

İklim Değişikliği ile Mücadelede Sünger Şehirler

Ezgi KIRMIZIBAYRAK^{1*}, Neslihan DEMİRCAN², Mehmet Akif IRMAK³

¹ Atatürk University, Faculty of Architecture and Design, Department of Landscape Architecture, 25240, Erzurum, TÜRKİYE;
ekbayrak06@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-7645-7670>

² Atatürk University, Faculty of Architecture and Design, Department of Landscape Architecture, 25240, Erzurum, TÜRKİYE
demircan@atauni.edu.tr <https://orcid.org/0000-0001-5197-6220>

³ Atatürk University, Faculty of Architecture and Design, Department of Landscape Architecture, 25240, Erzurum, TÜRKİYE;
mairmak@atauni.edu.tr <https://orcid.org/0000-0001-8285-5341>
*(ekbayrak06@gmail.com) Email of the corresponding author

Özet – İnsanlar varlıklarının en başından günümüze kadar olan süreçte doğa ile bir mücadele içerisinde girmişlerdir. Yaşamlarını sürdürebilmek için girdikleri bu mücadele içerisinde barınma ve beslenme gibi temel ihtiyaçlarını doğa ile uyum içerisinde sürdürürken aynı zamanda insanlığın gelişmesi ile birlikte ortaya çıkan problemler ve ihtiyaçlar doğrultusunda doğa ile insanlık arasında ki denge gün geçtikçe daha da bozulmaktadır. Dengesi bozulan en önemli etmen ise iklimdir. İklim insanların doğal çevre ile uyumlarının şekillenmesinde, sosyal ve ekonomik faaliyetlerinin çeşitlenmesinde ve barınma, yeme-içme gibi temel ihtiyaçlarının karşılanmasında önemli rol oynamaktadır. İklimin dengesinin bozulması ve insanların yaşadıkları alanlarda iklim şartlarının değişmesi belirli sorunları ve bu sorunlar karşısında bazı çözümleri de yanında getirmiştir. Bu sorunların başında kuraklık ve yağış artışlarından meydana gelen seller, bu problemlerin çözümlerinin başında ise yağışın toprağa kazandırılması amacı ile yağmur suyu hasadı ve sünger şehirler gelmektedir. Bu çalışma kapsamında literatür araştırması yapılarak iklim değişikliği sonucunda meydana gelen sellerin ve kuraklıkların incelenmesi ve bu problemlere çözüm olması amaçlanan yağmur suyu hasadı ve sünger şehirlerin literatür taraması sonucunda yorumlanması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler – İklim, iklim değişikliği, yeşil altyapı, yağmur suyu hasadı, sünger şehirler

Sponge Cities in The Fight Against Climate

Abstract– People have struggled with nature in a period that covers from the very beginning of their existence to the present. While maintaining their basic survival needs such as shelter and nutrition in harmony with nature, the balance between nature and humanity is deteriorating day by day in line with the problems and needs that arise with human development. The most important factor whose balance has deteriorated is the climate. Climate influences people's harmony with the natural environment, diversifying their social and economic activities, and meeting basic needs such as shelter and nutrition. The deterioration of the balance of the climate and the change in the climatic conditions in the areas where people live have resulted in certain problems and some solutions to these problems. Drought and floods caused by increased precipitation are the primary issues, and rainwater harvesting and sponge cities aimed at bringing precipitation to the soil are the leading solutions. Within the scope of this study, it is intended to examine the floods and droughts that occur as a result of climate change using a literature review, as well as to interpret rainwater harvesting and sponge cities, which are intended to be solutions to these problems using a literature review.

Keywords– climate, climate change, green infrastructure, rainwater harvesting, sponge cities

I. GİRİŞ

Dünya bankası verilerine göre günümüzde Dünya nüfusunun yaklaşık %65'i kentlerde yaşamaktadır ve bu oranın 2050 yıllarında toplam nüfusun üçte ikisine denk gelmesi beklenmektedir. Nüfus artışı sonucunda meydana gelen kentleşmenin artması birbirine bağlı zincirler halinde birçok problemi de beraberinde getirmektedir. Zincirin ilk halkasını oluşturan bu problemlerin başında iklim değişikliklerin gelmektedir. İklim değişiklikleri yeryüzünde beklenmedik hava değişimlerine bunun sonucunda ise kuraklık ve sel olaylarına neden olmaktadır. Bu hava değişimlerinin en çok hissedildiği yerler ise kentlerdir. İklim değişikliği kentlerde ısı adası etkisinin atması, hava kirliliği, su kıtlığının yaşanması,

yağmur rejiminin değişmesi, kurak gün sayısının artması, yağmur sularında meydana gelen artış sebebi ile sel ve taşkınların meydana gelmesi olarak görülmektedir. Su her ne kadar yaşamın temel ögesi olsa da iklim değişikliğinden meydana gelen seller ve taşkınlar yüzünden insan yaşamına ve çevreye zarar vererek doğal dengeyi de bozmaktadır. Doğal dengenin bozulması sonucunda Dünya üzerindeki su kaynaklarının azalması ile başta tarım olmak üzere insanın yaşamını devam ettirmesine olanak sağlayan sosyal ve ekonomik faaliyetlerinde etkilenmesine ve geri dönüşü olmayan bazı sorunların başlamasına sebep olmaktadır.

İklim değişikliğinin neden olduğu etkilerle başa çıkmak için ülkeler bir araya gelerek bazı çözümler bulmaya çalışmışlardır. Birleşmiş Milletler Binyıl Zirvesi 191 ülke tarafından altına imza atılan ve iklim değişikliğinin neden olduğu problemlere çözüm aranan bu çalışmalardan biridir. Bu zirve sonucunda ortaya konan Binyıl Bildirgesi'ne göre fakirlik ve açlık Binyıl Kalkınma Hedefleri'ne ulaşma da en büyük engellerden bazılarıdır. Bu etkileri ortadan kaldırarak çevresel sürdürülebilirliği sağlamak Kalkınma Hedeflerine kademe olarak ulaşmayı sağlayacaktır [1].

Ekosistemler kapsadıkları alan içinde bulunan canlılar için yaşamlarını sürdürmelerini sağlayan en önemli etmenlerdendir. Ekosistem servisleri ise bir ekosistemde idame eden natürel bir sürecin parçası olarak ortaya çıkan fayda olarak tanımlanabilir. Düzenleyici ekosistem servisleri kentlerde meydana gelen ve iklim değişikliğinin sebep olduğu sorunların etkisinin iyileştirilmesinde ve şehirlerin bu sorunlara karşı direncinin artırılmasında önemli bir rol oynamaktadır [2].

Küresel iklim değişikliğinin sebep olduğu ani hava değişimleri ile meydana gelen olumsuz etkenlerle yüzleşmek, kentleri bu etkenlere karşı korumak, doğa ile insanlar arasındaki dengeyi tekrar düzene oturtmaya çalışmak yeşil altyapı gibi ekosistem servisleri ile mümkün olmaktadır. Yeşil altyapı sistemleri kentsel planlamanın bir parçası haline gelerek, küresel iklim değişikliği çözümlerinde yağmur suyu hasadı ve sünger şehir gibi yöntemlerin kullanılmasıyla kentlerde iklim değişikliği sonucunda oluşan etkilere karşı kentlere daha dirençli ve olumlu katkılar sağlayacaktır.

Bu çalışma ile küresel iklim değişikliğinin insanlar ve doğa üzerindeki etkileri araştırılarak, çözüm yollarından biri olan yeşil altyapı sistemlerinden yağmur suyu hasadı ve sünger şehirler incelenmiş ve bu konunun önemi vurgulanmıştır.

II. MATERYAL VE METOD

Çalışmanın ana materyalini küresel iklim değişikliğinin doğa ve insan üzerindeki zararlı etkisi ve çözüm yolları hakkındaki veriler oluşturmaktadır. Bu çalışma kapsamında öncelikle literatür taraması yapılmıştır. İklim, küresel iklim değişikliği, yeşil altyapı, yağmur suyu hasadı, sünger şehir gibi kavramlar incelenerek yapılan literatür çalışması sonucunda ortaya çıkan veriler üzerinden değerlendirmelere yer verilmiştir.

III. BULGULAR

3.1. İklim

İklim; yeryüzünde gelişen tüm doğal olayları etkiler ve canlıların yaşamları üzerinde belirleyici rol oynar. İnsan etkinlikleri üzerinde de doğrudan etkilidir. Bu sebeple insan çevresindeki iklim olayları anlamak ve bu olayları kendi çıkarları doğrultusunda kullanmak amacıyla, meteoroloji ve klimatoloji gibi bilim dallarını geliştirmişlerdir. Bilim ve teknolojide meydana gelen hızlı gelişmeler sayesinde bu bilim dallarında ilerlemeler sağlanmış ve insanlar için karmaşık bir yapı halinde olan iklim olayları daha anlaşılır bir hale gelmiştir. Bu gelişmeler sayesinde hayatın birçok alanında önemli etkileri olan iklimsel olaylar hakkında pek çok veri elde edilerek bir dizi genel iklim kanunu oluşturulmuştur [3].

İnsanlar ve canlılar varoluşlarından itibaren yaşamlarını sosyal ve ekonomik faaliyetlerini, beslenme barınma temel ihtiyaçlarını iklim koşullarına göre düzenlemişlerdir. Bu yüzden Şekil-1'de de görüldüğü gibi iklim yeryüzünde

yaşayan tüm canlıların yaşamsal faaliyetlerini üzerin önemli etkileri olan bir faktördür.



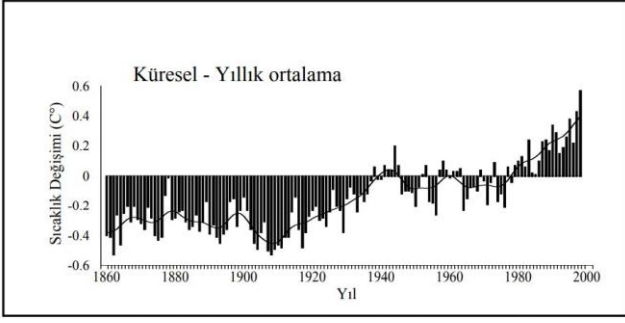
Şekil 1: İklimin doğal, sosyal ve kültürel çevre içerisindeki yeri [4]

Tarih boyunca insanlığın gelişmesi ile beraber ihtiyaçları da çeşitlenmeye başlamıştır. Bu ihtiyaçlarını karşılamak ve yaşam kalitelerini arttırmak için sosyal ve ekonomik anlamda da ilerlemelerde bulunmuşlardır. Bu ilerlemeler için kuşkusuz en önemlilerinden biri de Sanayi Devrimidir. Sanayi Devriminden itibaren kentleşme ve sanayileşme artmış nüfus artışları ile beraber ihtiyaçlar doğrultusunda yeni kaynaklara yönelimler yaşanmıştır. Bu yönelimlerle beraber kırsal alanlardan kentlere göçler başlamış, fosil yakıtın kullanımı artmış, ormansızlaşma başlamış, yanlış arazi kullanımı ve sera gazlarının artışı yaşanmaya başlamıştır. Bu durum kentlerde çevresel problemlerin artmasına, yeşil alanların azalmasına, tarihi koruma alanlarının tahrip edilmesine ve doğa ile insanlar arasındaki düzenin aşılabilir bir şekilde bozulmasına sebep olmuştur. Bu olumsuz eylemlerin etkisi ise en çok iklim değişikliği üzerinde görülmektedir.

3.2. İklim değişikliği

Çok genel bir yaklaşımla, iklim değişikliği, "Nedeni ne olursa olsun iklim koşullarındaki büyük ölçekli (küresel) ve önemli yerel etkileri bulunan, uzun süreli ve yavaş gelişen değişiklikler" şeklinde tanımlanabilir [5]. İklim değişikliği buzullar arası çağlardan beri Dünya'nın çevresindeki ortalama sıcaklık değişimleri ve yağış rejimlerindeki büyük değişiklikler olarak da görülebilmektedir. İklim üzerinde meydana gelen değişiklikler yeryüzü üzerinde buzulların eriyip hareketlenmesi ve bunun sonucunda deniz seviyesindeki değişimlere sebep olması ile ekosistem üzerinde de büyük değişimlere sebep olmaktadır.

1950'lerden sonra başlayan yer yüzeyinin ısınması, her yıl artarak devam etmiş ve küresel sıcaklık rekorları kırmıştır. 1992 yılında yaşanan soğuk yıldan sonra Türkiye'de 1998 yılında sıcaklık rekor seviyelere ulaşmıştır. 1998 yılı hem küresel ortalama hem de Güney Kuzey Yarımküre'de 1850-2000 yılları arasında en sıcak yıl olarak belirlenmiştir [6]. Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) Değerlendirme Raporu'na göre 1951 – 2010 yılları arasında dünya üzerindeki sıcaklık genelinde ki artış, %95-%100'lük ihtimal ile insan etkinliklerinden kaynaklanmaktadır. Değerlendirme raporuna göre 1901 ve 2011 yılları arasında sıcaklık değerleri 0.9°C artmış ve dünya üzerindeki ortalama yeryüzü sıcaklık değerinin Sanayi Devrimi'nden önceki zamana göre 2°C daha yüksek olduğunu ve son buzul döneminden beri deniz suyu yüksekliğinin 5 ile 10 metre arasında bir yükselme yaşadığı belirlenmiştir. Ayrıca IPCC'nin raporuna göre iklim değişikliği ile mücadele kapsamında gerekli önlemler alınmazsa kasırgaların ve kuraklıkların artacağı, deniz seviyesinde belirgin derecede artış yaşanacağı belirtilmiştir [7].



Şekil 2: 1961-1990 dönemi ortalamalarından farklara göre hesaplanan küresel yıllık ortalama yüzey sıcaklığı anomalilerinin 1860-1998 dönemindeki değişimleri [6].

İklim değişikliğinden en çok etkilenen öğelerden biride kentlerdir. Kentler hem fosil yakıtları kullanarak sera gazının artmasına hem de yanlış arazi kullanımına sebep olup yeşil alanların yok olması ile iklim değişikliğine kaynaklık ederken, aynı zamanda ortaya çıkan zararlı durumdan da en çok etkilenen öge durumundadır.

Kentler inşa edilmiş alanların yoğunluğunun fazla ve yeşil alanların yoğunluğunun az olması nedeniyle iklim değişikliği etkilerine karşı hassas durumdadırlar. Ekosistemin sağladığı yararları korumak ve bu yararları arttırmaya çalışmak, iklim değişikliğinden doğan ani hava olaylarının olumsuz etkilerini azaltmayı ve kentleri bu etkilere karşı dirençli hale getirmeyi sağlar. Ekosistem hizmetleri; ekosistemin değerini, kentsel (yüksek ekolojik kalite) ve iklim değişikliğinin işleyişini koruyan doğal, yarı doğal ve kültürel alanlardan oluşan birbirine bağlı bir yeşil ağ (yeşil altyapı sistemi) tarafından sağlanmaktadır [2].

3.3. Ekosistem servisleri

Ekosistem, birbirleriyle etkileşime giren ve birlikte yaşamın sürdürülmesinde önemli işlevleri yerine getiren yerel abiyotik ortamlar olarak tanımlanabilir [8].

İnsanlar da ekosistemlerin önemli birer parçasıdır. İnsanlar içerisinde ve çevresinde bulunduğu ekosistemi etkilemekte, bununla birlikte ekosistem süreçlerinin ve işlevselliklerinin yaşamsal önemi olan birçok ürün ve fayda sunmaktadır. Sağlıklı ve dengeli bir ekosistemin insan yaşamına

- Salgın hastalık ve doğal afetlerden korunma,
- Yeme –içme barınma gibi temel ihtiyaçlarını karşılama,
- Atık ve dengeli ve düzenli iklimsel olaylar
- Doğal dönüşümlerin sağlandığı temiz su, hava, toprak
- Kültürel değerler ve rekreasyon gibi faydalar sağlamaktadır [9].

Dünya Kaynakları Enstitüsü tarafından 2005 yılında yayınlanan Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi (MEA) Raporu'nda tanımlanan şekliyle ekosistem servisleri veya hizmetleri, ekosistemin onlardan elde edebileceği faydaları ifade etmektedir [10].

Ekosistem servisleri dört başlık altında sınıflandırılmıştır. Bunlar; tedarikçi, düzenleyici, kültürel ve destekleyici hizmetlerdir.

Ekosistem servisleri kentler ile birlikte incelendiğinde yapılan araştırmalar sonucunda yeşil altyapı kavramı önem kazanmıştır. Yeşil altyapının önemli bir parçası olan ekosistem hizmetleri Avrupa Birliği çalışmalarına göre doğal, yarı doğal ve diğer çevresel özelliklerin mekansal yapısının tanımlanmasına ve diğer çevresel özelliklerin birçok hizmet

aracılığı ile toluma fayda sağlamasına yardımcı olmaktadır. Ekosistem servisleri, yeşil altyapının uzun süreli hizmet verebilmesini sağlamak için önemli bir bakış açısı sağlar [11].

3.4. Yeşil altyapı

Yeşil altyapı kavramı, sürdürülebilirliği entegre bir şekilde sağlamak için doğal ve kültürel peyzaj planlaması kapsamında stratejik bir sistemdir. Tüm bağlantılı peyzaj sisteminin değerli doğal kaynakları, kilit alanları ve ekolojik yolları dikkate alınarak flora ve faunayı koruyan ve güçlendiren ve kentsel yaşamı destekleyen bir sistem [11].

Yeşil altyapı stratejisinin, kentsel planlama aşamasının bir parçası olması, yeşil altyapıyı oluşturan bileşenler arasında yağmur suyu yönetimi çözümlerinin geliştirilmesi, kentlerde hassas ekosistem dengesinin ve yeşil alanlardan sağlanan ekosistem servislerinin iyileştirilmesinin amaçlayan rasyonel çözümlerin geliştirilmesi kentin iklim değişikliğinin sebep olduğu etkilere karşı dirençli ve sağlam hale gelmesine olumlu ve aktif katkılar sağlayacaktır [2]

Yeşil altyapı sisteminin bileşenleri, çalışma alanının ve yapılacak işin boyutuna göre farklılık gösterebilmektedir. Bu aşamada doğal alanlarda ormanlar, sulak alanlar, korunan alanlar, yaban hayatı alanları, nadir ve endemik türleri barındıran habitatlar gibi ekolojik anlamda korunması ve geliştirilmesi gereken birimlerden oluşurken; kentsel alanlarda yeşil altyapı sistemleri arasında parklar, kent ormanları, oyun alanları, kanallar, ev bahçeleri, yollar, spor alanları, rekreasyon alanları oluşturmaktadır [12]. Bunların yanı sıra dikey bahçeler, çatı bahçeleri, gölet alanları, nehirler, yeşil duvarlar ve mezarlıklar da yeşil altyapı kapsamına girmektedir.

Küresel iklim değişimleri genellikle alışıla gelmişin dışında meydana gelen ani hava olayları ile gerçekleşmektedir. Bu durum mevcut bölgedeki bilindik yağış rejiminden farklı olarak ani ve uzun süreli yağışlar olarak da görülebilmektedir. Yağış rejimindeki ani değişiklik sel ve taşkınlarla sonuçlanıp mevcut bölgede sosyal ve ekonomik olarak zararlara sebep olmaktadır.

Kentlerde aşırı geçirimsiz yüzeyler, suyun doğal akış sistemini değiştirerek suyun doğal sirkülasyonunu bozar ve su rezervlerinin yenilenmesini engeller. Yağmur suyu yüzey akışında kirlenir ve iletildiği su kaynaklarının kirlenmesine sebep olur [2].

İklim değişikliği ile mücadelede ülkeler yağmur suyunu tutarak, suyun doğal akışını bozmadan su kaynaklarına iletilmesini sağlamak amacı ile birçok yöntem oluşturmaya ve bu yöntemleri temel politikaları haline getirerek yağış suyunun ekolojik döngüye tekrar katılmasını sağlamaya çalışmaktadırlar. Bu yöntemlerin başında yağmur suyu hasadı ve sünger şehirler gelmektedir.

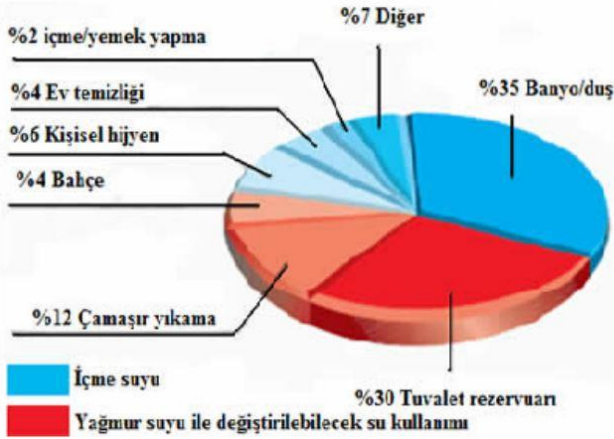
3.5. Yağmur suyu hasadı

Dünya üzerinde su kaynaklarının kısıtlı olması pek çok insanın temiz suya doğrudan ve güvenilir bir şekilde erişimine engel olmaktadır. Pek çok ülkede insanların temiz suya erişiminin zor zahmetli olması mevcuttaki kirlenmiş su kaynaklarına yönelime sebebiyet vermektedir. Bu durum sağlık, ekonomik ve beslenme problemleri de beraberinde getirmektedir.

Kurak ve yarı kurak bölgelerde, yağış rejimi çok düşüktür ve yağış mevsimden mevsime önemli ölçüde değişiklik gösterir. Buna ek olarak zayıf bitki örtüsü, yüzeyi kaymak bağlanmış sığ topraktan yüzey akışı ve buharlaşma ile yağmur sularının büyük bir kısmı tutulmamaktadır. Bu nedenle yağmur

sularının kullanımını en üst düzeye çıkarmak için faydalı bir stratejinin geliştirilmesi gerekmektedir. Sulama, kuraklıkla mücadele için en önemli çözümlerden biri olsa da çok yüksek maliyetli olması ve su rezervlerinin yetersiz kalması nedeniyle günümüzde genellikle daha düşük masraflı alternatifler aranmakta ve bu yağmur suyu hasadı olarak belirtilmektedir [13].

Yağış suyu toplama yöntemine göre eğim yönünde akışa geçen sular toplanır. Çatılardan, kayalardan ve taşlık alanlardan gelen yağmur suları toplanıp hane içerisinde ki ihtiyaçlar için kullanılabilir. Bu sistemin gıda güvenliği açısından pek önemi olmasa da yaşam kalitesini bir nebze olsa iyileştirebilir. Su toplama tekniği, kolay ve ucuz olması nedeniyle hem avantajlı hem de hemen hemen her türlü eğimde uygulanabilir. Büyük ölçekli sulama sistemleriyle karşılaştırıldığında, bu sistemde su iletimi kayıpları çok düşüktür. Yaklaşık olarak hane içerisindeki su kullanım ihtiyacının yarısı bu yöntemle sağlana bilinmektedir [14]. Toplanan yağmur suyu yangın söndürülmesinde, ev temizliğinde, sulamalarda, tuvalet sifonlarında veya gölet, havuzların doldurulmasında kullanılabilir.



Şekil 3: Ev tüketiminde kullanılan su dağılımı [14]

Yağmur suyu hasadının temel prensibi yeryüzündeki ve yer altındaki su kaynaklarının olmadığı veya yeterli gelmediği durumlarda yağmur suyunu toplayarak güvenilir bir su kaynağı elde etmektir. Bu yöntemde yüzey akışındaki yağmur suyunu kontrol altına almak ve bu suyun toplanmasını sağlamak için yeşil terasların, avlu, cadde ve meydanlarda yağmur hendeklerinin, yağış suyu bitki şeritlerinin, caddelerde geçirimsiz yüzeylerin kullanılabileceği gibi yeraltı su depolamalarında sarnıçlar ve sedimentler kullanılırken yer yüzeyinde tanklar, rezervuarlar, havuzlar ve göllerde kullanılabilir. Kurak, yarı kurak ve yarı sulak alanlar; düşük yağış, yağış rejiminin mevsimler arası dağılımının düzensiz olması, yüksek sıcaklık gibi nedenlerle su temininin bitki su ihtiyacı için düşük olduğu alanlar; yıllık yağışın 150 mm'yi aştığı ve yağışın diğer mevsimlere oranla daha çok kış mevsiminde düştüğü alanlar; yıllık yağışın 200 mm'yi aştığı ve yağışın yaz mevsiminde düştüğü ve rezervuar, göletler ya da havuzda toplanmadığı alanlar su hasadı için uygun olan alanlardır [14].

Yağmur suyu hasadı aynı zamanda içme suyu olarak da kullanılabilir. Bunun için yağmur suları ve kar oluklar sayesinde çatı yüzeyinde toplanmakta ve bir tank veya yer altı depolarında depolanmaktadır. Suyun toplandığı alan fiberglas veya betonarmeden imal edilmeli, içmek için kullanılacak su

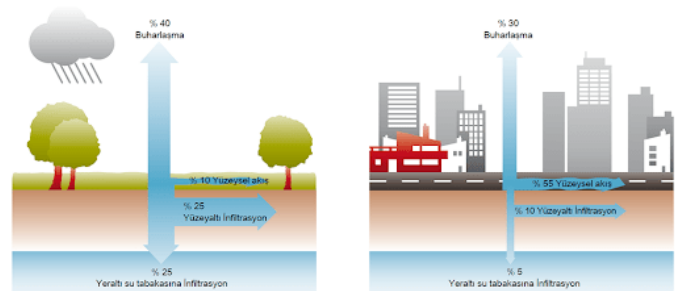
ise klorlanma ve dezenfektan edilme işlemlerinden geçirilmelidir.

3.6. Sünger şehir

Kentleşmenin artması ile beraber şehir altyapısı da ilerlemeye başlamıştır. Şehir altyapı inşaatlarının artması ve gelişim göstermesi başta su kaynakları olmak üzere birçok kaynağın aşırı kullanımına sebep olmaktadır. Bu durum su kıtlığı, su kirliliği gibi nedenlere yol açarak başta su ekosistemi olmak üzere doğal denge ve ekosistem bozulmasına sebep olmaktadır. Kentleşmede yanlış planlamaların yapılması bina sayılarını arttıracak bu yüzden de yeşil alanların azalmasına ve yağmur suyunun toplanması sınırlayacaktır.

2013 yılında ilk defa kullanılan sünger şehirler terimi yıllar içerisinde giderek artan sel felaketlerine karşı önlem almak amacı ile Çin'de öneri olarak sunulmuş ve kentsel su yönetimi ile birlikte başta peyzaj mimarlığı olmak üzere çeşitli disiplinlerin birlikte çalışması ile ortaya konulmuş bir terimdir. Sünger Şehir teriminin ilk olarak Çin'de çıkmasının temel sebeplerinden biri sellerden kaynaklanan çevre sorunlarının önüne geçilemeyecek boyutlara ulaşmasından kaynaklanmaktadır. Bu çevre sorunlarına örnek vermek gerekirse Çin'de bulunan akarsu ve derelerin hemen hemen hepsi betondan yapılmış kanalların içerisinde geçmektedir. Her yıl 20 milyar dolara yakın yatırılmasına karşın sel afetlerinden dolayı meydana gelen hasar ile 100 milyar dolara yakın para kaybedilmektedir. Bu durumun önüne geçmek için yüksek duvarlarla selden dolayı oluşan hasarları çözülemeyeceği belirlenerek daha doğal yöntemlere yönelinmiştir [15].

Sünger kent, Kirli suyun yağış suyu yönetimi, toplama, arıtma ve doğal yollarla su kaynaklarına iletimini azaltmak için ekolojik çözümlerin geliştirildiği bir şehir olarak tanımlıyor. Bu şehirlerde geçirimsiz yüzeylerin kullanımı azaltılıp onun yerine geçirimsiz yüzeylerin artırılması, yağmur bahçeleri, su tutma hendekleri, yeşil teraslar, göletler, havuzlar gibi yapılarla yağmur suyunun doğal sistemlere yönlendirilmesi amaçlanır. Başarılı çözüm ve uygulamalar ile sünger kentlerde meydana gelen taşkınların sıklığında ve şiddetinde azalmalar meydana gelir, suyun kalitesinde iyileşme sağlanır, yer altındaki ve yüzeydeki su rezervleri beslenip iyileştirilir [16]. Sünger kentlerin tasarımlarının temelinde yüzeyde meydana gelen toplam akışın kontrolünü sağlamak, yağmurlar ile birlikte toplanan suyun depolanması ve çevrede meydana gelen kirliliğin kontrol altına alınmasını sağlamaktır [17]. Sünger şehirler kent ölçekli planlamalarda sürdürülebilir bir drenaj sistemi olarak da görülmektedir.



Şekil 4: Sünger şehir kapsamın geçirimsiz ve geçirimsiz yüzey farkı [22]

Sünger Şehir teorisi, 'doğaya odaklanmak', 'kaynakları kontrol etmek', 'yerel bölgeye uyum sağlamak, doğayı korumak, doğadan öğrenmek, kentsel ekolojik alanı mümkün olduğunca korumak, biyolojik çeşitliliği onarmak ve güzel bir manzaralar yaratmak temel ilkelerini vurgular. Bütün bunlar, doğal birikim, sızma ve arınma sağlanarak gerçekleştirilebilir. Doğal ekolojik arka planın (topoğrafya ve yeryüzü şekilleri gibi) sızma etkileri, bitki örtüsünün ve sulak alanların su kalitesi üzerindeki arındırıcı etkisi ve doğal ve yapay araçların birleşimi şehrin yağmur suyunu emmesine ve salmasına izin verir [18]. Sünger şehir teorisini geliştirilmesinin üç temel ögesi vardır. Bunlar orijinal kentsel ekosistemi korumak, ekolojik restorasyon ve düşük etkili kalkınmadır.

- Koruma, şehrin nehirleri, gölleri, hendekleri şeklindeki ekolojik bölgelere odaklanır. Su ekosistemini adım adım tedavi ederek yok edilen veya hasarlı olan şehir ekosistemi düzeltilir.
- Restorasyon önlemleri, ekolojik alanların belirlenmesini, eko-segmentlerin oluşturulmasını, yamalar arasındaki bağlantıların güçlendirilmesini, bir ağ oluşturulmasını ve su ekosistemlerinin yeniden oluşturulması veya iyileştirilmesi için mavi ve yeşil çizgilerin çizilmesini içerir.
- Ekolojik alanları korumak, depolama kapasitesini korumak, kaynakların kontrolünü iyileştirmek ve farklı ölçeklerde eko-süngerler oluşturmak için kentsel yollara, kentsel yeşil alanlara, kamusal su sistemlerine, yerleşim alanlarına ve belirli binalara gerekli ve zorunlu önlemler uygulanır [18].

➤ Shenzhen Shenwan Street Park

Shenzhen Çin'in güneyinde Hong Kong sınırında bulunan bir kıyı şehridir. Çin'in yüksek teknoloji sayesinde küçük bir balıkçı köyünden modern bir metropol kenti haline dönüşen şehirlerinden biridir. Bu nedenle şehrin sanayileşmesi ve kentleşmesi kentsel ekosistem üzerinde ciddi bir hasara neden olmuştur. [19]'a göre son zamanlarda Shenzhen iklimi, küresel ısınmanın eşlik ettiği artan sıcaklık, yağış yoğunluğu ve azalan güneş ışığı, nem ve görünürlük yavaş yavaş değişmiştir.

Shenzhen subtropikal bir şehir olduğundan kış aylarında yoğun yağış almakta ayrıca çevresi dağlarla çevrili olan alçak bir alanda bulunduğu taşkın olasılığı ile karşı karşıya bulunmaktadır. Sonuç olarak, Shenzhen'in dayanıklılığı büyük ölçüde şehrin genel su yönetimine bağlıdır.

- İklim değişikliği: Shenzhen ekonomisinin hızlı gelişmesinde kayda değer bir başarı elde etmiştir. Bu hızlı bir kentleşme sürecine yol açarken, aynı zamanda çevre ve kaynaklar arasında çatışmalara da yol açmıştır. Ayrıca, Shenzhen sanayileşmesi kentsel ekosistemler üzerinde ciddi çevresel sorunlara neden olmuştur. Şehir kirlilikten, toprak ve su kaynaklarının eksikliğinden ve artan miktarda CO2 emisyonundan etkilenmektedir. Ayrıca bir kıyı kenti olan Shenzhen, küresel ısınmadan kaynaklanan şiddetli yağmurların ve deniz seviyesinin yükselmesinden kaynaklanan sel baskınlarının meydana gelebileceği bir bölgede kurulmuştur [20].
- Arazi Kaynağı Eksikliği: Shenzhen, sürdürülebilir kaynaklar arz kapasitesini aşan hızlı bir kentleşme

ile karşı karşıya kalmıştır. 2005 yılında hükümet Shenzhen'in dört "sürdürülemez" durumla karşı karşıya olduğuna dikkat çekmiştir. Özellikle toprak, su, nüfus ve arazi kıtlığının bir kriz olarak görüldüğü çevrenin sürdürülemez bir durumda olduğu belirtilmiştir. Aynı şekilde, "Hem resmi hem de gayri resmi arazi piyasaları tarafından ortaklaşa teşvik edilen, yatırıma dayalı ekonomik büyümenin aşırı arayışı ve kalkınma için gevşek bir ortam nedeniyle, Shenzhen'deki arazi kaynakları hızla tüketildi" [18].

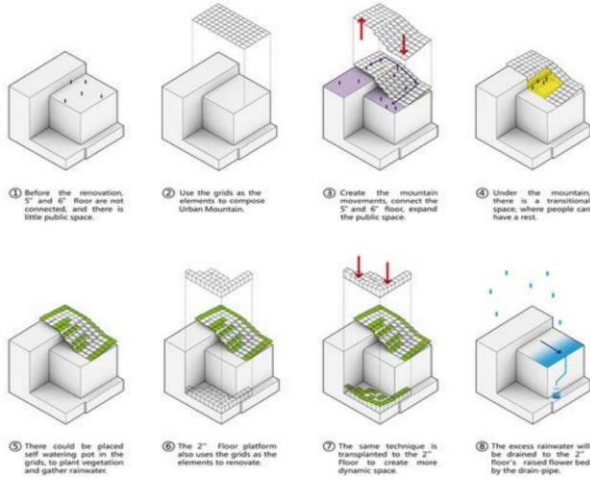


Şekil 5: Shenzhen Street Park'tan bir görüntü [21]

➤ Green Cloud Projesi

Shenzhen şehrinin bir balıkçı köyünden metropol şehrine dönüşmesi kentleşmenin artması ile beraber arazi ihtiyacını ve pahalı konutları da beraberinde getirmiştir. Gelişme hızının artması tarım alanlarının yerini yüksek binaların almasına sebep olmuştur.

Kentsel kasabalar genellikle dar sokakları ve düşük doğal ışığı olan yoğun yaşam ortamlarıyla karakterize edilir. Kentsel köy 'Ganxia', restoranlar, mağazalar ve hizmetlerin bir karışımından oluşan ana cadde üzerinde yer almaktadır ve burada iş ve ucuz konaklama arayanlar için uygun birer fırsattır. Ancak bu köyler de yapılaşma yoğunluğunun yüksek olması nedeniyle yeşil alan ve doğal çevrenin eksikliği gözlenmektedir. Bu nedenle Ganxia köyünün geçirimsiz ve sınırlı beton zemin, köyün yağışlı mevsimlerde sel riski ile karşı karşıya kalmasına neden olmaktadır. Green Cloud Projesi bu sorunu çözmek için sünger şehir stratejisinin bir parçası olarak başlatılmıştır. Bu projeye göre beton çatıların yüzeyleri bitki örtüsüyle doldurulup, yağmur suyunu bir sünger gibi emmesini sağlamak amacı ile 420'den fazla bitki kabı alabilen çelik yapılan kurulmuştur. Kurulan bu yeşil çatılar sayesinde bina sahipleri hem kendi yiyeceklerini ekerek sosyal ve ekonomik anlamda rahatlayabilecekler hem de küresel ısınmaya karşı koyarak selden korunabilecekler [20].



Şekil 6: Green Cloud Projesi [20]

IV. SONUÇ

Dünya 4.5 milyar yıllık tarihi boyunca pek çok iklim değişimleri yaşamış, bazı zamanlarda ise bu iklim değişiklikleri ile coğrafyası 1800 değişmiştir. Ama insanlığı kötü yönde etkileyen ve küresel ısınmanın başlamasını sağlayan en büyük etken şüphesiz Sanayi Devrimi'dir. Fosil yakıtların kullanılmaya başlanması ve kentleşmenin artması ile beraber atmosferde bozulmalar başlamış, sera gazlarında artışlar yaşanmış ve bu durum iklimde büyük değişikliklere neden olmuştur. İklim değişikliği sonucunda ileriki yıllarda meydana gelebilecek senaryolar belirlenmeye çalışılsa da Dünya üzerindeki ekosistemlerin nasıl etkileneceği hala belirsizliğini korumaktadır. Özellikle son yıllarda iklim değişikliği denilince akla sıcaklıklar, beklenmedik hava olayları, kuraklıklar ve seller gelmektedir. Bu afetlerle mücadelede uygulanacak yöntemlerin başında yağmur suyu hasadı ve sünger şehirler gibi yeşil altyapı öğeleri gelmektedir.

Yer yüzeyindeki suyu doğal akışını bozmadan doğal drenaj dikkate alınarak yapılan yağmur hendekleri, yağmur bahçeleri, sarnıçlar, sulak alanlar ve kullanılan geçirimsiz döşemeler sayesinde su doğal döngüye katılabilir. Yağmur suyu hasadı ile tarım alanlarının sulanması sağlanabilir, ev tüketiminde kullanılan su ihtiyacı karşılanabilir ayrıca yer altındaki doğal su kaynakları yenilenebilir.

İklim değişikliği ekolojik bozulmalara sebep olurken aynı zamanda sosyo-ekonomik anlamda da bazı eşitsizlikleri yanında getirir. İklim ile mücadelede genellikle seller, kuraklıklar, ani hava olayları etkenlere çözüm ararken sosyo-ekonomik problemler ya da konut sorunları geriye atılmaktadır. Sünger şehirler konsepti ekolojik problemlerin çözülmesine, karbon emisyonlarının azaltılmasına, iklim değişikliklerine uygun maliyetle uyum sağlanmasını sağlarken ayrıca sağlıklı ve planlanması yanlış olan kent alanlarında hızlı ve düzenli bir senaryo sağlar. Bu sayede hem suyun doğal döngüye tekrar katılarak bir sorun olmaktan çıkmasını sağlar hem de sünger şehir konseptinin uygulandığı bölge içerisinde sosyo- ekonomik problemlere ve konut sorunlarına da çare olur.

Sonuç olarak iklim değişikliği ile mücadelede yağmur suyu hasadı ve sünger şehirler konsepti yeryüzü ve yer altındaki suyun döngüye kazandırılmasını sağlarken aynı zamanda

bireylerin birbirleri ve doğa ile olan faaliyetlerinin de gelişmesini sağlar. Ayrıca şu anda dünya üzerinde su kaynaklarına erişimde sıkıntı yaşayan insanlar için aynı zamanda yeni bir devrin başlangıcı sağlayacak anahtar olarak da görülebilmektedirler.

KAYNAKÇA

- [1] Çakmak, B., & Gökalp, Z. (2011). İklim değişikliği ve etkin su kullanımı. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (1), 87-95.
- [2] Hepcan, Ç. C. (2019). Kentlerde İklim Değişikliği İle Mücadele İçin Yeşil Altyapı Çözümleri. TC Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
- [3] Topay, M., & Yılmaz, B. (2004). Biyoiklimatik konfora sahip alanların belirlenmesinde CBS'den yararlanma olanakları: Muğla ili örneği. *Proceedings of 3th GIS Days in Turkey*, 425-434.
- [4] Çetin, M., Topay, M., Kaya, L., & Yılmaz, B. (2010). Biyoiklimsel konforun peyzaj planlama sürecindeki etkinliği: Kütahya örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 11(1), 83-95..
- [5] Türkeş, M. (1997). Hava ve iklim kavramları üzerine. *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*, 355, 36-37. R. E. Sorace, V. S. Reinhardt, and S. A. Vaughn, "High-speed digital-to-RF converter," U.S. Patent 5 668 842, Sept. 16, 1997.
- [6] Türkeş, M., Sümer, U. M., & Çetiner, G. (2000). Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri. Çevre BakanlÜğÜ, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer NotlarÜ (İstanbul, 13 Nisan 2000), 7-24.
- [7] *WWF, 2013*
<https://www.wwf.org.tr/?2340/IPCC5degerlendirmeraporuaciklandi>.
- [8] Karaşah, B., & Sarı, D. Kentsel Yeşil Alanların Sunduğu Ekosistem Servisleri.
- [9] Albayrak İ. "Ekosistem Servislerine Dayalı Havza Yönetim Modelinin İstanbul- Ömerli Havzası Örneğinde Uygulanabilirliği," Doktora tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Temmuz, 2012.
- [10] Arslan Muhacir, S., & Tazebay, İ. (2017). Kırsal turizm türlerinin belirlenmesinde bir araç: Ekosistem hizmetleri yaklaşımı.
- [11] Tülek, B., & Mirici, M. E. (2019). *Kentsel sistemlerde yeşil altyapı ve ekosistem hizmetleri. Peyzaj*, 1(2), 1-11.
- [12] Selim, S. (2015). Yeşil Altyapı Bağlamında Köyceğiz-Dalyan Havzası Planlama Kurgusu. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Doktora Tezi, 143s, İzmir
- [13] Tarı, A. F., & Çakır, R. (2009). Kurak Bölgelerde Su Yönetimi. 1. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu, 368-378..
- [14] Kantaroğlu, Ö. (2009). Yağmur Suyu Hasadı Plan Ve Hesaplama Prensipleri. IX. Ulusal Tesistat Mühendisliği Kongresi, 6-9.
- [15] Tunçay, H. (2022). Sünger şehirler. *Çevre İklim ve Sürdürülebilirlik*, 23(2), 99-108.
- [16] Xu, Y., Shen, S., Lai, Y. ve Zhou, A. (2018). Design of Sponge City: Lessons Learnt from an Ancient Drainage System in Ganzhou, China. *Journal of Hydrology*, 563: 900-908.
- [17] Wang, J., Xue, F., Jing, R., Lu, Q., Huang, Y., Sun, X., & Zhu, W. (2021). Regenerating Sponge City to Sponge Watershed through an Innovative Framework for Urban Water Resilience. *Sustainability*, 13(10), 5358
- [18] Qian, J., Peng, Y., Luo, C., Wu, C., & Du, Q. (2015). Urban land expansion and sustainable land use policy in Shenzhen: A case study of China's rapid urbanization. *Sustainability*, 8(1), 16.
- [19] Li, H., & Yu, J. (2016). Urban Environment Problems Related to Climate Change and Improvement Strategies in Large Cities—the Case of Shenzhen, China. *International Journal of Environmental Protection and Policy*, 9(5), 86-92.
- [20] Lfarakh, R. (2021). Dirençli bir şehre doğru (dirençlilik ve kentsel sistemler arasındaki bağın araştırılması).
- [21] URL-2 <https://www.archdaily.com/939209/shenzhen-shenwan-street-park-aube-conception>
- [22] URL-1 <https://www.peyzax.com/sunger-sehir-shenzhen-shenwan-parki/>