

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ TERZİOĞLU YERLEŞKESİNE SÜNGER ŞEHİR KONSEPTİ UYGULANMA POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI

Mehmet Anıl KIZILASLAN^{1*}

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, ÇTBMYO, İnşaat Bölümü, ORCID No: <https://orcid.org/0000-0002-0621-4646>

Anahtar Kelimeler	Öz
Sünger şehir Yağmur suyu hasadı İklim değişikliği Yeşil çatı Geçirimli asfalt Geçirimli kaldırım	<p>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü'nde gerçekleştirilen bu çalışma, kampüs alanında Sünger Şehir konseptinin uygulanabilirliğini araştırmayı amaçlamaktadır. Çalışma kapsamında mevcut duruma yönelik saha araştırmaları yapılmış ve coğrafi bilgi sistemi ortamı kullanılarak sayısal veriler elde edilmiştir.</p> <p>Elde edilen bulgulara göre, mevcut durumda yapılacak değişiklikler ile yerleşkenin sünger şehir konseptine yaklaştırılması mümkündür. Bu değişiklikler arasında yeşil çatı uygulamaları, geçirimsiz yüzeylerin geçirgen hale getirilmesi ve mevcut yağmur suyu drenaj sisteminin iyileştirilmesi yer almaktadır. Ayrıca, kampüs içinde yağmur bahçeleri ve yağmur suyu biriktirme haznelarının inşa edilmesi önerilmiştir. Bu uygulamaların hayata geçirilmesi, kampüsün su kaynaklarını daha verimli kullanmasını sağlayarak çevresel sürdürülebilirliği artıracaktır.</p> <p>Çalışma sonucunda, Sünger Şehir konseptinin kampüs içerisinde uygulanmasının mümkün olduğu ve belirlenen alanlarda yapılacak iyileştirmelerin bu süreci destekleyeceği tespit edilmiştir. Bu tür yeşil uygulamaların, kampüsün ekolojik ayak izini azaltacağı, yağmur suyunu etkili bir şekilde biriktireceği ve iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir rol oynayacağı sonucuna varılmıştır.</p>

INVESTIGATION OF THE POTENTIAL OF ÇANAKKALE ONSEKİZ MART UNIVERSITY TERZIOĞLU CAMPUS TO IMPLEMENT SPONGE CITY CONCEPT

Keywords	Abstract
Sponge city Rainwater harvesting Climate change Green roof Permeable asphalt Permeable pavement	<p>This study, which was conducted at Çanakkale Onsekiz Mart University Terzioğlu Campus, aims to investigate the applicability of the Sponge City concept in the campus area. Within the framework of the study, field surveys of the current situation were conducted and numerical data were obtained using the geographic information system.</p> <p>According to the results, it is possible to bring the campus closer to the Sponge City concept by making changes to the current situation. These changes include the application of green roofs, the permeability of impervious surfaces, and the improvement of the existing storm water drainage system. It is also proposed to construct rain gardens and rainwater harvesting reservoirs within the campus. Implementation of these practices will increase environmental sustainability by enabling the campus to use water resources more efficiently.</p> <p>As a result of the study, it was determined that it is possible to implement the Sponge City concept within the campus and that improvements in the identified areas will support this process. It is concluded that such green practices will reduce the ecological footprint of the campus, effectively harvest rainwater, and play an important role in combating climate change.</p>

Araştırma Makalesi

Başvuru Tarihi

: 02.09.2024

Kabul Tarihi

: 14.11.2024

Research Article

Submission Date

: 02.09.2024

Accepted Date

: 14.11.2024

* Sorumlu yazar: makizilaslan@comu.edu.tr

<https://doi.org/10.31796/ogummf.1542205>



Bu eser, Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) hükümlerine göre açık erişimli bir makaledir.

This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Giriş

İklim değişikliğinin etkisiyle dünyada meydana gelen doğal afetler, şehirlerimize zarar vermekte ve suyla ilgili pek çok soruna yol açmaktadır. Sel baskınları, aşırı hava koşulları, su kıtlığı ve su kirliliği bu sorunlardan sadece birkaçıdır. Sünger Şehir konsepti, su birikintisi ve taşkınlara karşı yağmur suyunu esnek bir şekilde kontrol etmeyi amaçlayarak; şehirlerdeki ekolojik sürdürülebilirlik ilkesine vurgu yapar. Bu konsept, yağmur suyunun depolanmasına, yer altı sularına karışmasına ve artılmasına izin veren; çevresel, sosyal ve ekonomik amaçlara yönelik çeşitli ekosistem hizmetleri sağlayan bir şehir geliştirme modeli elde etmeyi amaçlamaktadır. Çin bu konsepti ilk uygulayan ülke olarak, iklim değişikliği, kentleşme ve şehir yönetimi tarafından yapılan uygunsuz kentsel planlamaların sebep olduğu kentsel sel felaketlerini önlemeyi amaçlamıştır. (Nguyen ve diğ., 2019). Çin dışında Amerika, Avrupa'da ise Almanya, Türkiye, Hollanda, Danimarka, İngiltere ve İsveç'in bu konsepti dayalı projeler ve uygulamalar geliştirmektedir.

Konseptinin ana ilkeleri üç bölümden oluşmaktadır:

(1) Kentlerin orijinal ekolojik ortamının korunması: Şehirlerin orijinal hidrolojik özelliklerini korumak için doğal nehirler, göller, sulak alanlar, göletler, hendekler, çayırar, ormanlık alanlar ve diğer ekosistemlerin en geniş ölçüde korunması gerekir. Böylece kentler, doğal çevrenin su koruma işlevini tam anlamıyla yerine getirebilir. Konseptin temel bir gerekliliği olarak, kentsel planlama ve inşaatla çevrenin korunmasında en yüksek önceliği vurgulamaktadır.

(2) Kentsel ortamda kirlenmiş suların ve zarar görmüş diğer doğal ekolojik sistemlerin iyileştirilmesi ve doğal peyzajların belirli bir oranının korunması: Ekolojik teknikler kullanarak tahrip olmuş sistemlerin ekosistem hizmeti işlevini geri kazanmaya ve geleneksel şehirleri doğaya geri döndürmeye çalışılmaktadır.

(3) Düşük Etkili Gelişim (LID): Yüzey akışını azaltmayı ve bir dizi ayrı ve küçük kaynak yoluyla yağmur suyu kirliliğini kontrol etmeyi amaçlayan bir yağmur suyu yönetimi konseptidir. Yüksek geçirgenlik ve nefes alabilirlik gibi amaçları yollara, meydanlara, kanallara uygular. Yağmur bahçeleri, ve yeşil çatıların kullanımını artırmayı amaçlar (Liu ve diğ., 2017).

Farklı şehirlerin Sünger Şehir konsepti ile yağmur suyunu daha aktif biriktiren, yeşil şehirler oluşturma potansiyeli son yıllarda yapılan çalışmalar incelendiğinde yeni bir araştırma konusu olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle Çin'in Guyuan, Xining, Qingyang, Yuxi, Sanya, Shenzhen, Zhuhai, Qinnngdao, Fuzhuo, Ningbo, Shanghai, Dalian, Tianjin, Beijing, Xixianxinqu, Guianxinqu, Suinin, Chongqing, Nanning, Changde, Wuhan, Hebi, Ji'nan, Pingxiang, Xiamen, Chizhou, Jiaxing, Zhenjiang, Baicheng ve Qian'an kentleri sünger şehir konsepti uygulamalarını planlamış ya da

tamamını uygulamıştır (Li ve Zhang, 2022). Bunun yanı sıra Çin dışında Sub-Saharan Afrika şehirlerinin bu konsept ile yenilenmesinin araştırılması dikkat çekicidir (Thoms ve Köster, 2022).

Çin'in Sünger Şehir girişimi için pilot şehirlerinden biri olan Wuhan, geçirgen kaldırım, yeşil çatı ve yağmur bahçeleri gibi çeşitli önlemler uygulamıştır. Wang ve diğ. (2018) yaptığı bir çalışma, bu müdahalelerin yüzey akışını önemli ölçüde azalttığını ve su kalitesini iyileştirdiğini, böylece Wuhan'ın diğer Çin şehirlerine model olduğunu ortaya koymuştur.

Şanghai, sel kontrolü ve su kalitesi iyileştirmeye odaklanarak Sünger Şehir prensiplerini kentsel planlamasına entegre etmiştir. Li ve diğ. (2020) araştırması, geçirgen yüzeylerin yanı sıra kentsel sulak alanlar ve yeşil alanların kullanımının sadece sel sıklığını azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda kentsel biyolojik çeşitliliği de artırdığını göstermiştir.

Her ne kadar açıkça bir Sünger Şehri olarak adlandırılmasa da, Berlin'in sürdürülebilir kentsel drenaj sistemlerine yaklaşımı bu konseptte uygunluk göstermektedir. Çalışmalar, şehrin yağmur suyu toplama sistemleri ve yeşil çatılar gibi yeşil altyapı kullanımının, fırtına suyunu etkili bir şekilde yönettiğini, geleneksel drenaj sistemleri üzerindeki yükü azalttığını ve kentsel dayanıklılığı artırdığını göstermektedir (Bach ve Rauch, 2014).

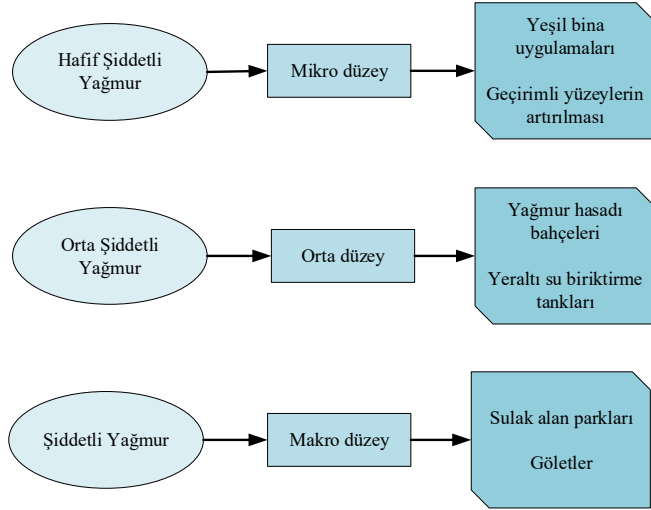
Portland, Sünger Şehir konseptine yakın olan sürdürülebilir su yönetimi uygulamalarında öncüdür. Şehir, biyolojik yutaklar ve yağmur bahçeleri gibi geniş çapta yeşil altyapı projeleri uygulamış ve bu projelerin, fırtına suyu akışını önemli ölçüde azalttığı ve su kalitesini iyileştirdiği gösterilmiştir (Jacobson, 2011).

Türkiye son yıllarda yaşanan taşkın vakaları ve değişen iklim koşulları ile birlikte iklim krizi çözümlerine odaklanmıştır durumdadır. Bu bağlamda Sünger Şehir konseptinin gerek mikro gerekse makro düzeyde uygulanabilirliğinin araştırılması önem arz etmektedir.

Bu çalışmada Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesine Sünger Şehir konsepti uygulanabilirliği araştırılmıştır. Araştırmada mikro düzeyde ve makro düzeyde yapılabilecek uygulamalar değerlendirilmiştir. Böylece yapılabilecek değişiklikler ile kampüsün ekolojik ayak izini azaltacağı, yağmur suyunu etkili bir şekilde biriktireceği ve iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir rol oynayacağı sonucuna varılmıştır.

2. Yöntem

Sünger şehir konseptinde farklı yağış şiddetlerine yönelik alınması gereken önlem düzeyleri ve yapılacak uygulamalar Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Farklı şiddetlerde yağış koşulları altında sünger şehir konsepti uygulamaları

Yeşil binalar, sel baskınlarına karşı kentsel dayanıklılığa katkıda bulunarak, su yönetimini geliştirerek ve çevresel sürdürülebilirliği artırarak sünger şehir konseptinde önemli bir rol oynamaktadır. Sünger kent stratejilerinin bir parçası olarak yeşil binalar, doğal hidrolojik süreçleri taklit eden yeşil çatılar, yağmur bahçeleri ve geçirgen yüzeyler gibi özellikleri entegre eder. Bu özellikler yağmur suyunun emilmesine, depolanmasına ve arıtılmasına yardımcı olarak yüzey akışını azaltır ve kentsel sel riskini hafifletir (Fletcher ve diğ., 2015).

Özellikle yeşil çatılar, sünger kentler için çok önemlidir. Sadece yağmur suyunu emmekle kalmaz, aynı zamanda kentsel ısı adası etkisini azaltır, hava kalitesini artırır ve yalıtım sağlayarak enerji tasarrufu sağlarlar. Araştırmalar, yeşil çatıların yağışın %80'ine kadarını tutabildiğini ve kentsel drenaj sistemleri üzerindeki yükü önemli ölçüde azalttığını göstermektedir. Buna ek olarak, yeşil binalar genellikle yağmur suyu toplama sistemlerini içermekte olup, yakalanan suyun içilebilir olmaya amaçlar için yeniden kullanılmasını sağlayarak belediye su kaynakları üzerindeki baskıyı daha da hafifletmektedir (Mentens ve diğ., 2006).

Yeşil binaları kentsel planlamaya entegre ederek şehirler daha sürdürülebilir ve dirençli ortamlar yaratabilir. Bu binalar sadece su yönetimine katkıda bulunmakla kalmaz, aynı zamanda biyoçeşitliliği artırır ve kentsel yaşamın genel kalitesini iyileştirir, bu da onları sünger şehir yaklaşımının temel taşı haline getirir (Shafique ve diğ., 2018).

Yağmur bahçeleri, yağmur suyunu kaynağında yakalayıp arıtarak kentsel su yönetimini geliştirmek üzere tasarlanan sünger şehir konseptinin hayati bir bileşenidir.

Bu sığ, bitkilendirilmiş havzalar, çatılardan, caddelerden ve diğer geçirimsiz yüzeylerden gelen yağmur suyu akışını emmek için kentsel peyzajlara stratejik olarak yerleştirilir, böylece sel riskini azaltır ve su kalitesini iyileştirir (Dietz ve Clausen, 2005).

Yağmur bahçeleri, infiltrasyonu ve doğal filtrasyonu teşvik ederek sünger şehir yaklaşımına katkıda bulunur. Yağmur suyu topraktan ve bitki köklerinden süzülürken, kirleticiler giderilir ve su yavaşça yeraltı suyu sistemine geri salınır. Bu sadece yüzey akışını azaltmakla kalmaz, aynı zamanda yerel akiferleri de yeniler, bu da özellikle su kıtlığı ile karşı karşıya olan bölgelerde faydalıdır (Hunt ve diğ., 2006).

Ayrıca, yağmur bahçeleri çeşitli bitki ve hayvan türleri için habitat sağlayarak kentsel biyoçeşitliliği artırır. Ayrıca, kent sakinlerinin yaşam kalitesini artıran yeşil alanlar sunarak kentsel alanların estetik çekiciliğine de katkıda bulunurlar. Yağmur bahçelerini kentsel planlamaya entegre ederek şehirler yağmur suyunu etkili bir şekilde yönetebilir, kentsel ısı adalarını azaltabilir ve daha esnek ortamlar yaratabilir (Davis ve diğ., 2009).

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesi yaklaşık olarak 3 hektarlık bir alan üzerine kurulmuştur. Bu çalışmada yerleşke içerisinde bulunan üst yapılar, yeşil alanlar, yağmur suyu iletim hattı durumu, yollar ve kaldırımlar saha araştırmaları, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamında ölçümler yapılarak ve Yapı İşleri Daire Başkanlığı'ndan elde edilen veriler ışığında değerlendirilmiştir. Değerlendirmede Tablo 1'de verilen araştırma sorularının cevabı aranmıştır.



Şekil 2. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü yaklaşık sınırları ve incelenen öğelere verilen numaralar ve semboller (Google Earth, Erişim adresi: <https://earth.google.com>)

Tablo 1. Araştırma soruları

Araştırma Sorusu	Gerekli Düzenleme
Kampüs içerisinde kaç m ² asfalt bulunmaktadır?	Bu asfaltların kaç m ² 'si geçirimli asfalta dönüştürülmelidir?
Kampüs içerisinde kaç m ² kaldırım bulunmaktadır?	Bu asfaltların kaç m ² 'si geçirimli kaldırıma dönüştürülmelidir?
Kampüs içerisindeki binaların çatı düzenlemeleri nasıldır?	Bu çatıların hangileri yeşil çatıya dönüştürülebilir?
Kampüs içerisinde yağmur bahçeleri bulunmakta mıdır?	Kampüs içerisinde yağmur bahçeleri bulunmuyorsa hangi alana bu bahçeler yerleştirilmelidir?
Kampüs içerisinde yağmur suyu iletim hattı durumu nedir?	Bu iletim hattı ile ilgili yapılacak düzenlemeler nelerdir?
Kampüs içerisine yağmur suyu biriktirme haznesi yapılacak alanlar bulunmaktadır?	Bu haznelerin inşası için gerekli düzenlemeler nelerdir?

Tablo 1'de belirlenen iş planlaması kapsamında öncelikle kampüs içerisinde saha araştırmaları yapılmıştır. Araştırma sorularının cevabı aranırken mevcut durum kayıt altına alınmıştır. Araştırma sonuçlarında CBS ortamında yapılan ölçümlerle mevcut duruma ait sayısal veriler elde edilmiştir.

Gerçekleştirilen saha araştırmaları sonrasında Şekil 3'te ekran görüntüsü verilen CBS ortamında yapılan ölçümlerle belirlenen bölgelerin alan hesaplamaları yapılmış ve sayısal veriler elde edilmiştir.

Bu bağlamda yapılan gözlem sırasında değerlendirilen unsurlara yönelik görseller Şekil 4'te verilmiştir. Şekil 4a'da kampüs içerisinde geçirimsiz asfalt kaplamaların bulunduğu bölgelere örnek bir görsel bulunmaktadır. Yerleşke içerisinde yağmur suyu iletim hattının yeterli olduğu kanısına varılmıştır. Özellikle eğimin değiştiği ve yol kaplama malzemesinin parke taştan asfalta geçtiği bölümlerde Şekil 4c ve 4d'de görülen geniş yağmur suyu mazgalları yerleştirilmiştir. Yine Şekil 4b'de görülen kaldırım kenarları ve yol birleşim bölgelerinde yağmur suyunun iletim hattına geçişini sağlayan mazgallar bulunmaktadır. Yerleşke içerisinde bulunan binaların çatı yapıları genellikle Şekil 4e'de verildiği gibi "kırma çatı" şeklinde tasarlanmıştır. Saha araştırmaları sonucunda Şekil 4f'de görülen geniş geçirimsiz alanların varlığı gözlenmiştir.

Şekil 2'de Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü'nün Google Earth üzerinden elde edilmiş ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3. CBS ortamında yapılan ölçümlere ait ekran görüntüsü.



Şekil 4. Kampüs içerisinde yapılan gözlem sonucu mevcut durumlar (a) Asfalt uygulamaları, (b) Yol kenarı yağmur suyu altyapı sistemi, (c) Birleşim bölgesi yağmur suyu altyapı sistemi, (d) Düşük eğimde yağmur suyu altyapı sistemi, (e) Genel mevcut çatı düzeni, (f) Düşük eğimli geçirimsiz yüzeyler

3. Bulgular

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesi içerisinde Sünger Şehir Konseptinin uygulanabilirliği araştırılırken mevcut durumda gerekli değişiklikler ve yapılması gereken yeni uygulamalar ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu bağlamda mevcut durumda gerekli değişiklikler yeşil çatı uygulamaları, geçirimsiz kaldırım ve alan uygulamaları, geçirimsiz asfalt uygulamaları, mevcut yağmur suyu drenaj sisteminin iyileştirilmesi olarak belirlenmiştir. Yapılması gereken yeni uygulamalar ise yağmur bahçeleri inşası ve yağmur suyu biriktirme haznesi inşası olarak belirlenmiştir.

3.1. Mevcut Durumda Gerekli Değişiklikler

3.1.1. Yeşil Çatı Uygulamaları

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesi içerisinde bulunan mevcut binalar arasından seçilen binalar Şekil 2'de verilmiştir. Bu binalar seçilirken yeşil çatıya dönüştürülecek çatı alanlarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Geçirimsiz olarak kabul edilen mevcut çatı sistemlerinin yağmur suyu hasadını daha etkili bir şekilde gerçekleştirecek çatı sistemlerine dönüştürülme potansiyeli araştırılmıştır. Yerleşke içerisinde bulunan fakat değerlendirme içine alınmayan binaların seçilmemesi sebepleri ise şu şekilde belirtilebilir. Fen Fakültesi ile İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi binaları yıkım kararı alınmış ve yakın zamanda boşaltılacaktır. Spor Bilimleri Fakültesi binası yağmur suyunun iletilme hattına ters eğimde bulunmaktadır. Tıp Fakültesi binasının mevcut çatısının değiştirilmesi sürecinde hastaların rahatsız olabilme ihtimali göz önüne alındığında seçim dışı bırakılmıştır. Bunun dışında yerleşke içerisinde bulunan tüm binalar değerlendirmeye alınmıştır. Öncelikle saha araştırmasında çatıların "kıрма çatı" şeklinde inşa edildiği gözlenmiştir. Bu durumda mevcut hallerinden "yeşil çatı"ya dönüştürülmeleri mümkün görünmemektedir. Mevcut çatıların alanları ise CBS ortamında yapılan ölçümlerle hesaplanmıştır. Kampüs içerisinde seçilen binaların çatı alanları Tablo 2'de verilmiştir. Özellikle alanı görece büyük olan 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14 ve 15 numaralı binaların çatılarının yeşil çatıya dönüştürülmesi yağmur sularının etkili bir şekilde kampüs içerisinde toplanmasını sağlayacaktır. Buna ek olarak bu çatı dönüşümleri sonucunda yağmur suları bu binaların mevcut ihtiyaçlarının bir kısmını gidermesini de sağlayabilme potansiyeline sahiptir. Bu değerlendirmeler sonucunda yerleşke içerisinde bahsi geçen binaların yaklaşık 27000 m² yüzey alanına sahip çatılarının "yeşil çatı" ile değiştirilmesi Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesi'nin "Sünger Şehir" konsepti ile dönüştürülmesi ve yağmur suyunu etkili bir biçimde biriktirerek kullanabilmesi kapsamında önemli bir adımı teşkil etmektedir.

Tablo 2. Kampüs içerisinde seçilen binaların çatı alanları

Bina no	Çatı alanı (m ²)
1	600
2	490
3	688
4	600
5	1050
6	3332
7	600
8	3040
9	1070
10	2320
11	2320
12	1660
13	2918
14	1670
15	4800
Toplam	27158

3.1.2. Geçirimli Kaldırım, Geçirimli Asfalt ve Saha Uygulamaları

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesi içerisinde yapılan saha araştırmasında kaldırımların tamamının parke taş ile döşendiği gözlenmiştir. Buna ek olarak Şekil 2'de verilen A bölgesinde mermer taştan yapılmış bir alan da göze çarpmıştır. CBS ortamı üzerinden hesaplanan toplam kaldırım ve geçirimsiz alan alanları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Kampüs içerisinde geçirimsiz kaldırım ve geçirimsiz alanlar

Uygulama	Alanı (m ²)
Geçirimsiz kaldırım	20000
Geçirimsiz saha (A bölgesi)	732
Toplam	20732

Yerleşke içerisinde bulunan 732 m²'lik geçirimsiz alan gözenekli malzemeler kullanılarak geçirimli alana dönüştürülmesi halinde etrafında bulunan yeşil alanlar da düşünüldüğünde yağmur suyunu biriktirilmesini kolaylaştıracaktır.

Şekil 3'te saha araştırması sırasında kaldırım kenarlarında yağmur suyu drenaj sistemi bulunduğu gözlenmiştir. Bu durum mevcut kaldırımların geçirimli kaldırıma dönüştürülmesi halinde direkt bağlantısının yapılabilmesine olanak sağlamaktadır. Yaklaşık 20000 m² olarak hesaplanan kaldırımların tamamının geçirimli kaldırıma dönüştürülmesi hem ekonomik yönden hem de uygulamaya yönünden zorluklar ortaya çıkaracaktır. Bu bağlamda özellikle yüksek eğimden düşük eğime geçilen bölgelerdeki kaldırımların geçirimli kaldırıma dönüştürülmesi hem ekonomik hem de efektif bir durum olarak değerlendirilmektir. B, C, D ve E alanlarının geçirimli kaldırımlara dönüştürülmesinin sebep ve amaçları şu şekilde belirlenmiştir.

- *Yüksek eğimden düşük eğime geçilmesi:* Eğimin ani değiştiği bölgelerdeki kaldırımların geçirimli kaldırıma dönüştürülmesi sonucunda yağmur suları bu bölgede birikim yapmadan efektif bir şekilde altyapı sistemine iletilebilecektir.

- *Yağmur suyu altyapı sistemine yakın bölgelerin bulunması:* Mevcut durumda seçilen bölgelerde geniş yağmur suyu drenaj kanalları bulunmaktadır. Bu durum ek bir maliyet gerektirmeden yağmur suyunun iletiminin kolaylığını sağlayacaktır.

Tablo 4'te geçirimli kaldırım ya da sahaya dönüştürülmesi planlanan alanların CBS ortamı üzerinden hesaplanmış alanları verilmiştir.

Tablo 4. Geçirimli kaldırım ya da sahaya dönüştürülmesi planlanan alanlar

Bina no	Çatı alanı (m ²)
A	732
B	800
C	360
D	520
E	240
Toplam	2652

Geçirimli kaldırımlara benzer şekilde geçirimsiz asfaltların eğimin değiştiği ya da yol malzemesinin değiştiği bölgelerde geçirimli hale dönüştürülmesi sünger şehir konseptinin uygulanabilirliği kapsamında önem arz eden bir uygulamadır. Bu kapsamda parke taş asfalt kaplama dönüşümünün yaşandığı I bölgesinde 800 m², eğimin yüksek eğimden düşük eğime geçtiği II bölgesinde 340 m², III bölgesinde 1400 m² asfaltın geçirimli hale getirilmesi sünger şehir konseptinin yerleşke içerisinde uygulanmasında yeterli olacaktır. Böylece mevcut durumda geçirimsiz olan yaklaşık 5200 m²'lik alan artık geçirimli hale gelecek, taşkına sebep olma potansiyeli olan süresi düşük şiddeti yüksek yağışlar direkt olarak yağmur suyu altyapı sistemine iletilebilecektir. Burada konsept kriteri olarak geçirimsiz yüzey alanlarının geçirimli hale dönüştürülerek yağmur suyu biriktirme sistemine katkıları araştırılmıştır.

3.1.3. Yağmur suyu biriktirme haznesi inşası ve yağmur bahçelerinin oluşturulması

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesi içerisinde yapılan saha araştırmasında Şekil 2'de verilen "α" ve "β" bölgeleri gerek eğim, gerekse arazi bakımından yağmur suyu biriktirme haznesi inşasına ve yağmur bahçelerinin oluşturulmasına uygun alanlar olarak belirlenmiştir. Bu bölgede biriktirilecek yağmur suyu yerleşke içerisinde istenilen bölümlerde kullanılacak bir su haline getirildiğinde yeşil çözümlerin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

4. Sonuçlar

Yükselen sıcaklıklar, aşırı hava olayları ve çevresel bozulmalarla karakterize edilen küresel iklim krizi, acil eylemler gerektirmektedir. Çevresel etkiyi azaltan sürdürülebilir eylemler olan yeşil uygulamalar, bu zorlukların üstesinden gelmede hayati önem taşımaktadır (IPCC, 2018). Bu uygulamalar, sera gazı emisyonlarını azaltmayı, kaynakları korumayı ve ekosistem direncini artırmayı amaçlayan yenilenebilir enerji kullanımı, sürdürülebilir tarım ve yeşil Enerji verimli inşaat, sürdürülebilir malzeme kullanımı ve yeşil çatılar gibi yeşil bina tasarımı, kentsel alanların karbon ayak izini azaltmada önemli bir rol oynamaktadır. Bu uygulamalar, yalnızca emisyonları azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda enerji tasarrufunu teşvik ediyor ve kentsel dayanıklılığı artırıyor. bina tasarımı gibi unsurları içermektedir (Kats, 2010).

Sünger Şehir konsepti, şehirlerdeki ekolojik sürdürülebilirlik ilkesini vurgulayarak su birikintisi ve taşkınlara karşı yağmur suyunun esnek bir şekilde kontrol edilmesini içerir. Konsept, yağmur suyunun depolanmasına, yer altı sularına karışmasına ve artırılmasına izin veren; çevresel, sosyal ve ekonomik amaçlara yönelik çeşitli ekosistem hizmetleri sağlayan bir şehir geliştirme modeli elde etmeyi amaçlamaktadır (GOSC, 2015). Sünger Şehir konseptinin ana hedefi, yeşil (temiz su) ve gri (pis su) altyapıların birleşimiyle hem yapısal hem de yapısal olmayan önlemleri uygulayarak doğal su döngüsünü ve ekolojik işlevlerini eski haline getirmektir. Geleneksel şehir planlamasında gri altyapı suyu bir atık olarak ele alırken, yeşil altyapıda yağmur suları bir kaynak olarak ele alınmaktadır. Yeşil altyapı yaklaşımında şehirlerin kaybettiği nehirleri, sulak alanları, ormanları, makro ve mikro ölçekteki kentsel boşlukları su ve biyoçeşitlilik unsurlarını gözeterek sosyal anlamda kapsayıcı mekanlara dönüştürmeyi amaçlamaktadır (Eşbah Tunçay, 2022).

Bu çalışmada Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesinin Sünger Şehir konsepti uygulanma potansiyeli saha gözlemleri ve CBS ortamı kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın başlangıcında, sünger şehir konseptinin temel ilkeleri ve uygulama alanları incelenmiş, ardından Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesi'nin mevcut durumu analiz edilmiştir. Bu analizde, kampüs içerisindeki asfalt, kaldırımlar, çatı yapıları ve yağmur suyu drenaj sistemleri incelenmiş, mevcut durumun sünger şehir konsepti ile nasıl iyileştirilebileceği değerlendirilmiştir.

Çalışmanın ana bulguları şunlardır:

Yeşil Çatı Uygulamaları: Kampüs içerisindeki belirli binaların çatılarının "yeşil çatı"ya dönüştürülmesinin, yağmur sularının toplanması ve kullanılması açısından önemli bir katkı sağlayacağı tespit edilmiştir. Bu uygulamanın, kampüsün su yönetimi üzerindeki olumlu

etkileri yanı sıra, binaların enerji verimliliğini artırması ve çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunması beklenmektedir.

Geçirimli Kaldırım ve Asfalt Uygulamaları: Kampüs içerisinde belirlenen geçirimsiz alanların geçirgen malzemelerle yenilenmesi, yağmur sularının etkin bir şekilde toplanmasına ve suyun doğal döngüsüne geri kazandırılmasına olanak tanıyacaktır. Bu dönüşümün, özellikle yüksek eğimden düşük eğime geçiş yapılan alanlarda ve kullanılan yol kaplama malzemesinin değiştiği yerlerde etkili olacağı öngörülmektedir.

Yağmur Bahçeleri ve Yağmur Suyu Biriktirme Hazneleri: Kampüs içerisinde uygun alanlarda yağmur bahçeleri ve yağmur suyu biriktirme haznelerinin inşa edilmesi önerilmiştir. Bu yapıların, yağmur sularını kaynağında toplaması ve bu suların kampüs içinde kullanılabilir hale getirilmesi, hem sel riskini azaltacak hem de su kaynaklarının korunmasına katkıda bulunacaktır.

Bu çalışma, sünger şehir konseptinin Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesi'nde uygulanabilirliğini araştırarak, çevresel sürdürülebilirlik ve iklim değişikliğiyle mücadele çabalarına önemli bir katkı sunmaktadır. Yeşil çatı, geçirgen kaldırımlar ve yağmur bahçeleri gibi önerilen uygulamalar, sadece kampüsün su yönetimini iyileştirmekle kalmayıp, aynı zamanda enerji verimliliğini artıracak, kentsel ısı adası etkisini azaltacak ve genel çevresel kalitenin yükseltilmesine yardımcı olacaktır.

Bu bağlamda, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesi'nde sünger şehir konseptinin kademeli olarak uygulanması önerilmektedir. İlk aşamada, pilot projelerle bu konseptin etkinliği test edilmeli ve elde edilen sonuçlara göre kapsam genişletilmelidir. Ayrıca, bu tür çevre dostu uygulamaların yaygınlaştırılması, üniversitenin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasında önemli bir adım olacaktır. Birçok Sünger Şehir projesinde, taşkın sularını emmek için yağmur suyunun en az %70'ini emme ve yeniden kullanma kapasitesine sahip olduğu kanıtlanmıştır (Nguyen ve diğ., 2019). Yerleşke içerisinde bu konseptin uygulanması benzer seviyelerde yağmur suyu depolama sisteminin oluşturulmasına olanak sağlayabilecektir. Tabi ki tüm bu uygulamalar belirli bir maliyet gerektirmektedir. Ancak elde edilecek yeşil fayda düşünüldüğünde gerekli mali planlamalar içerisinde belirli zaman aralıklarında yer alması uzun vadede olumlu sonuçlar doğuracaktır.

Araştırmacıların Katkısı

Bu araştırmada; tüm süreçler Mehmet Anıl KIZILASLAN tarafından yürütülmüştür.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

Bach, P. M., ve Rauch, W. (2014). Integrated Urban Water Management: Combining the Concepts of Urban Water Management and Sponge Cities in Berlin, Germany. *Water Science and Technology*, 70(11), 1794-1802.

Davis, A. P., Hunt, W. F., Traver, R. G., ve Clar, M. (2009). Bioretention Technology: Overview of Current Practice and Future Needs. *Journal of Environmental Engineering*, 135(3), 109-117. doi:10.1061/(ASCE)0733-9372(2009)135:3(109)

Dietz, M. E., ve Clausen, J. C. (2005). A Field Evaluation of Rain Garden Flow and Pollutant Treatment. *Water, Air, and Soil Pollution*, 167(1-4), 123-138. doi:10.1007/s11270-005-8269-2

Eşbah Tunçay, H. (2022). Sünger şehirler. *Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik*, 23(2) 99-108

Fletcher, T. D., Shuster, W., Hunt, W. F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., ve Field, R. (2015). Sponge City: Water Management Through Urban Design. *Landscape and Urban Planning*, 144, 162-179. doi:10.1016/j.landurbplan.2015.07.003

Google Earth, Erişim adresi: <https://earth.google.com>, Erişim tarihi: 20.11.2024

Hunt, W. F., Jarrett, A. R., Smith, J. T., ve Sharkey, L. J. (2006). Evaluating Bioretention Hydrology and Nutrient Removal at Three Field Sites in North Carolina. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 132(6), 600-608. doi:10.1061/(ASCE)0733-9437(2006)132:6(600)

IPCC. (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming. Intergovernmental Panel on Climate Change.

Jacobson, C. R. (2011). Identification and Quantification of the Hydrological Impacts of Impervious Surfaces on Urban Catchments Using a Distributed Rainfall-Runoff Model. *Journal of Hydrology*, 398(3-4), 198-208.

Kats, G. H. (2010). *Greening Our Built World: Costs, Benefits, and Strategies*. Island Press.

Li, C., Ding, J., ve Zhou, J. (2020). Sponge City Construction and Its Application in Shanghai, China. *Environmental Science ve Technology*, 54(10), 6563-6572.

Li, F., ve Zhang, J. (2022). A review of the progress in Chinese Sponge City programme: Challenges and opportunities for urban stormwater management. *Water Supply*, 22(2), 1638-1651.

Liu, H., Jia, Y., ve Niu, C. (2017). "Sponge city" concept helps solve China's urban water problems. *Environmental Earth Sciences*, 76, 1-5.

Mentens, J., Raes, D., ve Hermy, M. (2006). Green Roofs as a Tool for Solving the Rainwater Runoff Problem in the Urbanized 21st Century? *Landscape and Urban Planning*, 77(3), 217-226. doi:10.1016/j.landurbplan.2005.02.010

Nguyen, T.T., Ngo H.H., Guo W., Wang X.C., Ren N., Li G., Ding J. ve Liang H. 2019. "Implementation of a specific urban water management - Sponge City", *Science of The Total Environment*, 652, 147-162.

Shafique, M., Kim, R., ve Rafiq, M. (2018). Green Roof Benefits, Opportunities and Challenges – A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 90, 757-773. doi:10.1016/j.rser.2018.04.006

Thoms, A., ve Köster, S. (2022). Potentials for Sponge City Implementation in Sub-Saharan Africa. *Sustainability*, 14(18), 11726.

The General Office of the State Council (GOSC). 2015. "The guiding opinions on promoting the construction of sponge city" China.

Wang, Y., Song, X., ve Zhang, Z. (2018). Evaluation of Sponge City Construction in Wuhan, China. *Journal of Hydrology*, 566, 787-799.