısından da iklim değişikiminin yavaşlatılması ve dolayısı ile iklimin düzenlenmesine yardımcı olmaları açısından önemlidirler. Kentlerin doğa üzerinde yarattıkları ekolojik ayak izini azaltmak için birçok öneri getirmek mümkündür. Bu önerilerin başında eski ve geleneksel sayabileceğimiz fakat günümüzde yeni bir kavram gibi algılanan ‘kentsel tarım’ gösterilebilir. 1996 yılında İstanbul’da yapılan Birleşmiş Milletler Habitat Programı’nda gündeme gelmiş ve kent içinde bitki kültürlerinin ve hayvansal ürünlerin yetiştirilmesi, büyütülmesi ve geliştirilmesi olarak tanımlanmıştır (UN Habitat 1996). Kentsel tarım kendi kendine yeterlilik için üretim ve pazar imkanı oluşturur, aynı zamanda form, konum ve amaç bakımından kent bahçeciliği ile örtüşür; bu nedenle bu kavramları ayırmak yerine bir bütün halinde işlemek gereklidir (Bellows 2011).



1. Alanı detaylıca gözlemlemek

Mekanın topoğrafyasını, iklim şartlarını, vejetasyon türlerini değerlendirmek ve alanın potansiyelini algılamak



2. Su havzasının tepesinden başlayarak aşağı doğru ilerlemek



a) Yağmur suyunun döküldüğü ilk noktayı tespit edip, tasarlamaya oradan başlayarak aşağı doğru inmek



b) Büyük havzaı oluşturan daha küçük alt havzalara bakmak ve onlarla çalışmak



c) Yol kenarlarına kendi kendini temizleyen drenaj hendekleri oluşturmak ve yol yüzeyine suyun hendeklere akmasını sağlayacak eğim vermek

3. Basit ve küçük adımlarla başlamak



a) Ağaçların altında basit havuzlar oluşturmak ve yağmur suyunu biriktirmek



b) Ağaçların arasında küçük havuzlar oluşturup orada toplamak

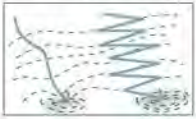


c) Havuzları ağaç köklerinin suyu emme kapasitesine göre tasarlamak

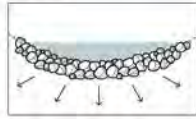


d) Gri suyu hasat etmek

4. Yavaşlat, yay, sızdır



a) Suyun dokunabilecek yüzeyleri artırmak



b) Küçük taşlarla akışı yavaşlatarak tabakalar oluşturmak



c) Kayaların, çok az eğimle dizilmesi ve suyun önünü kesmek



d) Doğal akışların avantajını kullanmak

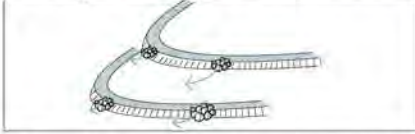


e) Drenaj bölgesinde çukurlar oluşturmak



f) Çok eğimli yerlerde teraslamalar yapmak

5. Suyu biriktirip taşma noktaları oluşturmak



a) Suyu biriktirme havzalarını teraslamak ve taşma noktaları oluşturmak

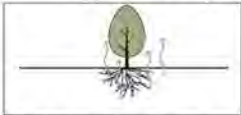


b) Yağmur suyunu bir tankta biriktirmek ve taşan suyu bahçedeki bitkileri sulamak için kullanmak



c) Çatallanan berrler oluşturmak, biriken suların taşarak ve bölünerek yayılmasını sağlamak

6. Organik ve yaşayan bir toprak örtüsü oluşturmak



Malç kullanılmadığında; yüksek buharlaşma



Malç kullanıldığında; düşük buharlaşma

a) Malç kullanarak buharlaşmayı azaltmak



b) Yağmur bahçelerinde su ihtiyacına göre bitkileri doğru yerleştirmek

7. İşlevleri birlikte kullanarak verimliliği artırmak

Tüm stratejiler ve prensipler bir arada kullanıldıkça alınan verim artar, sistem daha sürdürülebilir bir hal alır. Bu döngüyü sürekli izleyip çıkarımlar yaparak her bir kaynağı daha etkili kullanmanın yolları öğrenilebilir.



KIRSAL ALANDA DOĞA TABANLI SU HASADI VE YÖNETİMİ

Kent içerisindeki herhangi bir ölçekteki herhangi bir açık alan tarım amaçlı değerlendirilebilir. Parklar, konut çevreleri ve bahçeleri, binaların cephe ve çatıları, kent içinde tanımsız ya da terk edilmiş alanlar, refüjler ve hatta degrade alanlar kullanım potansiyeli yüksek alanlar arasındadır (Viljoen 2005).

Besin kaynaklarının kent içerisine bu kadar entegre olabilmesi, hem sağlıklı besine ulaşımı kolaylaştırmakta hem de sosyo-ekonomik sürdürülebilirliğe katkı koymaktadır. Besin kaynağı ile insan arasındaki mesafe sürdürülebilir şehirlerin oluşturulmasında kilit rol oynamaktadır (Mougot 2000).

Özellikle 2000'li yıllar ile kent içerisindeki boş alanların çok değerli olması ve nüfusla orantılı olarak artan konut alanı ihtiyacı ile yatay düzlemde görmeye alışkın olduğumuz kentsel tarım uygulamaları dikey düzlemde karşımıza çıkmaya başlamıştır. Yeşil şehirler, yeşil sistemler ile gündeme gelen yeşil binaların artışı da bu durumu doğrulamaktadır. Doğal enerji kaynaklarının kullanımına dikkat eden, karbon salımı düşük ve çevre dostu sistemlere dayanan bu projeler düzenli planlandıkları takdirde kent ekolojisi ve sürdürülebilirlik açısından önemli fırsatlar sunabilir.

Dünyanın birçok yerinde besin kaynaklarına ulaşım mesafesini düşürme amaçlı şehir içinde dikey tarım alanları ayrıntılı çalışılmış ve faydaları konusunda hemfikir olunmuş olsa da henüz bu projelerin uygulaması yaygınlaşmamıştır. Birleşmiş Milletler'in 2010 yılındaki nüfus araştırmalarına göre 2050 yılında 3 milyar insanın açlıkla yüzleşeceği beklenmektedir.

Bununla birlikte hızla gelişen teknoloji, kontrolsüz nüfus artışı, sera gazı etkisi, hava kirliliği, besin kaynağı sıkıntısı ve çevre tahribatı gibi çevresel, sosyal ve ekonomik problemler planları ve tasarımcıları daha dayanıklı ve yeşil şehirler oluşturmak için çözüm aramaya sürüklemiştir. Bu aşamada modern ve gelenekseli birleştirerek tarıma yeni bir vizyon getiren kentsel tarım konseptleri, kendini besleyen yaşam alanları oluşturmak için doğru bir strateji olarak karşımıza çıkmaktadır. Kentsel tarım alanları kirlenilmiş topraklar, su tablası yüzeye yakın alanlar, çok dik şevler veya tam tersi düze yakın topoğrafyası olan çöküntü alanlar, heyelana açık topraklı alanlar, hafriyat dolgulu alanlar ve taşkın zonlarında yer alan araziler üzerinde uygulanırken özel onarım teknikleri yapılarak faaliyetler başlamalıdır.







A scenic view of a park with a river, trees, and a person on a bicycle. The river is in the foreground, with lush green vegetation along its banks. In the middle ground, a paved path runs alongside the river, where a person is riding a bicycle. The background is filled with large, leafy trees and a small pavilion structure. The overall atmosphere is peaceful and natural.

3-SUYA DUYARLI ŞEHİRLER İÇİN STRATEJİLER

SÜRDÜRÜLEBİLİR YAĞMUR SUYU YÖNETİM ÜNİTELERİ

Bir şehirde doğa tabanlı yağmur suyu yönetimi yapılmak istenildiğinde şehrin farklı ölçeklerdeki, fonksiyonlardaki ve dokulardaki birimleri detaylı analiz edilmelidir. Şehirde dokusu itibarıyla belirli karakteristikleri barındıran alanlar tespit edildikten sonra bunun şehrin morfolojisi, jeolojisi, toprak yapısı, taban suyu ve bitki örtüsü ile ilişkileri öncelikle ortaya konularak, stratejiler kent genelinde geliştirilmelidir. Bu kapsamda bir şehri yağmur suyu üniteleri temelinde ele alırsak karşımıza 5 farklı ünite çıkmaktadır (Shaw ve Schmidt 2003): 1- Yağmuru toplamaya yarayan üniteler (Retention), 2- Yağmur suyunu yavaşlatan üniteler (Detention), 3- Yağmur suyunu doğaya geçiren üniteler (Infiltration), 4- Suyu filtreleyen üniteler (Filtration) ve 5- Yapılandırılmış sulak alanlar (Constructed Wetlands).

1- Toplama üniteleri (Retention): Bu alanlar suyun kalitesini iyileştirmek amacıyla suyun toplandığı ve biriktirildiği alanlardır. Göletler ve geçici depolama alanları olarak ikiye ayrılırlar. Göletler sedimantasyon önlemek için yapılır yani metaller, besin maddeleri, sedimanların ayrışmalarını sağlamak için var olurlar. Yüksek besin maddesi ile yüklü alanlar için kullanımları uygundur. Çoğunlukla içerlerinde bitkileri barındırırlar. Bunun asıl amacı da fitoremediasyonla arıtma yapmaktır. Ayrıca yaban hayatı ve su canlılarına habitat olma özelliği de vardır. Bu alanlarda toplanan sular depolara veya sarnıçlara alınabilir, farklı amaçlarla kullanılabilir. Geçici depolama alanları aslında göletler gibi çalışır ancak bu yapılarda uzun süreli su tutulmaz. Bu sebeple tasarımları yapılırken bu haznenin çok hızlı dolacağı ve sakın bir şekilde boşalacağına göre hareket etmek gerekir. Her iki tür su toplama alanında da su hareketleri çok hızlı olacağından bitkilerin dayanıklı olması gerekir. Doğada-

ki taşkın alanları bitkisel olarak iyi örneklerdir. Doğal taşkın alanında 5 farklı zon vardır: 1- su altındaki zon (sürekli su altında olan zon), 2- suyun bastığı zon (25-30 cm'e kadar suyun bastığı zon), 3- ıslak zon (sürekli ıslak çayırliklar), 4- sezonsal ıslanan zon (genelde kuru olup sezonsal yağışların pik döneminde ıslak kalan zon) ve 5- karasal zon (hiçbir zaman su altında kalmayan kuru zon). Bitki seçimlerinin bu zonlardaki bitki birlikleri gözeticilerle yapılması ülkemizdeki farklı coğrafyalarda yer alacak çalışmalarda yöntem birliği oluşturacaktır.

2- Yavaşlatma üniteleri (Detention): Yavaşlatma üniteleri yağmur suyunu filtreleme ve yavaşlatma fonksiyonlarını yerine getirirler. Kuru hazneler ve kuru hendekler / oluklar bu gruba girmektedir. Kuru hazneler yağmur suyunun hızını düşürmek için yapılmış, yağmursuz zamanlarda içlerinde su bulunmayan haznelerdir. Kuru olmalarından dolayı bitkisel anlamda kurakçıl otların ve kuraklığa dayanan (ama ıslak zamanda da su ile temastan etkilenecek) ağaçların yer alabileceği ortamlardır. Kurak hendekler / oluklar vejetasyon ile kaplanmış doğal kanallardır. Mesofit ve kserofit otsuların ve yer örtücülerin kapladığı bu koridorlar suyu yavaşlatır, filtreler ve toplanacakları alanlara transferi gerçekleştirir. Bütün bu süreç içerisinde konstrüksiyonunun geçirimsizliği ile bağlantılı olarak bir miktar suyu da yer altına sızdırır ve buharlaştırma ile gökyüzüne yollarlar.

Ülkemizde pek çok kentte yağmur suyu, gri ve siyah su ile karışarak birleşik sistemle kanalizasyona dahil edilmektedir. Nüfusun ve su tüketiminin giderek artması ile kapasitesi zaten dolmuş olan şebeke, yoğun yağışlı dönemlerde yağın yağmuru taşıyamamakta ve şehirlerimizde mazgallara giremeyen sular insanlar ve trafik açısından çok olumsuz çevre koşulları oluşturmaktadır. Yavaşlatma üniteleri böyle durumlarda sistemin taşıyamayacağı yağmur suyunun sisteme doğrudan girişini engelleyerek drenajı aşamalı olarak düzenlemektedir. Şehirlerimizdeki pek çok park bu işlevi sağlayacak şekilde ele alınabilir. Büyüklüğü 20.000 metrekare'den büyük parklar suyu geciktirmede etkin olabilirler.

3- Toprağa sızdırma üniteleri (Infiltration): Ana amacı yağmur suyunun yer altına geçmesini desteklerken, hem filtre görevi görmek hem de evapotranspirasyonu sağlamaktır. Yağmur bahçeleri, sızdırma hazneleri, biyolojik hendekler ve infiltrasyon olukları bu grupta yer alan alternatiflerdir.

Yağmur bahçeleri konut ve ticaret gibi nispeten daha küçük alanlarda kullanıma uygundur. Toprağın infiltrasyon kapasitesinin yüksek olduğu alanlarda kullanılır. Bu alanların seri bir şekilde suyu aşağıya geçirmesi gerektiği için çok yıllık otsu bitkilerin ve mesofit ufak çalılıarın yağmur bahçesinin kenar şevlerinde kullanımı uygundur. Taban kısımlara yakın bölgede nemli şartlardan hoşlanan türler kullanılmalıdır.

Sızdırma hazneleri esasen aynı yağmur bahçelerinde olduğu gibi suyu seri şekilde aşağıya geçirmek amacıyla çok daha geniş alanlardan suyu içine alabilen haznelerdir. Bu sistemde derin köklü bitkilerin kullanımı infiltrasyon oranını artırdığı için tercih edilmelidir. Killi toprakların olduğu alanlarda çim türü bitkilendirme bu alanların sızdırma kapasitesini düşüreceği için tercih edilmemelidir. Ağaçlar geniş sızdırma haznelerinin kenarlarında yerleştirilmeli, eğer en alta perfore bir boru konarak sızan su toplanıyorsa, kökleri ile zarar vermemek adına bu altyapıdan 5 metre uzağa dikilmelidir.

Biyolojik hendekler ince uzun şekilde, 30-50 cm derinlikte açılmış ve içerisinde bitkiler veya çakılın olduğu koridorlardır. Genelde geçirimsiz zeminlerle kaplı yollar, bina terasları ve meydanların sularını içine alan ve filtreleyerek bu suyu geçiren sistemlerdir. Biyolojik hendeklerin altında döşenecek borular ile sızan yağmurun göletlere ve sulak alanlar gibi şehrin rezervuar alanlarına taşınması mümkündür. Bitkilerin dışında çakıllar ve kum gibi abiotik malzemelerin de suyu sızdırmak için kullanılması yaygındır. Örneğin, infiltrasyon olukları çok derin olmayan, ince ve içerişi çakılla doldurulmuş kanallardır. Çakıllardan geçerken filtrelenen suyun aynı zamanda yer altına sızması da sağlanmaktadır.

4- Filtrasyon üniteleri (Filtration): Ana amaçları su kalitesini iyileştirmek olan filtrasyon üniteleri suyun geçişine izin veren sistemlerdir. Biyolojik tutulma (bio retention) havzaları ve filtre şeritleri olarak iki türü vardır.

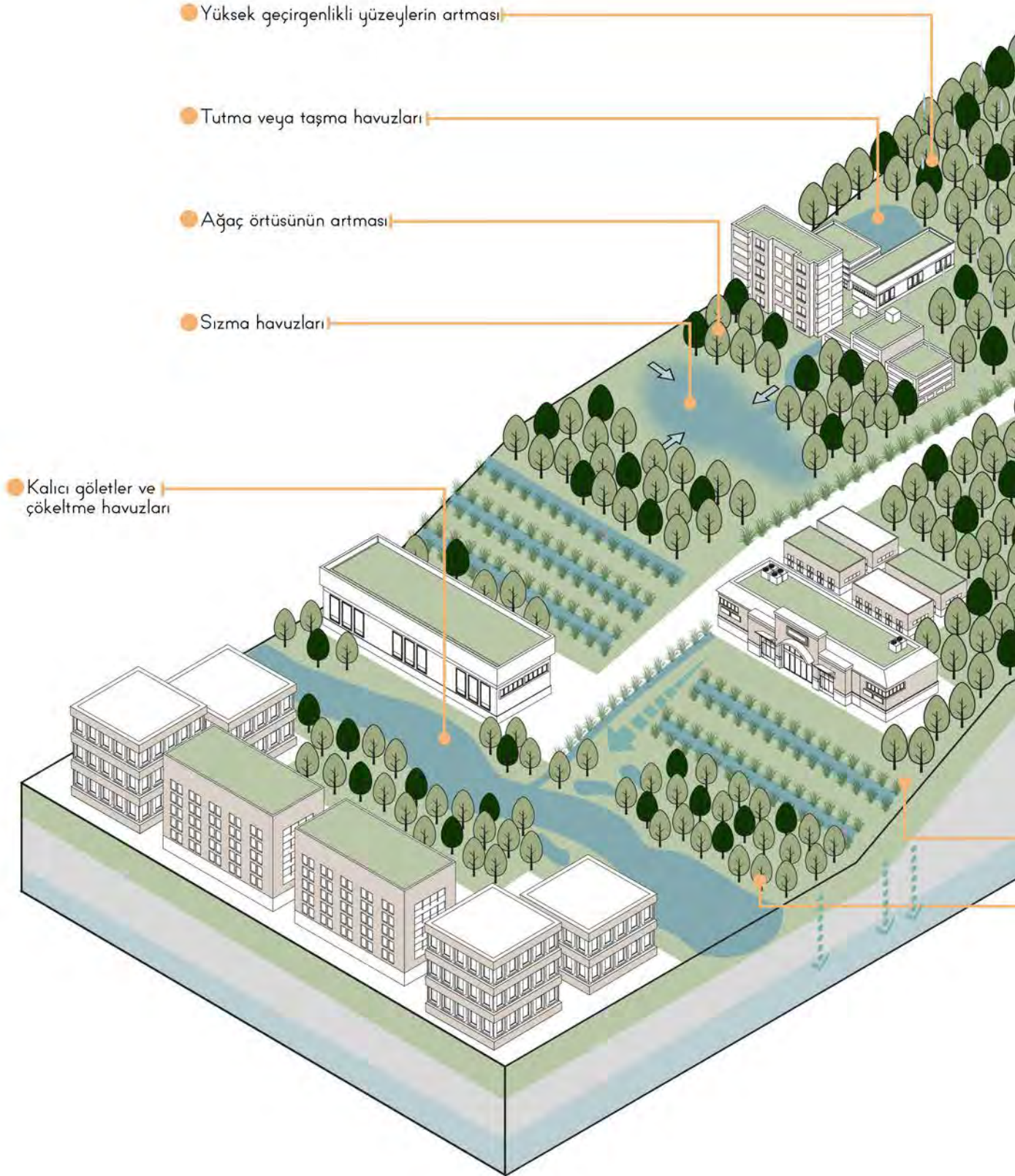
Sızdırma fonksiyonu istenirse eklenebilir; böyle bir durumda yağmur bahçeleri ve biyolojik hendeklerden daha uzun süre suyu tutarlar. Toprağın daha az sızdırma durumunun olduğu ortamlarda kullanılması sistemin kurulumu açısından kolaylık sağlar. Filtre şeritleri iyi tesviyelenmiş ve form verilmiş bitkilendirilmiş hendeklerdir. Genelde yüzeydeki sığ akışı toplamak için kullanılırlar. Yoğun şekilde mezoik bitkilerle bitkilendirilmeleri filtreleme özelliklerini artırır.

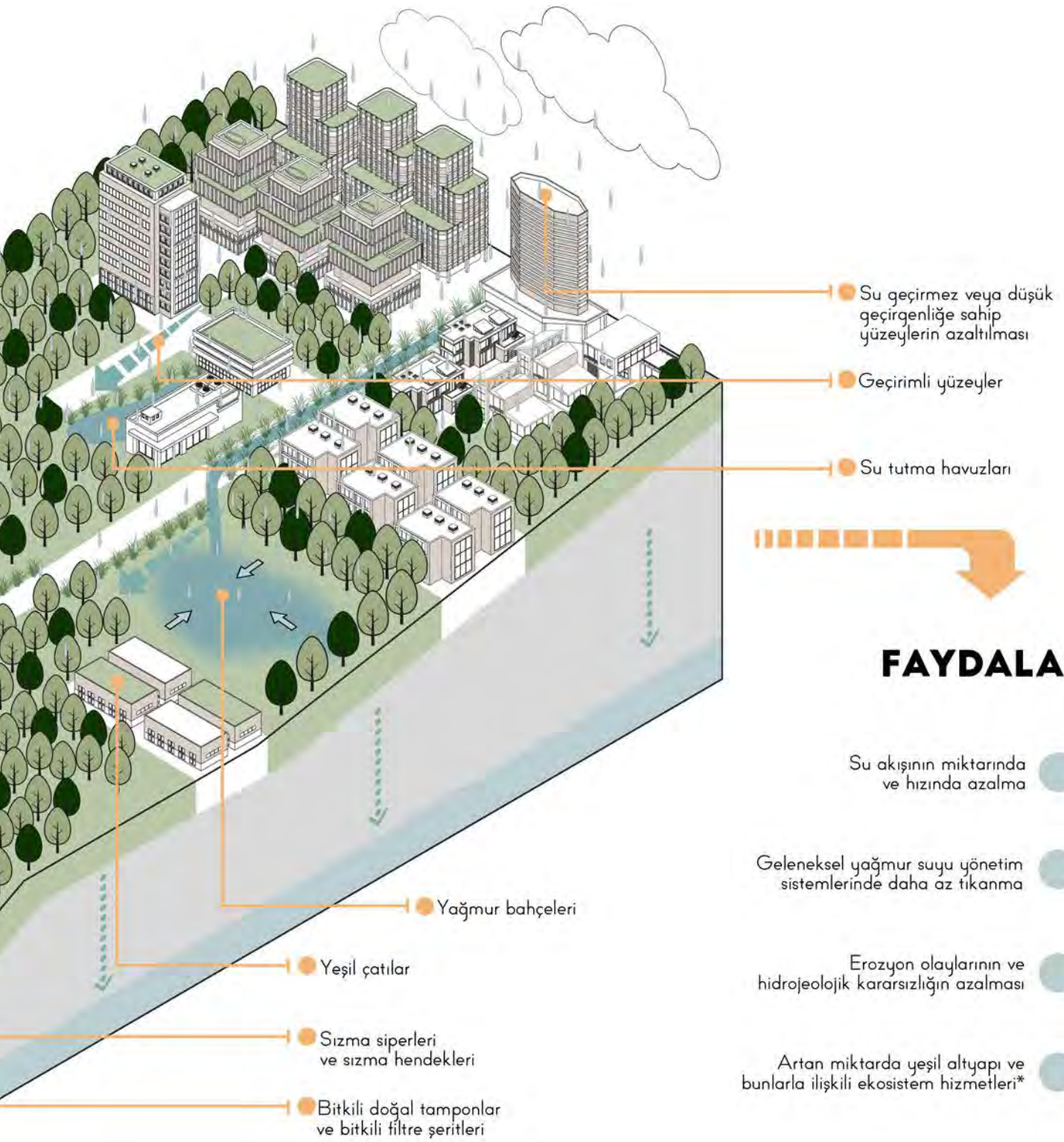
5- Sulak alanlar (Wetlands): Sulak alanlar karbon tutma kapasiteleri de çok yüksek olduğu için sadece su anlamında değil iklim değişikliği ile ilgili pek çok konuda şehirlere farklı faydalar sunarlar. Doğal veya yapılandırılmış sulak alanlar sellerin kontrolü ve kirleticilerin temizlenmesi amacıyla geniş ölçekli bir alandan gelen suyun toplandığı alanlardır.

Yapılandırılmış sulak alanlar aynen doğada olduğu gibi su kalitesinin iyileştirilmesi, suyun tutulması, çökmesi ve sızmasını sağlayan sistemlerdir. Eğer kuruldukları alanlarda sular çok hızlı drene oluyorsa altlarına su tutucu geotekstiller konulabilir. Sulak alanlarda su iniş çıkışları su toplama ünitelerindeki kadar hızlı olmadığı için içerisinde pek çok flora ve faunayı da barındırabilir.

Islak hendekler üzerleri açık, belirli bir süre suyu tutmaya yarayan bitkilendirilmiş kanallardır. Çoğu zaman su tablasının kotunda veya çok az üzerindeki bir kotta yapılır ve geniş yelpazede bitkilere ev sahipliği yapar. Buradaki ana amaç su kalitesini doğal bir yolla artırmak olduğu için gerektiği durumlarda sulak alan ünitelerine ek olarak sediman tutucular, tersip bendi gibi su yapılarını da bunlarla beraber yapmak gerekebilir.

KENT İÇİNE ENTEGRE EDİLMİŞ SÜRDÜRÜLEBİLİR YAĞMUR SUYU ÜNİTELERİ VE KENT EKOLOJİSİNE ŞEKİL VEREN BİLEŞENLERİ





FAYDALAR

Su akışının miktarında ve hızında azalma

Geleneksel yağmur suyu yönetim sistemlerinde daha az tıkanma

Erozyon olaylarının ve hidrojeolojik kararsızlığın azalması

Artan miktarda yeşil altyapı ve bunlarla ilişkili ekosistem hizmetleri*

* Ekosistem hizmetleri, bitki örtüsünün sağladığı dolaylı hizmetlerdir. örneğin: hava kirlenmelerinin temizlenmesi, oksijen üretimi, kuşlar, böcekler ve memeliler için yaşam alanı sağlanması, yüzey suyu akış hızının düşürülmesi, oyun ve sosyalleşme fırsatları, nüfusun duygusal durumu üzerinde olumlu etkiler vb.

Sarnıçlar ve Su Yapıları

Sarnıçlar tarihi çok eski yüzyıllara dayanan su depolama yapılarıdır. Yağmur suyunun biriktirilmesi için ilk örnekler Mısır'da depolama tankları olarak görülür. Ayrıca Peru Cantayo'da sarnıç yapılarını arkeologlar gün yüzüne çıkarmışlardır. Roma döneminde sarnıçlar Roma şehirlerinin önemli altyapı unsurlarıdır. Anadolu coğrafyası çok katmanlı geçmiş ile dünya üzerinde su toplama yapıları bakımından her medeniyetten örnekleri barındıran bir müzedir (Öziş 2015). Medeniyetlerin çeşitliliği kadar bu yapıların çeşitliliği de önemlidir. Ülkemiz sahip olduğu sayısız tarihi barajlar, kanallar, kargir mecralar, su kemerleri, tüneller, akarsuları tünel gibi örten yapılar, çeşitli türde borular, kent hazneleri ve sarnıçlarla tarihin ilk yıllarından bugüne insanlığın yaşam mücadelesinde su ile kurduğu ilişkiyi sergilemektedir; bu eserlerin bir kısmı günümüzde hala kullanılmaktadır. Tarihsel süreçte VII. yüzyıldan sonra sarnıçlarla kentin su ihtiyacının çözülmesi daha yaygınlaşmıştır. İstanbul'a su sağlayan isale hatlarının şehri kuşatmaya çalışan kavimler tarafın-

dan tahrip edilmesi nedeniyle kentin içinde sarnıçlarla şehrin suyu güvenlik altına alınmıştır. Sarnıçlar tarihi anlamda açık su hazneleri ve kapalı yeraltı hazneleri olarak iki gruba ayrılır (Altuğ 2015). Tarihi yarımada Konstantinus surları dışında yer alan Aetius ve Aspar açık sarnıçları günümüze dek ulaşmış iyi örneklerdendir. Tarihi yarımada bulunan kapalı sarnıçların sayısı hakkında kesin bir bilgi bulunmamakla beraber bunlar arasında dünyaca en bilineni Yerebatan Sarnıcı günümüzde artık su ile ilgili işlevini yerine getirmemekte, daha çok turistik bir yapı olarak ziyaretçilerin ilgisini çekmektedir.

Günümüzde belirli büyüklükteki yapıların sarnıçlarının olması ve su hasadının yapılması yönünde çıkarılmış mevzuatlar kapsamında yapılan depolama üniteleri daha çok yer altı tankları, yağmur varilleri ve bina altına yapılan depo yapısı şeklindedir. Mevzuatta belirtilen şekilde suyu doğadaki buharlaşma ve sızma hareketlerini yaptırmadan doğrudan depolara ve sarnıçlara almak dar bir bakış açısı ile meseleye yaklaşmak demektir. Suyun sarnıç ve depolara alınmadan önce bitkiler ve doğa ile buluşturulması ve ardından bu tür yapılara alınarak tüketilmesi doğal döngüye katkı koyacağı için iklim anlamında daha sürdürülebilir bir yaklaşımdır.



Mağlova Kemer. Ekim 2021



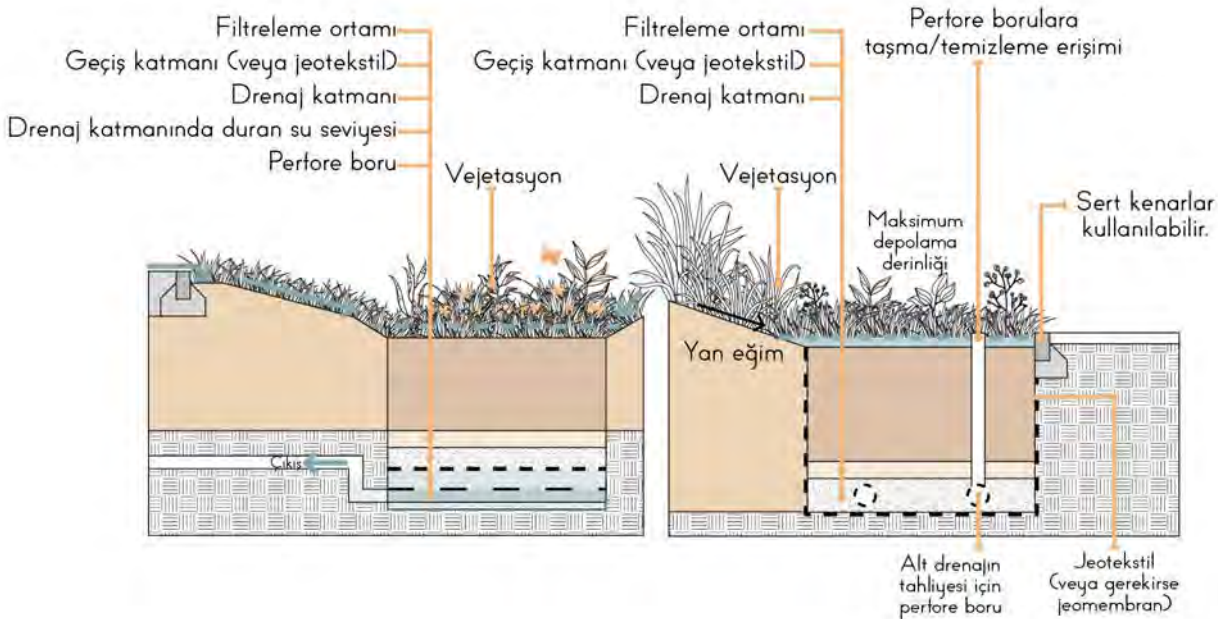
Yerebatan Sarnıcı

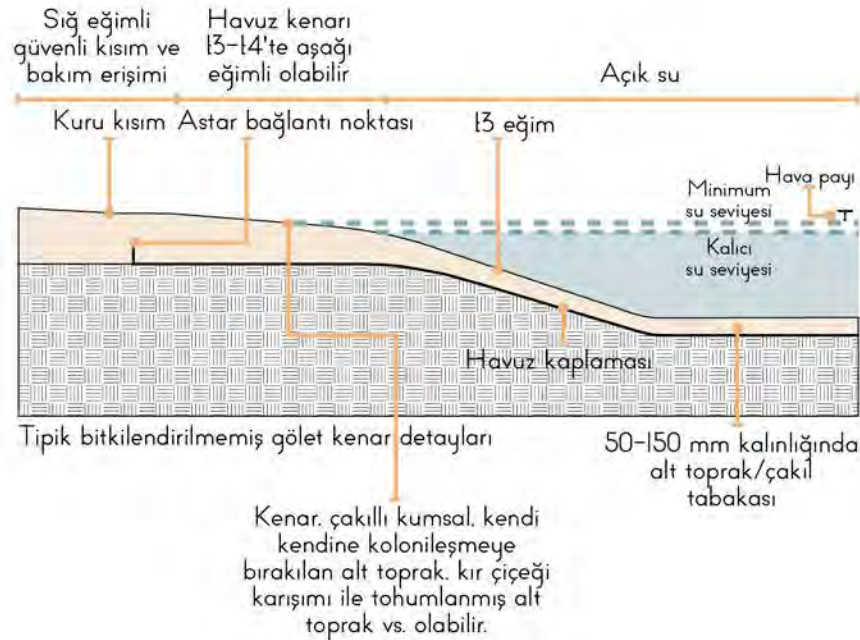
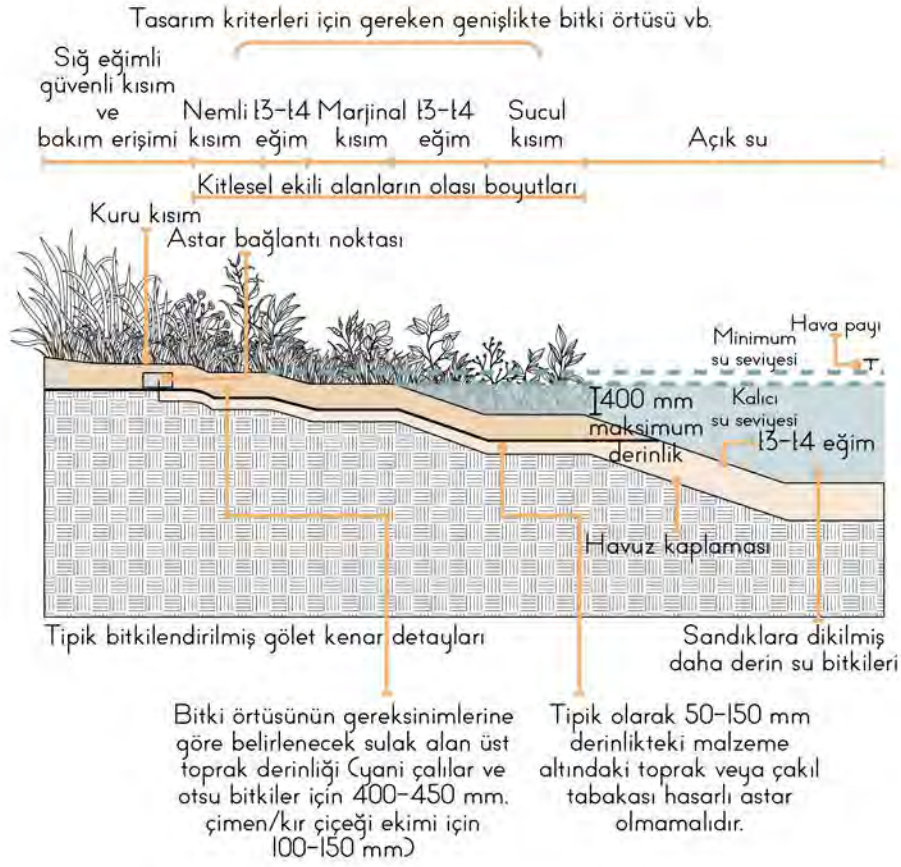
Biyolojik Su Tutma Alanları

Su tutma göletleri geniş kentsel ölçekten hasat edilen suyun bir sonraki yağışlı döneme kadar tutulması ve kullanımını sağlayan geniş haznelerdir. Çok yüksek miktarda su bu alanlarda biriktirilirken, aynı zamanda filtrelenecek temizlenir. Bu alanlar ayrıca kent estetiği, toplumun aktif ve sağlıklı yaşam ihtiyaçları ve bunun yanında su ve kara canlılarına habitat olarak kente pek çok katkılar sağlarlar. Yüzey akışına geçen kirli yağmur suları su tutma göletlerine getirildikten sonra bu sistem içerisinde çöker, ayrışır ve bitkiler ve doğal unsurlar tarafından filtrelenir. Doğa ile daha uyumlu hale getirilen su göletin tasarımında özellikle geçirimsiz bir katman (membran vb) konulmadı ise yer altındaki su seviyesine de faydalı olur (EPA 2006). Su tutma göletleri sürekli su bulundurmaları ve nispeten daha sığ su seviyeleri nedeniyle kirliliğin azaltılmasında en etkin mekanizmalardır (Yousef vd. 1986).

Su tutma alanları farklı şekiller, malzemeler, bitkiler ve boyutlar kullanılarak çok çeşitli kentsel peyzaja entegre edilebilen oldukça esnek bir yağmur suyu yönetimi birimidir. Düşük yoğunluklu bir gelişim

alanında, örneğin bir konut bahçesinde veya bir mahalle parkında sistem yumuşak kenarlara ve yumuşak yan eğimlere sahip olabilirken, yüksek yoğunluklu bir alanda, örneğin merkezi iş alanlarında veya kent bloklarının ortasında daha sert kenarlara sahip olabilir. Genellikle sık yağış olaylarından kaynaklanan yüzey akışını yönetmek ve filtrelemek için kullanılırlar. Daha büyük olayların sisteme yönlendirildiği durumlarda, tasarım hızlarının sistem üzerindeki etkisinin dikkate alınması gerekecektir. Sistem tarafından toplanan yüzey akışı geçici olarak yüzeyde toplanır ve daha sonra bitki örtüsü ve alttaki topraklardan süzülür. Belirli mühendislik ürünü toprak karışımları, biyo-tutma arıtma performansını artırmak için filtre ortamı olarak kullanılabilir ve besinlerin uzaklaştırılmasını teşvik etmek için batık anaerobik bölgeleri içeren tasarımlar uygulanabilir. Filtrelenen akış ya bir alt drenaj sistemi kullanılarak toplanır ya da saha koşulları izin verirse, tamamen veya kısmen çevreleyen toprağa sızar. Akış hacminin bir kısmı da buharlaşma ve bitki terlemesi yoluyla uzaklaştırılır. Biyolojik tutma alanını kullanmanın temel hidrolik faydası, durdurma sağlamaktır. Bununla birlikte, yüzeydeki veya drenaj tabakası içindeki gecikme, akış hızlarının yönetilmesine yardımcı olur.





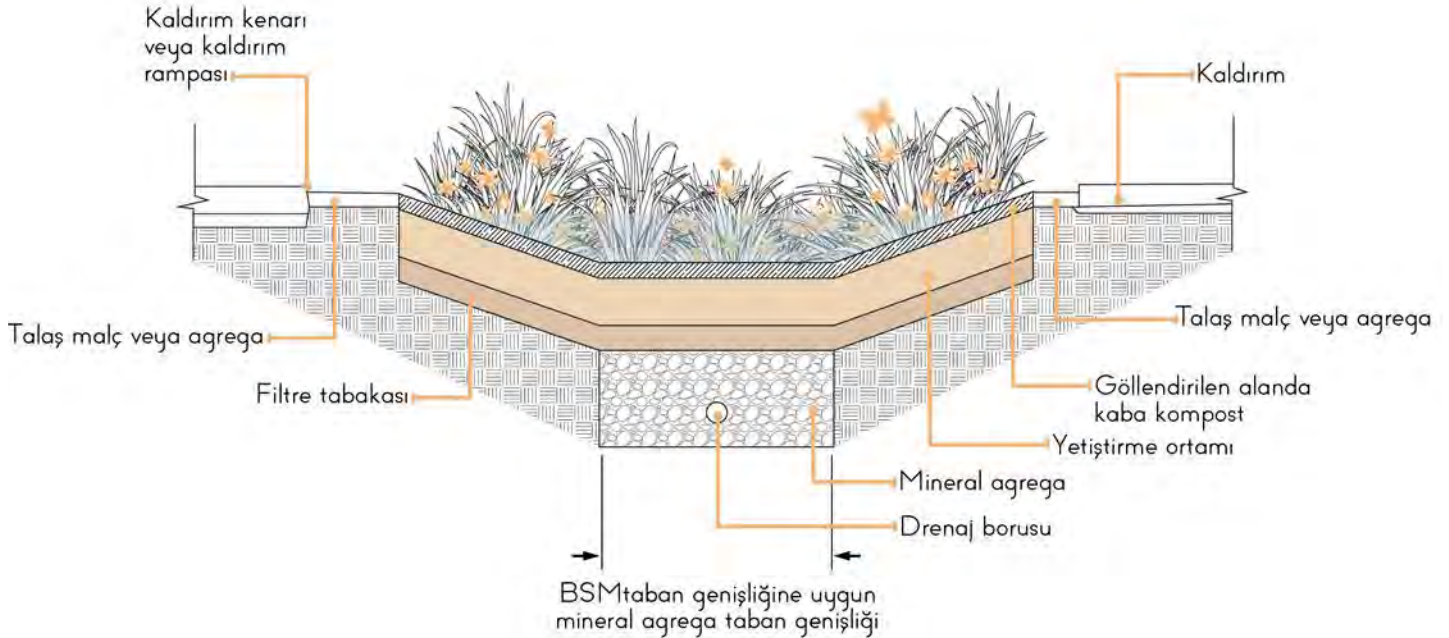
Biyolojik Hendekler

Biyolojik hendekler yüzeysel su akışını iletmek, filtrelemek ve azaltmak için tasarlanmış sığ, düz tabanlı ve bitki örtüsüyle kaplı açık kanallardır. Doğal peyzajı iyileştiren, biyolojik çeşitliliği artıran ve estetik çevreler oluşturmaya yarayan unsurlardır. Genellikle, farklı yönlerden geçen akış girişlerini toplamamanın uygun olduğu yolları, patikaları veya otoparkları sel riskinden kurtarmak veya erişim koridorlarını veya diğer açık alanları tasarlarken yüzeydeki akışı doğa tabanlı bir çözümle taşımak için kullanılırlar. Hendekler çeşitli profillere sahip olabilir, güzergahı boyunca aynı veya farklı tiplerde kesitlerle tasarlanabilir ve alanın özelliklerine ve sistem hedeflerine bağlı olarak bir dizi farklı bitkisel stratejiyi içerebilirler.

Hendekler, yüzey akışını taşımanın bir aracı olarak geleneksel boru tesisatının yerini alabilir ve kenarındaki filtre şeritlerinin ve/veya akış yayıcıların kullanılması nedeniyle de bordür ve oluk ihtiyacını ortadan kaldırırlar. Biyolojik hendekler geniş ve sığ koridorlardır, bitkilerle sedimantasyon ve filtrasyonu kolaylaştırır, suyu buharlaştırır ve sızdırırlar.

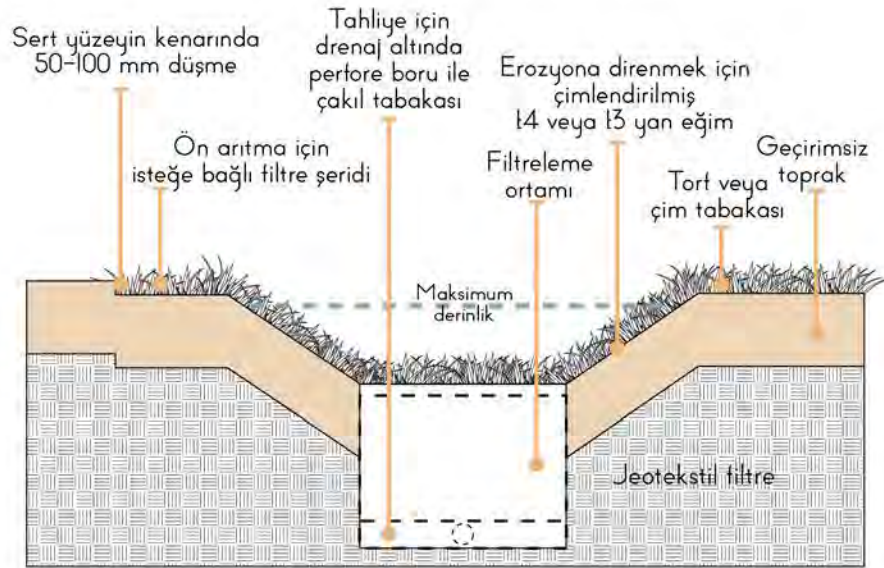
Bir hendekte akış koridoru boyunca kirleticileri tutmak, sızmayı artırmak ve akış hızını yönetmek için kontrol bentleri ve setlemeler yapılabilir. Bu tip yapılar özellikle dik eğimli alanlardaki hendekler için gerekebilir. Temel olarak doğa tabanlı çözümlerde 3 tür hendek vardır: İletim/zayıflatma hendeği, kuru hendek ve ıslak hendek.

İletim ve zayıflatma hendekleri genelde sığ bitkilendirilmiş kanallardır; etraftan drenajla gelen suyun toplanacağı alanlara iletilmesinde görev alırlar. Kuru hendekler alttan giden drenaj katmanının üzerine yerleştirilmiş bir toprak veya kumdan hazırlanmış ve geotekstil ile bohçalanmış bir doğal filtre ünitesi ve bitkilerden oluşur. Alt drenaj, hendek tabanının altında ek arıtma ve taşıma kapasitesi sağlar ve su birikmesini önler. Yer altı suyu seviyesinin yüksek olduğu durumlarda şişmeyi önlemek için tabana su geçirmeyen bir membran geçilebilir. Islak hendekler toprak drenajının çok bozuk ve arazinin çok düz olduğu yerlerde aynen iletim hendeği gibi tasarlanır, sadece alt kısmının bu sürekli sulu şartlara uyum sağlayacak şekilde hazırlanması gerekmektedir.





Tipik iletim/zayıflama kanalı (swale)



Tipik kuru kanal (swale)



Tipik ıslak kanal (swale)

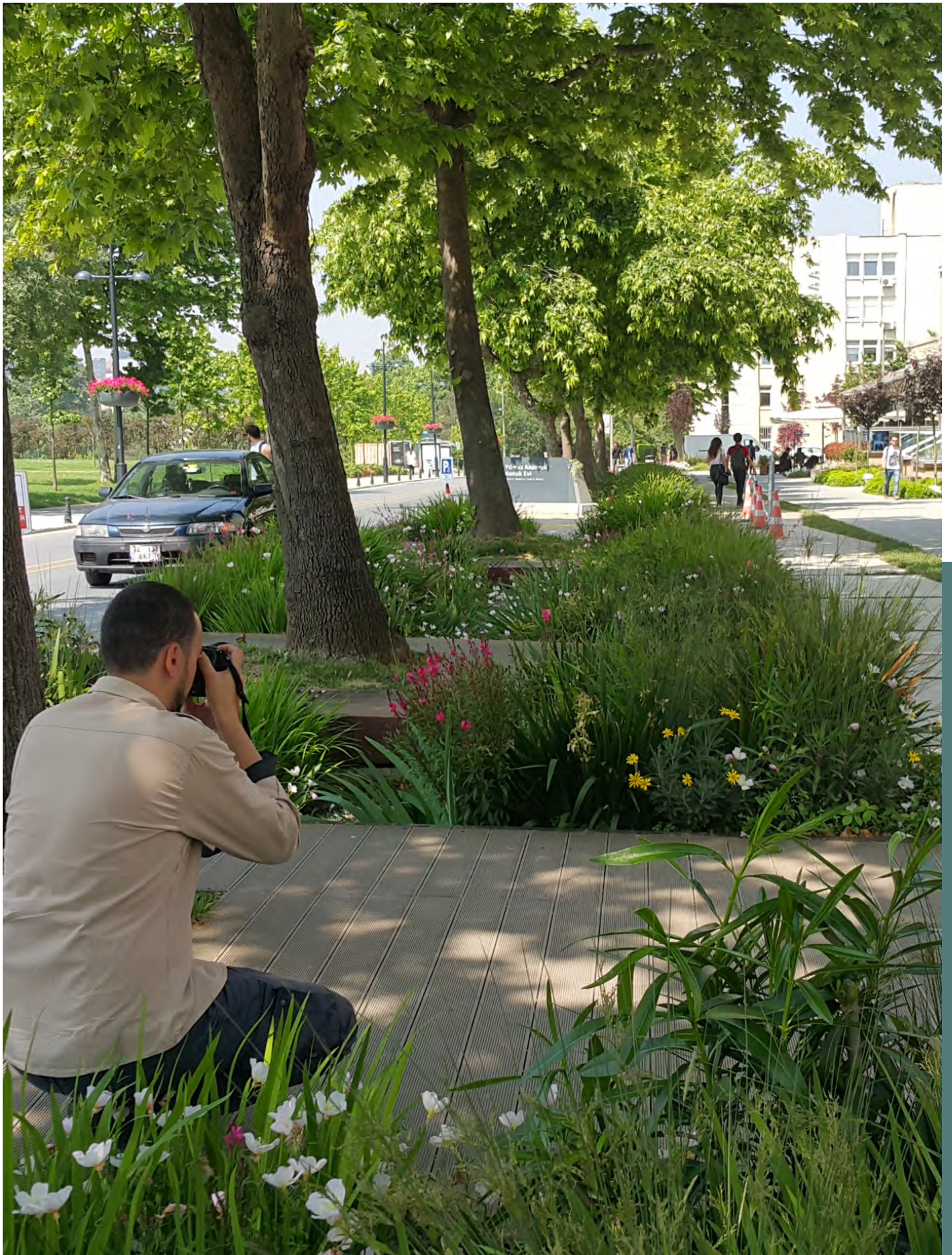
Tabana konulacak bir kum/çakıl tabakası taban suyu ve hendekteki sucul bitkiler arasındaki iletişimi kurar. Hendekler genelde trapez veya parabolik kesitle tasarlanır. Taban 50-200 cm arasında ince bir su katmanının geçişini sağlamak üzere alanın şartlarına göre şekillendirilebilir. >2 metre durumunda akışı yaymak için giriş noktalarında akış dağıtıcılar tasarlanmalıdır. Boyuna kesitleri %0.5 ile %6 arasında değişir. %3 eğimden sonra akışı yavaşlatmak için aralara bentler oluşturmakta fayda vardır. Akış hızının yüksek olduğu hendeklerde alta drenaj borusu konulmalı, bu borunun eğimi %1.5'u geçmemelidir. Trapezin kenar eğimlerinin 1:3 (%33) veya 1:4 (%25) oranında olması idealdir. Yanından geçtiği yolun drenajı için yapıldığında biyolojik hendeğin uzunluğu bu yol boyunca devam eder.

Menfez kullanılan durumlarda, iki menfez arasındaki mesafenin 5 metre veya daha uzun olması bakım faaliyetleri için önemlidir. Biyolojik hendek derinliği suyun ona giriş yaptığı kota bağlıdır (örneğin borularla geliyorsa borunun kotu, geçirimli yüzeyden geliyorsa bu malzemenin taban kotu vb.). Ancak genelde hendekler 40-60 cm derinlikten daha fazla olmazlar. Giriş derinliğinin hendeği uygun olmayan şekilde derinleştireceği durumlarda, doğrudan hendek alt kanalına boşaltma ve hendek içine çevreden serbest olarak hendeğe girecek suyun çok daha yağışlı havalarda alınması stratejisi takip edilebilir. Yani hendek işlevini sadece aşırı yağışlı havalarda yüzey suyunu içine alarak gerçekleştirir.

Böyle bir durumda biyolojik hendeğin filtreleme fonksiyonundan istifade edilmeyeceğini anlamak ve belirli bir su kalitesi iyileşmesi isteniyorsa bu konuda biyolojik hendekle entegre çalışacak başka bir doğa tabanlı alternatifi de paralelinde geliştirmek gerekmektedir (örneğin yağmur bahçesi veya biyolojik tutulma alanları gibi). Derin hendekler alanın topoğrafyasına daha büyük müdahaleler demektir; bu hem doğa dostu bir yaklaşım olmadığı gibi hem de ekonomik anlamda bütçeye yük getireceğinden alternatif sürdürülebilir drenaj tekniklerinin kullanılması bir aşamadan sonra daha uygun olacaktır.

Hendeklerin yalnızca düşük seviyelerde sızmaya izin verdiği durumlarda, hendek ve yeraltı suyu arasındaki topraklar yeterli yeraltı suyu koruması sağlıyorsa ve hendek toprakları uygun organik ve kil içeriğine sahipse, alanın yüksek riskli bir alan olmaması koşuluyla yeraltı suyuna yönelik kirlilik riskleri düşük olacaktır. Taban suyu ile ilgili bir hassasiyetin söz konusu olduğu durumlarda da biyolojik hendeğin tamamen geçirimsiz yapılması düşünülmelidir. Biyolojik kanalların hidrolik tasarımında az yağışlı zamanlarda su tutma, temizleme ve sızdırma fonksiyonlarının, bol yağışlı zamanlarda ise suyun iletilmesine yönelik fonksiyonunun dengeli şekilde gerçekleştirilmesi esas alınmalıdır. Tasarlanan akış hacimleri 24 saat içinde yarı boş olacak şekilde kuru hendeklerin hacmi düşünülmelidir. Bu sayede depolama ve arıtma için hendek hazır olacaktır ve ayrıca bitkiler de doymuş koşullardan kaynaklanan hasarlardan korunmuş olacaktır. İletim hendekleri için vejetasyonun boyu 15 cm'yi geçmeyecek şekilde ayarlanmalıdır. Bu çoğunlukla otsu bir tabaka ile elde edilebilen bir örtüdür ve bunun içinden geçecek suyun hızı 0,3 m/s olarak ayarlanabilirse etkin bir filtreleme hizmetini hendek sunuyor demektir.

Bentler veya ön arıtma yapan diğer drenaj ünitelerinin eklenmesi kalma süresini (9-18 dakika ideal), sızma ve depolama kapasitesini iyileştirerek hem hidrolik performansı hem de su kalitesini iyileştirir. Kuru hendeklerdeki gibi ekstra drenaj katmanı olan sistemler hem akışın daha seri olmasını sağlar hem de depolama kapasiteleri daha yüksektir. Sistemin performansı daha yüksek olmasına rağmen bu performans en alttaki drenaj tabakasının iyi çalışmasıyla doğrudan ilişkilidir, bu sebeple bu imalatın çok iyi yapılması gerekir. Islak hendeklerde sığ boyuna eğimler uygun tutma sürelerini sağlayarak etkin bir filtreleme sistemi oluşturdukları için suyun hızını ayarlamak gibi bir gereklilik yoktur. Biyolojik kanalların 6 saat süreli 1:100 yıllık yağış debisini kontrol etme kapasiteleri sızdırma katmanlarının çok iyi tasarlanmasına bağlı olmakla beraber pek rastlanılan bir durum değildir. Biyolojik hendekler bunun altındaki debiler için düşünülmelidir.



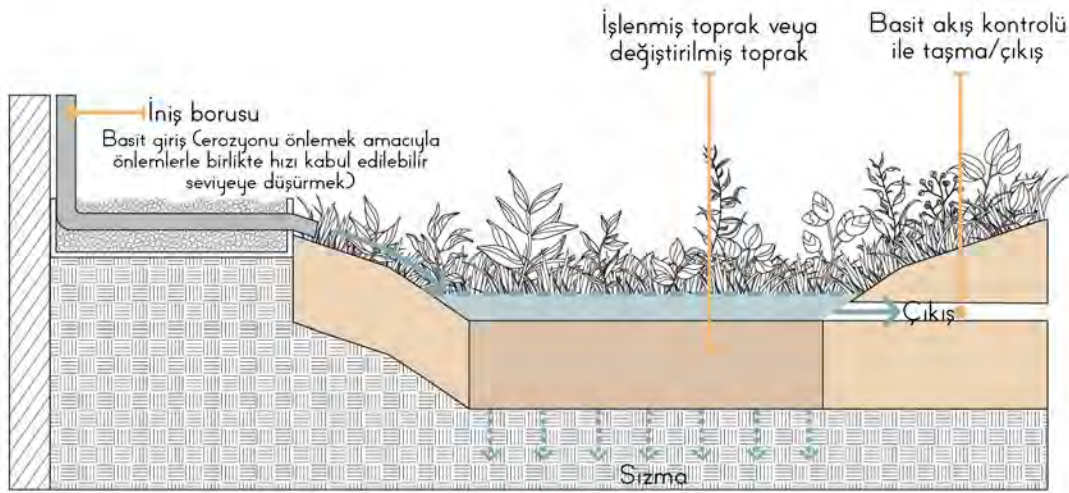
Yağmur Bahçeleri

Yağmur bahçelerinin ne kadar büyüklükte olacağını yağmur miktarı, toprak türü, derinliği ve bütçe belirlemektedir. Alan ne kadar büyürse o kadar daha fazla bitkiyi barındırmak mümkün olacağı için aynı zamanda biyoçeşitlilik de desteklenmiş olmaktadır. Yağmur bahçelerinin derinlikleri genişliklerine bağlı olarak genelde 10 cm'den 30 cm'ye kadar değişebilir. Derinliği çevredeki bahçenin / arazinin eğimi de belirler; örneğin çevredeki arazi %4 eğimli ise 10-12 cm derinlik idealken, eğimin %12 olduğu bir arazide yağmur bahçesi derinliği 20-25 cm'ye kadar çıkabilir. Toprakların türü de yağmur bahçesinin niteliğini belirler. Örneğin kumlu, siltli toprakların olduğu bir arazideki yağmur bahçesinin performansı suyun sızdırılması yönünde çok iyi olabilir. Bu da birleşik sistem kanalizasyon ağı olan bir şehirde gri altyapıya aşırı yüklenme ve sistemin taşımaması durumunda kente önemli drenaj servisi sunar. Bunun tam tersi killi topraklarda su hızlı şekilde süzölemeyeceği için bu tür yağmur bahçelerinin büyüklüğünü kumlu arazidekilerden daha geniş kapasitede yapmak gerekir. Yağmur bahçesi büyüklüğünü belirlerken bir diğer parametre çatıdan gelecek suyun miktarıdır.

Bunun için de öncelikle çatı yüzeyinin alanı hesaplanıp her bir yağmur suyu borusu ile bu suyun ne kadarının taşındığı hesaplanarak öncelikle drenaj alanı belirlenir ve bu yağmur bahçesinin derinliğine ve toprak türüne göre uygun katsayı ile çarpılarak yağmur bahçesi yaklaşık alanı bulunur. Arazide yeterli alan yoksa bu büyüklükte bir yağmur bahçesi için bu suyun bir kısmı çevre yeşil alanlara taşar veya depolara alınabilir, en son alternatif olarak da gri altyapıya yönlendirilir. Aynı şekilde ortaya çıkan büyüklüğün üzerinde bir yağmur bahçesi yapıldığında da arazide suyu yönetmek mümkündür. Daha yoğun bitkili, biyoçeşitliliği ve kent ekolojisini destekleyen ve estetik kalitesi yüksek bir alan elde edilmiş demektir.

Yapı sınırının 3 metre uzağında yapılacak yağmur bahçelerinde kullanılacak katsayılar:

Toprak Türü	Yağmur bahçesi derinliği		
	7-14 cm	15-20 cm	>20 cm
Kumlu	0.19	0.15	0.08
Siltli toprak	0.34	0.25	0.16
Killi toprak	0.43	0.32	0.20



Çıkış borusunun gösterildiği basit bir yağmur bahçesinden kesit

Genel hatları ile yapılacak yağmur bahçesinin büyüklüğü belirlenince en boy oranının ayarlanması gerekmektedir. Bu konuda belirli bir kural olmamakla beraber tespit edilen büyüklüğü sağlamak şartı ile yağmur bahçesinin boyunun eninden 1,5-2 kat daha uzun olması çok yaygın bir uygulama olarak karşımıza çıkmaktadır. Yağmur bahçesinin arazinin eğiminin çizgilerine paralel ilerlemesi hem hafriyatın fazla çıkmaması hem de maliyeti kontrol altında tutmak için gereklidir.

Yağmur bahçelerine bitki seçerken kök yapısının olgunlaştığından emin olunmalıdır. Gelişmiş kök sistemi yağmur bahçesindeki toprağın konturunu bozulmamasını ve bitkilerin filtreler gibi çalışmasını sağlayacaktır. Bitkilerin seçiminde tabana yakın alanlardaki nemden hoşlanan higrofit yani nemcil bitkiler veya orta derecede su isteyen mesofit bitkiler tercih edilirken, üst kotlara ve kenarlara doğru su çok durmadan süzülmesi için yine mesofit veya kurakçıl koşullara adapte olabilecek kserofit bitkilere yer verilmesi önerilmektedir. Bu aslında doğadaki sulak alan tarzı ekosistemlerde sık rastlanan bir kompozisyonudur ve bitkiler doğada da su isteklerine göre bir alandaki farklı kotlara konumlanırlar.

Yağmur bahçelerini tesis edildikleri ilk yıllarda sulamak gerekebilir ancak bitkiler kendilerini geliştirdikten sonra sulamaya gerek yoktur.

Yağmur bahçelerinin büyüklükleri projenin amacına ve alanın büyüklüğüne bağlı olarak değişebilir ancak genel olarak aşağıdaki verilen formul kullanılmaktadır:

$$A = V \times L / k(H + L)t$$

Burada,

A: Yatağın yüzeyi (m²)

V: 1 yıllık yağış debisi

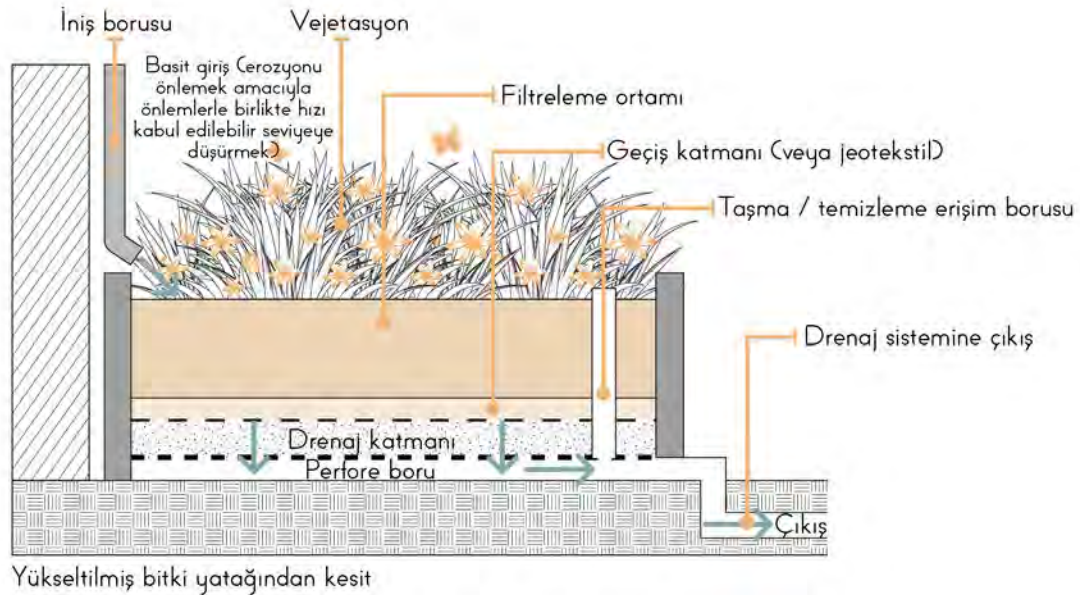
L: Yatağın uzunluğu (m)

k: Yatak materyalinin suyu geçirgenlik katsayısı

H: Yataktaki suyun ortalama yüksekliği

t: Suyun yataktan sızarak geçmesi için gerekli süre

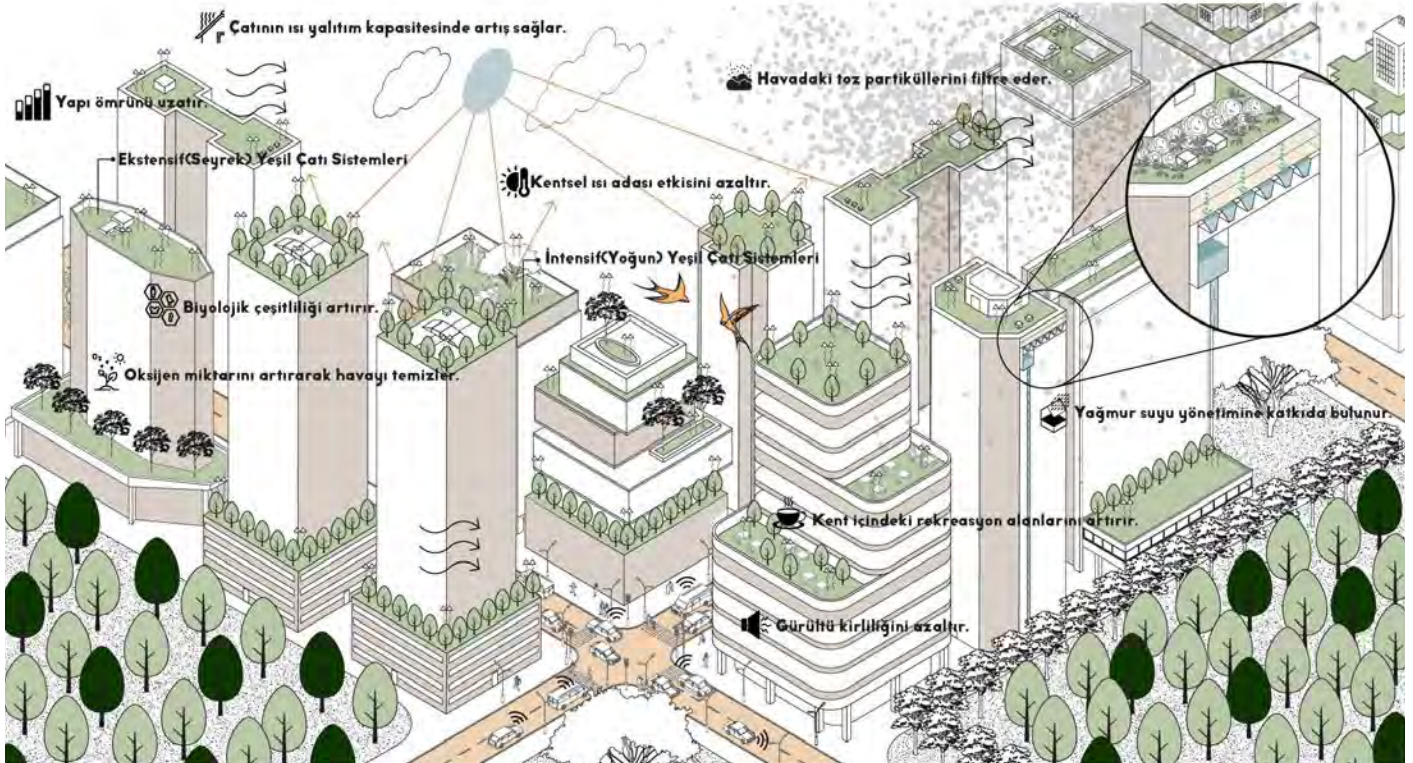
Genel anlamda suyun yağmur bahçesinde tutulma süresi 24-48 saat arasında değişir. Kapasite üstünde gelecek akışı tahliye için taşma akışını alacak bir sistem yağmur bahçesi içinde tasarlanmalıdır.

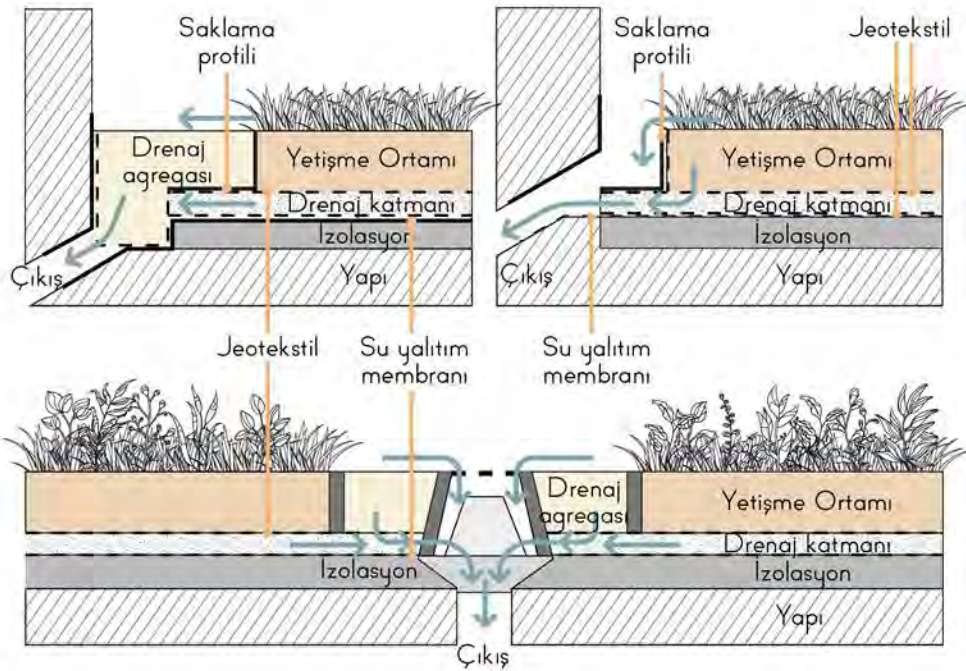
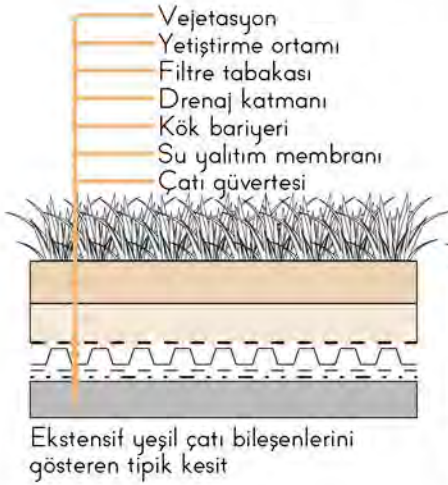
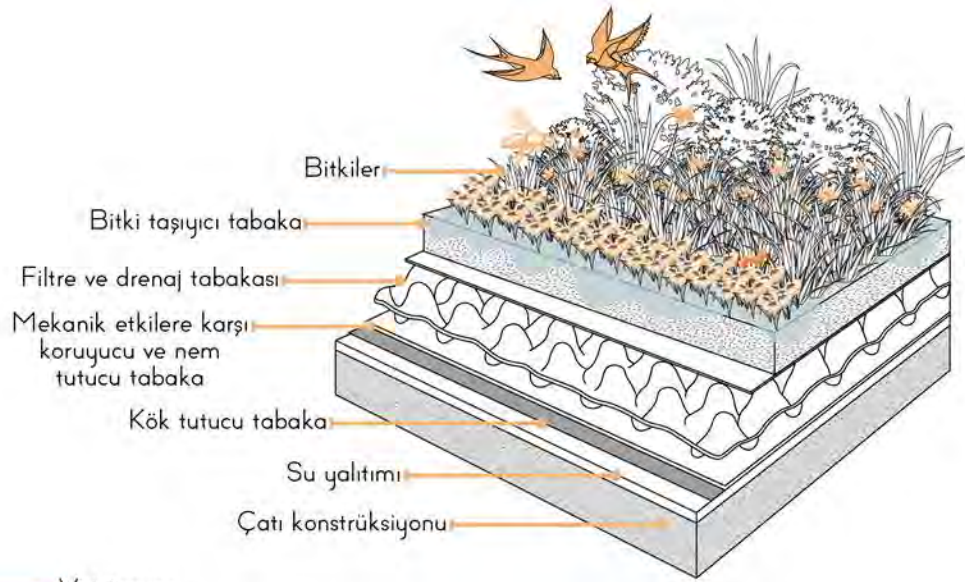


Çatı Bahçeleri

Çatı bahçeleri binaların çatılarına kurulmuş, bitkilendirilmiş veya sert peyzaj unsurları ile donatılmış katmanlı sistemlerdir. Binanın enerji performansının iyileştirilmesine ek olarak yağmur suyunun yüzey akışına geçişinin önlenmesinde ve daha sürdürülebilir ve yeşil şehirlerin meydana gelmesinde önemlilerdir. Çatılar mavi ve yeşil çatı olmak üzere iki grupta tasarlanabilir. Mavi çatılar suyu depolamak için oluşturulan, bu suyun aşamalı olarak salınması prensibiyle çalışan sistemlerdir. Yüzeyde havuz veya yüzey altında rezervuar gibi tasarlanan mavi çatılarda binanın su ihtiyacının karşılanması veya sulama için bu suyun kullanılması mümkündür. Yeşil çatılar üzerlerindeki donatıları ve kullanım biçimlerine göre ekstansif ve entansif çatılar olmak üzere ikiye ayrılırlar. Her iki çatı tipinde de katmanlar hedeflenen vejetasyon örtüsü ve drenaj karakterini karşılayacak şekilde yapılır. Bu katmanların tasarım unsurları yapının taşıyıcılığı, çevre koşulları ve aktivite çeşidine göre değişmekle beraber tipik bir çatıda 7 katman bulunur: Vejetasyon katmanı, yetiştirme ortamı, filtre tabakası, drenaj katmanı, kök tutucu katman, su yalıtımı ve çatı yüzeyi.

Ekstansif çatı bahçelerinde yetiştirme ortamı çok incedir (5-10 cm'den başlayan kalınlıklarda). Katmanlarının inceliği ve azlığı bu tür çatıları entansif çatıya göre daha hafif yapar. Bilhassa eski binalarda binaya gelecek yük önemli bir faktördür. Entansif çatı sistemlerinde daha kalın ve daha kompleks çözümler yer alır. Üzerlerindeki bitkiler sadece otsu ve yer örtücü türler değil aynı zamanda çok yıllıklar ve çalılardır. Uygun derinlikler elde edildiğinde veya tasarım üzerinden uygun ortamlar oluşturulduğunda ufak ağaçların kullanımı da mümkündür. Bu tür çatılar insanı ve insan aktivitelerini de barındırdıkları için kent mobilyaları ve bir açık alanda olabilecek her tür donatıya da sahip olabilirler. Yetiştirme ortamı binanın taşıyıcılığına bağlı olarak değişmekle beraber çok daha kalın bir tabaka entansif çatı bahçelerinde bütün bu aktivite ve vejetasyon yoğunluğunu mümkün kılar. Başarılı bir çatı bahçesi tasarımı Mimar, Peyzaj Mimarı, Mühendislik disiplinlerinin ortak ürünüdür. Her iki tür çatının tasarımında erişim, çatıdaki mekanik unsurlar (bacalar, havalandırmalar, çanaklar vb.), bitkilerle mikroklima oluşturma, binaya eklenen yük, karlı havalarda oluşacak durumlar, alt katman malzemelerinin direnci, rüzgarın şiddeti, drenajın yönetimi, toprak ortamı ve çatının bakımı tasarımın en başından düşünülmelidir.





Yeşil çatılar farklı çatı eğimlerine uygulanabilir. Daha dik eğimler normalde daha az depolama kapasitesine sahip olacağı için alttaki drenaj tabakasının akışı yakalamak ve kontrol etmek için özel olarak tasarlanması gerekir, aksi takdirde su hızlı boşalacaktır. Eğimi daha az olan çatılar daha fazla su tutabilir ancak depolanan su hacmi ne kadar büyük olursa, bina üzerindeki potansiyel yükler de o kadar büyüktür.

Yeşil çatılar, yağışlı dönemlerde aldıkları yağışın çoğunu emmelerine rağmen, fazla suyu her zaman binanın drenaj sistemine gönderecektir. Yeşil çatıların hidrolik performansı, bir kez doygunluğa ulaştığında, standart çatılara oldukça benzer bir davranış gösterdiği için yapının yakınında çatı drenajının bir yağmur bahçesi veya bitkilendirilmiş veya kuru bir çakıl hendek ile buluşturulması düşünülmelidir.

Hidrolik performans ayarlanırken çatının en yağışlı sezonlardaki durumu ve ayrıca yıl boyunca durumu (özellikle de kurak havalardaki) kurgulanmalıdır. Bir çatının yağmuru yüzey akışına geçirmeden en fazla tutma kapasitesinde olduğu zamanlar yaz aylarıdır. Tüm yeşil çatıların, minimum 5 mm yağışı kaldırarak, yaz aylarında yağın yağışları tutabildikleri varsayılabilir.

Bununla birlikte, çatıların, çoğu zaman doygun olma ihtimalinin yüksek olduğu soğuk ve yağışlı kış dönemlerinde suyu tutma fonksiyonlarında zorlanması muhtemeldir. Akış gerçekleşmeden önce yeşil bir çatı tarafından emilebilecek yağış miktarı, yağmurdan önceki oluşmuş koşullara çok bağlı olduğundan hidrolojik hesaplarda mümkün olduğu kadar güvenli tarafta kalınmalıdır.

Herhangi bir yağış durumunda depolanacak olan yağışın derinliği, önceki toprak nemi, toprak derinliği, çatı eğimi ve drenaj tabakası içinde tasarlanmış özel depolama koşulunun olup olmadığına bağlıdır. Yeşil bir çatıdan yağışın süresi ve derinliği arttıkça akış oranı artacak ve çatının sağladığı zayıflama etkileri azalacaktır. Aşağı akış drenaj sisteminin tasarımının yeşil çatı performansı ile bağlantılı olduğu durumlar da, oluşacak senaryo modelleme ile belirlenmelidir.

Sedum'la kaplı çatılarda bitki bünyesinde suyu tuttuğu için buharlaşma yaz aylarında düşük olacaktır (Stovin vd. 2012). Buharlaşma hızı ayrıca çatıda depolanan suyun hacmine de bağlıdır.

Çatı bahçelerinde yetiştirme ortamı ve bitki yetiştirme pratikleri ile oluşabilecek kirlenici unsurdan başka havadan gelen kirlenicilerin suyun kalitesine etkisi olacaktır. Ancak bütün bu unsurlar çatıdaki bitkiler, toprak ve çakıl gibi malzemelerden geçerek filtreleneceği için şehir hattına gidecek suyun yer düzlemindeki akışa geçen sudan kalitesi her şekilde daha iyi olacaktır. Çatı bahçesi ne kadar bitkili olursa arıtma özelliği o kadar daha etkin çalışacaktır. Kullanılan bitkilerin türü ve toprak derinlikleri, evapotranspirasyon oranlarını ve toprakta mevcut potansiyel depolamayı etkileyecektir. Çatının yüksekliği, rüzgara maruz kalması, çatının güneşe yönelim ve günün belirli saatlerinde çevredeki binaların gölgelenmesi, bitki seçimi ve uygunluğu üzerinde etkili olacaktır. Bölgenin genel iklimi ve çatıdaki özel mikroklima da dikkate alınmalıdır. Yeşil çatıların, toprak nem eksikliğinin yüksek olduğu daha sıcak dönemlerde yüzeysel akış hacmini önemli ölçüde azalttığına dair artan sayıda kanıt bulunmaktadır.

Yeşil çatılar iyi tasarlandıklarında kuşlar ve insanlar için şehir içinde ekolojik kalitesi yüksek sakin habitatlar olabilirler. Kent ekolojisi açısından bakıldığında mikro adım taşları olarak çalışabilirler. Minimum bakım için tasarlanmış yeşil bir çatı, habitatların daha az rahatsız edilmesi anlamına gelir ve uygun tasarımla, çok çeşitli hassas bitkiler ve kuşlar için yaşam alanı sağlayabilir. Kuş kutuları, arı kovanları, böcek otelleri gibi yapay yuvalama alanları dahil edilerek habitatlar daha da geliştirilebilir. Son yıllarda biyo-çeşitli çatı bahçeleri (bi-o-diverse greenroofs) konsepti yeşil çatılardaki entansif duruşa alternatif olarak tercih edilmektedir. Biyo-çeşitli bahçede tohumdan serpmeye, kuraklığa dayanıklı bitki türleri yetiştirilmesi ve bu karışımda lokal ekolojilerdeki otsuların başı çekerek, odunsu alçak boylu doğal türlere aşamalı olarak çatıda yer verilmesi tekniği kullanılmaktadır.



Çatı bahçelerinde yetiştirme ortamı kalınlığına göre farklı bitki grupları yer alabilir: 5-10 cm kalınlıktaki ortamlarda Sedum tarzı sukulentler, 10-20 cm arasında çim, soğanlılar ve kuraklıktan hoşlanan otsular, 25-40 cm'de yer örtücüler, çok yıllıklar ve otsular, kökleri agresif olmayan alçak çalılar, 40-60 cm orta boylu çalılar ve 60cm'den büyük kesitlerde ağaççıklar, ve boylu çalılarının dikilmesi mümkün olmaktadır.

Kentsel Geçirimliliğin Artırılması

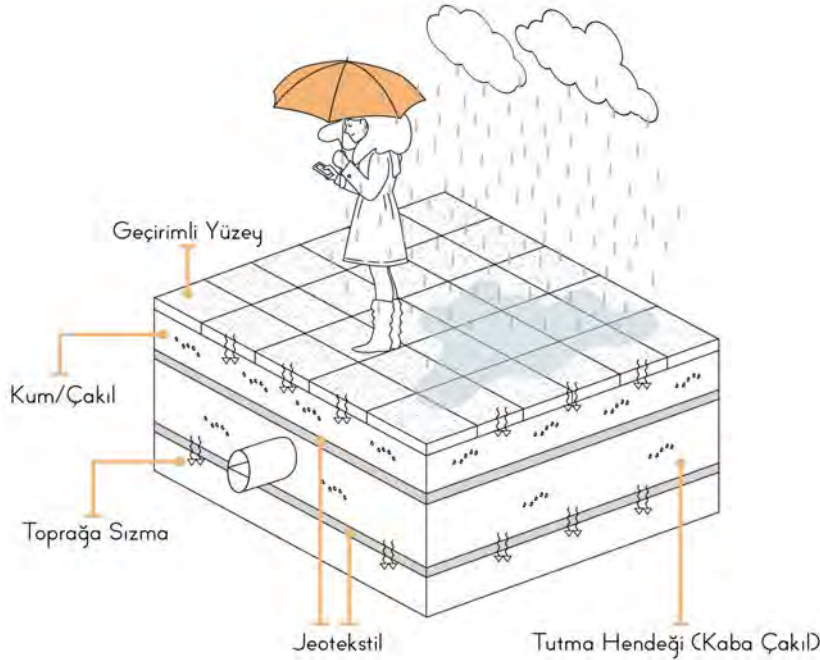
Geçirgen kaplamalar, yaya ve/veya araç trafiğine uygun bir kaplama sağlarken, yağmur suyunun yüzeyden ve alttaki yapısal katmanlara sızmasına izin verir. Su, kullanımdan, zemine sızmadan veya akış yönünde kontrollü deşarjdan önce geçici olarak üstteki yüzeyin altında depolanır. İki tür geçirgen kaplama tekniği vardır:

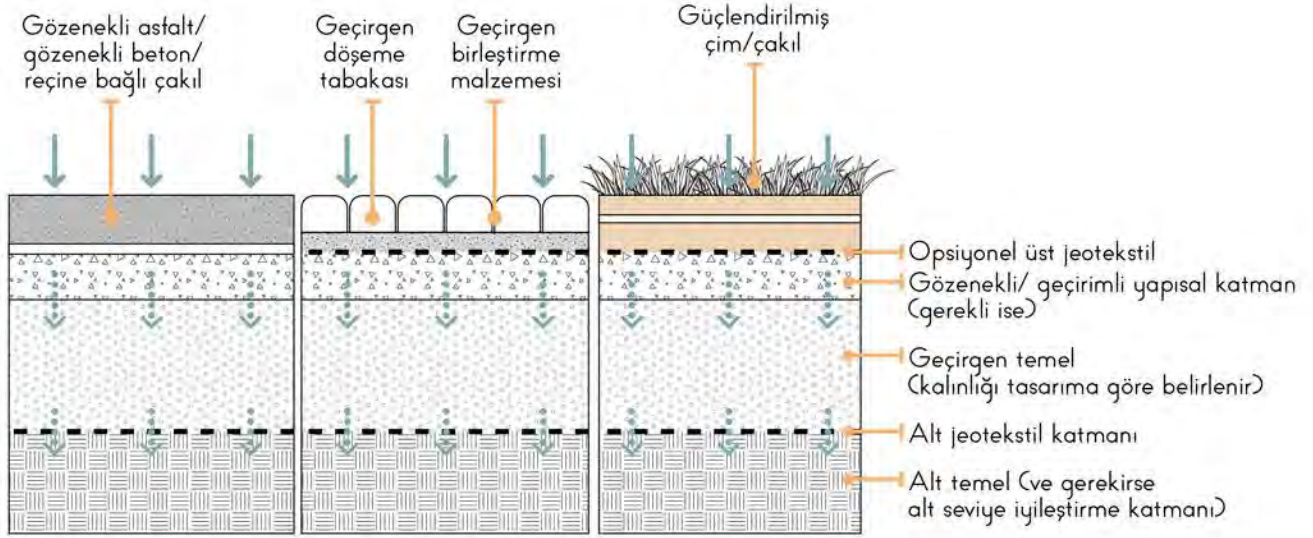
1- Gözenekli kaplamalarda (örneğin güçlendirilmiş çim veya çakıl yüzeyler, reçine bağlı çakıl, gözenekli beton ve gözenekli asfalt gibi) tüm yüzey malzemeleri boyunca su sızar.

2- Geçirgen kaplamalar, kendisi su geçirmeyen malzemeden oluşan bir yüzeye sahiptir. Malzemeler yüzeyden alt temele boşluk sağlayacak şekilde döşenir (örn. standart beton blok döşeme, yüzeye düşen yağmur suyunun veya yüzeyden boşaltılan akışın bloklar arasındaki derzler veya boşluklardan alttaki kaldırım yapısına sızmasına izin vermek için özel olarak tasarlanmıştır). Geçirimli sert peyzaj inşaatının bir parçası olarak kullanılan başlıca yüzey türleri şunlardır:

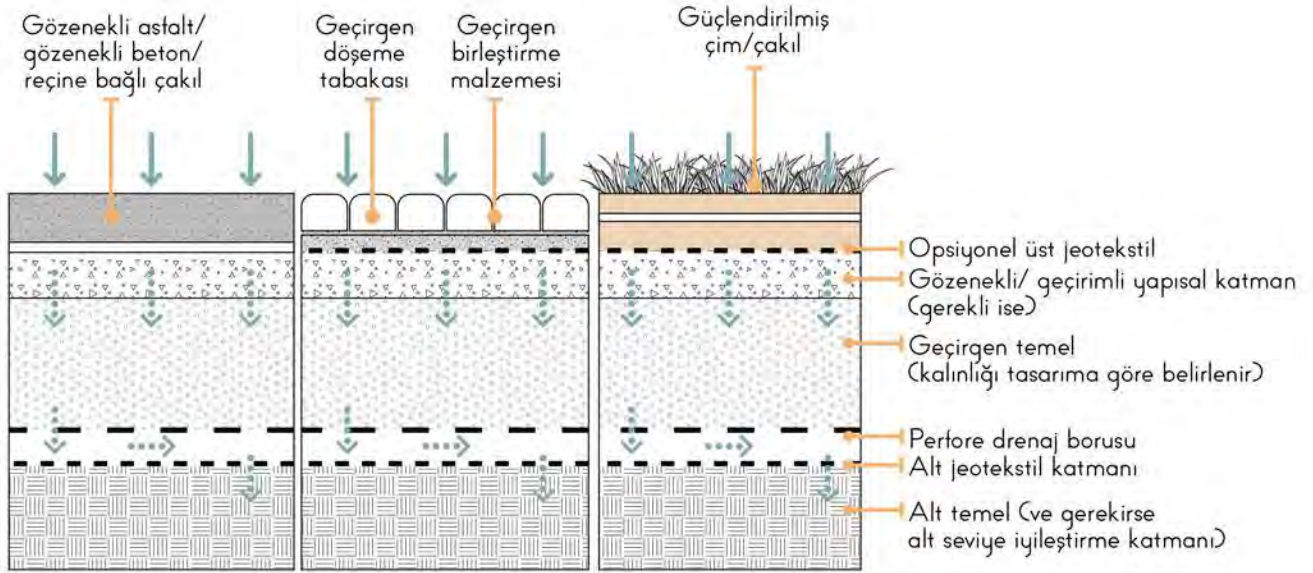
Modüler taşlar	Gözenekli asfalt
Çim takviyesi	Reçine bağlı çakıl, kum
Gözenekli beton	Makro geçirgen
Spor yüzeyleri	Gözenekli bloklar

Yumuşak peyzaj bağlamında en çok kullanılan geçirimli malzeme grubu ise malçlardır. Organik veya inorganik olarak ikiye ayrılır. Organik malç ağaç kabukları, yapraklar, çam ibreleri gibi materyallerdir. İnorganik malç ise çakıllar, küçük taşlar, geotekstiller gibi materyallerdir. Son zamanlarda geri dönüşümlü plastikten yapılan inorganik malçların pek çok renkte temin edilmesi mümkündür. Malç toprağı iyileştirir, sıcaklığını ve nemini korur, erozyonu minimize eder, bakım maliyetlerini düşürür, yağmurun sızmasını sağlar, buharlaşma ile su kaybını azaltır, yabancı ot çıkmasını kontrol altında tutar ve estetik bir görünüm sağlar. Malç seçerken ürünün kaynağı, temin edilebilirliği, fiyatı gibi konulara ek olarak kokusu, rengi, dokusu, dayanıklılığı ve toprakla kuracağı ilişkinin (pH, sıcaklık, çözünme vb.) düşünülmesi gerekir. Toprak yüzeyinden suyun kaybını engellemek için 10 cm kalınlığında bir malç tabakası yeterlidir.

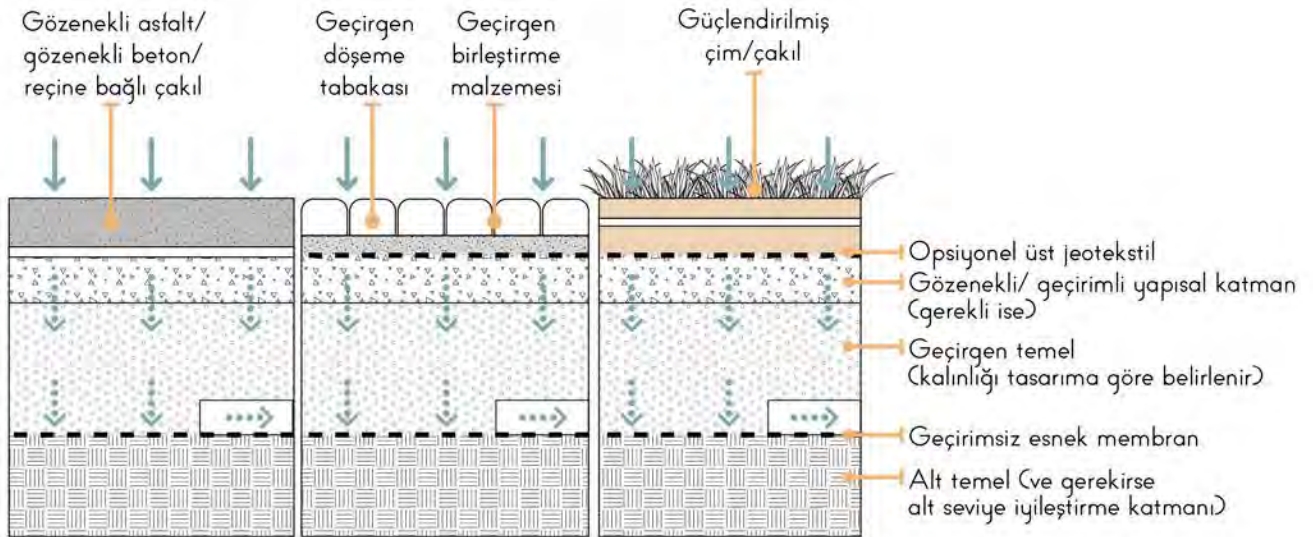




Geçirgen kaplama sistemi türleri: Tip A - Total sızma



Geçirgen kaplama sistemi türleri: Tip B - Kısmi sızma



Geçirgen kaplama sistemi türleri: Tip C - Sızma yok









4-ENTEGRE KENTSEL SU YÖNETİMİ

KURUMSAL ÇEVRE

Su ile ilgili uluslararası girişimler 1990'ların başlarından itibaren artmıştır. 1992 yılında yapılan Rio Zirvesi'nde su kaynaklarının sürdürülebilir olmayan kullanımlarına karşı önlem alınması gerekliliği dile getirilmiştir. İlk 1997 yılında Fas'ta yapılan Dünya Su Forumu her üç yılda bir farklı gündem başlıkları ile düzenlenmektedir. 2003 yılından bu güne her yıl düzenli olarak Dünya Su Gelişme Raporları yayınlanmaktadır. Avrupa Birliği (AB) de 2000 yılında "Su Çerçeve Direktifi'ni (SÇD)" (2000/60/EC) yayınlayarak su kaynaklarının miktar ve kalitesinin korunması için havza bazlı bir yönetimle ele alınması yaklaşımına önderlik etmiştir. SÇD'de katılımcı süreçli ve çok aktörlü bir yaklaşımla Avrupa'daki yüzeysel suların (nehir, göl, dere, rezervuar, kıyı ve geçiş suları) ekolojik ve kimyasal bakımdan, yer altı sularının ise miktar ve kimyasal açıdan "iyi" duruma ulaşması hedeflenmektedir.

Ülkemizde su politikaları ile ilgili stratejiler dünyadaki gelişmeler ve politikalar ile paralel olarak gelişmektedir. Ancak su politikalarımızın şehir planlama ve kentsel tasarım konuları ile buluşması gereken noktalarda entegrasyonun yetersiz olduğu görülmektedir.

Ülkemizde Tarım ve Orman Bakanlığı su işlerinden sorumlu bakanlıktır. Bakanlığa bağlı DSİ Genel Müdürlüğü ile ülkedeki su işlerinin planlanması, projelendirilmesi, inşası, bakım ve onarımı ve ayrıca işletmesi yapılmaktadır. Suyu havza bazlı yönetmek ülkemizde temel yaklaşımdır. 1990'lı yılların sonunda TBMM tarafından bu konuda kanunların oluşturulması için hazırlık yapacak araştırma komisyonları, DSİ ve sivil toplum kuruluşlarının desteği ile bir seri aktiviteler düzenlenmiştir.

2005 yılında ilki düzenlenen Su Politikaları Kongreleri bu konudaki katılımcı sürecin iyi bir örneğidir. 2011 yılında Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün kurulması ile su konuları daha net kurumsal çerçeveye oturmuştur. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü ile havza taşkın ve kuraklık yönetim planları yapmakta ve yönetilmektedir. Genel Müdürlük iklim değişikliğinin su kaynaklarına etkilerini inceleyerek, kurumlar arası koordinasyon geliştirme görevini de üstlenmiştir. Ayrıca AB Direktifi ile uyumlu çalışmalar yapmak ve Kalkınma Planlarına girdi oluşturacak politikaları geliştirmek de görevleri arasındadır. Ülkemizin uluslararası seviyede su politikasını geliştirmek, su ile alakalı uluslararası faaliyetleri izlemek ve raporlamak, eğitimler vermek ve aynı zamanda düşünce kuruluşu olarak çalışmak üzere Türkiye Su Enstitüsü (SUEN) 2011 yılında kurulmuştur. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın bölgesel bazda Havza Yönetim Heyetleri ve il bazında İl Su Yönetim Koordinasyon birimleri ile yapılanması, su konusunun ölçekler arası şehre kadar indirilebilmesini sağlamaktadır.

Bu kurumların faaliyetlerine ek olarak diğer bakanlıklarımız da su ile ilgili kendi çalışma alanlarına yönelik faaliyetler yapmaktadır. Bunlar arasında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından geliştirilen 5 adet eylem planı doğrudan veya dolaylı olarak su konuları ile ilgilidir. Şehircilik anlamında ulusal politikaları şekillendiren bakanlığın yaptığı çalışmalar ile şehirlerin mekansal ve sosyo-ekonomik anlamda gelişim biçimleri belirlenir. Yapılar, ulaşım, altyapı, yeşil sistem gibi bir şehrin bileşenlerine dair tasarım rehberleri bakanlık tarafından geliştirilirken su belirli ölçüde bu dökümanlarda yer bulmaktadır. Ülkemizdeki kentsel su yönetimi açısından bir diğer önemli aktör de suyun elde edilmesi, arıtılması, dağıtılması ve yönetiminden sorumlu olan belediyelerdir.

Kurumsal çevrenin bir parçası olan kanunlar ve yönetmelikler çerçevesinde konunun ilk olarak 1926 yılında kurumların görevlerini tanımlamak için çıkarılmış bir kanunla başladığı, 1982 Anayasasının 168. maddesinde tabii servet ve kaynakların araması ve



CUMHURBAŞKANLIĞI

Strateji ve Bütçe Başkanlığı

	Su Yönetimi Gn. Md. Doğa Koruma ve Milli Parklar Gn. Md. Çölleşme ve Erezyonla Mücadele Gn. Md. Tarımsal Araş. ve Pol. Gn. Md. Gıda ve Kontrol Gn. Md. Balıkçılık ve Su Ürünleri Gn. Md. Tarım Reformu Gn. Md.	DSİ MGM OGM SUEN	Havza Yönetimi Heyetleri 26 Havza DSİ, OGM, MGM ve DKMP Bölge Müdürlükleri	İl Su Yönetimi Koordinasyon Kurulları Orman İşletme Müdürlükleri Tarım ve Orman İl Müdürlükleri
	Yerel Yönetimler Gn. Md. Mekansal Pl. Gn. Md. Tabiat Varlıklarını Koruma Gn. Md. Çevre Yönetimi Gn. Md. CED İzin ve Denetim Gn. Md. Yapı İşleri Gn. Md. Altyapı Hiz. Gn. Md. CBS Gn. Md.	İlbank A.Ş.	İlbank A.Ş. Böl. Md.	Çevre ve Şehircilik İl. Müdürlükleri
	Yenilenebilir Enerji Gn. Md. Enerji İşleri Gn. Md. Maden Tetkik Arama ve Araşt. Gn. Md. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu		Maden Tetkik Arama ve Araştırma Bölge Müdürlükleri	
	İller İdaresi Gn. Md. AFAD Başkanlığı	Alet ve Acil Durum Yönetim Merkezi		Valilikler Kaymakamlıklar İl Özel İdareleri Büyükşehir Belediyeleri Belediyeler
	Halk Sağlığı Gn. Md.			İl Sağlık Müdürlükleri Toplum Sağlığı Merkezleri Halk Sağlığı Müdürlükleri
	Yatırım İşletmeler Gn. Md.			
	Enerji, Su ve Çevre İşleri Gn. Md. Yrd. Avrupa Birliği Başkanlığı			
	ULUSAL		BÖLGESEL	İL

SUDAN DOĞRUDAN SORUMLU KURULUŞLAR

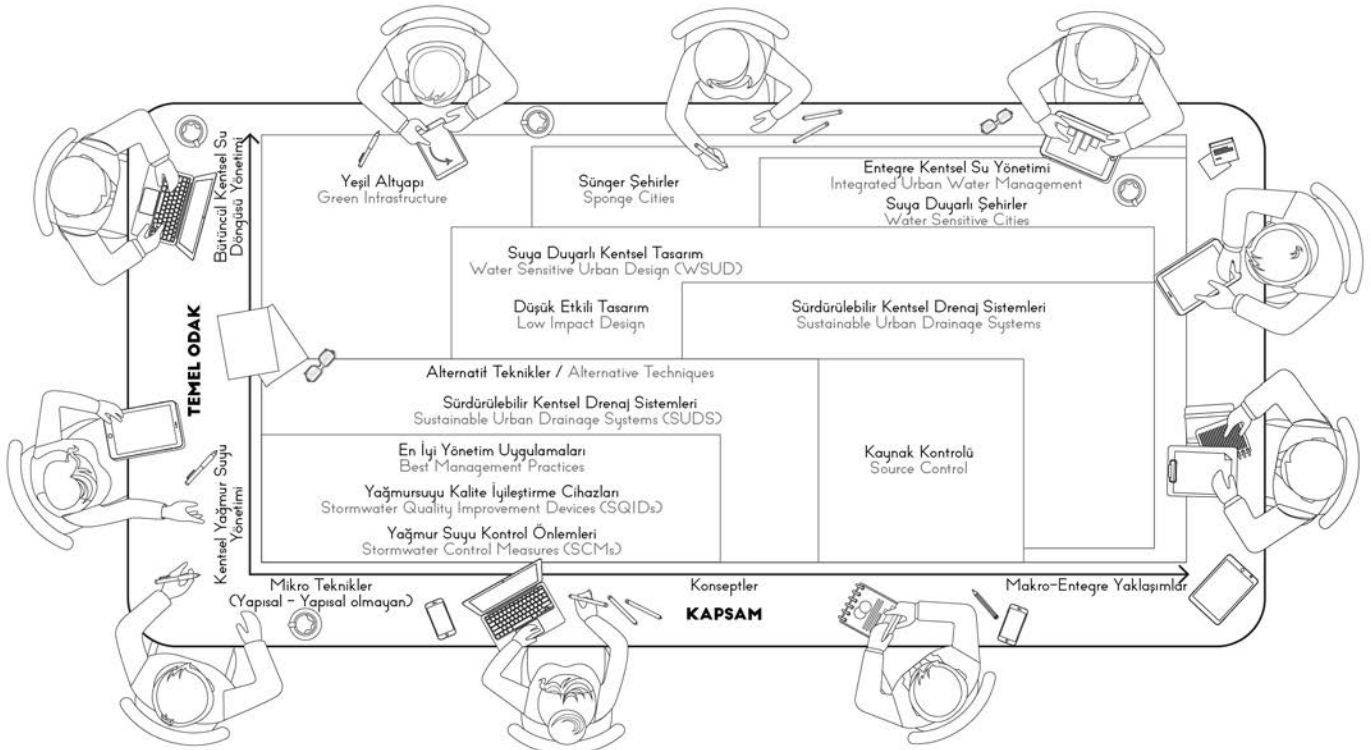
işletilmesi başlığı altında bahsedilmektedir. Ayrıca Anayasanın 56. maddesi Sosyal ve Ekonomik Haklar ve Ödevler başlığı altında çevre hakkı ve çevre koruma konularına vurgu yapılmaktadır.

"Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek Devletin ve vatandaşların ödevidir".

Çevre alanındaki bu yaklaşımın su hakkı ve yönetimi açısından da dayanak olma durumu vardır. Ancak 1990 yılından beri çeşitli kurumlar ve sivil toplum örgütlerinin geliştirmeye çalıştığı "Su yasası tasarısı" henüz yasal sürecini tamamlayamamıştır (Avcı 2021). Mevzuattaki bu gecikme doğa tabanlı çözümlerin de bu konudaki önemli yerinin tarifi açısından önemli bir fırsatı sunmaktadır. Mevzuata dair bakış açısı doğa tabanlı çözümlerle suya duyarlı şehirler oluşturma yönüyle de güncellenmelidir. Ülkemiz su stresi altında olan ülkeler arasında

yer almaktadır, bu sebeple de etkin politikalar ve mevzuatın bütün ilgili kurumlarca ivedilikle geliştirilmesi önemlidir.

Ülkemizde ortalama yağış miktarı 501 milyar metreküptür. Bu yağışın 274 milyar metreküpü buharlaşarak atmosfere döner ve sadece 158 milyar metreküpü yüzey akışı olarak görülmektedir ve maalesef bu miktarında ancak belirli bir kısmı yeniden kullanılabilir durumdadır (94 milyar metreküp). Yer altı sularımızı da buna eklediğimizde toplam kullanılabilir su miktarımız 112 milyar metreküptür. Kullanılacak su miktarımız kuraklık nedeniyle sürekli azalırken, tüketimimiz sürekli artmaktadır. 2000 ve 2020 yılları arası kişi başına düşen su miktarımız yıllık 1652 metreküpten 1346 metreküpe düşmüştür ve bu düşüşün 2030'a değin sürmesi de kaçınılmazdır. Yapılan projeksiyonlar 2030 için bu değerin kişi başı 1120 metreküp/yıl olacağını göstermektedir. İklim değişikliğinin etkileri ve sürekli artan nüfus artışı buradaki en önemli etmendir. Falkenmark endeksi sınıflamasında kişi başı su varlığı 1.000-1.700 metreküp/yıl olan ülkeler su stresi altındaki ülkeler kategorisinde yer almaktadır. Ülkemiz su stresi altında olan bir ülke olduğu için doğanın dengesini bozmadan, doğa tabanlı çözümlerle konuya yaklaşmak



ve özellikle de nüfusun %75'inin yaşadığı şehirlerde kaynak olarak hem akışa geçen yağmur suyunu hem de atık olarak ele alınan gri suyu daha doğa tabanlı çözümlerle yönetmek gerekmektedir.

Ülkemizde kentsel su temini, 2560 sayılı İSKİ Kanunu ile kurulan su ve kanalizasyon idareleri eliyle yürütülmektedir. Her şehrin kendi coğrafi durumuna, sosyo-kültürel yapısına ve mevzuatlara göre yerel yönetimi tarafından tanımlanmış su kurumu olması, su ile ilgili bütün kararların tek bir noktadan alınması açısından son derece katı bir yapı sergilmektedir. Ayrıca İSKİ mevzuatı şehir içindeki dere yataklarını korumak hususunda yetersiz kalmaktadır. Örneğin bu tip derelerin koruma bantları 2013 yılında yayımlanan yönetmelikte 100 metreden 10 metreye çekilmiştir. 2007 yılında yapılan bir araştırmada İstanbul'un içme suyu havzalarının dışında kalan derelerinin %64'ünün fiziksel değişime uğradığı ortaya konulmuştur; bu dere koridorlarının geçtiği kent dokusu İstanbul'un yaklaşık %51'ini oluşturmaktadır (Dinç 2021). Bu örnek derelerimize daha gerçekçi koruma stratejileri geliştirmemiz gerektiğini göstermektedir. Kentsel alanlarda kamusal alanlardan bağımsız özel mülkiyetlerde su hasadını yapmayı teşvik eden mevzuattan biri 23 Haziran 2017 tarihli ve 30105 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Yağmursuyu Toplama, Depolama ve Deşarj Sistemleri Hakkında Yönetmelik"tir (ÇŞB 2017). Yönetmelik gri altyapı çözümlerinin planlanması, tasarlanması ve uygulanmasına yönelik maddeleri içermekte, suyun toplanması ve geciktirilmesine yönelik doğa tabanlı çözümleri içermemektedir.

Güncel yönetmeliklerde yeşil altyapı yaklaşımlarına da yer vermek daha dayanıklı şehirler ve daha ekonomik çözümler üretmek için gereklidir.

Son yıllarda etkileri bariz hissedilen kuraklık ve düzensiz yağmur deseni 2021 yılında Çevre ve Şehircilik

Bakanlığını harekete geçirmiştir. Şehirlerin alternatif su kaynaklarını daha etkin kullanmaları adına İmar Yönetmeliğinde değişiklik yapan Bakanlık 23 Ocak 2021 tarihli ve 31373 sayılı Resmi Gazete'de yayımlandığı şekliyle 3 Temmuz 2017 tarihli ve 30113 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Planlı Alanlar İmar Yönetmeliğinin 57. maddesinin 7. fıkrası, a bendine şu ibareyi eklemiştir: "2000 m'den büyük parsellerde yapılacak yapılarda mekanik tesisat projesine; çatı yüzeyi yağmur sularının, tabii zemin altında tesis edilecek yağmursuyu toplama tankında toplanması, gerekmesi halinde filtre edilerek yeniden kullanılması amacıyla yağmursuyu toplama sistemi projesi de eklenir. İlgili idarelerce daha küçük parsellere ilişkin de zorunluluk getirilebilir. Yağmursuyu toplama tankı, parselin yan, arka veya parsel sınırına 3 m'den fazla yaklaşmamak kaydı ile ön bahçe zemini altında konumlandırılır. Toplama tankı tahliye hattı varsa yağmursuyu şebekesine bağlanır, atık su şebekesine bağlanamaz". Buna ek olarak 6 Ocak 2017 tarihli ve 29940 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Atıksu Toplama ve Uzaklaştırma Sistemleri Hakkında Yönetmelik" ve 12 Ekim 2017 tarihli 30208 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "İçme ve Kullanma Suyu Temini ve Dağıtım Sistemleri Hakkında Yönetmelik" gibi düzenlemeler şehre su sağlamak ve şehirdeki atık suyu yönetmek ve yeniden kazanmak açısından önemlidir. Ancak bahsi geçen yönetmeliklerde de "alıcı ortamlara verilmeden önce ilgili mühendislik çalışmalarında belirlenen sınırlar dahilinde toplan-dıkları alanların tamamı" şeklindeki ibareler salt arıtma tesisleri ve ilgili mühendislik çözümlerini temel almakta, doğa tabanlı çözümlerin böyle bir sisteme nasıl yardımcı olacağı ve entegre edilebileceği hususunda maddeler taşımamaktadır. Atıksu Yönetmeliğinin ikinci bölümü genel esaslar ile güzergah seçimi ve kent planlamasına ilişkin esaslara değinir. Bu kapsamda Madde 5: Güzergah seçimi ve Madde 6: Kent planlaması ile teknik altyapı planlaması ilişkisine dair esaslar suya duyarlı şehirlerde su yönetimi altında bahsi geçen konuların bir gri altyapı mantığı ile ve salt mülkiyete dayalı şehircilik anlayışından daha geniş bir çerçevede doğal verilerle entegre edilerek güzergah ve kapasite oluşturmaya yönelik kuralların yeniden tanımlanması faydalı olacaktır.

Akıllı Su Yönetimi

İklim değişikliği ile daha karmaşık sistemler gerektiren şehirlere geleceğin teknolojileri ile çözümler sunan akıllı şehirler kavramı Ekonomi, Eğitim, Enerji, Çevre, Finans, Yangın ve Acil Müdahale, Yönetişim, Sağlık, Rekreasyon, Güvenlik, Barınma, Katı Atık, İletişim ve Yenilik, Ulaşım, Şehir Planlama, Atık Su ve Suyun Yeniden kullanımı gibi 17 bileşenden oluşmaktadır (ÇŞB 2019). Akıllı şehirler kuramsal temellerini 2000’li yıllarda ortaya çıkan “Yeni Şehircilik” (New Urbanism) akımı ile gelişen Akıllı Büyüme (Smart Growth) olgusu ile kentsel saçaklanmanın kontrol altına alınması, Kentsel Rönesans (Urban Renaissance) olgusu ile kentsel tasarım ve mimari ölçeklerde planlamaya yaklaşan bir noktada mevcutta atıl duran sanayi ve konut alanlarının yeniden yoğunlaşması ve işlevlendirilmesine vurgu yapan tüme varan bir yaklaşımla, ve ayrıca Ekolojik Şehircilik (Ecological Urbanism) gibi şehirlerin ekosistemler üzerindeki baskılarını azaltarak kentsel ekosistemi yaşanabilir şehirler oluşturmada omurga olarak kullanan yaklaşımlarla (Mostafavi ve Doherty 2016) temelde karbon salımını azaltma, ekolojik ayak izini küçültme, iklimle baş etme ve daha pek çok konuda örtüşür.

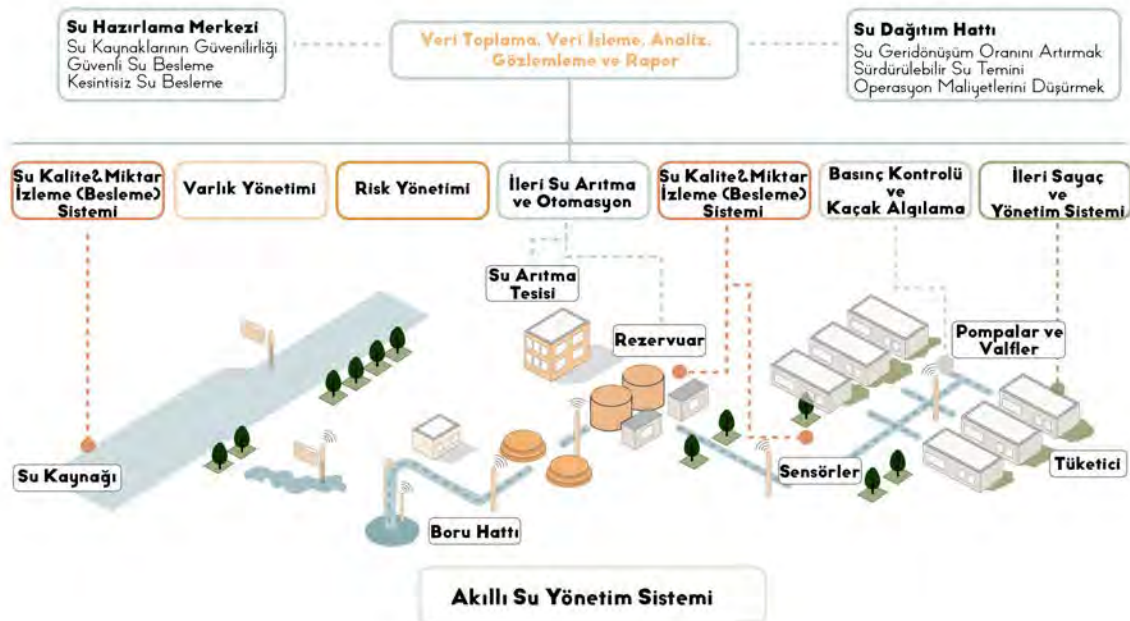
Bunlar ve benzeri diğer teoriler ile çare aranan şehirselleşimin aranan çözüme ulaşmada artık bilgi teknolojilerinden destek almadan etkin çözümler sunabilmesi düşünülemez (Terzi ve Ocakçı 2017). Akıllı şehirler temelinde kentsel bilginin olduğu akıllı sistemlerle kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve iletişim bazında anlık veri toplama, işleme, karar verme ve takip etme altyapısının etkin işletilmesi prensiplerine dayanır (Piro vd. 2014). Son çeyrek asırda gittikçe artan çevre ve iklimsel sorunlara paralel olarak gelişen bilişim teknolojileri gerek doğa ile ilgili gerekse de sosyal konulardaki her tür sorunun kontrol altına alınmasına ve yönetilmesine dair çözümleri çok hızlı geliştirebilmektedir. Ülkemizde bununla ilgili mevzuat da oluşturulmaya başlanmış ve ulusal strateji olarak akıllı şehirler öncelikli konularımız arasına girmiştir.

Dünyadaki gelişmelere paralel olarak ülkemizde ilk defa 2014-2018 yıllarını kapsayan 10. Kalkınma Planında yer verilmeye başlanan akıllı şehirler politikaları en son teknolojilerin sağlık, ulaşım, inşaat, enerji ile afet ve su yönetimi gibi alanlar başta olmak üzere yaygınlaşmasına vurgu yapmaktadır. 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı kapsamında akıllı şehir “Paydaşlar arası işbirliği ile hayata geçirilen, yeni teknolojileri ve yenilikçi yaklaşımları kullanan, veri ve uzmanlığa dayalı olarak gerekçelendirilen ve gelecekteki problem ve ihtiyaçları öngörerek hayata değer katan çözümler üreten daha yaşanabilir ve sürdürülebilir şehirler” olarak tanımlanmıştır. 2019-2023 dönemini kapsayan 11. Kalkınma Planı ile birlikte politikalar Akıllı Şehirler Ulusal Stratejisi ve Eylem Planı kapsamında “hayata değer katan yaşanabilir ve sürdürülebilir şehirler” ilkesi altında ortak ulusal bir harekete dönüşmüştür.

Akıllı kentlerin oluşumu bilişim teknolojilerindeki gelişmeler ve bulut sistemlerindeki veri işleme kabiliyetlerine bağlıdır. Şehrin geleneksel altyapısının teknoloji ile buluşarak daha iyi takip edildiği, işletildiği ve vatandaşların yararına kullanıldığı sistemlere akıllı sistemler denir. Bunların en yaygın kullanıldığı alanlardan birisi de su yönetimidir. Bu kapsamdaki en önemli teknolojik gelişme nesnelerin internetidir (IoT). Nesnelerin interneti fiziksel veya sanal nesnelerin bilişim teknolojileri ile birbirlerine bağlı sistemler olarak ihtiyaç duyulan bilgilerin elde edilmesi ve sistemlerin entegre çalışmasıdır. Bünyesinde sensörler, iletişim cihazları, bulut sistemleri, coğrafi bilgi sistemleri ve yazılımlar barındıran nesnelerin internetinde altyapının kurulması, verinin toplanması, işlenmesi ve paylaşılması temel basamaklardır.

Su, akıllı şehirlerin birden fazla bileşeninin ilgi alanında yer almaktadır. Örneğin, akıllı altyapı anlamında suyun kaynağından alınması, taşınması ve tüketilmesi ile ilgili konular çözülürken, akıllı yönetim başlığı altında kullanıcılarla ve diğer paydaşlarla ilişkilerin etkin bir iletişim, bilgiye erişim ve paylaşım platformu üzerinden sürdürülmesi sağlanmaktadır.

Ekipmanlar	Kullanım Amacı	Örnek Uygulamalar
1.İoT donanımları, dijital veriler için ölçücüler, sensörler, kameralar, kontrol cihazları, aktüatörler, alarm cihazları	Gerçek zamanlı olarak veri toplama ve iletilme	Yağmur ölçücüler, akış sayaçları, su kalitesi ve diğer çevresel verilerin izlenmesi Gerçek zamanlı kaçak algılama için akustik cihazlar Varlık yönetimi için video kameralar Tüketim ölçümü için akıllı su sayaçları Kaçak algılama ve pompa optimizasyonu için basınç izleme
2.Denetim amaçlı kontrol ve veri temin sistemleri	Prosesle ilgili bilgilenme, uzaktan kontrol, sistem ve proses optimizasyonu, donanımsal yenilik, veri elde etme, donanım yönetimi	Basınç yönetimi Pompa istasyonunun optimum kullanımı Su arıtma tesisi kontrolü, Pis su arıtma tesisi kontrolü Çevresel kontroller, rezervuar kontrolü, akış kontrolü Su kalitesi
3.Coğrafi bilgi sistemleri (Geographic Information Systems- GIS)	Mekansal bilgileri yüklemek, yönetmek, işlemek ve analiz etmek	Varlıkların coğrafi kontrol ve yönetimi Tamamıyla entegre olmuş ağ modelleri Çevresel veri analiz ve yönetimi Durumsal farkındalık Gelecek öngörüsü
4.Yazılım, 2G/3G, LTE /4,5G, Mobil İoT, VPN, (SCADA)	Sistem dizaynı, karar verme ve risk yönetimi-ni geliştirmeye yönelik altyapı modellenmesi ve çevresel sistem. Platform barındırma Uzaktan SIM provizyonu Veri depolama	Su şebekeleri yönetimi, kaçakları izlemek vb. için, coğrafi bilgi sistemi ve/veya SCADA sistemine entegre olma Gelişmiş karar verme ve risk yönetimi Müşteri veri tabanları Akıllı ölçme ve faturalama Hidrolik dizayn ve optimizasyon Su güvenliği için kaynak ve hidrolik modelleme Bulutsu veri yönetimi ve depolama seçenekleri



Suya duyarlı şehirler oluştururken akıllı su yönetimi önemlidir. Bu kapsamda teknolojinin ekolojik unsurların kalitesini ölçmek ve sürdürülebilir kaynak kullanımı kapsamında sunacağı hizmetlerden birisi vejetasyonun sulanması ile ilgili akıllı sulama sistemleridir. Geçmişte hiç bir iklim parametresine bakılmaksızın sadece bitkinin su ihtiyacından yola çıkan içgüdüsel biraz da zamanla edinilen öğreti ile yapılan bitki sulaması artık meteorolojik veriyi alarak, anlık, günlük, haftalık olarak tahminler üzerinden ve toprak altındaki sensörlerle bitkilerin su ihtiyacını çok daha etkin tespit eden sistemlerle önemli bir su tasarrufu sağlarken, aynı zamanda bitki sağlığı ve toprak kalitesi açısından da daha faydalı sonuçlar doğurmaktadır. Mobil operatörler yardımıyla kullanılan akıllı su yönetim sisteminde rüzgar, nem, güneş radyasyonu, sıcaklık değerleri ile toprak buharlaşma geçişlerini oluşturan WeatherTRACK sistemi kullanılır. IoT çözümleri ile sulama kaynaklarını bulutsu veri depolama platformlarına bağlayarak, iklimsel verileri kullanan sistem bitki sağlığı için en optimum sulama rejimini oluşturur. Konvansiyonel sistemlerle bir alanın kullanacağı suyun %40-60'ına denk gelen su tüketimi böylece kontrol altına alınmaktadır (Gündem 2021).

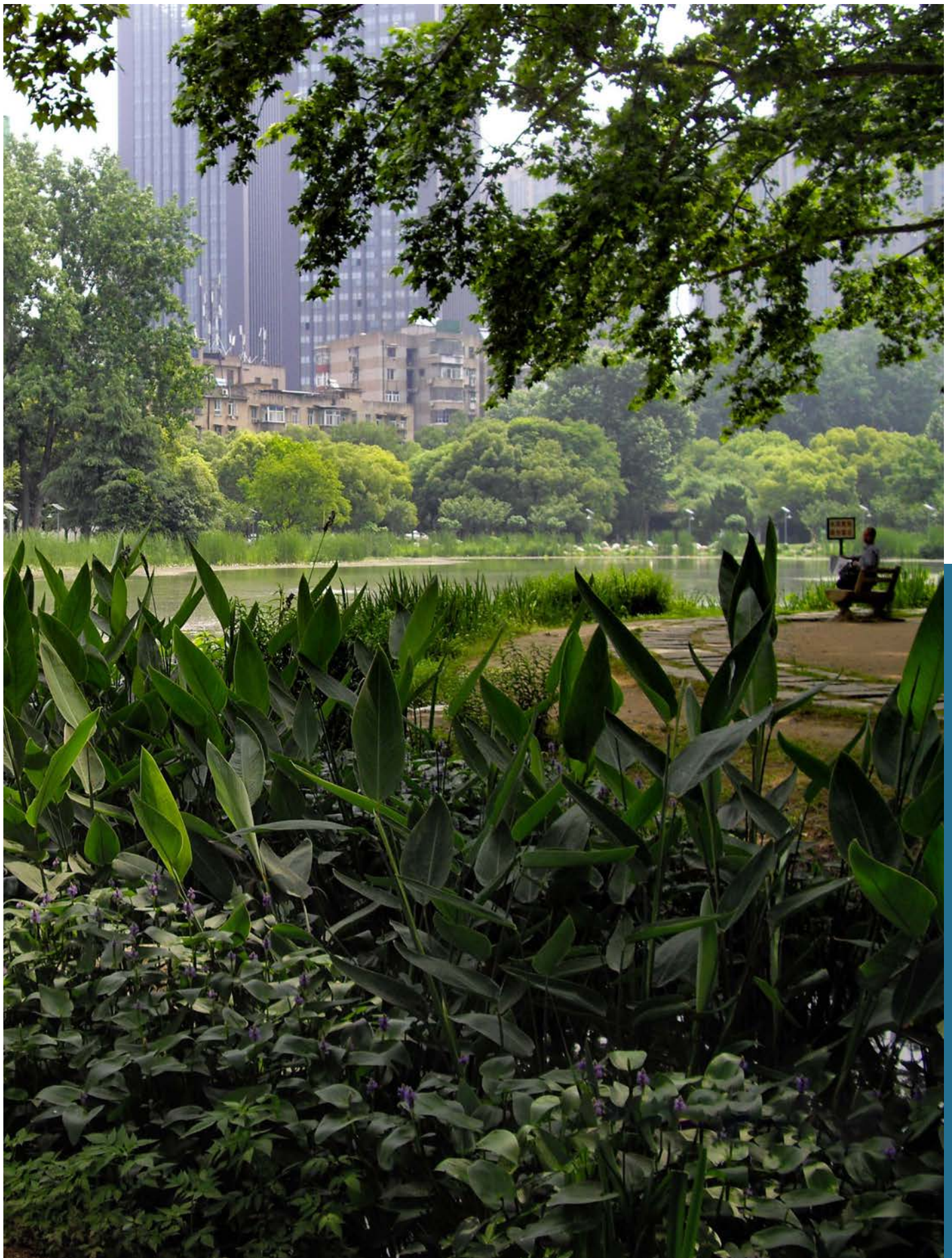
Mobil IoT teknolojisi ile çalışan akıllı su sayaçları da suyun tüketiminin kontrolü ve faturalandırılmasında kullanılmaktadır. Mevcut mekanik sayaçlara eklendiğinde kaçakları tespit etmede ve toplanan su tüketim bilgilerini kullanarak su teminine ve dağıtımına dair analizler yaparak arz-talep dengesinin kurulmasında akıllı sistemler su idarelerine hizmetler sunmaktadır. Hem kullanıcının hem de idarenin eş zamanlı veriyi kontrol edebilmesi de akıllı yönetim anlamında şeffaf bir işleyişin olmasını sağlamaktadır. Şehirlerde yer altındaki şebeke borularında bazen eski oldukları için, bazen üzerlerinde kentsel inşai faaliyetler yapıldığı için ve bazen de işçilik nedeniyle sızmalar ve kaçaklar olmaktadır. Bu durum insan yaşamına zarar verecek boyutlara gelebilmektedir. Bu, idareler tarafından önüne geçilmesi zor bir işletme sorunudur. Akıllı sistemler bu tür kaçakların tespitinde akıllı boru görüntüleme, basınç sensörü,

akış ölçücüler, akustik kaçak algılama teknolojileri ve mobil destekli IoT sensörlerinin kullanımı ile boru hattında kayıp kaçakları kontrol altında tutmaya yardımcı olmaktadır. Mevcut sistemde %40'lara kadar iyi kalitede suyun kaybına sebep olan bu soruna teknoloji etkin çözümler sunmaktadır.

Akıllı sistemlerin artan seller, tusunamiler, fırtınalar, sağanak yağışların erken tahmini ve uyarı sistemlerini devreye sokması hem fiziksel hem ekonomik olarak şehirlere destek olmakta ve insan hayatının pek çok açıdan olumsuz etkilenmesi önlenmektedir. Bu amaçla SCADA sistemleri, IoT servisleri, 4.5G sistemleri ve kamera teknolojileri kullanılmaktadır. Bu sayede taşkınlar oluşmadan şehirlerdeki sünger alanlara ve suyu tutan, geciktiren yapılara suları yönlendirmek için gerekli mekanizmalar devreye sokulabilmektedir.

Suya duyarlı şehir yaratmak adına kurulacak bitkilendirilmiş toplama, geciktirme, filtreleme ve sızdırma havzalarına eklenecek sensörlerin merkezi istasyona göndereceği bilgilerle bütün şehrin yeşil sisteminin afete karşı hangi kapasite ile çalıştığını denetleyebilmek mümkün olabilir. Toplanan veriler sisteme gelecekte eklenmesi planlanan yeşil alanların hangi işlevleri su açısından taşıması gerektiği, büyüklükleri ve tipleri açısından verilecek kararlara önemli bir altlık oluşturacaktır.

Su kalitesi izleme sistemleri suya duyarlı şehirlerde oluşturulacak yapılandırılmış sulak alanlarla suların temizlenmesine faydalı olurken doğal sulak alan ve kıyı habitatlarındaki su kalitesinin izlenmesinde de önemli servisleri şehre sunarlar. Akıllı IoT iletkenlik ölçümü ile su kalitesi bulanıklık, sıcaklık ve ölçüm sensörleri yardımıyla veriler toplanarak mobil operatörler yardımıyla idareler, işletim merkezi ve halkla paylaşılır. Şehirlerdeki su hareketlerini ve suyun ne kadar kaldığını halkın anlaması ve bilincin oluşması için web teknolojileri, büyük veri ve sosyal medya ağları sürekli devrede tutulmalıdır. Suyu temin etmek, geri dönüştürmek ve dağıtmaktan, bilinç oluşturmaya kadar her alanda şehirler akıllı sistemleri devreye sokmalıdır.

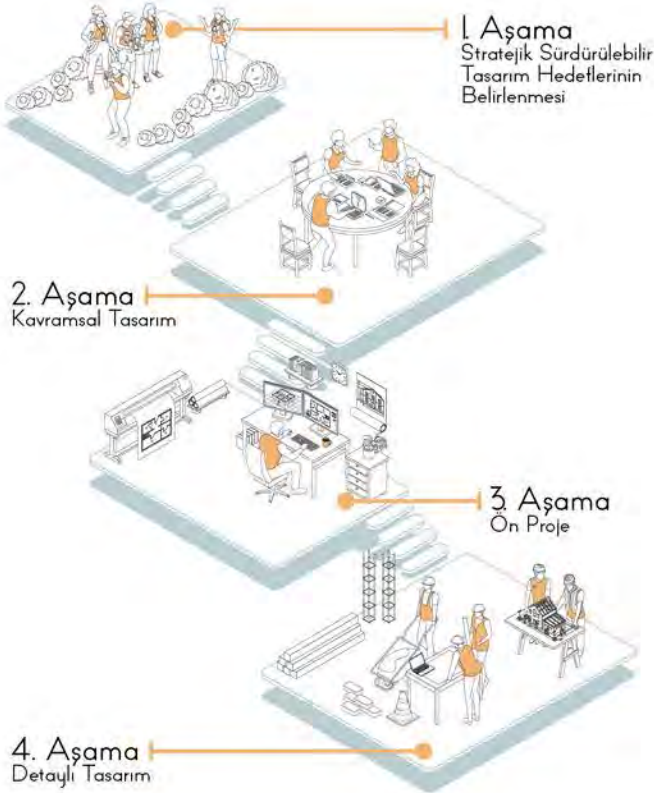


Tasarım Süreci

Sürdürülebilir kentsel drenaj sistemi tasarımında tasarım aşamalarının ve çıktıların tarificationmesi süreç yönetimi ve ilgili disiplinlerin çalışma konularının netleşmesi açısından gerekmektedir. Süreç dört aşamadan oluşmaktadır:

1. Aşama: Tasarım Hedefleri

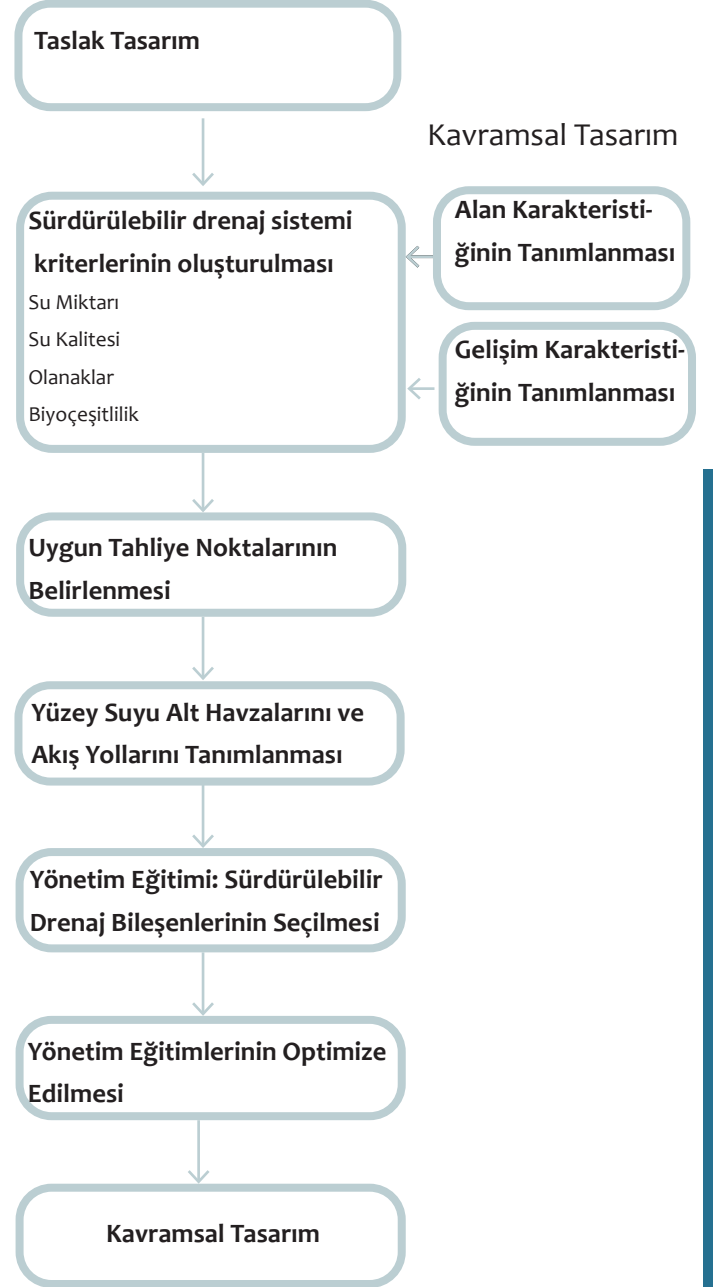
Sürdürülebilir drenaj sistemi tasarım sürecinin ilk aşaması stratejik yüzey suyu yönetiminin belirlenmesidir. İlgili paydaşlarla birlikte, yerel planlama politikaları, Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) ve taşkın haritası gibi konular değerlendirilerek, belirlenen tasarım kriterlerine uygun, alana özgü stratejik hedefler ortaya konulur. Bu hedeflere ulaşmak için geliştirilen stratejiler ile birlikte yüzey suyu yönetiminin değerlendirilmesi tasarımcıya yerel bağlamda biyoçeşitliliğin desteklenmesi, alandaki insan aktivitelerinin neler olacağı ve sürdürülebilirlik konusunda tasarım kararlarının alınmasında yardımcı olur.



2. Aşama: Kavramsal Tasarım

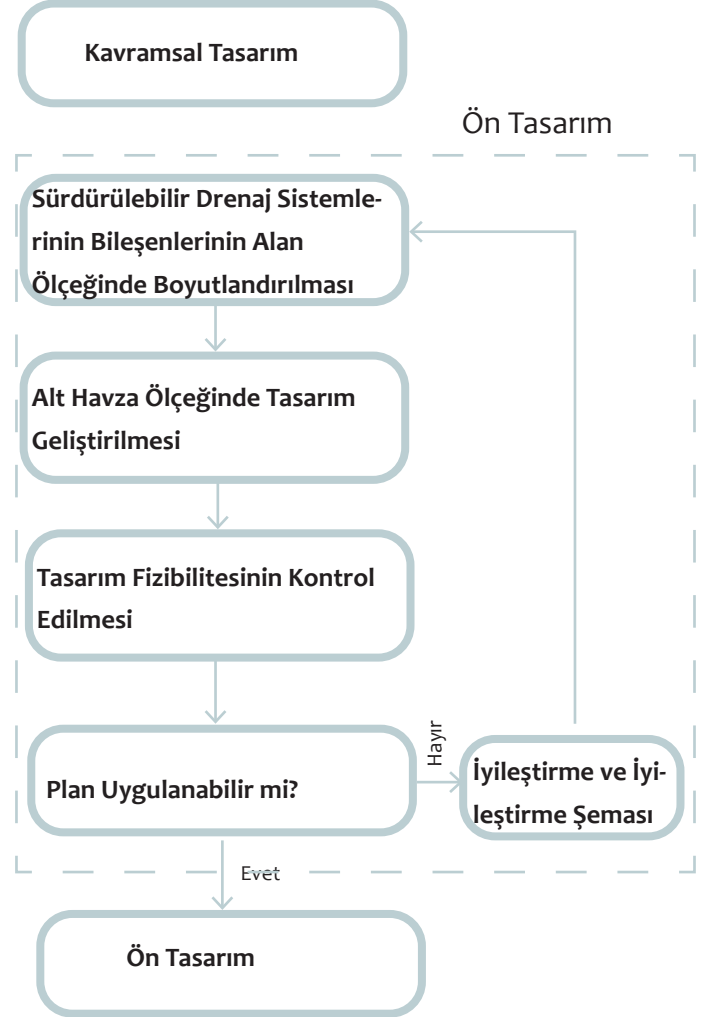
Bu aşamanın en önemli amacı, tasarım alanının her bölgesi için potansiyel sürdürülebilir drenaj üniteleri ve bileşenlerini belirlemektir. İlk adım olarak oluşturulan şemalara göre alanı değerlendirmek, alanın karakterini ve alan üzerindeki değişimin karakterini belirlemek gerekir. Bunlara örnek olarak: topografyanın incelenerek doğal drenaj yollarının tespiti, tespit edilen doğal drenaj yollarının mevcut akış yollarının ve boşaldığı noktaların belirlenmesi, sızma ve yüzey suyunun deşarj potansiyellerinin belirlenmesi verilebilir. Sonraki adımda, alana ait altyapı, toprak türü, doğal habitat ve biyoçeşitlilik gibi bileşenler incelenerek sel riski ve yeşil, mavi ve gri altyapının kriterleri belirlenir. Bu kriterler alanda belirlenen çözüm önerilerini tanımlar. Belirlenen alt havzalarda akış yönleri, tahliye yolları ve tutma-sızdırma-filtreleme teknikleri geliştirilir.

Saha için ön plan tasarlandıktan sonra, plan bütün olarak gözden geçirilir. Faydaların maksimize olma durumu ve tasarım kriterlerini karşılama durumu gözetilerek alternatifler oluşturulur ve peyzaj yönetim planı oluşturulur. Son aşamada hazırlanan raporlarda kavramsal drenaj stratejileri belirtilmeli, projenin onaylanma sürecinin ardından yayımı yapılmalıdır.



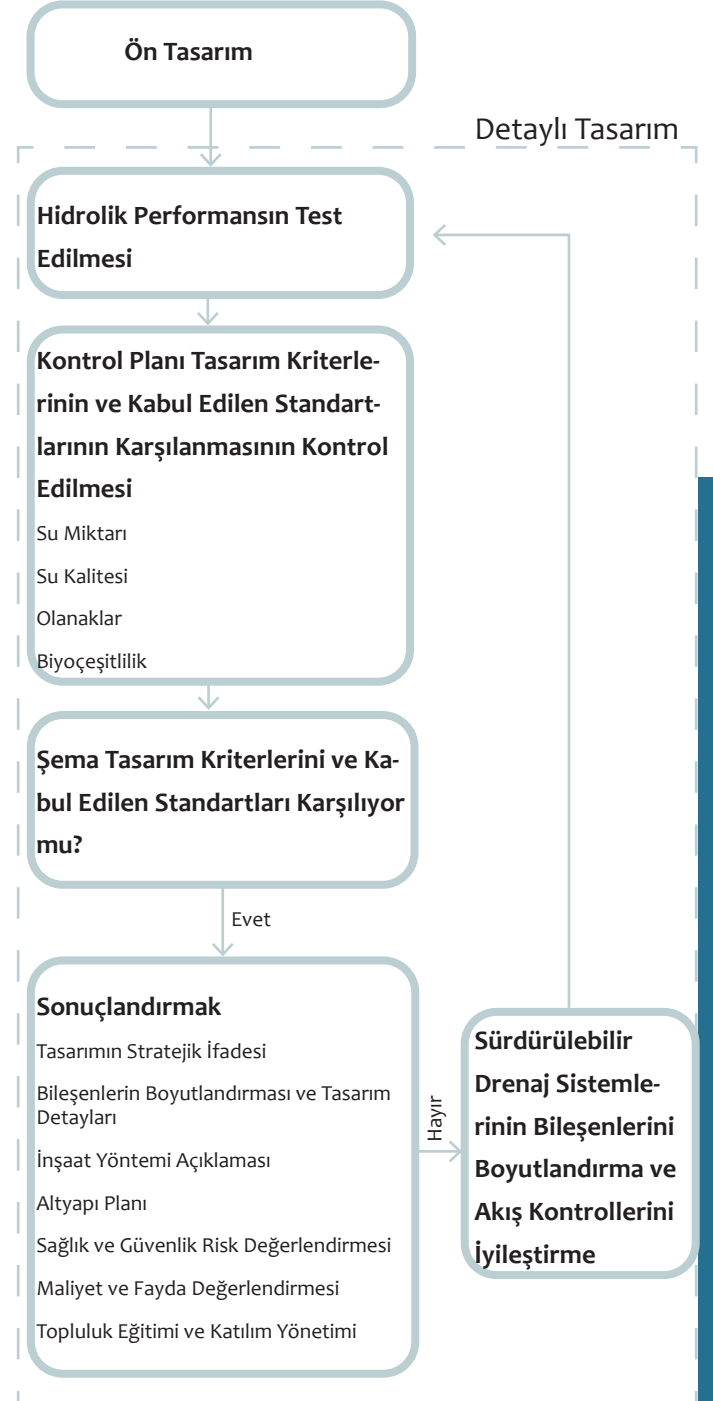
3. Aşama: Avan Proje

Sürdürülebilir drenaj sistemi tasarımının üçüncü evresi imar planı ve mimari tasarım konseptleri üzerinden alandaki doğa tabanlı çözüme yönelik peyzaj ön projesinin oluşturulmasıdır. Ön proje sürdürülebilir drenaj bileşenlerini alan ölçeğinde boyutlandırma, alt havza ölçeğinde tasarım geliştirme, tasarım fizibilitesini oluşturma ve raporlama olarak alt görevlere ayrılır. Sürdürülebilir drenaj bileşenleri boyutlandırılırken, yeşil alanlar, akış oranları ve yağmur suyu toplama bileşenlerinin önerildiği içilebilir olmayan su talebi gibi unsurlar dikkate alınır. Bileşenler boyutlandıktan sonra sızma kapasiteleri, yeraltı suyu seviyeleri ve mevcut kanalizasyon altyapısı ve kapasiteleri mühendislik ekipleriyle beraber değerlendirilir. Tasarım fizibilitesi gözden geçirilir ve projenin sürdürülebilirliği kontrol edilir. Kontrol sonrası inşaat ve bakım stratejileri oluşturulur ve rapor hazırlanır. Raporlama aşaması, ön proje kararlarını ve projenin uygulamaya yönelik akış ve yönetim biçimi hakkında bir çerçeve sunar.



4. Aşama: Detaylı Tasarım

Sürdürülebilir drenaj sistemi tasarımının dördüncü aşaması, uygulama projesi (detaylı tasarım) aşamasıdır. Bu aşama tasarımın alt ölçeklere indirilmesi, drenaj planının onayı ve ayrıca boyut ve detaylandırma gerektiren ayrıntılı ve çok disiplinli bir tasarım paketini içerir. Projenin en kötü hidrolik duruma karşı dayanıklılığı modellenerek test edilir. Akabinde sistemin hidrolik performansı, tasarım yağış olayları sırasında tüm depolama ve iletim alanlarının mümkün olduğunca etkin bir şekilde kullanıldığından emin olmak için optimize edilir. Bu aşama sonrasında nihai planın saha için belirlenen tüm tasarım kriterlerini karşılayıp karşılamadığı kontrol edilir. Kontrol edilen standartların tatmin edici bir şekilde karşılanmadığı durumlarda, tasarım yeniden gözden geçirilir ve bileşen oluşturma ve/veya akış kontrollerinde değişiklikler yapılır. Tasarım sonlandıktan sonra maliyetler faydalar ve sürdürülebilirlik hususları yönetim planına işlenir.



Örnek Uygulama: Kurbağalıdere Yaşam Vadisi

İstanbul'un kentsel hafızasında hem romantik hem de dramatik şekilde yer alan Kurbağalıdere koridorunun tasarımı sürdürülebilir kentsel drenaj sistemi tasarım süreci açısından önemli bir örneği teşkil etmektedir.

Milattan önce 1500-3000 yılları arasında Kayışdağı'ndan doğarak Kalamış koyuna dökülen Kurbağalıdere'den ilk kez Herodot antik Kalkedon kentini anlatırken bahsetmiştir.

Suları hiç bir zaman berrak olmamakla beraber göreceli daha temiz akan derenin Kuşdili Çayırının bir bölgesinde genişlediği ve gölleştiği, üzerinde kayık sefalarının yapıldığı çeşitli kaynaklarda bahsedilir (Akın 2019). Bir ahşap köprü ile derenin iki yanındaki mahallelerin birbirine bağlandığı alanda yoğun ağaçlık alanın tanımladığı çayır açıklıkta insanlar ikindi vakitlerinde bir araya gelir, sosyalleşir, futbol oynar, yemek yer, dinlenir ve dolaşırlardı. Kurbağalıdere'nin memba alanına gildikçe çiftliklerin yer aldığı, büyük baş ve küçük

baş hayvanların otlatıldığı pastoral bir peyzaj dokusu hakimdi. Adnan Giz (1998) dizelerinde ortamı şu şekilde tanımlar:

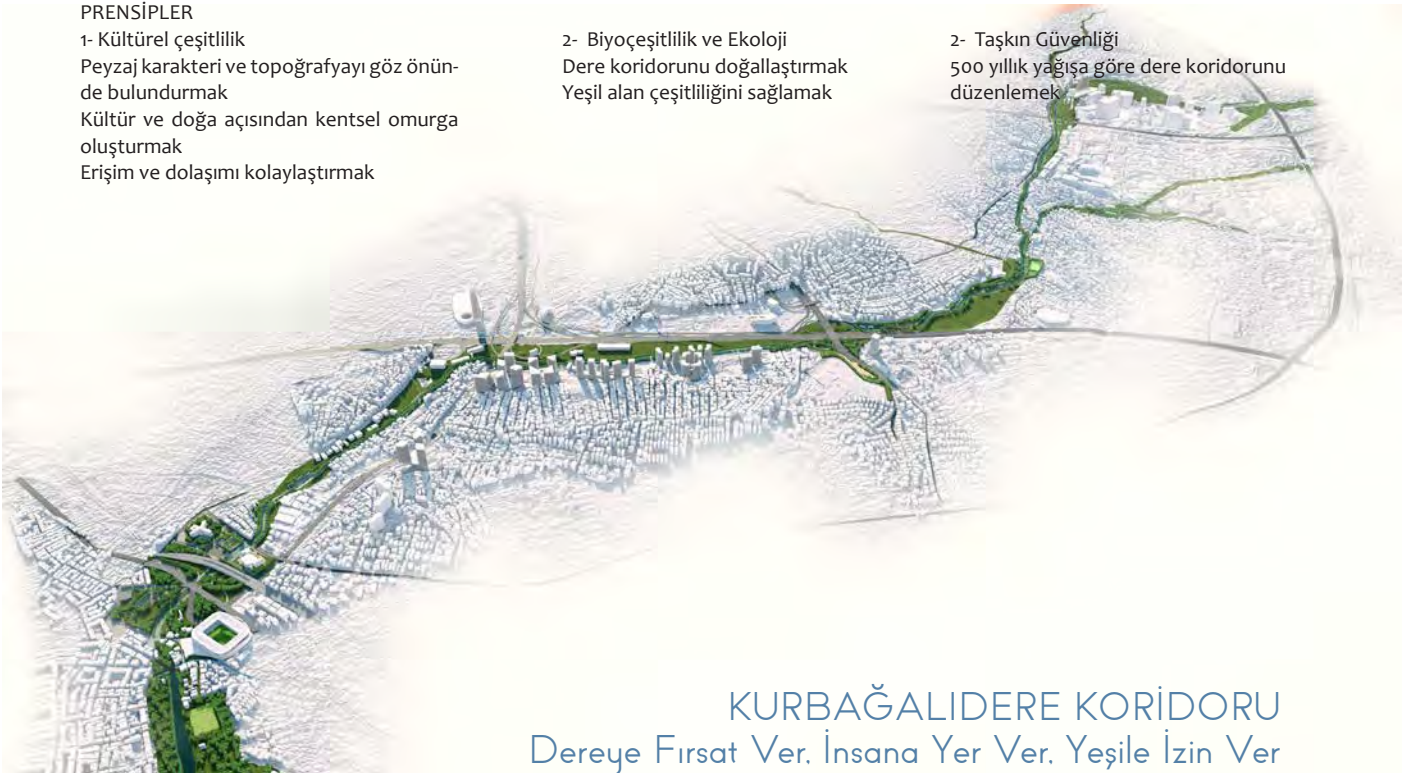
"Omuzdaş kılıklı, burma bıyıklı, tüylü tüysüz gençler, yanlarında boy boy çocuklarla hanım nineler ve de orta yaşlı hatunlar. Arap bacılar, ahretlikler, kahvede piknelemekten usanan efendi kişiler, burada çayırı çepeçevre kuşatır, kadınlar getirdikleri kilimleri yayarlar, erkeklerin kimi toprağa bağdaş kurar, kimi büyükçe bir taşa oturur, kimi ayakta dururdu. Sucusu, dondurmacı, kağıt helvacısı, simitçisi, baloncusu, Eyüp oyuncakçısı velhasıl her çeşidi burada arzı endam eyler, burayı adeta panayır yerinden farksız kılardı."

PRENSİPLER

- 1- Kültürel çeşitlilik
Peyzaj karakteri ve topoğrafyayı göz önünde bulundurmak
Kültür ve doğa açısından kentsel omurga oluşturmak
Erişim ve dolaşımı kolaylaştırmak

- 2- Biyoçeşitlilik ve Ekoloji
Dere koridorunu doğallaştırmak
Yeşil alan çeşitliliğini sağlamak

- 2- Taşkın Güvenliği
500 yıllık yağışa göre dere koridorunu düzenlemek



KURBAĞALIDERE KORİDORU
Dereye Fırsat Ver. İnsana Yer Ver. Yeşile İzin Ver

1950’li yıllara kadar kayıklarla mehtaba çıkan, kıyılarında gazinoların olduğu, insana huzur veren Kurbağalıdere çevresinde artan şehirleşmenin ona yüklediği yeni bir görevle karşı karşıya kaldı: atık suları Marmara’ya ulaştırmak.

1925 yılında alana yapılan ilk kanalizasyon sisteminin 1950’lere gelince artık işlevini yerine getiremeyişi nedeniyle 1956 yılında Kurbağalıdere’nin ıslahı serüveninde ilk adım atılmış oldu. İstanbul’un nüfusunun hızla artmaya başlaması ile birlikte kanalizasyon şehrin genelinde bir sorun oldu ve 1960’lı yıllarda dereye kireç kaymağının dökülmesinden, dere koridorundaki kimya fabrikasının atıklarının dereye deşarjının önlenmesine kadar çözümler devreye sokuldu. 1964 senesinde Alman Profesör Kehr’den Kurbağalıderenin ıslahı için çözüm üreten bir proje istendi, aynı yıl projeyi hayata geçirmek için Bayındırlık Bakanlığı projeyi uygulamaya geçireceğini duyurdu ancak derenin pis kokusunun geçmesinin 3-4 yıl alacağını bildirildi.

1970 yılında Dünya Sağlık Teşkilatının desteği ile İstanbul’un atık suyunu tahliye etmedeki sorununu 2020 yılına kadar çözeceği düşünülen Doğu Bölgesi Pis Su Tesisleri Projesi başlatıldı. Kurbağalıdere bu projenin bir parçası olmasına rağmen proje daha başından durdu. 1980’li yıllarda DSİ tarafından Marmara ile buluştuğu ağzında temizleme çalışmaları yapılan dere, 1984-1989 döneminde ıslah edilmesi planlanan 41 dere koridorundan birisiydi. Ancak sonuçları pek tatmin edici olmadı ki sivrisinekler için ilaçlamanın yapıldığı pek çok kaynakta defalarca yer aldı.

1990’lı yılların başında yeniden ıslah çalışmalarının başlaması söz konusu oldu. Ancak daha önceki dönemlerde olduğu gibi net bir sonuç alınamadı. 1990’ların ortalarında İstanbul’un kronikleşmiş sorunlarına teşhis ve çözümler üretmek adına, su sorunu yüzlerce kilometrelik yeni boru hatlarının döşenmesiyle çözülmeye çalışıldı. Planlanan dere ıslahlarının bir bölümü tamamlandı.

2000’li yılların başında Kurbağalıdere koridorunda atık su toplayıcı hatların inşaatının temeli atıldı. Dönemin belediye başkanı Ali Müfit Gürtuna törende yaptığı konuşmasında “Nasıl Haliç’te

yüzüleceğini gördüysek, Kurbağalıdere’de de yüzüleceğini göreceğiz. Sandallarla gezeceğiz” ifadelerini kullandı. Bununla birlikte, 2002 ve 2010 yıllarında Kurbağalıdere can kaybına sebep verecek şekilde taşıdı. 2013 yılında atıksu kolektör hatları ile evsel atıkları dereye karışmadan 2000 yılında yapılan Kadıköy Atıksu Arıtma ve Deniz Deşarj Tesisine iletmeyi amaçlayan projenin ilk etabı tamamlandı. 2014 ve 2015 yıllarında İBB ve İSKİ’nin beraber yürüttüğü çalışmalarda dere yatağının hacmi artırıldı, kötü koku ile baş edebilmek için borularla denizden dereye su aktarılması sağlandı.

Çalışmaların başında göreceli bir iyileşme gözlenmesine rağmen bir müddet sonra çevre ve su kalitesi anlamında başlanılan noktaya geri dönüldüğü görüldü. 2016 yılında dönemin belediye başkanı Kadir Topbaş’ın Güney Kore’de Cheongyecheon deresinin açılışında bulunması üzerine İstanbul’da da aynı şekilde doğa tabanlı derelerin olması gerektiği fikrini hayata geçirmek için Kurbağalıdere’nin ekolojik restorasyon ve dere peyzaj projesi çalışması başladı. Bu yaklaşımda tasarlanan ilk dere projesi olmasına rağmen proje uygulama aşamasına geçemedi ancak kolektör hatlarına yönelik İSKİ’nin çalışmaları 2019 yılında büyük çoğunlukla tamamlandı. Derenin suyunun rengi denizle buluştuğu noktada mavileşirken, koku hala çevre sakinlerini zaman zaman rahatsız eden bir unsur olmaya devam etti.

2020’li yıllara gelindiğinde dere batık çalışmayan kısmında kentsel bir koridor olarak, ekolojik estetikten uzak bir şekilde beton bir kanalla üzerinden şehrin en yoğun ulaşım koridorlarının geçtiği, kentsel dönüşümün derenin taşkın alanı olması gereken yerlerine yüksek boylu yapıları yığdığı, rekreatif potansiyeli hiç olmayan, karbon ayak izi yüksek, bakım anlamında sürekli kente yük olan bir koridor olarak yerini aldı.

Kurbağalıdere koridorunun sürdürülebilir şekilde tasarımı hayati öneme sahiptir. Bu, ancak akarsu yatağının içi ve çevresini bütünsel olarak ele alan, genişliği değişiklik gösteren bir koridorda en güncel teknolojileri kullanarak, ekolojik süreçlerin devam etmesini sağlayan ve ayrıca insan ve toplum adına derenin sunacağı fırsatları sürdürülebilir şekilde kurgulayan bir tasarımla mümkün olacaktır.

Bu noktadan hareketle Kurbağalıdere'nin ekolojik kesitleri taşıyarak taşkın riskinin kontrol altına alındığı ve gerektiğinde rekreatif amaçlarla insan kullanımına imkan verecek şekilde tasarlanması için 2021 yılında İBB bir proje başlattı.

Tasarım sürecinin birinci aşamasında tasarım hedefleri belirlendi. Proje "Dereye Fırsat Ver - İnsana Yer Ver- Yeşile İzin Ver" sloganı ile dereyi kentsel çevrenin bir parçası olarak ele almakta ve kente entegre şekilde dere koridorunun sürdürülebilir drenaj sistemi olarak doğa tabanlı çözümlerle tasarlanmasını hedeflemektedir (HET 2021).

Dereye Fırsat Ver: Dereler ekolojik bütünlükleri olan ve yaşayan varlıklardır. Bir kentin ormanları kadar önemli, kente ekosistem hizmetleri sunan paha biçilmez koridorlardır. Bir kentin dereleri düşünüldüğünde taşkın güvenliği sağlamak başlığı altında tek bir konuya odaklanarak derelerin kente sunacağı ekosistem hizmetlerinin engellenmesi doğru bir yaklaşım değildir. Şehirlerimizin mülkiyet, ulaşım ve telekomünikasyon altyapıları nedeniyle yatakları değiştirilen ve dolayısı ile ekolojik sınırları ihlal edilen ve tahrip edilen dere yataklarını onarması için dereleri zon mantığı ile ele alması gerekir.

İnsana Yer Ver: Dereler gibi ekolojik koridorlardan insanların azami şekilde faydalanmaları sağlanmalıdır. Bu koridorlar kent içi yaya dolaşımı, aktif ve sağlıklı yaşam, psikolojik rehabilitasyon, aidiyet duygusunun artırılması, çevre bilincinin yükseltilmesi, toplumsal bağların kuvvetlenmesi anlamında önemli mekanlardır. Tekil olarak tasarlanmış hiçbir park ne kadar büyük olursa olsun bu işlevi süreklilik arz eden bir dere koridorundan daha iyi yerine getiremez. Derelerin görsel kalitesinin de kent estetiği ve çevre psikolojisi anlamında ele alınması gerekir.

Yeşile İzin Ver: Ülkemizdeki şehirlerde ulaşım ve kanal türü altyapılar genel olarak yeşil altyapıdan daha öncelikli düşünülmektedir. Bu altyapılar tesis edilirken yeşil altyapıya yer kalmamaktadır. Bu altyapıların yeşilin sürekliliğini gözeterek konumlanmaları gerekmektedir. Yeşil dere koridorları doğa tabanlı ve sürdürülebilir kentsel drenaj sistemi tesisinde önde gelen unsurdur ve bir şehrin suya ne kadar duyarlı geliştiğinin en baş göstergesidir. Derelerin suyu hızlı tahliye etmek adına beton koridorlar olarak bir kenti boylu boyunca kat etmesi artık terk edilen bir yaklaşımdır. Biyoçeşitlilik anlamında dereler şehirlerin yeşil otobanları gibi düşünülmelidir.

Amaç: Kentsel bağlarla kuvvetli ilişkide bir kültürel koridor oluşturmak

Strateji: Kentsel dokunun karakterine bağlı olarak programları şekillendirmek
Strateji: Yerel değerler ve tarihi unsurları düşünerek kesitleri ve programı oluşturmak

Strateji: Kesintisiz bisiklet ve yaya dolaşımını mümkün olduğunca sağlamak

Strateji: Aktivite çeşitliliğini desteklemek ve evrensel tasarım anlayışına uygun bir tasarım ortaya koymak

Amaç: Biyoçeşitliliği yüksek ve kent ekolojisini destekleyen bir koridor oluşturmak

Strateji: Doğa ile uyumlu materyaller kullanılması, karbon ayak izi düşük bir tasarım geliştirilmek

Strateji: Dere yatağının ekolojik içeriğini ve duruşunu kuvvetlendirmek

Strateji: İklim değişikliğine hazırlıklı olacak şekilde bitki materyali ve yapısal materyalleri kullanmak

Strateji: Alanın karbon pozitif duruma gelmesini sağlayacak bir peyzaj tasarımı geliştirmek

Amaç: Taşkın riski oluşturmadan dere yatağını tasarlamak

Strateji: Q500 debisini taşıyacak bir kesitte peyzajı şekillendirmek

Strateji: Ekonomik anlamda en az yükü getirecek müdahalelerde bulunmak

Strateji: Dere koridoruna içinden geçtiği kentsel dokudaki yağmur suyunun girmesini sağlayacak bir tasarım geliştirmek.

Strateji: Dere çevresindeki peyzaj tasarımında geçirimsizliği gözetmek



Tasarım sürecinin ikinci aşaması olan Kavramsal Tasarımda öncelikle alan karakteristiği tanımlanmış ve ardından kentsel ölçekte yeşil sistem ve programa ilişkin kararlar netleştirilmiştir.

Kurbağalıdere havza olarak İstanbul'un Anadolu yakasında son kalan büyük yeşil parçalarla ilişkisi kesilmiş bir dere yatağıdır. Kaynağı olan Kayışdağı'nın doğal alanlarına fiziki olarak bağlantısı bulunmamakla birlikte ekolojik etkileşimini sürdürebilecek bir mesafede bulunmaktadır. Bu sebepten kent dokusunun geçirimsizliği ve biyoçeşitliliği bu ekolojik koridor için önem arz etmektedir.

Memba alanına yakın kısım olan Ataşehir/ Ümraniye bölgesinde sentetik koridorların (ulaşım koridorları) varlığı ekolojik sürekliliği sağlamaktadır. Yeşil ağ oluşturma açısından en önemli fırsatları sundukları için vejetasyon ve işlevleri anlamında kente daha iyi hizmet vermeleri sağlanmalıdır. Gamma bağlantılılık endeksine göre proje alanının en yüksek döngüye (circuitry) sahip kısmı memba tarafıdır.

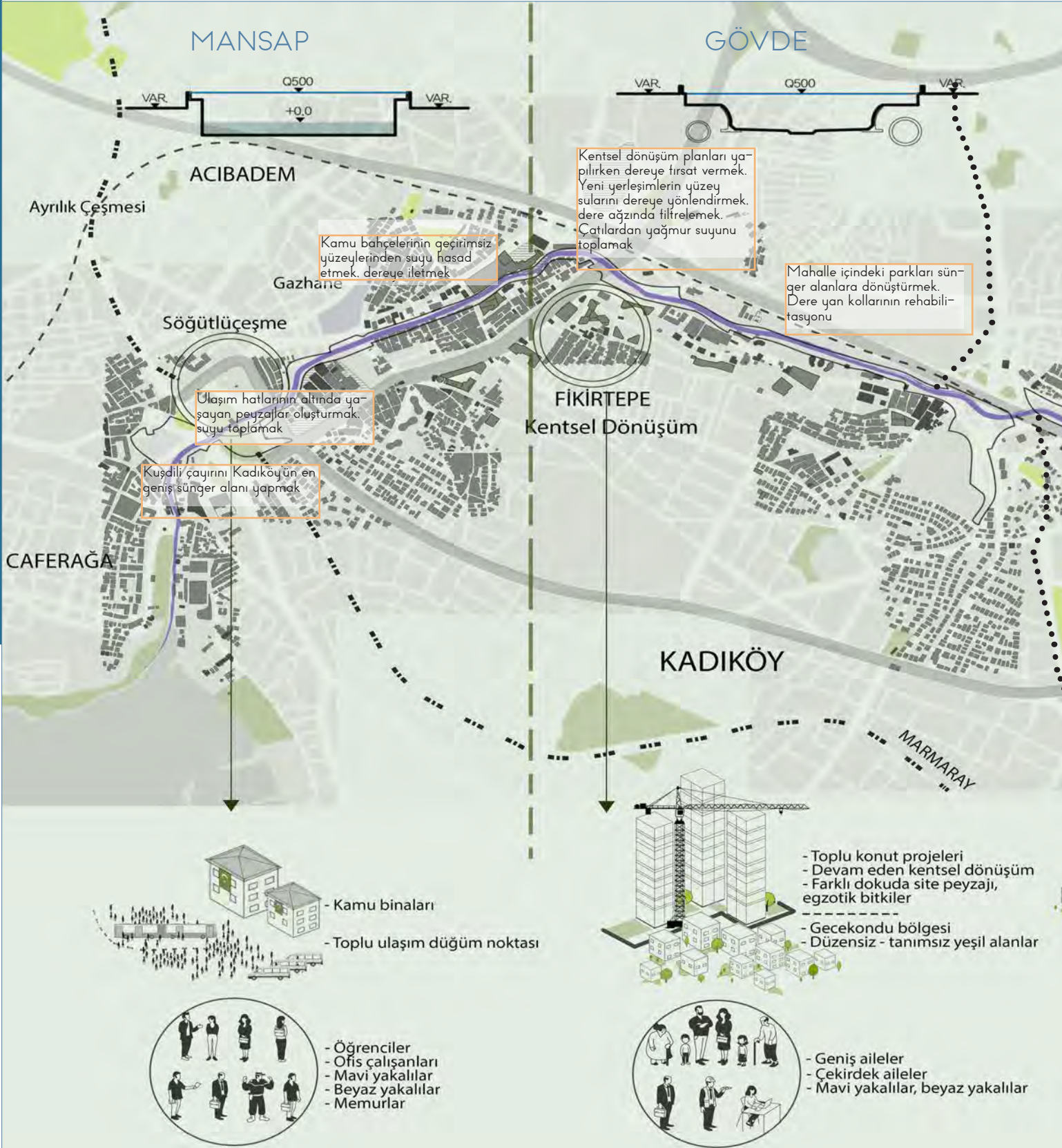
Proje alanındaki hakim rüzgar yönü Kuzey ve Kuzeydoğu'dur, üçüncü önemli rüzgar yönü ise güney batıdır. Bu durumda dere koridorunun E-5 bağlantısından- Kuşdili Çayırına ve denize kadar olan hattında oluşacak her tür olumsuz kokunun yayılma ihtimali bu segmentte daha yüksektir. Ataşehir Finans merkezinden başlayan ve E-5 Bostanı olarak adlandırılan bölgeye kadar olan kısmında oluşacak her tür olumsuz kokunun yayılma ihtimali de yüksektir. Ancak iklim konforu anlamında da en ferahlatıcı hava bu koridordadır.

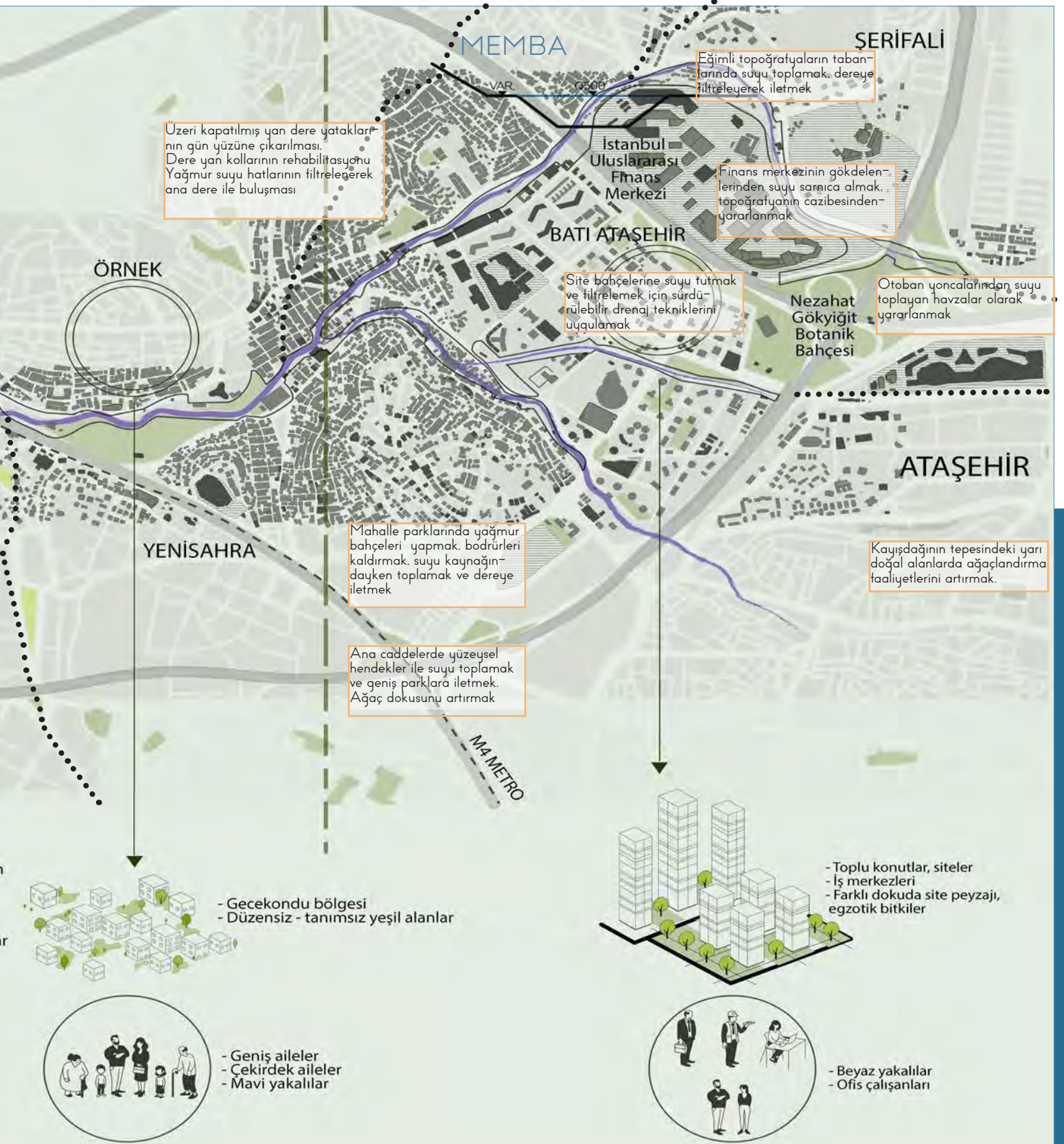
Kentsel donatılar bakımından proje alanının memba kısmında Ataşehir sınırları içerisinde donatıların ağırlıklı olarak yer aldığı görülmektedir. Ümraniye tarafında ise bu çeşitlilik görülmemektedir. Proje alanının mansabında kamusal hizmet binaları ağırlıklı olarak yer almaktadır. Toplu aktiviteler ve büyük toplulukları bir araya getiren bu hizmetlerin metrobüs ve toplu taşıma ile desteklenmesi de Kadıköy bölgesine pek çok nüfusu getirmektedir.

Proje alanında hem nüfus hem de ekonomik aktiviteleri çeken bir takım yatırımlar bulunmaktadır. Bu yatırımların özellikle de Ataşehir, Fikirtepe

ve E-5 koridoru üzerinde yoğunlaşmaları bölgede altyapı imkanlarının (kanalizasyon, su, elektrik, doğal gaz) yenilenmesi ve iyileştirilmesi yönünde daha yaşanılabilir bir kent ortamı oluşturmak adına katalizör olmaktadır. Öte yandan bu yatırımların gerek kentsel bağlam, gerek kent ekolojisi ve gerekse de insan ölçeği ile kurduğu çok zayıf ilişki dere koridorunun sürdürülebilir şekilde gelişmesi açısından farklı konseptlerin cazibe unsuru olarak devreye sokulmasını gerektirmektedir: Kurbağalıderenin kente koyduğu ekolojik katkılar, kimlikli çevre, onarımı yapılmış dere yatağı, alanın zengin tarihi geçmişi ve bunun kültüre yansımaları tarzında unsurlara vurgu yapılmalıdır. Ayrıca insan odaklı bir yerleşim ve yaşam biçimi de yeni söylemin merkezinde olmalıdır.

Kurbağalıdere birbirine entegre üç kısımdan oluşmaktadır. Bunlar Ataşehir (Kayışdağı) yerleşimini içine alan memba kısmı, Ümraniye sınırları içerisinde Örnek Mahallesi ve Kadıköy ilçesinde Fikirtepe'yi içine alan gövde kısmı ve en sonunda denizle buluştuğu Kadıköy'deki mansap kısmıdır. Sosyo-kültürel ve kentsel doku anlamında her üç zon çok farklılık göstermektedir. Ataşehir kısmında daha çok eğitim ve gelir seviyesi yüksek ailelerin siteleri veya bahçeli apartmanlarda yaşadığı, bu yaşam alanlarında yeterli tasarlanmış bahçelerinin ve çocuk oyun ve spor olanaklarının olduğu görülmektedir. Ayrıca kentsel doku içerisinde geniş alanlar kaplayan ticaret fonksiyonlu alışveriş merkezleri ve Finans Merkezleri de yer almaktadır. Gövde kısmının Örnek Mahallesi tarafında plansız kentleşmenin bir ürünü olan gecekondu bölgeleri, düşük yoğunlukta, düşük yapı kalitesine ve altyapıya sahip yerleşimlerin olduğu görülmektedir. Yoğun ve geçirimsiz kent dokusu içine sıkışan ailelerin nüfusunun ortalamasının üstünde olması, çocuk ve genç nüfusunun fazlalığı ve gelir seviyesinin düşük olması dikkat çekmektedir. Bunun tam zıttı bir dokuya Fikirtepe'de rastlanmaktadır. Kentsel dönüşüm anlamında hızlı bir değişim geçiren Fikirtepe'de beyaz yakalı insanların yaşadığı yüksek gökdelen bloklarının dere ile direkt sınır oluşturması dikkat çekicidir. Mansap bölgesine denk gelen alanda ise Kadıköy'de yer alan kamu binalarının, toplu taşıma hatlarının ve okulların varlığı hissedilmektedir. Burayı genel olarak öğrenciler, ofis çalışanları, mavi ve beyaz yakalılar ve memurlar kullanmaktadır.





Memba bölgesinde tepelikler ve dik yamaçlarla Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesinin ve yakınında ki Ataşehir finans merkezinin olduğu bölge 2000'li yıllardan sonra hızlı bir yapılaşma ve dönüşüm geçirmiştir. Gövde olarak adlandırılan düz ve yumuşak eğimli alanda Kurbağalıdere adeta toplumun sosyo-ekonomik anlamda farklı iki segmenti arasında bir geçiş koridoru oluşturmaktadır. Eski dönemlerde bağları ve otlakları ile çayır dokusunun bir tepeden diğerine aktığı bu alanda, şimdi yoğun kentsel dönüşüm faaliyetleri süre gelmektedir.

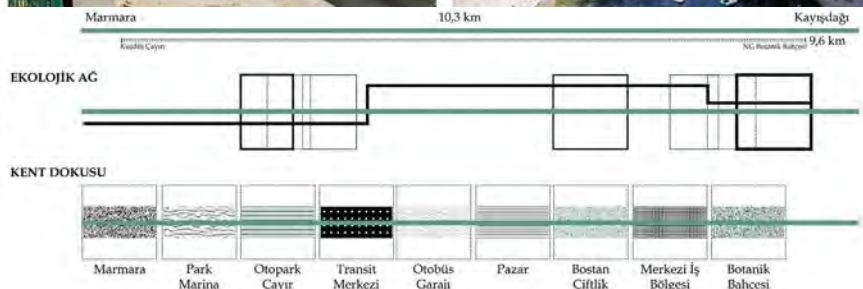
Projenin mansap kısmı ise eski günlerde delta şeklinde bugünkü Kuşdili Çayırı ve Yoğurtçu Parkı mevkiinden Marmara denizine ulaşırken, günümüzde delta ve bütün ekolojik özellikleri değişmiş bir kanal şeklinde denizle buluşmaktadır. Mansapta yer alan yaşam dere ile iç içe, onu günlük yaşamının bir parçası yaparken, alan bugün ağırlıklı olarak otopark ve geçirimsiz yüzeyleri ile dikkat çekmektedir.

Tasarım sürecinin üçüncü aşaması olan ön proje kapsamında derenin hidrolik kesitleri, kentle kurduğu ilişkiler, insan kullanımlarına yönelik programının mekansal karşılıkları ortaya konulmuştur. Bu kısım temel doğa ve mühendislik bilimlerinin peyzaj

tasarımı üzerinden mekanla buluştuğu, form ve fonksiyon ilişkilerinin kurulduğu, disiplinlerarası üretimlerin birbirini desteklediği bir işbirliği alanıdır.

Mevcut hali ile Kurbağalıdere'nin gövde ve mansap kısımlarında İSKİ ıslah çalışmalarını bitirmiş ve atık su ve kanalizasyon hatları tamamlanmıştır. Derenin Ataşehir finans merkezine yakın kısmından membaya kadar olan kısmında henüz bir ıslah çalışması yapılmamıştır. Yapılan ıslah farklı formlarda beton kesitleri üretmiştir. Bu beton kanalın iklim değişikliği ile mücadelede karbon ayak izi yüksek, ekolojik ayak izi düşüktür. Peyzaj tasarımı üzerinden bu durumun tam tersine çevrilmesi mümkündür.

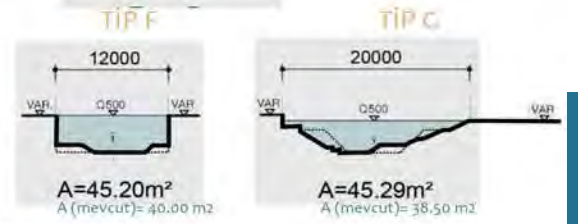
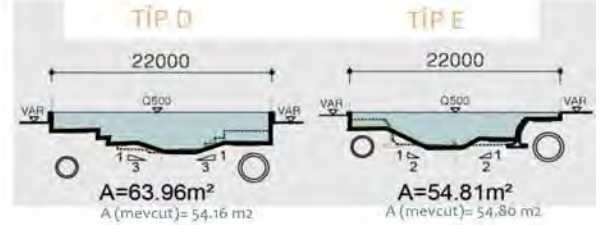
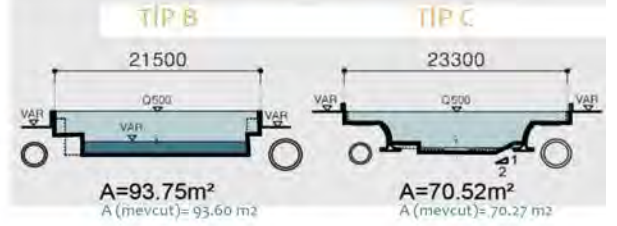
Toplam uzunluğu 10.3 kilometre olan derenin içerisinde geçtiği kent dokuları da farklıdır. Dolayısı ile dereye çevreden gelecek yağmur suyu miktarında kentin geçirimsizlik seviyesine bağlı olarak farklılıklar olmaktadır. Toplamda 4491 hektar alana yayılan Kurbağalıdere havzası, 30 adet alt havzadan oluşmaktadır. Dere boyunca temel olarak U kesit, yay kesit ve trapez kesit yer almaktadır. Bunların içerisindeki kademelenmeler ve batık olma durumuna göre derede 7 farklı tip kesit görülmektedir. Her bir tip ayrı bir kentsel odağa denk gelmektedir.



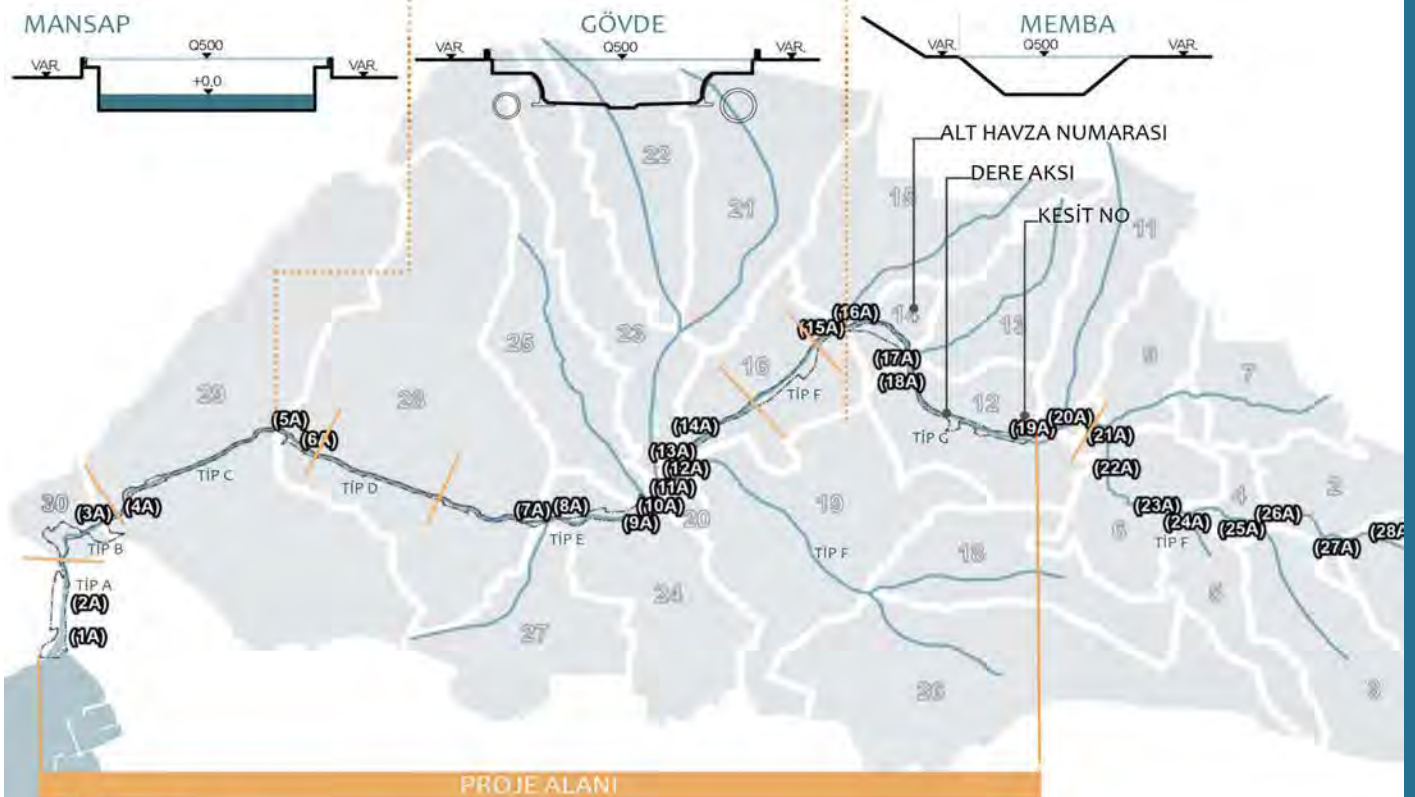
ÖNERİ DERE KESİTİ TİPLERİ

HAVZA NO	KESİT NO	ALAN	TOTAL ALAN	YAĞIŞ MİKTARI	KESİT BOYUTU
No	No	No	A _i	T _{Ai}	B x H
-	-	-	ha	ha	m x m
1	2	3	4	5	6
1	28A	29A	137.56	137.56	20.93
1	27A	28A	-	137.56	20.93
2	26A	27A	117.51	255.07	32.17
2	25A	26A	-	255.07	32.55
4	24A	25A	187.80	442.87	51.77
4	23A	24A	-	442.87	51.96
6	22A	23A	193.21	636.08	58.98
6	21A	22A	-	636.08	59.30
10	20A	21A	188.18	824.27	74.07
10	19A	20A	-	824.27	74.16
12	18A	19A	256.24	1080.51	85.31
12	17A	18A	-	1080.51	85.78
14	16A	17A	139.61	1220.12	92.69
14	15A	16A	-	1220.12	92.86
16	14A	15A	418.76	1638.88	111.58
16	13A	14A	-	1638.88	112.11
20	12A	13A	745.16	2384.04	152.55
20	11A	12A	-	2384.04	152.58
24	10A	11A	523.75	2907.79	184.93
24	9A	10A	-	2907.79	185.08
26	8A	9A	401.48	3309.27	202.81
26	7A	8A	-	3309.27	203.45
28	6A	7A	615.27	3924.54	224.26
28	5A	6A	-	3924.54	224.87
29	4A	5A	519.96	4444.50	241.95
29	3A	4A	-	4444.50	242.67
30	2A	3A	47.00	4491.50	242.67
30	1A	2A	-	4491.50	242.67

Q500 HESAPLARI TABLOSU



MEVCUT KESİT TİPLERİ



KURBAĞALIDERE HAVZASI VE KESİT TİPLERİ

Projede alandaki hidrolik durum anlaşıldıktan sonra peyzaj kesitlerinin oluşması aşaması başlamıştır. Bu aşamada dere koridorunda mevsimsel olarak oluşan farklı su yüksekliklerine göre insan kullanımlarının ve doğanın nasıl yer alacağına dair senaryolar üretilir. Burada peyzaj anlamında atılan her adımın dere yatağının pürüzlülüğü ve iletkenliği anlamında bir karşılığının olduğu unutulmamalıdır. Hidrolik anlamda oluşan yeni durumda dere yatağı iki kenarındaki peyzaj alanı ile entegre şekilde tasarlandığında esasen ilk etapta derenin kapasitesini düşüren bir yaklaşımmış gibi görünse de, peyzaj kesiti beton kanaldan daha yüksek kapasitede suyu taşır. Bunu yaparken içerisine biyoçeşitliliği alır, insanı ve onun sağlıklı yaşamını destekleyecek bisiklet ve yürüyüş yollarını, dinlenme alanlarını barındırır ve kentin sosyalleşme ihtiyacının karşılar.

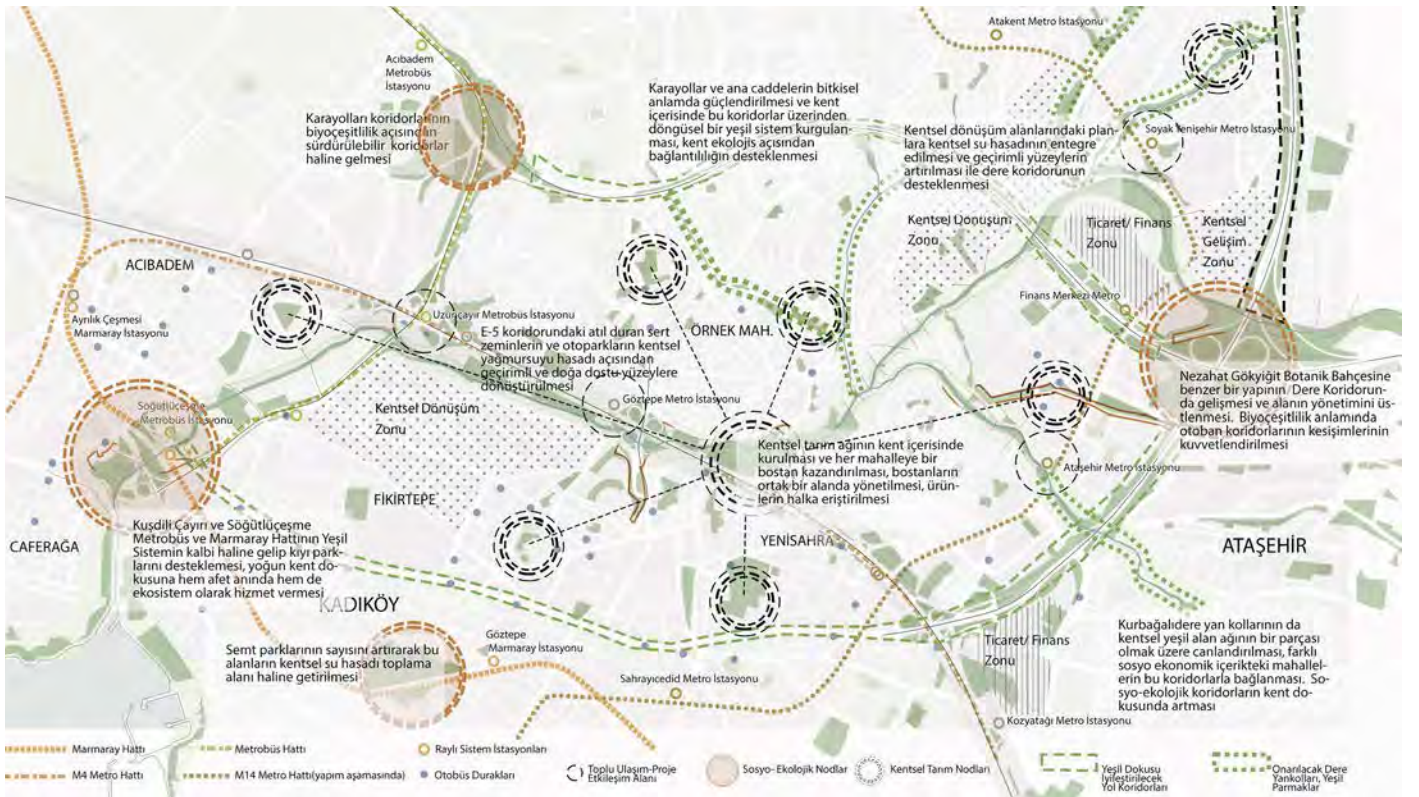
Peyzaj kesitlerinin kapasitesi en basit şekliyle Manning Formülü ile hesaplanırken, derenin bütünsel olarak hidrolik performansını değerlendiren HE-C-RAS, Sobek, WFlow, HydroTAM-3D gibi modelleme teknikleri (OSB 2014) taşkın riski olan alanları gösterir. Sürecin bu kısmı, taşkın modeli yapan hidrolog ile dere tasarımı yapan peyzaj mimarının kesitlerin tamamının risksiz şekilde oluşturulduğundan emin olmasına değin karşılıklı veri paylaşımı ve revizyonlar ile rafine edilir.

Buna ek olarak alandaki yatay, dikey ve uzunlamasına hidrolojik bağlantılar konusunda stratejiler geliştirilmelidir (Kondolf vd. 2006). Kurbağalıdere ve çevresinin geçirimsizliği ve biyoçeşitliliği bu ekolojik koridorun bağlantılılığı açısından önemlidir. Yatay bağlantılılık derenin içerisine çevredeki suların girebilmesi, yan kollarla ilişkilerin devam etmesi şeklinde açıklanabilir. Bu yanal ilişkilerin seddeler ve yol yapıları ile kesilmemesi, akış miktarlarının azaltılmaması gözetilmelidir. Dikey hidrolojik bağlantı dere içindeki suyun yükselip alçalmasına odaklanır, sedimantasyondan dere içinde oluşturulacak küçük tepeciklere (ripples) kadar pek çok faktör dikey bağlantıda rol oynamaktadır. Dere içerisindeki vejetasyonun da dikey bağlantı konusunda pürüzlülüğü artırdığı için belirgin bir etki yapması muhtemeldir. Uzunlamasına bağlantı ise suyun, materyal ve canlıların yatak boyunca akışını ifade eder. Bu yatakta oluşturulan her tür barajın

su canlılarının akışı konusunda bağlantıyı kestiği düşünülmelidir. Kurbağalıdere özelinde yatay, dikey ve uzunlamasına bağlantının teşkil edilmesi için kentin daha geçirimli hale getirilmesi, topografya ilişkilerinin önünün kesilmemesi, suların gerek yapılardan sarnıçlarla, gerekse de peyzaj üzerinden oluşturulacak toplama hazneleri ve koridorları ile hasat edilerek kentin kullanmasına yeniden sunulması gerekmektedir. Bu kapsamda proje alanında yakın çevresindeki kente model teşkil edecek yağmur bahçeleri, biyolojik hendekler, su tutma hazneleri ve ayrıca kentsel sulak alan habitatları oluşturulmalıdır. Bu bir dere koridoru çalışmasının salt bir taşkın önleme eyleminden daha ziyade şehrin genelinde sürdürülebilir drenaj sisteminin tasarlanması eylemine dönüşmesi demektir.

Tasarım sürecinin dördüncü ve son aşamasında, projede sosyal sürekliliğin nasıl sağlanacağına da odaklanmak gerekir. Peyzaj tasarımı açısından bir dere koridoruna bakıldığında bu koridorun, yatay, düşey ve yatak boyunca bağlantılılığın korunması sosyal süreklilik açısından da çok önemlidir (Kondolf ve Pinto 2017). Bu kapsamda Kurbağalıderenin mansabında yer alan dere koridorundaki tasarım kararları aşağıda listelenmiştir:

- 1- Derenin mansabındaki batık bölgenin zemin kotları ve kesit eninde değişiklik yapmadan kanalın her iki tarafındaki açık alanların kentin sosyal ve rekreatif ihtiyaçlarına hizmet verir hale getirilmesi.
- 2- Kuşdili bölgesindeki asfalt ve geçirimsiz otopark yüzeyinin alanın geçmişindeki gibi aktif kullanılan bir kentsel çayır alanına dönüştürülmesi
- 3- Çayır alanında festival, konser sergi, dinlenme ve seyir alanlarına yer verilmesi ve sosyo-kültürel olarak alanın desteklenmesi
- 4- Bu bağlamda kültürel aktiviteleri destekleyecek bir Kültür Merkezi/ Gençlik Merkezi yapısının Söğütluçeşme tarafına inşa edilmesi.
- 5- Ayrıca bölgedeki otopark ihtiyacına cevap vermek amacıyla Kültür Merkezinin kapasitesi yüksek bir kapalı otoparkı barındırması.
- 6- Kuşdili çayırında 300 araçlık yeşil bir otopark tasarlanması.
- 7- Kuşdilinin araçtan ve geçirimsiz yüzeylerden arındırılması, dere kenarında 1m kotuna kadar derenin



iki tarafındaki yeşil alanları kademeli olarak indirerek insanların suyla buluşmasının sağlanması.

8- Çayır alanında yer alacak sergi duvarının hem alanın geçmişini yansıtmaya hem de geceleri sinema ve dijital sanat gösterileri için kullanılması.

9- Hasanpaşa'daki İETT Garajının küçültülerek derenin üzerinde işgal ettiği kısımlarının bir açık hava sergi/müze alanına dönüştürülmesi ve kesintisiz yaya ve bisiklet yolları ile dere kenarından geçişin sağlanması.

10- Hasanpaşa ve Fikirtepe tarafındaki kentsel iyileştirmelerde dere aksının omurgayı oluşturması.

11- Hasanpaşa ve Salı Pazarı alanı arasında dere koridorunun basamaklarla kademelendirilmesi ve içine bitkisel unsurları ve insanı kontrollü şekilde alması.

Kurbağalıdere'nin gövde ve memba zonlarında alınan tasarım kararları şu şekildedir:

1- Derenin E-5 ve 15 Temmuz Şehitler Köprüsü bağlantı yolları arasında kalan kısımda kesintisiz yaya ve bisiklet dolaşımının sağlanması, görsel olarak olumsuz etkilerin iyileştirilmesi.

2- Medeniyet Üniversitesi ve Fikirtepe dönüşüm alanında kalan kısımda insanların gününbirlik kullanımını için halihazırda kademeli olan dere kesitinin

işlevlendirilmesi, ekolojik kalitesinin iyileştirilmesi.

3- Göztepe köprüsüne yakın alandan menfez şeklinde E-5'in altından geçirilen derenin yakınında gençlerin aktif kullanacağı bir parkın tasarlanması (saha sporları, kaykay pistleri, çocuk oyun alanları ile bu semtin ilgili yaş gruplarının aktif yaşam ihtiyaçlarının karşılanması). Bu rekreatif koridorun Örnek Mahallesi boyunca devam ederek Ataşehir'e kadar kesintisiz yaya ve bisiklet yolları, aktivite platformları ve köprüler ile desteklenmesi.

4- Ataşehir finans merkezi yönünde ıslahı henüz yapılmamış trapez kesit dere kanalının morfolojik özelliklerinin korunarak malzemesinin iyileştirilmesi ve etrafındaki topoğrafya ile kurduğu ilişkilerin düzenlenmesi, ağaçlandırma çalışmalarının yapılması.

5- Gerek topoğrafyası gerekse de geçirimsiz yüzeylerinin oranıyla bir kentsel kanyonu andıran Ataşehir finans merkezinin kuzey ve doğusundaki alanın hazne büyüklüğü göz önünde bulundurularak kentsel bir sulak alana dönüştürülmesi. Yağmurlu mevsimde bu alanın bir su toplama alanı olarak çalışması, kurak dönemde suyun bitmesi ile beraber park olarak kullanılması. Ekolojik anlamda bir jeneratör olarak bölgeye hizmet vermesi.

6- Alanda kullanılacak yapısal ve bitkisel malzemelerde karbon ayak izi düşük ürünlerin kullanılması.

Peyzaj tasarımı, insanlar, şehirler ve dereleri arasındaki diyalogu kuvvetlendirmek için dere koridorlarının yatay, dikey ve uzunlamasına kullanım ilişkilerini kurgular



Mansap: Kuşdili Çayırı, Rüşti Saraçoğlu Stadyumu ve Kurbağalıdere



Memba: Ataşehir Finans Merkezi ve Örnek Mahallesi geçişindeki sünger alan



Memba: Ataşehir Finans Merkezi ve Örnek Mahallesi geçişindeki sulak alan

Geleceğe Dair Ortak Akıl

Kentlerimizin giderek geçirimsiz hale gelmesi, doğal ve yapay çevre arasındaki dengelerin bozulması ve yaşam kalitemizin düşmesine sebep olmaktadır. Sert yüzey oranının yeşil alana göre daha baskın hale gelmesi yağmur suyu döngüsünün onarılmayacak kadar kırılmasına neden olmakta, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini daha da gün yüzüne çıkarmaktadır. Aşırı kuraklıklar veya ani ve olağandışı miktarlardaki yağışlar şehirleri felaketlere sürüklemektedir. Dünya genelinde yaşanan bu istenmeyen olaylara disiplinler arası bakışla bakmak ve çözüm önerilerini bu şekilde geliştirmek kaçınılmazdır. Suyu artık statik bir maddeymiş gibi ele almak ve doğa ile ilişkisini keserek bunu sadece mekanik yaklaşımlarla çözmek etkin bir sonuç doğurmamaktadır. Bunun örneklerini son günlerde yaşadığımız Marmara denizinde müsilaç 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.

Mavi, şehirlerin yeşile
bakış açısını şekillendiren bir
çerçeve sunar.

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 ulaşmaya 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?

1- Doğal alanlarımız ve geçirimli yüzeylerimiz mümkün olduğu kadar bu halleriyle korunmalıdır. Bunun başında orman ve tarım arazilerinin korunarak, yapılaşan yeni yerleşim alanlarında da yeşil alan miktarının hem ekolojik hem de nüfusun ihtiyaçlarını karşılayacak kadar bol bırakılması gelmektedir. Ancak orta ölçekli yoğun kent dokularında da yapılabilecekler vardır. Örneğin, ölçeği aşırı derecede kaçmış sert yüzey uygulamalarının yapıldığı kamusal alanların daha geçirimli hale gelmesinin sağlanması ve içerisinde kentsel ısı adası etkisini azaltacak yeşil dokuların oluşturulması plan kararları ve kentsel tasarım rehberlerine konulmalıdır.

2- Kentsel gelişimin hidroloji üzerindeki baskısı azaltılmalıdır. Bunu yaparken kentin doğal su döngüsünü destekleyen bir ağın kurulması gerekmektedir. Su havzalarını yapılaşmaya açmamak veya daha önce bu alanlara yerleşmiş yapıların yeşil altyapı ile daha sıkı ilişki kurması sağlanmalıdır.

Kent, sadece yeşil altyapı sistemi olarak görülme-
yip, bunun mavi ve yeşil altyapı stratejileri olarak
entegre ele alınması sağlanmalıdır. Yani yapılan ye-
şil alan tasarımlarının odağına suyun hidrolojik dön-
güsünü sağlayacak çözümler konulup, bu alanlar
kentlin su yönetiminin etkin bir parçası haline nasıl
getirilir sorusuna cevap verecek standartlar kentsel
tasarım ve yeşil alan tasarım rehberlerine konulma-
lıdır. İklimi regüle etmeye yarayan, insana yağmur-
ları getirecek doğal varlıkları içeren yeşil alanların
bu fonksiyonlarını yerine getirecek şekilde çok kat-
manlı bitkisel tasarımlarına dikkat edilmelidir.

Yeşil alanların ve kentsel çevrenin bu suyu hem top-
layıp hem buharlaştırarak yeniden gökyüzüne gön-
dermesi ve bir kısmını da yer altındaki kaynaklara
iletmesi sağlanmadığı müddetçe iklimi düzenleme-
nin mümkün olmadığı unutulmamalıdır. Bu sebeple
de son günlerde gündemde olan belirli bir metreka-
re büyüklükteki alanlarda binaların çatılarından ge-
len suyun hasadına yönelik pür mühendislik sistem-
leri uzun vadede bizi istenen yere getirmeyecektir.
Zira bu sistemler buharlaşma ve yer altına sızma
fonksiyonlarını göz ardı etmeleri sebebiyle kesilen
hidrolojik döngüye tam bir çözüm üretememekte-
dir. Öncelikle çatıdan toplanan suyu bize getirecek
doğal sistem kurgulanmalıdır.

3- Suyun alanın hemen yakınında bir yerde
yönetimi hem altyapı yüklerinin azalması, hem de
su döngüsünü sağlayacak yeşil alanların bu konu-
daki işlevlerini yerine getirmelerini sağlayacaktır.
Geleneksel altyapı çözümleri ile bir yere yağmur
düşüğünde, sert yüzeylerden yüzey akışına geçen
su mazgallardan içeri girerek yer altından kilomet-
relerce yol kat ederek denizlere akmaktadır. Arıtma
tesislerinde çok fazla arındırılmadan veya tesisin ol-
madığı yerlerde hiç arınmadan bu su doğa ile bulu-
şmaktadır.

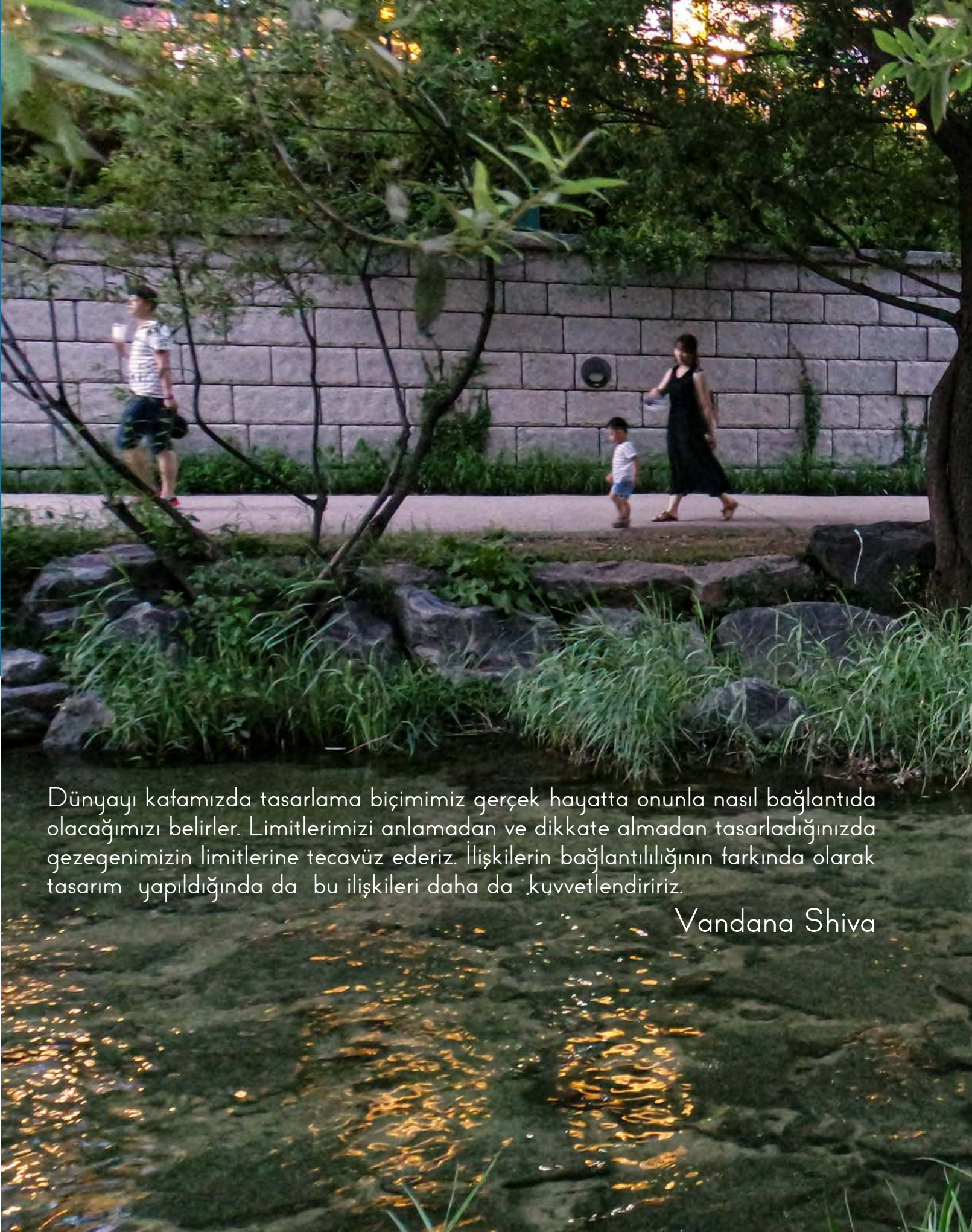
Esasen bu sistemin daha farklı çalışması da müm-
kündür. Örneğin cadde ve sokaklarımız veya
meydanlarımızdan gelen suyun bu alanların he-
men yanı başında bulunan bordürlerle ayrılması
yeşil alanlara (refüjler, geniş çim alanlar vb.)

alınması ve burada bitkilerle ve çakıl yüzeylerle
filtrelenerek belirli bir ölçüde çözüldükten son-
ra yağmur suyu hatları ile en yakında oluşturula-
cak bir toplama alanına iletilmesi mümkündür.

4- Entegre su yönetimi sistemine yeşil ve
mavi altyapı tasarım çözümlerini dahil etmek gerek-
mektedir. Bu entegre sistem yağmur bahçeleri, bi-
yolojik hendekler, su tutma alanları, su arıtım alan-
ları ve su dağıtım alanları şeklinde farklı tipolojilerle
oluşturulacak yeşil alanları bünyesinde barındırma-
lıdır. Bu sistemin kentin bütün altyapı sistemlerine
eşlik etmesi kritik öneme sahiptir. Örneğin mevcut-
ta karayollarının kentte kat ettiği alanların miktarı
düşünüldüğünde, su hasadı anlamında önemli bir
kaynak olarak değerlendirilmesi gerekmektedir.
Bu büyük ulaşım koridorlarının yeşil bantları ve çok
geniş refüjleri tasarımlarının bir parçasıdır. Ancak
mevcut uygulamada bu alanlardan yüzey akışına
geçen su bu yeşil bantlarla buluşturulmamaktadır.

Entegre yağmur suyu yönetimi bakış açısı ile mev-
cutta atıl duran yeşil alanlara suyun yönlendirilmesi
ve bir müddet buralarda tutulduktan sonra altya-
pıya verilmesi mümkündür. Mikro ölçekten bir ör-
nek vermek gerekirse, yapılarımızın çatılarından
gelen suyun yapının hemen yakınında bulunan yeşil
alanlarda oluşturulacak bitkili haznelerde doğa ile
buluşturulup buradan altyapı ile depolara alınması
doğanın ihtiyacının giderilmesine, su kalitesinin ar-
tırılmasına ve bir miktar suyun toplanarak yeniden
kullanımına hizmet edecektir. Artık salt insan fayda-
sına olan yaklaşımlardan kaçınma ve doğanın hakkı-
nı doğaya verdikten sonra, yani su döngüsünü des-
tekleyerek iklim adına doğru bir adım attıktan sonra,
bu suların yönetimine odaklanma zamanı gelmiştir.

5- Son günlerde yaşanan çevre sorunları kir-
liliğin önlenmesi ve atığın artık bir kaynakmış gibi
ele alınarak yeniden dönüştürülmesini gerektir-
mektedir. Bu, su için de geçerlidir. Kentin her tür
yağmur suyu ve atık suyunun bir kaynak olduğu bi-
linciyle, bunların doğa tabanlı bir çözümle ele alın-
ması kaçınılmazdır.



Dünyayı kafamızda tasarlama biçimimiz gerçek hayatta onunla nasıl bağlantıda olacağımızı belirler. Limitlerimizi anlamadan ve dikkate almadan tasarladığınızda gezegenimizin limitlerine tecavüz ederiz. İlişkilerin bağlantılılığının farkında olarak tasarım yapıldığında da bu ilişkileri daha da kuvvetlendiririz.

Vandana Shiva



KAYNAKLAR

- Akın S. (2019). İstanbul'da Bir Zürafa. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul.
- Alberti, M. (2005). The effects of urban patterns on ecosystem function. *International Regional Science Review*, 28(2), 168-192.
- Alexander, S. & McInnes, R. (2012). The benefits of wetland restoration. Ramsar Scientific and Technical Briefing Note no.4. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.
- Alaton, İ., Tanık, A., Övez, S., İskender, G., Gürel, M., Orhon, D. (2007). Reuse Potential of Urban Wastewater Treatment Plant Effluents in Turkey: A Case Study on Selected Plants, *Desalination*, 215, 159-165.
- Altuğ, K. (2015). Planlama İlkeleri ve Yapım Teknikleri Açısından Tarihi Yarımada'daki Bizans Dönemi Sarnıçları. *Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi*, 15: 3-22.
- Anıl, A. (2005). Tuzla'nın Mekansal Gelişimi, İ.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Anonim (2015). The economic values of nature: an assessment of the ecosystem services of forest and tree canopy. The Low Impact development Center, Maryland.
- Argue, J. (Ed.) (2005). *Water Sensitive Urban Design: Basic Procedures for Source Control of Stormwater*. Urban Water Resources Centre, University of South Australia, Adelaide, syf 273.
- Avcı, İ. (2021). Dünyada ve Türkiye'de Su Politikaları ve Su Yönetimi, Su Sorunları Çalıştayı, 18-19 Haziran, 2021, Sonuç Raporu. Makine Mühendisleri Odası: 9-21
- Aydın, A., (1992). Abduş Gölü Vejetasyonu, İ.Ü. Deniz Bilimleri Coğ. Enst. Bülten, Sayı 5.
- Azzout, Y., Barraud, S., Cre's, and Alfakih, E. (1994). Techniques alternatives en assainissement pluvial. Choix, conception, re'alisation et entretien. (Alternative stormwater management techniques: Selection, design, construction and maintenance). Paris, France: Collection Tec & Doc, Lavoisier.
- Barlow, D., Burrill, G., and Nolfi, J. (1977). Research report on developing a community level natural resource inventory system: Center for Studies in Food Self-Sufficiency. http://vtpeakoil.net/docs/NR_inventory.pdf
- Batty, M. (2013). *The new science of cities*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Benedict, M.A., McMahon, E. (2006), *Green Infrastructure*, Island Press, Washington.
- Bellows, A.,C. (2011). On hundred years of allotment gardens in Poland. Food Policy Institute, Rutgers University, New Jersey, USA.
- Bilgili, A., (2008). Tuzla Kamil Abdüş Gölü'nün Bilgisayarda Sonlu Elemanlar Yönetimi ile Çevresel Akıntı Modellemesi için Veri Toplanması ve Bir Ağ Sistemi Geliştirmesi, İBB Projem İstanbul Araştırma Projesi Raporu, İ.T.Ü. Denizcilik Fakültesi, İstanbul.

- 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. *Environ. Manag.*, 36, 455–468.
- Bunn, S. E., Arthington, A. H. (2002). Basic Principles and Ecological Consequences of Altered Flow Regimes for Aquatic Biodiversity, *Environmental Management* Vol. 30, No. 4, pp. 492–507.
- Burke J. Ewan J. (1999). *Sonoran Preserve Master Plan: An Open Space Plan For The Phoenix Sonoran Desert*. Arizona State University Press, Tempe.
- Burns, M.J., Fletcher, T.D., Walsh, C.J., Ladson, A.B., Hatta, B.E. (2012). Hydrologic shortcomings of conventional urban stormwater management and opportunities for reform. *Landscape and Urban Planning* 105, 230e240.
- Cahan, A. J. (2017). *Water Security in the Middle East: Essays in Scientific and Social Cooperation*. Anthem Water Diplomacy Series. Anthem Press.
- Chan, F.S., Griffith, J. Higgith, D., Xu, S., Zhu, F., Tang, Y., Xhu, Y., Thorne, C. (2018). “Sponge City” in China—A breakthrough of planning and flood risk management in the urban context. *Land Use Policy* Vol. 76, 772-778.
- Chiesura A. (2004). The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning* 68, 129-138.
- Christie, J. & Bostwick, P. (2012). *Climate Change Adaptation Plan for Coastal and Inland Wetlands in the State of Michigan*. North Windham, ME: The Association of State Wetland Managers.
- CIRIA (2000). *Sustainable urban drainage systems – design manual for Scotland and Northern Ireland*. Dundee, Scotland: CIRIA Report No. C521.
- CIRIA (2015). *The SUDS Manual*, Construction Industry Research and Information Association, Londra.
- Cook, R.A., Gawne B, Petrie R. (2015). River metabolism and carbon dynamics in response to flooding in a lowland river. *Mar Freshw Res* 66:919–927.
- Cortinez-O’Ryan, A., Moran, M.R., Rios, A.P., Anza-Ramirez, C., Slovic, A.D. (2020). Could severe mobility and park use restrictions during the COVID-19 pandemic aggravate health inequalities? Insights and challenges from Latin America. *Cadernos De Saúde Pública*, 36(9):e00185820.
- Cosier, M., Shen, D. (2009). Urban water management in China. *Int. J. Water Resour. Dev.* 25, 249–268.
- ÇŞB (2017). Yağmur Suyu Toplama, Depolama ve Deşarj Sistemleri Hakkında Yönetmelik. Resmi Gazete. Sayı: 30105. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/06/20170623-8.htm>, (Ziyaret 20.09.2021). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- ÇŞB (2019). 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. <https://www.akillisehirler.gov.tr/wp-content/uploads/EylemPlanı.pdf> (Ziyaret: 20.10.2021)
- ÇŞB (2021). Ulusal Yeşil Sertifika Değerlendirme Kılavuzu. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/06/20210609M1-3-1.pdf> (Ziyaret: 20.08.2021)

- Davis, A.P., Traver, R.G., Hunt, W.F., Lee, R., Brown, R.A., Olzeski, J.M. (2012). Hydrologic performance of bio-retention storm-water control measures. *Journal of Hydrologic Engineering*, 17 (5), 604–614.
- DeBusk, K., Hunt, W.F., Line, D. (2011). Bioretention outflow: does it mimic non-urban watershed shallow interflow. *Journal of Hydrologic Engineering*, 16 (3), 274–279.
- Dekker, T., J. Despinto, R. McCulloch, T. Redder. (2010). Deposition and resuspension of particles and the associated chemical transport across the sediment -water interface. In *Handbook of Chemical Mass Transport in the Environment*. L.J. Thibadeaux, D. Mackey (Eds.) CRC Press.
- Demir, H. (2019). Eski Türklerde su kültürü ve Anadolu Selçuklu mimarisi üzerindeki etkileri. *Amasya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı:5: 23-46.
- Department of Environmental Resources (1999). *Low-impact development: an integrated design approach*. Maryland, USA: Department of Environmental Resources, Prince George's County.
- Derrible, S. (2017). Complexity in future cities: the rise of networked infrastructure. *International Journal of Urban Sciences*, 2017 VOL. 21, NO. S1, 68–86.
- Dietz, M.E. (2007). Low impact development practices: a review of current research and recommendations for future directions. *Water, Air & Soil Pollution*, 186 (1–4), 351–363.
- Dinç, H. (2021). Arazi Kullanım Kararlarının Dere Sistemleri Üzerinde Etkileri İstanbul Örneği. *Su Sorunları Çalıştayı*, 18-19 Haziran, 2021, Sonuç Raporu. Makine Mühendisleri Odası: 58-62.
- Doğangönül, Ö., Doğangönül, C. (2009). *Küçük ve orta ölçekli yağmursuyu kullanımı*. Teknik Yayınevi.
- Du, N., Ottens, H., Sliuzas, R. (2010). Spatial impact of urban expansion on surface water bodies: A case study of Wuhan, China. *Landscape Urban Plann.* 94, 175–185.
- Duaney, A., Speck, J., Lydon, M. (2009). *The smart growth manual*. Mac Graw Hill.
- EC (2021). Natura 2000. European Commission https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/index_en.htm, (Ziyaret: 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> (Ziyaret: 20.09.2021)
- EPA (2006). *National Pollutant Discharge Elimination System (NPDES): Preliminary Data Summary of Urban Storm Water Best Management Practices* (EPA publication No. EPA-821-R-99-012). Washington, DC.
- EPA (2012). *Green Infrastructure*, <http://www.epa.gov/green-infrastructure> (Ziyaret: 20.09.2021)
- EPA (2015). *Get flood insurance discounts with low impact development*. https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-04/documents/epa-lid-gi_and_crs_final.pdf. (Ziyaret: 01.09.2021)
- Esbah, H. (2006). Aydın'da kent parklarının bazı ekolojik kalite kriterleri yönünden irdelenmesi. *Ekoloji* 15, 58, 42-48.
- 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.
- Esbah, H., Esbah, H.O. (2020). Sağlıklı Kentler ve Pandemi: Covid-19 Pandemisinin Düşündürdükleri. *Peyzaj: Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi*, 2 (2): 57-64.

- Esbah, H. (2021). Peyzaj mimarlığı mesleği bakış açısından kentsel yağmur suyu hasadı. Su Sorunları Çalıştayı, 18-19 Haziran, 2021, Sonuç Raporu. Makine Mühendisleri Odası. 85-89.
- Ferguson, K.B. (2005). Stormwater Infiltration. Taylor and Francis.
- Fletcher, D.T., Shuster, W., Hunt, W.F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., Trowsdale, S., Barraud, S., Semadeni-Davies, A., Bertrand-Krajewski, J., Mikkelsen, P.F., Rivard, G., Uhl, M., Dagenais, D., Viklander, M. (2015). SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. Urban Water Journal, Vol. 12, No. 7, 525–542.
- 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. (2008) Urban Regions: Ecology and Planning Beyond the City; Cambridge University Press: Londra, UK.
- Forman, R.T. T (2014). Urban Ecology: Science of Cities. Cambridge University Press, Boston.
- Forman, R.T.T (2019). Towns, Ecology and the Land. Cambridge University Press, Boston.
- Giz, A. (1998). Bir Zamanlar Kadıköy. Sena Ofset, Şefik Matbaası.
- GM (2021). UI GreenMetric World University Ranking. <https://greenmetric.ui.ac.id/> (Ziyaret: 13.08.2021).
- Gökşen, S. (2021). Gri Su Arıtımı ve Geri Kazanımı. Su Sorunları Çalıştayı, 18-19 Haziran, 2021, Sonuç Raporu. Makine Mühendisleri Odası. 79-80.
- Gülgün, B., Yazıcı, B. (2016). Yeşil altyapı sistemlerinde mevcut uygulamalar. Ziraat Mühendisliği Dergisi, Sayı 363: 31-37.
- Gündem, S. (2021). Akıllı Su Yönetim Sistemleri. Su Sorunları Çalıştayı, 18-19 Haziran, 2021, Sonuç Raporu. Makine Mühendisleri Odası: 53-57.
- Jiang, Y., Chan, F.K.S., Holden, J., Zhao, Y.Q., Guan, D.B. (2013). China's water management challenges and solutions. Environmental Engineering Management. J. 12, 1311–1321.
- Hatt, B. E., Fletcher, T. D., Walsh, T. J. And Saylor, S. L. (2004). The Influence of Urban Density and Drainage Infrastructure on the Concentrations and Loads of Pollutants in Small Streams, Environmental Management Vol. 34, No. 1, pp. 112–124.
- HET (2021). Kurbağalıdere Vadisi Çevre Düzenleme Projesi Yapılması İş, Proje Raporu. HET (Habitat- Ekoloji- Teknoloji) Peyzaj Kentsel Tasarım Ar-Ge Ltd. Şti. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Park Bahçeler Daire Başkanlığı.
- Kadioğlu, M. (2019). Bildiğiniz Havaaların Sonu. Sia Yayınevi.
- Kandır, S.F. (2021). Yağmur Suyu Hasadı ve Çatı Suyu Hesabı, Su Sorunları Çalıştayı, 18-19 Haziran, 2021, Sonuç Raporu. Makine Mühendisleri Odası. 81-84.
- Krajewski, Peter Steen Mikkelsen, Gilles Rivard, Mathias Uhl, Danielle Dagenais & Maria Viklander (2015). SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. Urban Water Journal, Vol. 12 (7), 525-542.
- KGM (2013). Karayolları Teknik Şartnamesi. Karayolları Genel Müdürlüğü.

- Krieger, A. (2003). The unique characteristics of urban waterfront development. In *Remaking the Urban Waterfront*, Urban Land Institute.
- Kondolf, G. M., Boulton, A. , O'Daniel, S., Poole, G., Rahel, F., Stanley, E., Wohl, E., Bang, A., Carlstrom, J., Cristoni, C. , Huber, H. , Koljonen, S. , Louhi, P. , Nakamura, K. . (2006). Process-based ecological river restoration: visualizing three-dimensional connectivity and dynamic vectors to recover lost linkages. *Ecology and Society* 11(2): 5. <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss2/art5/> (Ziyaret: 1.10.2021)
- Kondlof, M. Pinto, P. (2017). 'The Social Connectivity of Urban Rivers', *Geomorphology*, vol. 277, 2017, pp. 182-196.
- Kuban, D. (1976). *Sanat Tarihimizin Sorunları*, Çağdaş yayınları, İstanbul 1976.
- Lawrence, A.I., Ellis, J., Marsalek, J., Urbonas, B., Phillips, B.C. (1999). Total Urban Water Cycle based Management. In *Proceedings of International Conference on Urban Storm Drainage*, Sydney, Australia, 30 August–3 September 1999; Volume 3, pp. 1142–1149. 24.
- Li, E., J. Endter-Wada, Li, S. (2015). Characterizing and contextualizing the water challenges of megacities. *Journal of the American Water Resources Association*, 51(3), 589-613.
- Liu, W., Chen, W., Feng, Q., Peng, C., Kang, P. (2016). Cost-Benefit analysis of green infrastructures on community stormwater reduction and utilization: a case of Beijing China. *Environ. Manage.* 58, 1015–1026.
- Mazzotta, M.J., Besedin, E., Speers, A.E. (2014). A Meta-Analysis of Hedonic Studies to Assess the Property Value Effects of Low Impact Development. *Resources* 3, 31-61.
- Mitsch, W. J., Gosselink, J. G. (2007). *Wetlands* 4th edition, Wiley.
- Mougot, J. A. (2000). Urban agriculture. Definition, presence, potetials, risks and policy challenges. *International development research center*, Ottawa Canada.
- Mostafavi, M., Doherty, G. (2016). *Ecological Urbanism*. Revised Edition. Lars Müller Publishing. Boston.
- Nahlik, A.M. Fennessy, M.S. (2016). Carbon Storage in US wetlands. *Nature Communications*, 7 (13835): 1-9.
- OSB (2014). *Su Kaynaklarını Modelleme Konusunda Strateji ve Yol Haritası*, Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Ankara. <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Modelleme%20Hakk%C4%B1nda%20Strateji%20ve%20Yol%20Haritas%C4%B1.pdf> (Ziyaret: 05.10.2021). Özdemir, A., (2009). Peyzaj tasarımında yağmur suyu denetimi, *Peyzaj Mimarlığı Dergisi*, 2009/1, 77-89.
- Ouyang, T., Zhu, Z., Kuang, Y. (2006). Assessing impact of urbanization on river water quality in the Pearl River Delta economic zone, China. *Environ. Monit. Assess.* 120, 313–325.
- Öziş, Ü. (2015). Tarihi su yapıları açısından Türkiye'nin dünyadaki önemi. *İTÜ Vakfı Dergisi*, Sayı 70: 49-51.
- Paul, M.J., Meyer, J.L. (2001). Streams in the urban landscape. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 32:333–365.
- 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.

- Sarp, A., Yücedağ, C., Kaya, L.G. (2021). COVID-19 Pandemi Sürecinde Parklar Üzerine Kullanıcıların Görüşleri: Antalya-Konyaaltı Örneği. MAKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 12(1): 69-75.
- Schueler, T.R. (1987). Controlling urban runoff: A practical manual for planning and designing urban BMPs. Washington: Washington Metropolitan Water Resources Planning Board.
- Shuster, W.D., Morrison, M.A., and 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/> (Ziyaret: 18.06.2021)
- Sezen, I. (2018). Karayolu peyzajı ve manzara yolları. Süleyman Demirel Üniversitesi, Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi 3(1): 54-65.
- Shaw, D. Schmidt, R. (2003). Plants for Stormwater Design. Minnesota Pollution Control.
- Shen, X. (2010). Flood Risk Perception and Communication Within Risk Management in Different Cultural Contexts: A Comparative Case Study Between Wuhan, China, and Cologne, Germany.
- SITES (2008). Sustainable Sites Initiative: Guidelines and Performance Benchmarks. American Society of Landscape Architects, Texas, Austin. http://actrees.org/files/Newsroom/ssi_draft08.pdf (Ziyaret: 15.09.2021)
- Stelk, M.J. & Christie, J. (2014). Ecosystem Service Valuation for Wetland Restoration: What It Is, How To Do It, and Best Practice Recommendations. Association of State Wetland Managers, Windham, Maine.
- Stovin, V., Vesuviano, G. Kasmin, H. (2012). The hydrological performance of a green roof test bed under UK climatic conditions. *Journal of Hydrology*, vol 414-415: 148-161.
- Tang, Y.-T., Chan, F.K.S., Griffiths, J. (2015). City profile: ningbo. *Cities* 42 (Part A), 97–108.
- Tanık, A., Öztürk, İ., Cüceloğlu, G. (2016). Artılmış atıksuların yeniden kullanımı ve yağmur suyu hasadı sistemleri. Türkiye Belediyeler Birliği.
- Tanık, A. (2017). Yağmursuyu toplama, biriktirme ve geri kullanımı. Su Kaynakları ve Kentler Konferansı, Kahramanmaraş, 25-27 Ekim, 2017. <https://www.skb.gov.tr/wp-content/uploads/2017/11/Prof.-Dr.-Aysegul-TANIK.pdf> (Ziyaret 10.06.2021).
- Terzi, F. Ocakçı, M. (2017). Kentlerin geleceği: Akıllı Kentler. İTÜ Vakfı Dergisi, Sayı 77: 10-13.
- Thompson CW (2002). Urban open spaces in the 21st century. *Landscape and Urban Planning* 60, 2, 59-72.
- TPL (2016). City Parks Clean Water: Making Great Places Using Green Infrastructure. Trust for Public Land, San Francisco.
- Tuncay, A. A., Esbah, H. (2006). Understanding the effects of historic landuse pattern on an urbanized stream corridor. *Journal of Applied Sciences* 6(8): 1873-1881.
- Ünal, U., Akyüz, D.E. (2017). Yağmur hendeklerinin kapasite ve maliyet hesapları. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi* 7(2): 19-46.
- Viljoen, A., (2005). CPULs, Continuous productivelandscapes. Designing urban agriculture for sustainable cities. Architectural Press, Burlington MA 2005, Great Britain Elsevier.
- Waldheim, C., Barbar, A., Elkin, R., Kongsgards, H., Yang J. (2018). Southern Florida and Sea Level: The case of Miami Beach. Harvard University Graduate School of Design.

- Walsh, S. E., Soranno, P. A., Rutledge D. T. (2003). Lakes, Wetlands, and Streams as Predictors of Land Use/Cover Distribution, *Environmental Management* Vol. 31, No. 2, pp. 198–214.
- Wang, L., Lyons, J., Kanehl, P. (2001). Impacts of Urbanization on Stream Habitat and Fish Across Multiple Spatial Scales, *Environmental Management* Vol. 28, No. 2, pp. 255–266.
- Whelans, C., Maunsell, H.G., and Thompson, P., (1994). Planning and management guidelines for water sensitive urban (residential) design. Perth, Western Australia: Department of Planning and Urban Development of Western Australia.
- Yang, L. (2014). Climate Change, Water Risks and Urban Responses in the Pearl River Delta, China. Staats- und Universitätsbibliothek Hamburg.
- Yazgan, M. E, Ozyavuz, M, Çorbacı, Ö.L (2014). Kurakçıl peyzaj (xeriscape) ve uygulamaları. https://www.researchgate.net/publication/315677470_KURAKCIL_PEYZAJ_XERISCAPE_VE_UYGULAMALARI (Ziyaret: 26.09.2021)
- Yousef, Y. A.; Wanielista, M. P. & Harper, H. H. (1986). Design and Effectiveness of Urban Retention Basins. In B. Urbonas & L. A. Roesner (Eds.) *Runoff Quality: Impact and Quality Enhancement Technology* (pp. 338-350). New York, NY: American Society of Civil Engineers.
- Yu, K., (2012). *Designed Ecologies. The Landscape Arhitecture of Kongjian Yu.* William S. Saunders.
- Yücel, F.G., Yıldızcı, A.C. (2006). Kent parkları ile ilgili kalite kriterlerinin oluşturulması. *İTÜ Dergisi A*, Cilt 5 Sayı 2: 222-232.
- Zielinski, J. (2000). The benefits of better site design in residential subdivisions. *Watershed Prot. Tech.*, 3, 633–646.

HABITAT- EKOLOJİ- TEKNOLOJİ



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.

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. 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.

Bu eser, akışa geçen yağmur sularının oluşturacağı olumsuz durumları sürdürülebilir şekilde yönetmek isteyen tasarımcılar ve karar verici mercilere suya duyarlı şehirler oluşturmada rehberlik etmesi amacıyla hazırlanmıştır.