

# SÜRDÜRÜLEBİLİR KENTSEL YAĞMUR SUYU YÖNETİMİ KAPSAMINDA YAĞMUR BAHÇESİ

Volkan Müftüoğlu<sup>\*1</sup>, Halim Perçin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Ankara. \*: **Sorumlu yazar**

## ÖZET

Kentsel alanlarda yağmur sularını drene etmek için kullanılan geleneksel yağmur suyu toplama sistemleri, yağmur sularını hızlı bir şekilde ayrı veya birleşik kanalizasyon sistemi ile ortamdaki uzaklaştırmaktadır. Bu durumla birlikte, yağmur sularının toprağa sızması beklenmeden taşınması sonucunda; yeraltı su kaynaklarının yeteri kadar beslenememesi, kentsel alanlardan yağmur sularıyla taşınan yabancı maddelerle yağmur sularının deşarj olduğu alıcı suların kirlenmesi ve aşırı yağışlarda geleneksel yağmur suyu toplama sistemlerinin yetersiz kalmasıyla birlikte sel, taşkın ve erozyon sorunlarının ortaya çıkması kaçınılmazdır.

Karşılaşılan bu sorunların en aza indirilmesi amacıyla, kentsel alanlarda yağmur sularının sürdürülebilir olarak yönetimi gündeme gelmiştir. Kentsel alanların hidrolojik fonksiyonlarının korunması, yağmur sularının bekletilerek yeraltı sularına karışmasının sağlanması ve yağmur suyu toplamada yapısal çözümler yerine ekolojik çözümlerin tercih edilmesi, sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi modellerinin temel ilkeleridir.

Sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi modelleri kapsamında kentsel alanlarda sık kullanılan çözümler; yağmur bahçesi, geçirimli döşemeler, kuru kuyular, yağmur hendekleri, sızma çukurları, çatı bahçeleri, yağmur varilleri ve sarnıçlardır.

Bu çalışmada, sürdürülebilir yağmur suyu yönetiminin kentsel alanlarda önemli bir ögesi olan yağmur bahçesi; yer seçim ilkeleri, karakteristik özellikleri ve bitkisel tasarımı açısından çeşitli örneklerle incelenecektir. Kentsel alanlara hem estetik hem de işlevsel açıdan önemli yararlar sağlayan yağmur bahçesinin, yağmur suyu yönetimi açısından değerlendirilmesi bu çalışmanın temel hedefidir.

**Anahtar Kelimeler:** Su döngüsü, Yüzey akış, Geleneksel yağmur suyu toplama sistemleri, Sürdürülebilir kentsel yağmur suyu yönetimi, Yağmur bahçesi.

## THE RAIN GARDEN WITHIN SUSTAINABLE URBAN STORMWATER MANAGEMENT

### ABSTRACT

Traditional stormwater harvesting systems that are used to drain the runoff in urban areas take away runoff mercurially from the environment through separate or combined sewer system. With this situation as a result of moving without waiting for the rain water infiltration into the soil, can not be fed enough of underground water resources, pollution of the receiving water is discharged with rain water contaminants transported by stormwater from urban areas and emergence of flood and erosion problems with the inadequacy of traditional rainwater harvesting system during extreme precipitation is inevitable.

To minimize the problems encountered, sustainable management of stormwater in urban areas has been raised. The basic principles of sustainable stormwater management models: protection of hydrological functions of urban areas, ensure infiltration to underground water by keep waiting rain water and to prefer ecological solutions instead of structural solutions in rainwater harvesting.

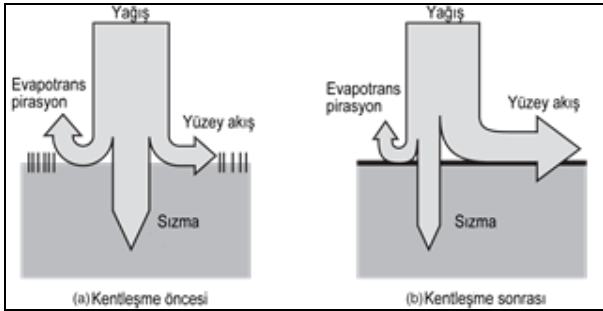
Within the scope of sustainable stormwater management models solutions that commonly used in urban areas: rain garden (bioretention), permeable pavements, dry wells, grassed swales, infiltration trenches, roof garden, rain barrels and cisterns.

In this study, rain garden that an important element of sustainable stormwater management in urban areas will be discussed with several examples in terms of site selection principles, characteristic features and planting design. A primary objective of this study is to evaluate rain garden that provide significant benefits in terms of both aesthetic and functional for urban areas in terms of stormwater management.

**Keywords:** Water cycle, Runoff, Traditional stormwater harvesting systems, Sustainable urban stormwater management, Rain garden.

## 1. GİRİŞ

Kentsel alanlarda geçirimsiz sert yüzeylerin aşırı bir şekilde artmasının ve açık-yeşil alanların bu artışa ters orantılı olarak azalmasının sonucunda, yağış sonrası yağmur suları toprağa yeterli oranda sızamamaktadır. Diğer yandan, evapotranspirasyon (terleme+buharlaştırma) miktarı azalmakta ve yüzey akışa geçen yağmur suyu miktarı da önemli ölçüde artmaktadır (Şekil 1). Bu durumla birlikte; ortaya çıkan fazla yağmur suyu, sert yüzeyler boyunca yüzey akışa geçmekte ve düşük kotlu alanlarda toplanmaktadır. Düşük kotlu alanlarda gereğinden fazla toplanan yağmur suları, yağmur suyu kaynaklı ciddi sorunlar (taşkın, sel vb.) yaşanmasına neden olmaktadır (Butler and Davies, 2004, Dunnett and Clayden, 2007).



Şekil 1. Kentleşmenin yağış üzerindeki etkileri (Butler and Davies, 2004).

Yağmur suyunun yüzeyel akışa geçen miktarının artması, yağmur suyu geçiş süresinin kısılması, kentsel alanların sellere ve taşkınlara açık hale gelmesi, 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 drenajı için bütüncül stratejiler oluşturmayı bir zorunluluk haline getirmiştir. Bu bağlamda; kentsel yağmur suyu yönetimini; yağmurun yarayışlı kısmından sonra geride kalan miktarının,

kentsel altyapı ve üstyapıya zarar vermeden uzaklaştırılmasını sağlayan bir dizi önlemler bütünü olarak tanımlamak mümkündür (Demir, 2012).

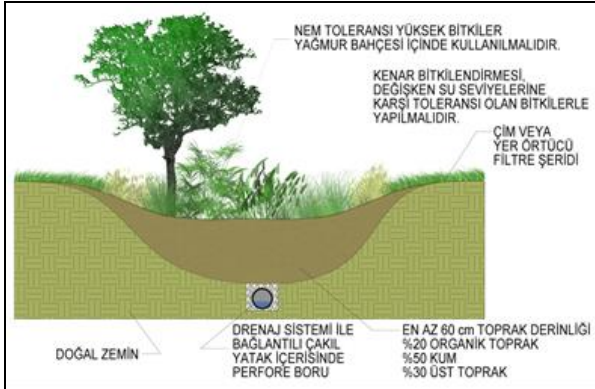
Kentsel yağmur suyu yönetimi geleneksel olarak; kanal, boru, mazgal vb. yapısal yağmur suyu toplama sistemleri kullanılarak yapılmaktadır. Kentlerimizde geleneksel yağmur suyu toplama sistemleri, yağmur sularını hızlı bir şekilde ayırık veya birleşik kanalizasyon sistemi ile birlikte ortamdaki uzaklaştırmaktadır. Bu durum, özellikle yağmur sularının deşarj olduğu alıcı suların kirlenmesine ve yeraltı su kaynaklarının yeteri kadar beslenememesine neden olmaktadır (Çakıroğlu, 2011).

Öte yandan, son yıllarda kentsel yağmur suyu yönetimi kapsamında, geleneksel yağmur suyu çözümlerinin yanında, sürdürülebilir kentsel yağmur suyu yönetimi modelleri de ortaya çıkmıştır. Avustralya kökenli su duyarlı kentsel tasarım (Water Sensitive Urban Design (WSUD)), İngiltere kökenli sürdürülebilir kentsel drenaj sistemleri (Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS)) ve ABD kökenli düşük etkili gelişim (Low Impact Development (LID)) bu geliştirilen modellerden en çok tercih edilenlerdir. Bu modellerdeki ortak amaç; yüzey akışa geçen yağmur suyu miktarının çeşitli doğal çözümlerle tutulması ve bekletilmesiyle birlikte sızmanın artırılarak, yeraltı suyunun beslenmesi ve dolayısıyla doğal su döngüsüne olumlu katkıların sağlanmasıdır. Ayrıca her modelde, yüzey akış suyunu kontrol altına alabilmek için kullanılan çözümler de benzerdir. Kullanılan bu ortak çözümler; biyolojik tutma alanı, diğer bir deyişle yağmur bahçesi, geçirimli döşeme, kuru kuyu, yağmur hendeği, sızma çukuru, çatı bahçesi, yağmur varili ve sarnıçtır (Karakoçak, 2011).

Bu çalışmada; yağmur bahçesi, sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi kapsamında ele alınacaktır.

## 2. YAĞMUR BAHÇESİ

Yağmur sularının herhangi bir işleme tabi tutulmadan direk olarak yönlendirildiği ve üzerinde doğal ve yabancı yurtlu bitkilerin yetiştirilebildiği sığ çukur alanlara “yağmur bahçesi” veya diğer bir deyişle “biyolojik tutma alanları (bioretention)” adı verilmektedir (Demir, 2012) (Şekil 2). Yağmur bahçesinin temel işlevi; toplanan yüzey akışın iyileştirilmesini sağlayarak yakın çevre için su kalitesini artırmaktır (Jaber et al., 2012). Çatı olukları, araç yolları, yürüyüş yolları ve otoparklar gibi sert yüzeyli alanlardan, yağış sonrası oluşan yüzey akışla birlikte gelen suların doğrudan yağmur bahçesine yönlendirilmesiyle birlikte, tüm yüzeyin yağmur suyu ile kaplanması sağlanmaktadır. Yağmur bahçesine gelen yüzey akışla birlikte, su yüksekliği artmakta ve bir göllenme meydana gelmektedir. Bu göllenme yağmurun şiddetine, suyun zemine sızma kapasitesine, bitki örtüsüne ve yağmur bahçesinin yapısına bağlı olarak değişim göstermektedir. Genellikle yüzey akışın hızı, suyun süzülme hızından fazla olduğundan, ilk etapta 5-10 cm'lik bir göllenme oluşmaktadır. Daha sonra göllenen bu su, yavaş bir şekilde yağmur bahçesinin tabanından toprağa doğru süzülme (Doğangönül ve Doğangönül, 2008).



Şekil 2. Tipik bir yağmur bahçesi kesiti (URL1, 2015).

Yağmur bahçesi kumlu topraklardan killi topraklara kadar çeşitli toprak türlerinde, farklı iklimsel koşullarda ve konut bahçesinden otopark alanlarına kadar farklı ölçeklerde tasarlanabilmektedir (Jaber et al., 2012).

Yağmur bahçesinin sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi kapsamında kentler için birçok yararları bulunmaktadır. Bu yararlar;

-Atık su kanalına gidecek olan yüzey akışı toplayarak miktarının azalmasını sağlamak (Jaber et al., 2012),

-Yüzey akışın hızının düşmesini sağlamak (Jaber et al., 2012),

-Yeraltı suyunu beslemek, (Doğangönül ve Doğangönül, 2008),

-Evapotranspirasyonu (terleme+buharlaştırma) artırmak, (Department of Environmental Protection Bureau of Watershed Management, 2006),

-Uygulandıkları alanlarda karşılaşılan drenaj problemlerine çözüm üretmek, (Doğangönül ve Doğangönül, 2008),

-Yüzey suyunun sıcaklığını düşürmek, (URL2, 2015),

-Yüzey akışı, kirlenici yabancı maddelerden (yağ, ağır metal vb.) temizlemek ve böylelikle su kalitesini artırmak, (Alıcı sulara ulaşan kirliliğin %30 civarında azaltılması söz konusudur) (Demir, 2012),

-Kentler için güzel görünüm oluşturarak estetik katkıda bulunmak (Doğangönül ve Doğangönül, 2008) ve

-Biyolojik aktiviteyi artırarak kuşlar, kelebekler gibi birçok hayvana doğal yaşam ortamı sağlayarak kentsel ekolojinin korunması yönünden önemli katkılar vermektir (URL2, 2015).

Yağış sonrası yüzey akış miktarının azaltılması, yeraltı suyu besleniminin iyileştirilmesi ve noktasal kaynaklı olmayan kirlenicilerin alıcı sulara ulaşmadan tutulması amacıyla kullanılan yağmur bahçeleri; konut sahipleri, belediyeler ve diğer kamusal alanlar için son derece basit ve maliyet etkin bir yağmur suyu yönetimi aracıdır (Jaber et al., 2012).

## 3. YAĞMUR BAHÇESİ YER SEÇİM İLKELERİ

Yağmur bahçesi; konut bahçeleri, yaya ve araç yolu kenarları ve otopark alanları gibi farklı ölçeklerdeki birçok alanda uygulanabilmektedir. Bir yağmur bahçesinin yeri seçilirken, aşağıda yer alan kriterlere dikkat edilmesi gereklidir:

-Yağmur bahçesi, yapı saçak kenarından en az 3 metre kadar uzakta yer almalıdır. Bu bağlamda, oluktan alınan suyun yapının temeline zarar

vermemesi sağlanmaktadır (Ashworth Environmental Design, 2015) (Şekil 3).

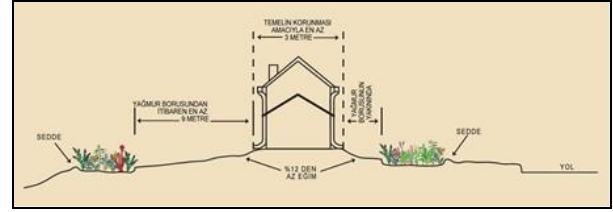
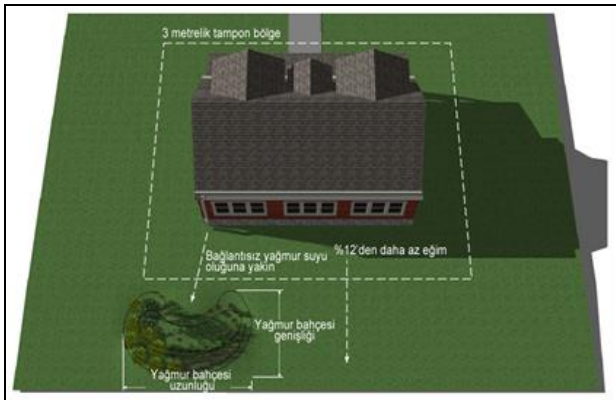
-Yağmur bahçesi, uygulama alanında var olabilecek septik sistemlerin üzerine ya da yakınlarına kurulmamalıdır (Rutgers Cooperative Extension Water Resources Program and Native Plant Society of New Jersey, 2011).

-Uygulama alanında önceden mevcut olan düşük kotlara ya da üzerinde sürekli su bulunduran ve sızma hızı düşük olan alanlara yağmur bahçesi tesis edilmemelidir (Rutgers Cooperative Extension Water Resources Program and Native Plant Society of New Jersey, 2011).

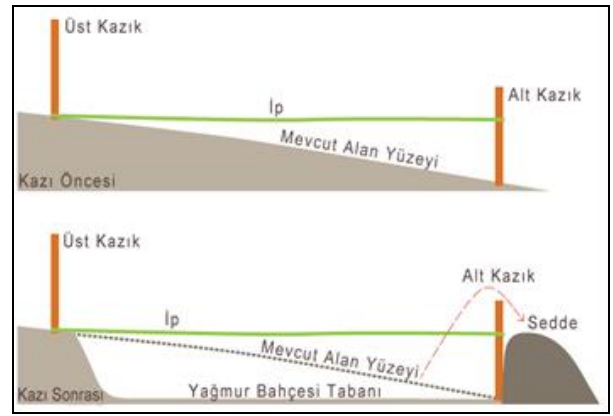
-Uygulama alanında doğrudan güneş alan açık bölgeler seçilmeli, gölgede kalan ağaç altları tercih edilmemelidir. Ayrıca büyük ağaçların köklerinin zarar görmemesi için ağaç kanopileri altına yağmur bahçesi uygulaması yapılmamalıdır (Rutgers Cooperative Extension Water Resources Program and Native Plant Society of New Jersey, 2011).

-Düz alanlar yerine hafif veya az eğimli alanlar seçilmeli ve hatta kazılacak çukurda çıkarılacak olan toprak, alt tarafta kullanılacak olan tampon sedde (pabuç) için kullanılmalıdır (Şekil 4) (Rutgers Cooperative Extension Water Resources Program and Native Plant Society of New Jersey, 2011).

-Yeraltı su seviyesi yüksek olan alanlara yağmur bahçesi uygulaması yapılmamalıdır (Rutgers Cooperative Extension Water Resources Program and Native Plant Society of New Jersey, 2011).



Şekil 3. Yağmur bahçesinin konut bahçesindeki yerleşimi-plan (Ashworth Environmental Design, 2015) ve kesiti (Wisconsin Department of Natural Resources and University of Wisconsin-Extension, 2003).



Şekil 4. Yağmur bahçesinin kazılması ve seddenin hazırlanması (Rutgers Cooperative Extension Water Resources Program and Native Plant Society of New Jersey, 2011).

#### 4. YAĞMUR BAHÇESİ BOYUTLARI

Herhangi bir alana uygulanacak yağmur bahçesinin büyüklüğüne karar verirken dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, yağış ve yağış sonrası ortaya çıkan yüzey akış miktarıdır. Yağmur bahçesinin boyutları; istenilen derinliğe, kazılan çukurun toprak özelliklerine, kullanılacak bitkilere ve alan ile çatıdan gelecek yüzey akışın miktarına bağlı olarak değişmektedir (Doğangönül ve Doğangönül, 2008). Uygulama alanındaki toprak bünyesi eğer killi bir yapıda ise, sızma hızının düşük olması nedeniyle, kumlu veya siltli bir toprak bünyesine sahip alana göre daha büyük boyutlarda bir yağmur bahçesi tesis edilmelidir. Bu bağlamda; yağmur bahçesi uygulanacak alanın toprak bünye analizinin yaptırılması, toprağın sızma hızının tespit edilmesi ve sıvı geçirimsizlik yönünden test edilmesi oldukça önemlidir (Rutgers Cooperative Extension Water Resources



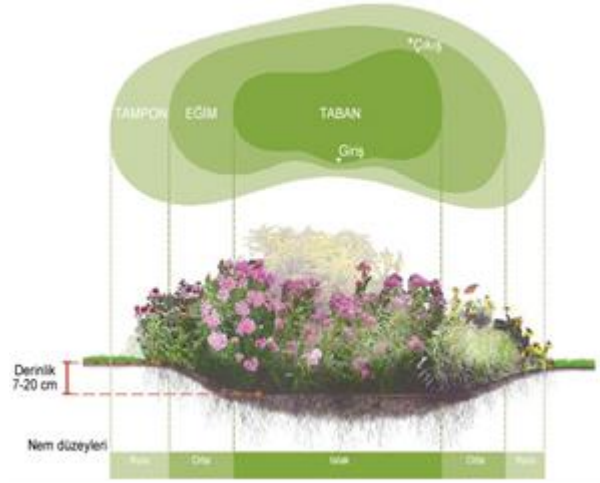
Program and Native Plant Society of New Jersey, 2011). Yağmur bahçesine drene olan alanın büyüklüğü de bir başka önemli etkidir. Drenaj alanı büyüdükçe, doğru orantılı olarak yağmur bahçesinin alanı da büyümelidir. Yağmur bahçesinin yüzey alanını bulabilmek için drenaj alanındaki toplam yüzey akış miktarını yağmur bahçesi derinliğine bölmek gereklidir. Bu bağlamda, drenaj alanındaki toplam yüzey akış miktarı rasyonel yöntem ve eğri numarası yöntemi gibi yüzey akış miktarının tahmin edildiği yöntemlerle hesaplanmalıdır. Yağmur bahçelerinin boyutları ile ilgili olarak günümüzde bilgisayar destekli hesaplama ara yüzleri kullanılabilir. Bununla birlikte; tipik bir yağmur bahçesinin yüzey alan büyüklüğü, tüm drenaj havzası büyüklüğünün %3'ü ile %10'u arasında değişmektedir. Yağmur bahçesinin tasarımsal olarak genel formuna bakıldığında, yüzey akışı bünyesinde tutabilmesi için bir hücreyi aynı zamanda bir fasulyeyi andıran yapıda olduğu görülmektedir (The Native Plant Society of New Jersey, 2005, Doğangönül ve Doğangönül, 2008).

Yağmur bahçesi karakteristik olarak 7 cm ile 20 cm arasındaki bir derinlikte (göllenme zonu) yapılmaktadır (Şekil 5). 20 cm'den daha derin olan yağmur bahçelerinde göllenme yüzeysel olmayıp, bütün bahçeyi dolduracağından geç süzülme gerçekleşecektir. Bir yağmur bahçesinin derinliğini belirleyen en önemli özellik; uygulanacak alanın eğimidir. Alanın eğimi az olursa, çok toprak kazılmakta ve yağmur bahçesinin ön tarafı ile kenarlarına yığılmaktadır. Diğer yandan, alanın eğimi daha fazla olursa, daha az toprak kazılarak istenilen yağmur bahçesi hacmi de elde edilmiştir. Bu bağlamda, uygulama alanında hafif ve uygun bir eğim aranmalı ve kazı işlemleri kolaylaştırılmalıdır. Eğimin %12'den büyük olması durumunda başka bir alan seçimi yapılmalıdır. En iyi alan eğimi optimum olarak %10 civarında olmalıdır. Öte yandan eğime bağlı olarak derinlik aşağıdaki şekilde saptanmaktadır:

-Eğer alanın eğimi %4'ten az ise, yağmur bahçesinin derinliği 7-12 cm arasında olmalıdır,

-Eğer alanın eğimi %5-7 arasında ise, yağmur bahçesinin derinliği 15-18 cm arasında olmalıdır,

-Eğer alanın eğimi %8-12 arasında ise, yağmur bahçesinin derinliği 20 cm olmalıdır (The Native Plant Society of New Jersey, 2005, Doğangönül ve Doğangönül, 2008).



Şekil 5. Yağmur bahçesinin kısımları, derinliği ve bölgelerinin nem düzeyleri (Rutgers Cooperative Extension Water Resources Program and Native Plant Society of New Jersey, 2011).



Şekil 6. Yağmur oluşuna yakın konumlandırılmış konut bahçesinde yer alan bir yağmur bahçesi örneği (sol), yol kenarında yer alan bir yağmur bahçesi örneği (sağ) (Bray et al., 2014).

## 5. YAĞMUR BAHÇESİ BİTKİ SEÇİMİ VE BİTKİSEL TASARIMI

Yağmur bahçesi içerisinde kullanılmak üzere, uygulama alanının doğal bitki örtüsünde yetişen bitki türleri daha çok tercih edilmelidir. Doğal bitki örtüsünde yetişen türlerin; iklimsel özelliklere, toprak yapısına ve hidrolojik özelliklere daha toleranslı olmaları ve çok daha az bakıma ihtiyaç duymaları yağmur bahçelerinde kullanılmaları için en geçerli sebeptir (Diren, 2012).

Yağmur bahçesi yapısı gereği, birbirlerinden farklı toprak nem düzeylerine sahip 3 bölgeden oluşmaktadır (Şekil 5). Birinci bölge; nemlilik açısından oldukça ıslak olan yağmur bahçesinin taban (göllenme) bölgesidir. İkinci bölge; nemlilik açısından orta derecede olan eğimli yamaç

bölgesidir. Üçüncü bölge ise, nemlilik açısından kuru tampon bölgesidir (Indiana Lake Michigan Coastal Program, 2013).

Birinci bölge olan taban (göllenme) bölgesi için bitki tür seçimi yapılırken, suya dayanıklı, kökleri kuvvetli, ani su baskınlarına dayanabilecek diğer taraftan yüzey suyu toprağa süzülürken sonra kuru koşullara da adapte olabilen kısacası hem aşırı suya hem de aşırı kuraklığa dayanıklı ve adaptasyon aralığı oldukça geniş olan bitki türlerinin seçilmesine özen gösterilmelidir. İkinci bölge için bitki seçimi yapılırken, geçiş bölgesi olması nedeniyle yarı kurak şartlara dayanıklı bitkiler tercih edilmelidir. Diğer yandan, yağmur bahçesinin üçüncü bölgesi olan tampon bölgesi için bitki seçimi yapılırken, kuraklığa dayanıklı bitki türleri olmasına özen gösterilmelidir.

Yağmur bahçesinde bitkilendirme yapılırken aşağıda yer alan kriterlere önemle dikkat edilmelidir:

-Gelişmiş kök yapısına sahip bitkiler seçilmelidir (özellikle taban bölgesi için) (Doğangönül ve Doğangönül, 2008).

-Kirlenici maddelere (yağ, ağır metal vb.) olan toleransı yüksek olan bitki türlerinin seçilmesine özen gösterilmelidir (Demir, 2012).

-Bitkiler, yağmur bahçesine iyi bir düzenleme ile dikilmelidir. Alanda bir grid ağı oluşturularak, 20 cm aralıklarla dikim yapılması uygun olmaktadır (Doğangönül ve Doğangönül, 2008).

-Bitki dikiminden sonra, yaprakları ve bitki uzuvlarını altta bırakmayarak, 5 cm kalınlığında tüm yağmur bahçesini kaplayacak şekilde kırma çakıl, yonga vb. materyal ile drenajı kolaylaştırıcı amaçlı kaplama yapılabilmektedir (Doğangönül ve Doğangönül, 2008).

-Bitki dikimini takiben tüm alanın 2 cm ya da 3 cm kadar su ile kaplanacak şekilde sulanması gerekmektedir. Yeterli suyu aldıktan sonra dikilen bitkiler kısa sürede reaksiyon vererek adapte olduklarını belli edecektir. Yağmurun sıklığına göre daha sonraları elle sulamaya gerek duyulmayacaktır (Doğangönül ve Doğangönül, 2008; The Native Plant Society of New Jersey, 2005).

Diğer yandan, yağmur bahçesinin bitkisel tasarımı yapılırken, farklı fiziksel ve estetik koşulların göz önüne alınması gerekmektedir. Yağmur bahçesi güneş ışığı alma açısından; güneşli, yarı gölge ve gölge alanlarda yer alan yağmur bahçesi olarak

sınıflandırılırken, yer seçimi açısından; girişte yer alan yağmur bahçesi, kenarda yer alan yağmur bahçesi, bahçeyi bölme işlevi olan yağmur bahçesi, çit oluşturan yağmur bahçesi ve perdeleyici yağmur bahçesi olarak sınıflandırılmaktadır (URL2, 2015).

Öte yandan, yağmur bahçesinin estetik koşullar açısından; güzel kokulu yağmur bahçesi, kelebek çeken yağmur bahçesi ve kuşların yararlandığı yağmur bahçesi olarak sınıflandırılması yapılmakta ve bu sınıflandırmaya göre bitkisel tasarımları geliştirilmektedir (URL2, 2015).

## 6. YAĞMUR BAHÇESİ BAKIMI

Yağmur bahçesi alana uygulandıktan sonra, ilk birkaç yıl yani bitkiler yağmur bahçesine tam anlamıyla adapte olana kadar ekstra bakım ve sulama gerekmektedir. Yağmur bahçelerinin bu süreyi geçtikten sonra bakımları oldukça düşüktür. Bitkilerin sulanması sadece kuraklık dönemlerinde gerekmektedir (Bray et al., 2014, Ashworth Environmental Design, 2015).

Bitkisel materyal bakımı: Solma, canlılığını yitirme ve sarı/kahverengi yapraklar gibi durumlar yönünden bitkiler kontrol edilmelidir. Gerektiğinde bitki nakli ve/veya toprak değişikliği yapılmalıdır. Diğer yandan yabancı otlar elle çıkarılmalıdır. Yeni büyüme dönemi gelmeden önce, erken ilkbaharda bitkilerden kurumuş çiçekleri ve ölü aksamaları toplamak gerekmektedir (Bray et al., 2014, Ashworth Environmental Design, 2015).

Sedde bakımı: Şiddetli bir yağmur sonrası, seddeden su geçip geçmediği kontrol edilmelidir. Erozyon seddenin işlevlerini yitirmesine neden olmaktadır. Bu nedenle, özellikle şiddetli yağmur sonrası sedde bakım ve onarımı yapılmalıdır (Ashworth Environmental Design, 2015).

Göllenme alanı bakımı: Eğer göllenme alanında sızma görülüyorsa, toprak gözenekleri tıkanmış veya toprak aşırı sıkışmış hale gelmiş demektir. Bu yüzden toprağın gevşetilmesi veya değiştirilmesi gerekebilmektedir. Aşırı birikmiş tortu ve birikintiler kaldırılmalıdır (Ashworth Environmental Design, 2015).

Toprak bakımı: Aşırı asitlik ve bazlık durumları için toprak test edilmelidir. Test sonucu gerekli değişikliklerle pH ayarlanmalıdır (Ashworth Environmental Design, 2015).

Malç bakımı: Eğer yağmur bahçesinde malç kullanılmışsa, düzenli olarak su ile sürüklenip

sürüklenmediği kontrol edilmelidir. Erken ilkbaharda temizlik sonrasında, yeni bir malç tabakasının yağmur bahçesine eklenmesi oldukça iyi olacaktır (Ashworth Environmental Design, 2015).

## 7. ÇEŞİTLİ YAĞMUR BAHÇESİ ÖRNEKLERİ

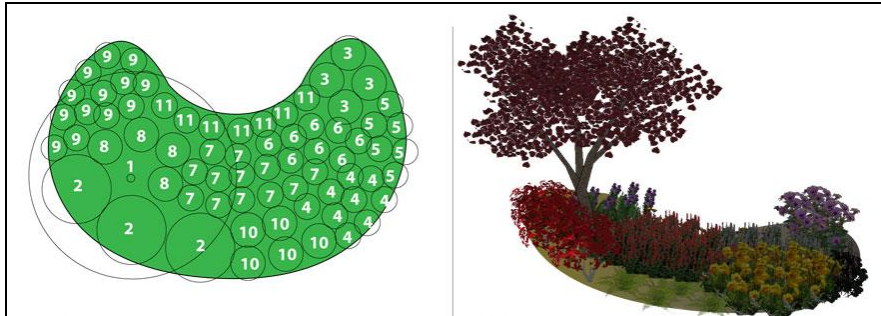
Şekil 7'de Amerika Birleşik Devletleri, Tennessee eyaletinin başkenti olan Nashville'de yer alan bir konut bahçesinde, 3 m x 6 m (18 m<sup>2</sup>) boyutlarında ve gölgeli bir alanda yer alan yağmur bahçesi örneği görülmektedir. Tasarlanan yağmur bahçesinde kullanılan bitkiler Tablo 1'de verilmiştir. Bu örnekteki yağmur bahçesi incelendiğinde; tasarımsal olarak formunun bir hücreyi andırıldığı görülmektedir. Seçilen bitkilerin hepsi doğal bitki örtüsünde bulunan türlerdir. Bitkilerin seçiminde; tam gölgede yetişebilme özelliğine, ölçek, renk ve doku uyumuna özen gösterilmiş ve ayrıca yağmur bahçesinin nemlilik bölgeleri de dikkate alınmıştır. Örneğin; 6, 7 ve 8 kodlu çok yıllıklar olan *Lobelia cardinalis* L., *Lobelia siphilitica* L. ve *Osmunda cinnamomea* L., su kenarında yetişebilme özellikleri ve suya dayanıklı türler olmaları nedeniyle yağmur bahçesinin ıslak bölgesinde kullanılmışlardır. Öte yandan, 2 ve 10 kodlu *Cyrilla racemiflora* L. (çalı) ve *Polystichum acrostichoides* (Michx.) Schott (Herdem yeşil) az bakım gerektiren, kurağa dayanıklı türler olmaları nedeniyle, yağmur bahçesinin tampon/sedde bölgesinde tercih edilmişlerdir (Ashworth Environmental Design, 2015).

İkinci örnek; Amerika Birleşik Devletleri, Chesapeake Körfezi Piedmont bölgesinde, tam güneş-kısmi gölge bir alanda, 42 m<sup>2</sup> yüzey alanına sahip ve kuşların yararlandığı bir başka deyişle, kuşları çeken bir yağmur bahçesi

örneğidir. Şekil 8'de örnek yağmur bahçesinin ölçeksiz planı ve bahçede kullanılan bütün bitki türlerinin fotoğrafları ve adetleri yer almaktadır (URL3, 2015).

İkinci örnekte yağmur bahçesinin genel formu dikdörtgendir. Bitkilerin seçiminde, renk, ölçek ve doku birlikteliğine dikkat edilmesinin yanı sıra, kuşların da yararlanması amacıyla meyveleriyle etkili türler tercih edilmiştir. Bütün türler, birinci örnekte olduğu gibi doğal bitki örtüsünde yetişen türlerdir. Genel bitkisel tasarımda; kitle-boşluk ilişkisine ve simetriye özen gösterilerek uygulama yapılmıştır. Örnekte, özellikle B kodu ile yer alan *Vaccinium corymbosum* L. (yaban mersini, likapa, maviyemiş) yoğun beyaz çiçekleri daha sonra koyu mavi meyveleri ve farklı yaprak rengiyle birlikte, hem kuşları çekme hem de estetik açıdan yağmur bahçesine büyük katkılar sağlamaktadır (URL3, 2015).

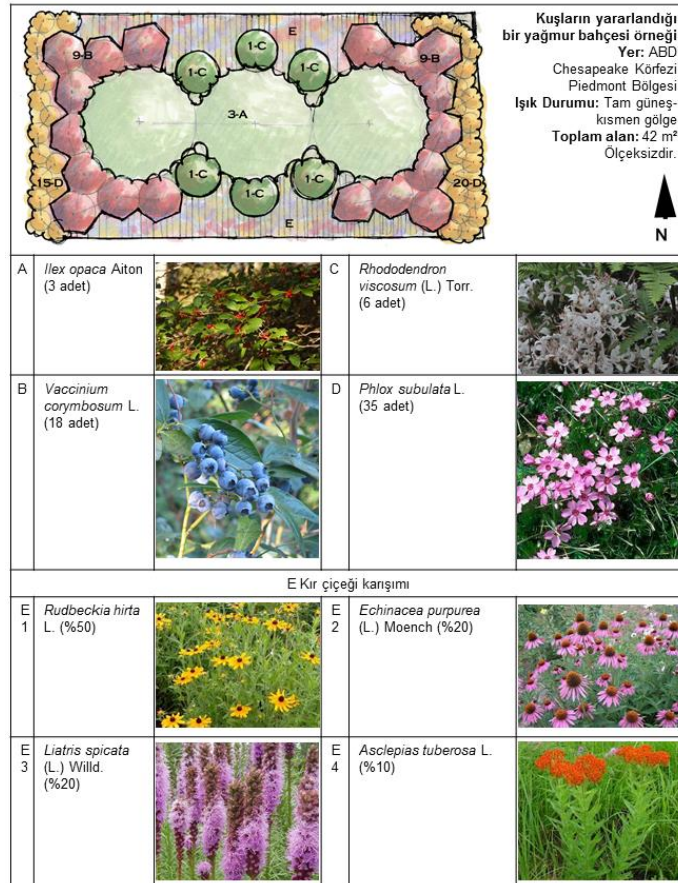
Üçüncü örnek; Amerika Birleşik Devletleri, Chesapeake Körfezi dağlık bölgesinde, kısmen gölge-tam gölge bir alanda, 10.5 m<sup>2</sup> yüzey alanına sahip ve geçirimli döşeme ile ortadan bölünmüş, girişte yer alan bir yağmur bahçesi örneğidir (Şekil 9). Bölünen yağmur bahçesinin bağlantı borusu ile geçirimli döşemenin altından birbirine bağlanması isteğe bağlı olarak bırakılmıştır. Geçirimli döşeme, yağmur bahçesini ortadan bölen bir simetri eksenini niteliğindedir. Alanın giriş özelliği taşıması nedeniyle, simetrik bitkisel tasarıma özen gösterilmiş ancak bahçenin kısmen gölge-tam gölgede bulunması, çok gösterişli çiçek ve meyvelere sahip, karşılayıcı bitki türlerinin kullanılmasını engellemiştir. Kullanılan bütün bitki türleri, diğer iki örnekte de olduğu gibi doğal bitki örtüsünde yetişen ve ekstrem şartlara uyum sağlayabilen, dolayısıyla az bakım isteyen türlerdir (URL4, 2015).



Şekil 7. Gölge bir alanda yer alan yağmur bahçesi örneği-Plan (Sol) ve Perspektif görünüşü (Sağ) (Ashworth Environmental Design, 2015).

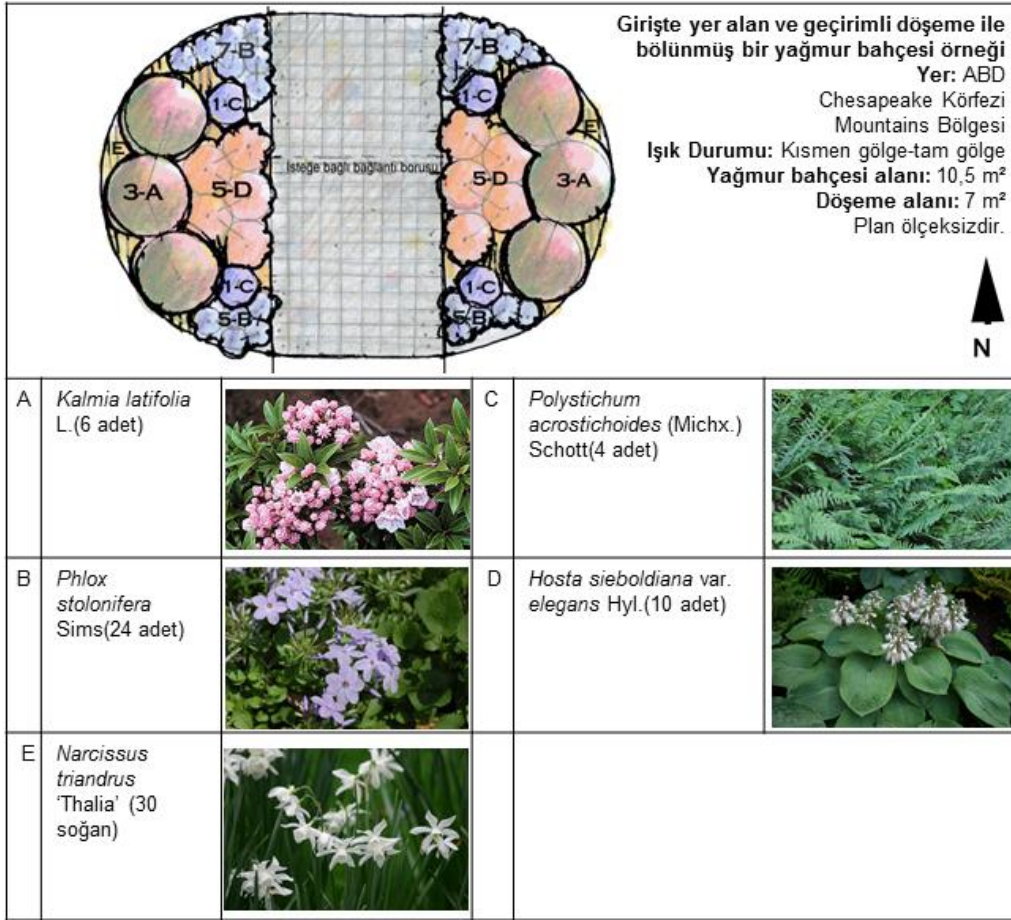
Tablo 1. Gölge bir alanda yer alan yağmur bahçesinde kullanılan doğal bitkilerin listesi (Ashworth Environmental Design, 2015).

KODU	MİKTARI	LATİNCE ADI	ÇİÇEK RENGİ	BOY	ÖZELLİK
		<b>AĞAÇLAR</b>			
1	1	<i>Cercis canadensis</i> L.	Mor	6-9 m	
		<b>ÇALILAR</b>			
2	3	<i>Cyrilla racemiflora</i> L.	Beyaz	1.2-2.4 m	
		<b>ÇOK YILLIKLAR</b>			
3	4	<i>Aster novae-angliae</i> L.	Mavi/mor	0.9-1.2 m	
4	9	<i>Coreopsis major</i> Walter	Sarı	0.9 m	
5	6	<i>Heuchera americana</i> L.	Pembe	0.3 m	
6	8	<i>Lobelia cardinalis</i> L.	Mavi	0.45-0.9 m	Su kenarında yetişme
7	12	<i>Lobelia siphilitica</i> L.	Kırmızı	0.6-1.2 m	Su kenarında yetişme
8	4	<i>Osmunda cinnamomea</i> L.	Yeşil	0.9-1.2 m	Su kenarında yetişme
9	13	<i>Phlox divaricata</i> L.	Mavi	0.15-0.6 m	
10	5	<i>Polystichum acrostichoides</i> (Michx.) Schott	Yeşil	0.6 m.	Herdem yeşil
11	7	<i>Stylophorum diphyllum</i> (Michx.) Nutt.	Sarı	0.45-0.9 m	



Şekil 8. Kuşların yararlandığı bir yağmur bahçesi örneği (URL3, 2015).





Şekil 9. Geçirimli döşeme ile bölünmüş girişte yer alan bir yağmur bahçesi örneği (URL4, 2015).

## 8. SONUÇ

Günümüzde olumsuz etkileri daha çok hissedilen çevre sorunlarının başında gelen küresel ısınma sorununa bağlı olarak ortaya çıkan iklimsel değişimlerle birlikte, kentlerin doğal su döngüsünde farklılıklar görülmektedir. Kentlerde artan sıcaklıklarla birlikte, daha hızlı buharlaşma ve nem tutmaya bağlı olarak ani ve şiddetli yağışlar yaşanmaktadır. Bu ani ve şiddetli yağışlar sonrası, sert yüzeylerin yeşil alanlara oranla oldukça hakim olduğu kentsel alanlarda, yağmur suyunun hızla yüzey akışa geçerek alandan uzaklaşması ve çok az miktarda sızma sonucunda taşkın ve sel sorunları yaşanmaktadır (Demir, 2012).

Bu bağlamda, kentsel alanlarda su kaynaklarının ve yağmurun sürdürülebilir yönetiminin önemi ortaya çıkmaktadır. İklim değişikliğiyle birlikte düzensizleşen yağışlar, yerleşim alanlarında

zemine ve çatıya düşen yağmur suyunun taşkınlara neden olmadan çok daha hızlı ve verimli bir şekilde tahliyesini gerektirmektedir. Söz konusu bu tahliyenin; geleneksel yöntemlerle yani yağmur suyunun drenaj yapılarıyla bir an önce alandan uzaklaştırılmasının yerine, yüzey akışını yavaşlatacak ve sızmayı artıracak uygulamalarla gerçekleştirilmesi, kentlerde yağmur suyu yönetiminin sürdürülebilir olması açısından son derece önemlidir. Bu kapsamda kentsel alanlarda, yağmur sonrası ortaya çıkan yüzey akışı kontrol altına alabilmek için çeşitli uygulamalar geliştirilmiştir (Jaber et al., 2012).

Sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi kapsamında kentlerde uygulanan doğa dostu, basit ama bir o kadar da etkili uygulamaların başında yağmur bahçesi gelmektedir. Kentsel alanlarda, konut bahçelerinden daha büyük alanlara kadar farklı ölçeklerde uygulanabilen yağmur bahçesi, yüzey

akışın yönlendirildiği, yağmur miktarına göre boyutlandırılan ve çeşitli bitki ve materyallerle (taşlar, yongalar vb.) düzenlemelerin yapıldığı estetik alanlardır. Yağmur bahçesinin en temel özelliği; yağmur sonrası yüzey akışa geçen fazla yağışın tutularak, erozyona, sel ve taşkınlara ve su kirliliğine neden olmadan yeraltına emilimini sağlamaktır. Bu durum, yer altı su seviyesinin de beslenmesine ve dolayısıyla su döngüsüne de olumlu yansımaktadır (URL2, 2015).

Kentsel alanlarda yağmur bahçesinin uygulanması, son derece kolay ve ekonomik olmanın yanı sıra, yağmur suyu yönetimi açısından da oldukça etkilidir. Konut sahipleri basit bir şekilde kendi bahçelerine, tasarım konusunda peyzaj mimarlarından destek alarak yağmur bahçesini uygulayabilmektedir (Jaber et al., 2012). Yağmur bahçesi uygulamalarında en önemli olan temel ilkeler;

-Yağmur bahçesinin alanda doğru konumlandırılması,

-Yağmur, yüzey akış miktarı ve drenaj alanı büyüklüğüne göre yağmur bahçesinin boyutlarının uygun olarak hesaplanması,

-Uygulama alanının toprak bünyesinin geçirimsizlik açısından analiz edilerek, yağmur bahçesi derinliğinin tespit edilmesi ve

-Yağmur bahçesinde kullanılan bitkilerin; doğal bitki örtüsünde yetişen ve ekolojik istekleri açısından suya ve kirletici maddelere dayanıklı bitki türlerinden seçilmesine özen göstermektir.

Özet olarak; yağmur bahçesinin yüzey akışları tutarak yeraltı suyu beslenimini zenginleştirilmesiyle birlikte, bozulmuş kentsel su döngüsüne olumlu katkılarda bulunması ve estetik yönden de kentsel alanlara yararlar sağlaması; kentsel alanlarda yağmur suyunun sürdürülebilir yönetimi amacıyla kullanılan doğa dostu çözümler içerisinde en işlevsel ve uygulanabilir çözümlerden biri olduğunu ortaya koymaktadır.

## KAYNAKLAR

1. Ashworth Environmental Design 2015. Rain Gardens for Nashville-Make the most of the rain that falls on your property. The Nashville District of the US Army Corps of Engineers and the Metropolitan Government of Nashville and Davidson County's Department of Water and Sewerage Services, USA, p. 18.
2. Bray, B., Gedge, D., Grant, G. and Leuthvilay, L. 2014. Rain Garden Guide. Reset Development, USA, p. 12.
3. Butler, D. and Davies, J. W. 2004. Urban Drainage, 2nd edition, Spon Press Taylor & Francis Group, London and New York, (1-5).
4. Çakıroğlu, G. 2011. Peyzaj Tasarımında Su Tasarrufuna Yönelik Güncel Uygulamaların İrdelenmesi: İstanbul örneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Peyzaj Mimarlığı Programı, İstanbul, 174 s.
5. Demir, D. 2012. Konvansiyonel Yağmur-suyu Yönetim Sistemleri ile Sürdürülebilir Yağmur-suyu Yönetim Sistemlerinin Karşılaştırılması: İTÜ Ayazağa Yerleşkesi Örneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Çevre Bilimleri ve Mühendisliği Programı, İstanbul, 191 s.
6. Department of Environmental Protection Bureau of Watershed Management 2006. Pennsylvania Stormwater Best Management Practices Manual. Department of Environmental Protection Bureau of Watershed Management, USA, p. 685.
7. Doğanönül, Ö. ve Doğanönül, C. 2008. Küçük ve Orta Ölçekli Yağmursuyu Kullanımı. 2. Baskı, Teknik Yayınevi, Ankara, s. 499.
8. Dunnett, N. and Clayden, A. 2007. Rain Gardens-Managing water sustainably in the garden and designed landscape. Timber Press Inc., USA, p. 186.
9. Indiana Lake Michigan Coastal Program 2013. Rain Gardens A How-To Guide. Indiana Lake Michigan Coastal Program, USA, p. 19.

10. Jaber, F., Woodson, D., LaChance, C. and York, C. 2012. Stormwater Management: Rain Gardens, The Department of Soil and Crop Sciences and Texas A&M AgriLife Communications, The Texas A&M System, USA, p. 20.
11. Karakoçak, B. B. 2011. An Integrated Approach to Water Management in Kayseri: Rain Water Collection and Storage Design for Kayseri Harikalar Diyarı Water-Ski Park. Master of Science, Boğaziçi University Institute of Environmental Sciences, Environmental Technology, İstanbul, p. 88.
12. Rutgers Cooperative Extension Water Resources Program and Native Plant Society of New Jersey 2011. Rain Garden Manual of New Jersey. Rutgers New Jersey Agricultural Experiment Station, Water Resources Program, The Native Plant Society of New Jersey, Northeast States&Caribbean Islands Regional Water Center and New Jersey Sea Grant Consortium, USA, p. 68.
13. The Native Plant Society of New Jersey 2005. Rain Garden Manual for New Jersey. The Native Plant Society of New Jersey, USA, p. 24.
14. URL1, 2015. [http://www.abbey-associates.com/splashsplash/blue\\_standards/rain\\_garden.-html](http://www.abbey-associates.com/splashsplash/blue_standards/rain_garden.-html) Erişim tarihi: 25.01.2015.
15. URL2, 2015. [http://www.lowimpactdevelopment.org/raingarden\\_design/whatisaraingarden.htm](http://www.lowimpactdevelopment.org/raingarden_design/whatisaraingarden.htm) Erişim tarihi: 26.01.2015.
16. URL3, 2015. <http://www.lowimpactdevelopment.org/raingardendesign/Templates4RainGardens/PDFTemplates4SunPiedmont/4-Birds450SFQuarterScaleColorPied.pdf> Erişim tarihi: 10.02.2015.
17. URL4, 2015. [http://www.lowimpactdevelopment.org/raingarden\\_design/Templates4RainGardens/PDFTemplates4ShadeMountains/-Entry113SFQScaleMtnShade.pdf](http://www.lowimpactdevelopment.org/raingarden_design/Templates4RainGardens/PDFTemplates4ShadeMountains/-Entry113SFQScaleMtnShade.pdf) Erişim tarihi: 11.02.2015.
18. Wisconsin Department of Natural Resources and University of Wisconsin-Extension 2003. Rain Gardens A how-to manual for homeowners. Wisconsin Department of Natural Resources and University of Wisconsin-Extension, Wisconsin, USA, p. 31.