

Sürdürülebilir Kampüs Tasarımı: Yeşil Alt Yapı Sistemleri Bağlamında Yağmur Bahçelerinin İncelenmesi

Yüksek lisans Öğrencisi Fatma KAZANÇ¹,

Prof. Dr. Aslıhan ESRİNGÜ²

¹Peyzaj Mimarlığı Bölümü/Mimarlık Fakültesi, Atatürk University, Erzurum, Türkiye

²Peyzaj Mimarlığı Bölümü/Mimarlık Fakültesi, Atatürk University, Erzurum, Türkiye

*Corresponding author: fatma25kazanc@gmail.com

+Speaker: fatma25kazanc@gmail.com

Sunum / Yazı Türü: Sözlü / Özet

Özet- İklim değişikliği ve beraberinde getirdiği çevresel sorunlar toplumun tüm kesimlerini etkilemeye başlamıştır. Bu durum dünya genelinde toplumların iklim değişikliğinin etkilerini azaltma ve çevreye karşı duyarlı olma duygusunu ön plana çıkartmaktadır. Bu konuda üniversitelere öğrenme ve öğretme yolu aracılığıyla sürdürülebilir kent tasarımı oluşumları konusunda büyük rol ve sorumluluk düşmektedir. Bununla birlikte üniversitelerin iklim değişikliğinin etkilerinin azaltmak için yaptığı yenilikçi çalışmalar ve bu kapsamda üretilen teknolojiler ,yeşil kampüs ve sürdürülebilir kent tasarımlarını teşvik etmek için yol gösterici olmaktadır. Bu çalışmada dünyada ve türkiyede sürdürülebilir kampüs tasarımı kapsamında yapılan çalışmalarda yeşil alt yapı sistemlerinden biri olan yağmur bahçelerinin, yağmur suyu yönetimi konusundaki etkileri incelenerek karşılaştırma yapılmıştır. Yapılan karşılaştırmalarda örnekler incelenerek yağmur bahçelerinin sürdürülebilir kampüs tasarımı kapsamında önemi ve tasarım kriterleri incelenmiştir. İncelemelerin sürdürülebilir kampüs tasarımı oluşturulmasında yağmur suyu kullanımı ve geri dönüşümünün önemi vurgulanarak yeni tasarımlarda kullanımı için öneriler sunulmuştur.

Anahtar kelimeler- Sürdürülebilir kampüs ,Yağmur suyu yönetimi ,Yağmur bahçesi

Sustainable Campus Design: Investigation of Rain Gardens in the Context of Green Infrastructure Systems

Abstract – Climate change and the environmental problems it brings with it have started to affect all segments of society. This situation brings to the fore the sense of reducing the effects of climate change and being sensitive to the environment of societies around the world. In this regard, universities have a great role and responsibility in the formation of sustainable urban design through learning and teaching. In addition, the innovative studies carried out by universities to reduce the effects of climate change and the technologies produced in this context are guiding to encourage green campus and sustainable city designs. In this study, the effects of rain gardens, which are one of the green infrastructure systems, on rainwater management were examined and compared in the studies carried out within the scope of sustainable campus design in the world and in Turkey. By examining the examples in the comparisons, the importance of rain gardens within the scope of sustainable campus design .

Keywords – Sustainable campus, rainwater management, Rain garden

I. GİRİŞ

Kentleşmenin hız kazandığı günümüz dünyasında ,dünya nüfunun yarısı kentlerde yaşamakta ve bu oran gün geçtikçe artmaktadır (1). Kentlerde yaşanan nüfus artışı beraberinde geçirimsiz yüzeylerin artışına da sebep olmaktadır. Bu durum yüzeysel akış,kentsel ısı adası etkisi ve canlı popülasyonunun azalması gibi sorunlarında başlamasına sebep olmaktadır (2). Hayatın devam etmesi için önemli bir etken olan suyun korunması ve etkili kullanımı ,yaşam şartlarını geliştirmek kentlerde önemli bir unsur olarak görülmektedir. Kentleşme

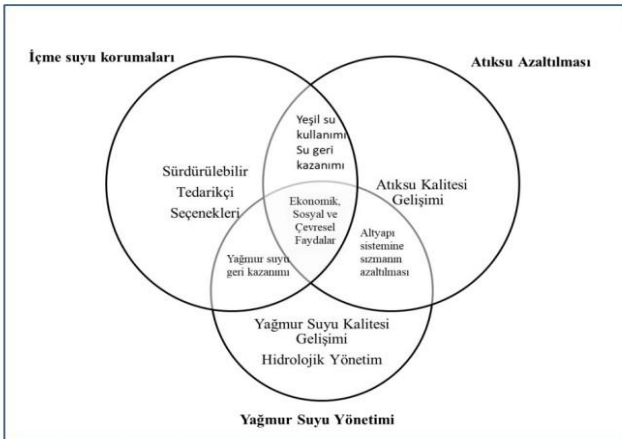
oranının bu hızla artması ile birlikte geleneksel alt yapı sistemlerinin yetersiz kalması yağmur suyu yönetimi konusunda alternatif çözümler üretilmesini zorunlu hale getirmiştir. 21. Yüzyılın dünyasında yüzeysel akış yönetimi için çoğu ülkede yeşil alt yapı sistemleri gibi uygulamalar yağmur suyunun kullanım potansiyelini arttırmak için kentsel tasarım planlarında kullanılmaktadır (3).Yeşil alt yapı sistemleri yapısal ve yapısal olmayan olmak üzere ikiye ayrılır. Yapısal y.a sistemleri ;Yeşil çatılar,yağmur bahçeleri,geçirgen döşemeler,yağmur suyu tutma sistemleri ve yağmur sarnıçları olarak değerlendirilmektedir.Yapısal olmayan Y.A sistemleri

ise, kentsel alanlarda bitkisel alanları arttırmak ,bina ve yol gibi geçimsiz yüzeyler için alternatif çözümler üretmektedir (4).Bu konuda yenilikçi çalışmalar yaparak yeşil kampüsü teşvik etmesi sürdürülebilirliği devam ettirmesi için topluma ışık tutan üniversitelere büyük sorumluluklar düşmektedir (5). Üniversiteler sahip oldukları coğrafi alan, nüfusu, kampüs içerisinde gerçekleşen ve doğayı dolaylı olarak da olsa etkileyen etkinlikleri ile birer küçük şehir olarak düşünülebilirler (6). Bununla birlikte kaynakların etkili bir şekilde kullanımını içselleştiren, çevre kapasitesi ve kullanım ihtiyaçlarını bir arada değerlendiren yeşil kampüs uygulamaları dünya genelinde yaygınlaşmaktadır (7). Sürdürülebilir Kampüs, çevre bilimini politikalarına, yönetimine ve bilimsel faaliyetlerine entegre eden çevre odaklı bir kampüs olarak tanımlanır (8). Sürdürülebilirlik kavramı çerçevesinde üniversitelerin çevre yönetimi konusunda yapabileceği uygulamalar şöyle sıralanabilir; Yağmur suyu yönetimi, katı atık azaltımı, bisiklet yolları ,enerji üretimi, iletimi ve verimliliğini artırma, yeşil bina sertifikasyonları, atık yönetimi, iklim değişikliğiyle mücadele ,yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı gibi konularda çalışmalar yapılması öngörülmektedir (9).

SÜRDÜRÜLEBİLİR KAMPÜS	
Üniversite Çevre Yönetimi	
<p>Çevre yönetimi geliştirilmesi</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Kirliliği engelleme✓ Enerji verimliliği✓ Kaynakların korunması✓ Çevresel gelişme✓ Negatif etkilerin azaltılması	<p>Yeşil Kampüs</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Yeşil ulaşım✓ Yeşil bina✓ Kampüs koruma

Tablo1; Sürdürülebilir kampüs çevre yönetimi alanları

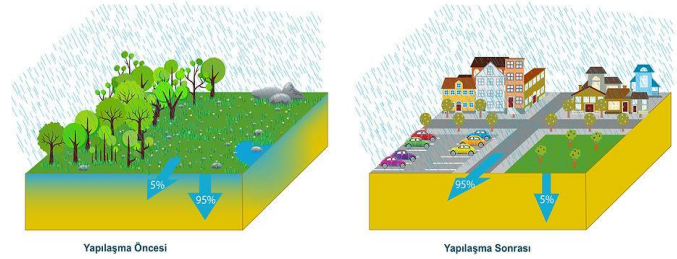
Yağmur suyu yönetiminin üniversitelerde başta olmak üzere kentsel mekanlarda hem suyu akılcı kullanımını kolaylaştırmada hem de şehirler de su taşkınlarının yaşanmasını önlemede etkin rol almaktadır. Sürdürülebilir bir gelecek için temel eğitim kollarında çevre bilinci eleştirel düşünme becerilerine dayandırılan platform şeklinde sunulmalıdır. Bu şekilde oluşturulan bir platform sayesinde toplumun yaşam kalitesini arttıran toplumsal, çevresel ve ekonomik düzen arasındaki dengeyi koruyan ve geliştiren



sürdürülebilir kampüs tasarımları oluşturulabilir. Bu denge atık su azaltımı, içme suyu kalitesinin artırılması ve mevcut kaynakların korunması, yağmur suyu yönetimi gibi konuları ele alarak korunabilecektir (10).

Şekil 1; yağmur suyu yönetimi ilişkilendirilmesi(10)

Sürdürülebilir gelişme konusunda çalışmalar yapan Mcharg'a göre; peyzaj mimarlığı alanı da çalışanlar, sürdürülebilir gelişim planlarına sadece ,doğayı ve doğal yaşam süreçlerini tasarım ve planlama çalışmalarıyla harmanladıkları zaman ulaşabilirler(11). Kentlerdeki geçirimsiz yüzeylerin artması suyun doğal yollarla toprağa karışmasını ve geri dönüşümünü zorlaştırmaktadır. Günümüzde bu duruma çare olarak da sürdürülebilir yağmur suyu yönetim sistemlerinin kullanımı ön plana çıkarılmaktadır. Yüzeysel akışa geçen miktarın artması, yağmur suyu geçiş süresinin kısalması, kentsel alanların seller ve taşkınlara maruz kalması, yeraltı su seviyesine ulaşan su miktarının azalması, yüzey sularının kalitesinin bozulması ve yağmur suyu drenaj yapılarına ait yatırım ve işletim maliyetlerinin artması gibi sorunlar, yağmur suyu yönetimi için yenilikçi yöntemler oluşturmayı bir zorunluluk haline



getirmiştir.

Şekil 2; Yağmur suyunun kentsel ve kırsal alanda yönelimi

Kentsel alanlarda kullanılan yağmur suyu yönetim sistemlerini şöyle sırayabiliriz;

- **Geçirimli döşemeler;** Yağmur sularının toprağa geçirimini kolaylaştıran kentsel alanlarda yüzey akışını minimize eden yüzey kaplamalarıdır.
- **Kuru kuyular;** Kirli suyun filtrelenerek toprak altına sızdırılmasını sağlayan duvarlı,harçsız kuyulardır.
- **Yağmur hendekleri;** Bir yağmur hendeği, en basit tanımıyla su toplamaya yönelik olarak tasarlanmış uzun, sığ çukurlar, hendeklerdir. Genel olarak, permakültür yağmur hendekleri ormandaki kalın bir malç tabakasının su toplama ve su tutma becerilerini taklit eder.
- **Sızma çukurları;** Yağmur suyunun yeraltı suyuna karışmasını sağlayan yağmur suyu toplama sistemlerinin en basit yöntemlerinden biridir.
- **Çatı bahçeleri;** bina seviyesinde ya da zemin seviyesinin üzerinde yer alan herhangi bir yapıya ait düz ve eğimli çatılarda özel malzeme ve tekniklerin

kullanımıyla gerçekleştirilen az ya da çok bakım gerektiren bir çok işleve sahip açık yeşil mekan düzenlemelerine denir.

- **Yağmur varilleri;** Yağmur sularının variller yardımıyla toplanması işlemine denir.
- **Sarnıçlar;** Bina çatılarından veya zeminden oluklar yardımıyla toplanan su depoya iletilerek daha sonra arıtılıp bina içerisinde kullanımını sağlayan sistemlerdir(12).
- **Yağmur bahçesi;** çatı,yol gibi geçirimsiz yüzeylerden toplanan yada oluklar yardımı ile bitkilendirilmiş bir hendeğe aktarılan ve burda tutarak akış sularının yollar ve benzeri sebeplerle körfezlere karışması önleyen yağmur suyu tutma yöntemine denir (13).

Bu şekilde bakıldığında Dünyada ve Türkiye’de birçok üniversite sürdürülebilir kampüs çalışmaları kapsamında, yağmur suyu yönetim sistemlerini kullanmıştır. Yağmur suyu yönetim sistemlerinden biri olan yağmur bahçelerinin kampüs içerisinde kullanılan örnekleri araştırılmış ve değerlendirilmiştir.

II. MATERIALS AND METHOD

Bu çalışma da dünyada ve ülkemiz de farklı üniversite kampüslerinde uygulanan yağmur bahçeleri ele alınarak incelenmiştir. Bu kapsamda sekizi yurtdışında ve ikisi Türkiye’de olmak üzere toplam on üniversitede kampüsünde bulunan yağmur bahçeleri üzerinde değerlendirme yapılarak öneride bulunulmuştur. İncelenen Üniversiteler;

Yabancı üniversiteler

1. Portland State Üniversitesi (ABD)
2. Kyoto Gakuen Üniversitesi (Japonya)
3. New Hampshire Üniversitesi (ABD)
4. Delaware Üniversitesi (ABD)
5. Villanova Üniversitesi (ABD)
6. Harvard Üniversitesi (ABD)
7. Illinois Üniversitesi (ABD)
8. Oregon Üniversitesi (ABD)

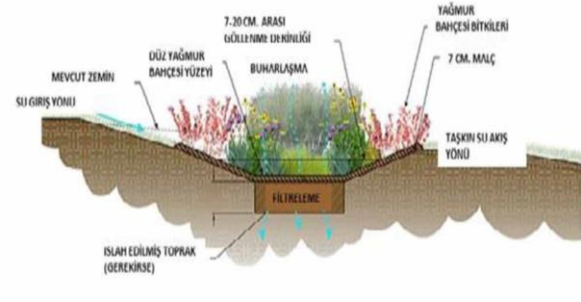
Türkiye de bulunan üniversiteler

1. İstanbul Teknik Üniversitesi
2. Trakya Üniversitesi

III. BULGULAR

Yeryüzünde tarih boyunca pek çok kültürde yağmur suyu toplanarak kullanılmıştır. Asya, Antik Roma, Orta Doğu, Meksika ve Hindistan’da yağmur suyu toplama kültürünün izlerine rastlanmaktadır. Hindistan’da bulunan yağmur suyu yakalamak için geliştirilmiş basit sel taşı (stone-rubble) strüktürlerinin izleri M.Ö. 3000’e uzanmaktadır. Günümüzde yağmur suyu toplama işlemleri çağımızın vermiş olduğu olanaklarla sağlanmaya devam etmektedir. Yağmur bahçeleri günümüzde yağmur suyu nu toplamak ve geri dönüşümünü sağlamak için kullanılan sistemlerden biridir.

Yağmur bahçeleri yağmur suyunun toplanması ve yeniden kullanılması ilkesine dayanan ,ve üzerinde bitkilerin olduğu çukur alanlar olarak tanımlanabilir (13)



Şekil3; Yağmur bahçelerinin şematik gösterimi(14)

a. Yağmur bahçeleri yabancı üniversite kampüslerinde kullanımı

- **Stephen Epler Hall, Portland State Üniversitesi Yağmur Bahçesi**

Amerikanın portland kenti yağmur suyu yönetimi konusunda oldukça ileri seviyede uygulamalara sahiptir. Portland state üniversitesi Stephen Epler Hall projesi 2004 yılında en iyi Yeşil bina ve En iyi öğrenci evi olmak üzere iki ödül almıştır. Ayrıca 2005 yılı en iyi yağmur suyu yönetimi ve 2006 da ASLA’nın Merit Ödülünü almıştır (şekil 15,16).



Şekil 15; : Stephen Epler Hall, Portland State Üniversitesi Yağmur Bahçesi Detayları (15)



Şekil16; Stephen Epler Hall, Portland State Üniversitesi Yağmur Bahçesi Detayları (15)

- **Kyoto Gakuen Üniversitesi'ndeki yağmur bahçesi**

Bu araştırma, çeşitli yağış dönemlerine sahip yağmur bahçelerinin hidrolojik ve su kalitesi etkilerini değerlendirmek için Kyoto'nun Nakagyo bölgesine odaklanmıştır. Sonuçların yağmur suyu afet tehlikelerini azaltmaya yardımcı olması, yoğun yağmur fırtınalarına karşı direnci artırması ve Japonya ile aynı iklim ve yağmur bahçesi inşaat koşullarına sahip Kyoto ve dünya çapındaki diğer şehirlerde kentsel planlama için bilimsel bir temel sağlaması bekleniyor . (şekil 16).



Şekil 16; Kyoto Gakuen Üniversitesi'ndeki yağmur bahçesi, Nishigyo Bölgesi, Kyoto, Japonya (16)



Şekil 17; Kyoto Gakuen Üniversitesi'ndeki yağmur bahçesi, Nishigyo Bölgesi, Kyoto, Japonya (16)

Yağmur bahçesi kentsel tasarım, bölgesel , tarihe dayalı ve biyolojik çeşitliliğin korunmasını hedeflenerek tasarlanmıştır ve mart 2015 tarihinde tamamlanmıştır (16)

- **New Hampshire Üniversitesi (ABD), Yağmur bahçesi**



Şekil 18; New Hampshire Üniversitesi'ndeki yağmur bahçesi (15)

- **Deleware Üniversitesi yağmur bahçesi**

Alana yağmur bahçesi kurulurken dört unsur göz önünde bulundurulmuştur; Mevcut alan eğimi, bitki seçimi , yağmur bahçesi kurulacak alanın toprak yapısı ve alana uygun plan ve tasarımın yapılması.



Şekil 18; Daleware Üniversitesi kampüsü yağmur bahçesi yapılmadan önceki hali (17)



Şekil 19; Daleware Üniversitesi kampüsü yağmur bahçesi yapıldıktan sonra (17)

Yağmur bahçeleri için yapılan bitkilendirme ile birlikte alan için suyun toprak tarafından geçirimini kolaylaştıran geçirimli döşemeler kullanılmıştır.(17)

- **Villanova Üniversitesi Yağmur bahçesi**

Villanova Üniversitesinin batı kampüsünde bulunan bir yağmur bahçesidir. Bu yağmur bahçesi alanı 15 yıldır su kalitesi ve su miktarı aktif olarak izleniyor ve Mevcut en sağlam yağmur suyu verilerinin alındığı bir bahçedir.



Şekil 20; Villanova Üniversitesi yağmur bahçesi, ABD(18)

Yağmur bahçesi için yapılan araştırmalar sonucunda Kirlenici maddelerin (yağ, ağır metal vb.) sudan arınmasını sağladığı ve su kalitesinin yükselmesine yardımcı olduğu saptanmıştır. Bahçenin 1 inçlik yağış suyunu tuttuğu görülmüştür(18).

- **Harvard Üniversitesi kampüsünde bulunan yağmur bahçesi**

Üniversitede yürüten 6 öğrenci ,kampüs içerisinde yollarda biriken yağmur suyunu fark ettiklerinde bu durum için yağmur bahçesi önerisi hazırlamıştır.Bahar aylarında oluşan yağmur suyu taşmalarını engelleyen, kirlenici emen ve filtreleyen bir bahçe oluşturulmasında öncülük etmiştir(19).



Şekil 21; Harvard Üniversitesi yağmur bahçesi görünümü(19)

- **Illinois Üniversitesi Kampüsünde Yağmur Bahçesi**

Yağmur suyu akışını yönetmenin geleneksel yağmur kanalizasyon sistemlerinden daha sürdürülebilir bir yolu olduğu düşünülerek yağmur bahçesi tasarımı yapılmıştır. Yağmur bahçesi zeminde yapılan bir çöküntüden oluşur. Su geçirgenliği yüksek topraklar ve uzun köklü yerli bitkiler kullanılarak tasarlanmıştır. Yağmur suyunun doğrudan zemine sızmasını kolaylaştırır(20).



Şekil 22; Illinois Üniversitesi yağmur bahçesi yapılışı düşünülen alan(20).



Şekil 23;Illinois Üniversitesi yağmur bahçesi tasarımı 3d görseli(20).

- **Oregon Üniversitesi (Eugene, Oregon, ABD)**

Kampüs içerisinde yağmur suyu yönetimini sağlamak için yağmur bahçeleri ve hendekleri kullanılarak hem taşmalar önlenmiş hemde suyun infiltrasyonu sağlanmıştır.(Şekil24,25)(21).



Şekil 24



Şekil 25

b. Yağmur bahçeleri Türkiyede bulunan üniversite kampüslerinde kullanımı

• İTÜ Ayazağa yerleşkesi yağmur bahçesi

İTÜ'nün Ayazağa yerleşkesinde yeşil kampus çalışmaları kapsamında 2013 yılında başlatılan su hasadı projesinin de mimarı olan Hayriye Eşbah Tuncay, yağmur suyu toplamak için geçirimli beton uygulamaları ve yağmur bahçesi uygulamalarından yararlandıklarını anlatıyor. Yağmur suları, yağmur bahçelerinin tabanındaki borularla toplanarak yağmur suyu hatlarıyla, İstinye bölgesinde yoğun yapılaşmadan dolayı can çekişen İTÜ göletinin canlandırılması için gölete yönlendirmiştir (22).



Şekil 24; İTÜ Ayazağa yerleşkesi yağmur bahçesi görüntüsü(22)



Şekil 25; İTÜ Ayazağa Yerleşkesi yağmur bahçesi için kullanılan ızgara sistemi(22)

• Trakya Üniversitesi Yerleşkesi Yağmur Bahçesi

Yapılan çalışmalar incelendiğinde yağmur bahçelerinin performansının; yeterli geçirgenliği olan toprak karışımına, arazi kullanımına, nüfus yoğunluğuna, yağış rejimlerine, kirlenici giriş konsantrasyonuna, yağmur bahçelerinde kullanılan bitki türlerine, sıcaklığa ve ortam reaksiyonuna bağlı olarak değiştiği görülmektedir(23)



Şekil 26; Trakya Üniversitesi yağmur bahçesi görünümü(23)

Yurt içi ve yurt dışındaki üniversite kampüslerinde bulunan yağmur bahçeleri incelenerek yağmur bahçeleri kullanımı hakkında öneriler sunulmuştur.

IV. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde global bir problem olarak karşımıza çıkan iklim değişikliği nedeniyle ortaya çıkan kuraklık nedeniyle su kaynaklarını korumak ve sürdürülebilirliğini sağlamak için yeni yöntem arayışlarına girilmiştir. Bu yöntemlerden biride 'Yağmur Bahçeleri' nin kullanımı olmuştur. Yağmur bahçeleri ile yağmur suyu hasad edilerek yağmur suları biriktirilir ve depolanır. Yapmış olduğumuz çalışmada yurtiçinde ve yurtdışında yer alan toplam 10 farklı kampüs alanları içinde yer alan yağmur bahçeleri incelenerek değerlendirilmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda ;

- ✓ Bir yağmur bahçesinin amacı, topraktan su emmek ve filtrelemek olduğu için toprağın dren etme hızı test edilmelidir. Bu nedenle yağmur bahçelerinin kurulacağı alanın toprak yapısı ve eğimi dikkatli bir şekilde incelenmesi gerekmektedir.
- ✓ Ayrıca yağmur bahçesi kurulmak istenen alanın konumunu seçerken insan kullanımının yoğun olduğu alanlarda suyun taşmasından dolayı yaya akışını engelliyorsa bu alanlarda yağmur bahçelerinin kurulması konusunda daha özen gösterilmesi uygun olacaktır.
- ✓ Yağmur bahçeleri tasarımında doğru bitki tür ve çeşit seçimide çok önem arz etmektedir. Bu nedenle doğru seçim yapılması durumunda;

- ✓ Kullanılan bitkiler aracılığıyla sudaki kirleticilerin etkilerini azaltarak yüzeysel ve yeraltı su kalitesini iyileştirilir,
- ✓ Flora ve fauna çeşitliliğinin oluşmasına destek olunur,
- ✓ Bitkilendirmeler sayesinde konumlandığı ortamda nem dengesini sağlar,
- ✓ Kampüs içerisinde görsel peyzaj üzerine katkı sağlar,
- ✓ Komşu mülklerdeki taşkınları azaltarak kanalizasyonun taşmasını ve sert yüzeylerde akan suyu absorbe ederek erozyonu önlenmektedir.
- ✓ Sonuç olarak belediyelerin yeşil altyapı stratejik planları kapsamında sürdürülebilirlik adına çözüm önerileri bulunmaktadır. Ekolojik ya da peyzaj planlamada temel esas doğal sistemlerin ve süreçlerin uzun vadeli koruma yaklaşımlarıdır. Yağmur olarak düşen suyu o alanlara yönlendirip toprak tarafından emilmesini sağlamak; yani suyu toprakta depolamak çok önemlidir.
- ✓ Bu amaçla İzmir Büyükşehir Belediyesi 10.000 adet yağmur bahçesi teşvik programını başlatmıştır benzer şekilde tüm yerel yönetimlerin yağmur suyu ile ilgili daha kapsayıcı projeler geliştirerek yağmur bahçelerinin kentsel alanlarda yaygınlaşmasını sağlayarak iklim değişikliğine bağlı olarak karşı kaşıya kaldığımız sorunlara bir nebze de olsa çözüm üretmeleri beklenmektedir.

REFERENCES

- 1) Ekşi M, Yılmaz M, Özden Ö, *Yağmur bahçelerinin nicel değerlendirilmesi: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi örneği*, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü,1113,2016
- 2) Ekşi M, Uzun A, Yeşil Çati Sistemlerinde Yetiştirme Ortami Derinliğinin Yüzeysel Akışa Olan Etkileri, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü İSTANBUL *Işık Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü İSTANBUL, Peyzaj Araştırmaları ve Uygulamaları Dergisi 2 ,2019
- 3) Dinçer T, Yılmaz S. Yeşil Altyapı Sistemleri Kapsamında Yağmur Suyu Yönetimi: Malatya Kent Örneği, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Fen Bilimleri Enstitüsü, 25240 Erzurum/Türkiye* Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum/Türkiye, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 9(4): , 2022
- 4) Elliott, A. H., & Trowsdale, S. A. (2007). A review of models for low impact urban stormwater drainage. *Environmental Modelling & Software*, 22(3), 394-405.
- 5) Dagiliute, R. ve Liobikiene, G. (2015). University contributions to environmental sustainability: Challenges and opportunities from the Lithuanian case. *Journal of Cleaner Production*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.015>
- 6) Alshuwaikhat, H.M. ve Abubakar, I (2008). An integrated approach to achieving campus sustainability: Assessment of the current campus environmental management practices. *Journal of Cleaner Production* 16, 1777-1785.
- 7) Aksu, G.A. (2022). Kentsel Peyzaj Planlamada Sürdürülebilir Yağış Suyu Yönetim Stratejilerinin Geliştirilmesi: Kastamonu Üniversitesi Kuzeykent Yerleşkesi Örneği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (35), 34-46.2022
- 8) (Diponegoro Rd, Salatiga vd.2022).
- 9) Zeybek ,B.,&DoğuÖztürk,I.(2023).ÜniversitelerinSürdürülebilirliği: UI GreenMetric ve Türkiye'deki Üniversitelerin Değerlendirilmesi, İstanbul Üniversitesi Öğretim Üyesi ,DoğuÜniversitesi Öğretim Üyesi
- 10) Sevimli A., Sürdürülebilir Yağmur Suyu Yönetimi Uygulamaları: Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsü Örneği , Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi,2021
- 11) Gürbüz R,Arıdağ L. Sürdürülebilir Peyzaj Tasarımıiçin Asla Ve Leed KriterlerininKarşılaştırılması, Beykent Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Beykent Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Cilt 6(2), 2013,
- 12) Tavşan, F., Bahar, Z., Tavşan, C.(2022). Sürdürülebilirlik Kapsamında Yağmur Suyu Toplama Sistemli Pavilyonlar, Kent Akademisi Dergisi, 15(2):877-896
- 13) Müftüoğlu, V., & Perçin, H. (2015). Sürdürülebilir kentsel yağmur suyu yönetimi kapsamında yağmur bahçesi. İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi, 5(11), 27-37.
- 14) <https://soyleki.com/yagmur-bahceleri-nedir-yagmur-bahcesi-ne-ise-yarar/2024>
- 15) Aydoğdu H. 2018. Kentsel Yağmur Suyu Yönetimi Yaklaşımları Ve Yağmur Bahçeleri Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı. s 29, Konya.
- 16) Zhang, L., Oyake, Y., Morimoto, Y. ve diğerleri. Japonya'da kentsel fırtına akışının yönetimi için yağmur bahçelerinin yağmur suyu depolama/sızma işlevi. *Landscape Ecol Eng* 15 , 421-435 (2019).
- 17) Grehl E, The Design And Implementation Of A Rain Garden At The University Of Delaware: A Case Study, Master of Science in Public Horticulture , University of Delaware,2006
- 18) Metcalf J. D., Monitored Rain Garden Case Study Comparison to Continuous Simulation and Design Storm Methodology for Water Quality and Quantity, Submitted to the Department of Civil and Environmental Engineering Villanova University College of Engineering ,2022
- 19) (2024) The IEEE website. [Online]. Available: <https://news.harvard.edu/gazette/story/2019/07/harvard-students-plant-rain-gardens-to-improve-water-quality-prevent-flooding/>
- 20) Implementing and Raising Awareness of Sustainable Stormwater Runoff Management Techniques, Designing a Rain Garden on Campus at the University of Illinois, CEE 398 Project Based Learning Final Report ,2017
- 21) Sevimli A., Sürdürülebilir Yağmur Suyu Yönetimi Uygulamaları: Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsü Örneği , Bursa Uludağ Üniversitesi,Bursa,2021
- 22) (2024) The Ieee website. [Online]. Available: <https://hetpeyzaj.com/tr/itu-green-campus-project/>
- 23) (2024) The IEEE website. [Online]. Available: <https://www.trakya.edu.tr/haber/trakya-universitesi-verleskelerine-kurulan-yagmur-bahceleri-projesi-sona-erdi>