

**T. C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SU DUYARLI KENTSEL TASARIMA YÖNELİK YAĞMUR
BAHÇELERİ MODELİ: ISPARTA ÖRNEĞİ**

Sedanur SOLMAZ

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Şehriban ERASLAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI
ISPARTA- 2021**



© 2021 [Sedanur SOLMAZ]

TEZ ONAYI

Sedanur SOLMAZ tarafından hazırlanan “Su Duyarlı Kentsel Tasarıma Yönelik Yağmur Bahçeleri Modeli: Isparta Örneği” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman **Dr. Öğr. Üyesi Şehriban ERASLAN**
Süleyman Demirel Üniversitesi

Jüri Üyesi **Prof. Dr. Reyhan ERDOĞAN**
Akdeniz Üniversitesi

Jüri Üyesi **Doç. Dr. Candan KUŞ ŞAHİN**
Süleyman Demirel Üniversitesi

Enstitü Müdürü **Doç. Dr. Şule Sultan UĞUR**

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Sedanur SOLMAZ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Kavramsal Çerçeve	5
1.1.1. Yüzeysel akış yönetimi (Yağmur sularının yönetilmesi)	7
1.1.2. Su duyarlı kentsel tasarım (WSUD)	9
1.1.3. Yağmur bahçeleri	13
2. KAYNAK ÖZETLERİ	25
3. MATERYAL VE YÖNTEM	28
3.1. Materyal	28
3.1.1. Çalışma alanı sınırları.....	34
3.1.2. Çalışma alanının tarihçesi.....	45
3.1.3. Çalışma alanının nüfus verileri.....	46
3.1.4. Çalışma alanının iklim verileri	47
3.1.5. Çalışma alanının jeolojik yapısına ilişkin veriler	48
3.1.6. Çalışma alanının toprak yapısı ve özellikleri	48
3.1.7. Çalışma alanının arazi kabiliyet sınıfları	48
3.1.8. Çalışma alanının mevcut bitki örtüsü.....	49
3.1.9. Çalışma alanının faunası.....	49
3.1.10. Çalışma alanının ekonomik yapısı.....	50
3.2. Yöntem	50
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	52
4.1. Çalışma alanlarının hidrolojik ve hidrojeolojik durumu	52
4.2. Çalışma alanlarının yola uzaklık durumu.....	54
4.3. Çalışma alanlarının eğim durumları	56
4.4. Çalışma alanlarının bakı durumları	57
4.5. Çalışma alanlarının yükseklik durumları	59
4.6. Çalışma alanlarının sıcaklık durumları	61
4.7. Çalışma alanlarının yağış durumları.....	63
4.8. Çalışma alanlarının eğim-yağış çakıştırma durumları.....	65
4.9. Çalışma alanlarındaki taşkına geçmiş alanların görüntüleri.....	67
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	72
6. KAYNAKLAR	120
ÖZGEÇMİŞ	123

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SU DUYARLI KENTSEL TASARIMA YÖNELİK YAĞMUR BAHÇELERİ MODELİ: ISPARTA ÖRNEĞİ

Sedanur SOLMAZ

**Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Şehriban ERASLAN

Dünya coğrafyasında küreselleşme sonucunda meydana gelen iklim değişiklikleri doğal ekosistemlerin bozulmasına yol açmıştır. İklimsel değişiklikler dünyadaki hem ortalama sıcaklık değerlerinin hem de ortalama yağış değerlerinin olumsuz bir şekilde artmasına sebep olmuştur. Yağış değerlerinin azalma göstermesi sonucunda meydana gelen kuraklık veya yağış değerlerinin artış göstermesi sonucunda meydana gelen seller doğal ekosisteme gözle görülür bir zarar vermiştir. Kent ekolojisindeki bozulmanın en önemli sebebi ise kentleşmedir. Kent ortamındaki geniş yüzeyler olan otoparklar, yürüyüş yolları gibi sert ve geçirimsiz yüzeyler yağmur sularının yer altı su kaynaklarına karışmasına engel olmaktadır. Bu etkiyi en aza indirecek ve yağmur sularının sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesini sağlayacak olan yöntem ise su duyarlı kentsel tasarım (WSUD) yaklaşımıdır.

Bu çalışmada kent içi sürdürülebilir yağmur suyu kontrolü yapılabilmesi amacıyla geleneksel çözümler dışında ekolojik temelli yaklaşımlar oluşturularak sürdürülebilir kent hedefine katkı sağlanması amaçlanmaktadır. Özellikle şiddetli yağışların sonucunda su taşkınlarının oluşması ve bu taşkınlar sonucunda araç trafiğinin bile etkilenmesi nedeni ile geleneksel çözümlerin yetersiz kaldığı görülmektedir. Isparta kenti için sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi sağlanması amacıyla kent ekolojisini ön planda tutan bir yaklaşım ile yağmur suyunun sürdürülebilirliğinin sağlanması ve yeraltı su kaynaklarının beslenmesi için kent içerisinde oluşturulacak yağmur bahçeleri tasarım-modelleri önem arz etmektedir.

Bu doğrultuda CBS araçları yardımıyla Isparta kent merkezinde düşük kotlu alanlar belirlenmiş ve sayısal ortamda farklı tematik haritalar hazırlanmıştır. Ayrıca yağmurlu günlerde gezi-gözlem-fotoğraflama yoluyla kent merkezi fırsatlar dahilinde gezilerek değerlendirmeye alınmıştır. Düşük kotta olan bölgeler ve gezi-gözlem sonucunda değerlendirmeye alınan bölgeler için örnek yağmur bahçeleri tasarım-modelleri çizilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Su duyarlı kentsel tasarım, Yağmur bahçeleri, Isparta

2021, 123 sayfa

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

THE MODEL OF RAIN GARDENS FOR WATER SENSITIVE URBAN DESIGN: THE EXAMPLE OF ISPARTA

Sedanur SOLMAZ

**Suleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Landscape Architecture**

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Şehriban ERASLAN

The climate changes which occurred as a result of the globalization in the world geography have caused habitat degradation. Climate changes have resulted in a negative increase both in the mean temperatures in the world and in average precipitation. Drought occurring due to the decrease in precipitation or floods occurring as a result of increase in precipitation have visibly damaged the habitat. Urbanization is the most significant reason for the degradation in urban ecology. Firm and impermeable surfaces such as parking lots and walking trails which cover a broad part of urban environment prevent rainwater from blending with underground water resources. Water sensitive urban design (WSUD) approach is the method to minimize this effect and to enable sustainable management for the rainwater.

This study aims to provide ecology-based approaches other than the traditional solutions to control the urban rainwater in a sustainable manner and to contribute to the goal of sustainable city. It has been observed that the traditional solutions are insufficient especially when even the car traffic is affected by the floods occurring due to the heavy rainfall. Rain gardens design-models to be created within cities are important to maintain the sustainability of rainwater and to feed the underground water resources with an approach prioritizing the urban ecology in order to provide sustainable rainwater management for the city of Isparta.

In this regard, areas with low altitude have been detected within the city center of Isparta through GIS tools and different thematic maps have been prepared in digital environment. Furthermore, we visited and evaluated the city center within the bounds of possibility through excursion-observation-photography method during rainy days. Sample rain garden design-models have been drawn for the areas with low altitude and areas evaluated as a result of excursion-observation.

Keywords: Water sensitive urban planning, Rain gardens, Isparta

2021, 123 pages

TEŞEKKÜR

'Isparta Kent Merkezi Su Duyarlı Kentsel Tasarımına (WSUD) Yönelik Yağmur Bahçesi Modeli' konulu yüksek lisans tezimde, bilimsel bilgi ve katkılarını esirgemeyen, çalışmalarımı yönlendiren, her türlü kaynak ve olanağı sağlayan, yüksek lisans eğitimime başlamama yardımcı olan danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Şehriban ERASLAN'a teşekkür ederim. Yakın ilgi ve hoşgörüsünü esirgemeyen, her konuda yardımcı olan değerli hocam Prof. Dr. Mehmet TOPAY'a teşekkürlerimi sunarım.

4 yıllık üniversite yaşamım ve lisansüstü eğitimim boyunca bilgileri ile kendimi geliştirmemi sağlayan, her konuda destek olan, bilgi ve tecrübelerini en yoğun şekilde aktarmaya çalışan değerli hocalarıma da teker teker çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans tezim sırasında yaptığım analizlerin nasıl yapıldığını anlatarak ve daha sonrasında doğruluğunu kontrol ederek bana destek olan Harita Mühendisi Umut KOCA'ya çok teşekkür ederim. Ayrıca tüm eğitim hayatım boyunca ve çalışmalarım süresince bana her zaman destek olan, yardımını esirgemeyen, güvenlerini hep arkamda hissettiğim, manevi olarak her zaman yanımda olan canım annem Gülgün SOLMAZ'a, canım babam Feyyaz SOLMAZ'a ve abim Bedri SOLMAZ'a her şey için sonsuz teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunarım.

Sedanur SOLMAZ
ISPARTA, 2021

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Yağmur Sularının Yönetilmesi	9
Şekil 1.2. Su Duyarlı Kentsel Tasarım (WSUD)	10
Şekil 1.3. Rotterdam Mavi Yeşil Şehirler	11
Şekil 1.4. Water Sensitive Urban Design	13
Şekil 1.5. Cennet Bahçesi	14
Şekil 1.6. Yağmur Bahçesi Sulama Kanalları	15
Şekil 1.7. Yol Kenarında Uygulanabilecek Yağmur Bahçesi Modeli	15
Şekil 1.8. Yağmur Bahçesi Modeli 1	17
Şekil 1.9. Konut Bahçesine Uygulanan Yağmur Bahçesi Modeli	18
Şekil 1.10. Yağmur Bahçesi Çizimi	18
Şekil 1.11. Yağmur Bahçesi Modellerinin Uygulanamayacağı Alanlar	19
Şekil 1.12. Yağmur Bahçesi Örneği 3	20
Şekil 1.13. Yağmur Bahçesi Örneği 4	20
Şekil 1.14. Yağmur Bahçesi Örneği 5	22
Şekil 1.15. Mount Tabor Ortaokulundaki Yağmur Bahçesi Örnekleri	24
Şekil 1.16. Yağmur Bahçesi Örneği	24
Şekil 3.1. Isparta Kent Merkezi Sınırı	28
Şekil 3.2. Isparta Kent Merkezi Mahalle Sınırları	30
Şekil 3.3. Isparta Kent Merkezi Mevcut Yeşil Alan Varlığı	31
Şekil 3.4. Isparta Kent Merkezi Çalışma Alanları Sınırları	33
Şekil 3.5. Ayazmana Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen Alanlar	34
Şekil 3.6. Ayazmana Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 1. Alan	35
Şekil 3.7. Ayazmana Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 2. Alan	35
Şekil 3.8. Ayazmana Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 3. Alan	35
Şekil 3.9. Bahçelievler Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen Alanlar	36
Şekil 3.10. Bahçelievler Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 1. Alan	36
Şekil 3.11. Bahçelievler Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 2. Alan	37
Şekil 3.12. Bahçelievler Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 3. Alan	37
Şekil 3.13. Bahçelievler Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 4. Alan	37
Şekil 3.14. Bahçelievler Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 5. Alan	38
Şekil 3.15. Bahçelievler Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 6. Alan	38
Şekil 3.16. Çünür Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen Alanlar	39
Şekil 3.17. Çünür Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 1. Alan	39
Şekil 3.18. Çünür Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 2. Alan	39
Şekil 3.19. Çünür Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 3. Alan	40
Şekil 3.20. Çünür Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 4. Alan	40
Şekil 3.21. Dere Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen Alanlar	41
Şekil 3.22. Dere Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 1. Alan	41
Şekil 3.23. Dere Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 2. Alan	42
Şekil 3.24. Dere Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 3. Alan	42
Şekil 3.25. Modernvler Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen Alan	43
Şekil 3.26. Modernvler Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 1. Alan	43
Şekil 3.27. Vatan Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen Alanlar	44
Şekil 3.28. Vatan Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 1. Alan	44
Şekil 3.29. Vatan Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 2. Alan	44
Şekil 3.30. Vatan Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 3. Alan	45

Şekil 3.31. Isparta Kent Merkezi Kentsel Yeşil Alanlar	46
Şekil 3.32. Araştırmanın Akış Diyagramı	51
Şekil 4.1. Çalışma Alanları Göle Uzaklık Analiz Paftaları.....	53
Şekil 4.2. Çalışma Alanları Dereye Uzaklık Analiz Paftaları	54
Şekil 4.3. Çalışma Alanları Anayola Uzaklık Analiz Paftaları	55
Şekil 4.4. Çalışma Alanları Eğim Analiz Paftaları	57
Şekil 4.5. Çalışma Alanları Bakı Analiz Paftaları	59
Şekil 4.6. Çalışma Alanları Yükseklik Analiz Paftaları.....	61
Şekil 4.7. Çalışma Alanları Sıcaklık Analiz Paftaları	63
Şekil 4.8. Çalışma Alanları Yağış Analiz Paftaları.....	65
Şekil 4.9. Çalışma Alanları Eğim-Yağış Çakıştırma Analiz Paftaları	67
Şekil 4.10. Bahçelievler Mahallesi Taşkın Meydana Gelen Alan 1	68
Şekil 4.11. Bahçelievler Mahallesi Taşkın Meydana Gelen Alan 2	68
Şekil 4.12. Çünür Mahallesi Taşkın Meydana Gelen Alan 1	69
Şekil 4.13. Çünür Mahallesi Taşkın Meydana Gelen Alan 2.....	69
Şekil 4.14. Çünür Mahallesi Taşkın Meydana Gelen Alan 3.....	70
Şekil 4.15. Dere Mahallesi Taşkın Meydana Gelen Alan.....	70
Şekil 4.16. Çünür-Mehmet Tönge Kavşağı Taşkın Meydana Gelen Alan	71
Şekil 4.17. Modernevler Mahallesi Taşkın Meydana Gelen Alanlar.....	71
Şekil 5.1. Ayazmana Mahallesi Yağmur Bahçesi 1. Model	75
Şekil 5.2. Ayazmana Mahallesi Yağmur Bahçesi 2. Model	77
Şekil 5.3. Ayazmana Mahallesi Yağmur Bahçesi 3. Model	79
Şekil 5.4. Bahçelievler Mahallesi Yağmur Bahçesi 1. Model	81
Şekil 5.5. Bahçelievler Mahallesi Yağmur Bahçesi 2. Model	83
Şekil 5.6. Bahçelievler Mahallesi Yağmur Bahçesi 3. Model	85
Şekil 5.7. Bahçelievler Mahallesi Yağmur Bahçesi 4. Model	87
Şekil 5.8. Bahçelievler Mahallesi Yağmur Bahçesi 5. Model	89
Şekil 5.9. Bahçelievler Mahallesi Yağmur Bahçesi 6. Model	91
Şekil 5.10. Çünür Mahallesi Yağmur Bahçesi 1. Model.....	93
Şekil 5.11. Çünür Mahallesi Yağmur Bahçesi 2. Model.....	95
Şekil 5.12. Çünür Mahallesi Yağmur Bahçesi 3. Model.....	97
Şekil 5.13. Çünür Mahallesi Yağmur Bahçesi 4. Model.....	99
Şekil 5.14. Çünür Mahallesi Yağmur Bahçesi 5. Model.....	101
Şekil 5.15. Dere Mahallesi Yağmur Bahçesi 1. Model.....	103
Şekil 5.16. Dere Mahallesi Yağmur Bahçesi 2. Model.....	105
Şekil 5.17. Dere Mahallesi Yağmur Bahçesi 3. Model.....	107
Şekil 5.18. Modernevler Mahallesi Yağmur Bahçesi 1. Model.....	109
Şekil 5.19. Modernevler Mahallesi Yağmur Bahçesi 2. Model.....	111
Şekil 5.20. Vatan Mahallesi Yağmur Bahçesi 1. Model	113
Şekil 5.21. Vatan Mahallesi Yağmur Bahçesi 2. Model	115
Şekil 5.22. Vatan Mahallesi Yağmur Bahçesi 3. Model	117

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1. Yağmur Bahçelerinde Kullanılan Bitki Türleri	23
Çizelge 2.1. Isparta Kent Merkezi Aktif-Yeşil Alan Miktarı.....	32
Çizelge 3.1. Isparta Kent Merkezi Nüfus Verileri	47
Çizelge 4.1. Isparta Kent Merkezi Uzun Yıllar Aylık Yağış Ortalaması (°C).....	62
Çizelge 5.1. Isparta Kent Merkezi Uzun Yıllar Aylık Yağış Ortalaması (mm).....	64



1. GİRİŞ

Dünya'daki coğrafi özellikler, iklim koşulları, ekonomik yapı, kültürel yapı her gün değişime maruz kalmaktadır. Bu değişimlerin en önemlisi ve en tehlikelisi doğal dengenin bozulmasıdır. Doğal denge iklimdeki değişiklikler, su kaynaklarının bilinçsiz kullanımı, çarpık kentleşme gibi unsurlar nedeni ile bozulmaktadır. Değişen iklim şartları sonucunda ani ve şiddetli yağışlar meydana gelmekte ve sorunlu alanlarda sel suları olarak birikmektedir. Kuvvetli yağış nedeni ile toplanma gösteren suların yararlı bir şekilde kullanılmasının ve sürdürülebilirliğinin sağlanması, geçirimli yüzeylerin artırılması, doğal dengenin korunması için böyle bir çalışma konusu seçilmesinde temel etkeni oluşturmuştur. Günümüzde kentleşmenin artması ile birlikte kentlerdeki yeşil alan miktarı da azalmaktadır. Bu sebeple kentlerde yeşil alanlara ihtiyaçların da her geçen gün artmasından dolayı çalışma için bu konunun seçilmesinde etkili olmuştur.

Küreselleşme sonucunda meydana gelen iklim değişiklikleri dünya coğrafyasını büyük oranda değiştirmiş ve ekolojik sistemlerdeki döngülerin sürdürülebilmesini kalıcı olarak etkilemiştir. 19. yüzyılın ortalarına doğru insan kaynaklı etkenler iklim değişikliğine ilk neden olan faktörlerdir. Bu faktörler doğrultusunda insanlar iklimi, iklimler de insanların yaşamlarını etkilemeye başlamıştır. 300 yıl öncesine kadar dayanan iklim değişikliği, bilimsel çalışmaların yapılmasını gündeme getirmiştir. İklim değişikliğindeki bilimsel çalışmalar 1972 yılında "The United Nations Conference on the Human Environment (Birleşmiş Milletler İnsan Çevre Konferansı)" ile küresel gündeme gelmiştir. Daha sonra 1979 yılındaki I. Dünya Konferansı'nda küresel ısınmanın en önemli nedeni olarak fosil yakıtların yakılması sonucunda, atmosferdeki CO₂ gazının yoğunluğunun artması gösterilmiştir (Kahraman, 2018). Kentleşme ve insan kaynaklı nedenler ile atmosferdeki sera gazlarında ve atmosferin partiküllerinde artış meydana gelmiş, ozon tabakası incelmeye başlamış, doğal çevrede tahribatlar ve küreselleşme nedeni ile de sıcaklık değişimleri meydana gelmiştir. Türkiye iklim yapısı bakımından karmaşık bir yapıya sahiptir ve bu nedenle iklimde meydana gelen değişikliklerden en fazla etkilenen ülkeler arasında yer almaktadır (Öztürk, 2002). Meydana gelen iklim değişiklikleri nedeni ile Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP), "İklim değişikliği sadece doğal etkenlerden değil, aynı zamanda küresel

atmosfer bileşimini yok eden insan faaliyetlerinden de kaynaklanıyor” açıklamasına yer vermiştir (Yıldırım, 2013). BM **İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi**’nde (İDÇS), iklim değişikliği “Karşılaştırılabilir bir zaman periyodunda gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin birleşimini bozan insan etkinlikleri sonucunda meydana gelen değişikliklerdir” şeklinde tanımlanmıştır (Türkeş vd., 2000).

İklimde meydana gelen değişikliklerin, su döngüsünü ve oluşan yağışları önemli boyutta etkileyeceği kabul edilmektedir. Dünya coğrafyasının bazı kesimlerinde meydana gelen iklim değişikliklerinin yağış rejimlerini büyük oranda değiştirmesi ve oluşan yağışların doğal süreçlerinin etkilenmesi beklenmektedir. Dünya hızla gelişmektedir. Özellikle 21. yüzyılın sonlarına doğru meydana gelen aşırı yağışlar, su altyapıları üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Su baskınları ve ekonomik kayıplar, olumsuz etkiler olarak sayılabilmektedir. Günümüzde kentsel altyapıdaki tasarım kriterleri, meydana gelen iklim değişikliği sonucundaki artış gösteren yağışların oluşturduğu tepe akışı ve yağış yüksekliğinde oluşan değişimleri dikkate almayabilir. Kentlerdeki oluşturulan drenaj sistemlerindeki tasarımların oluşturduğu yağış modelinin iklim koşulları sonucunda artması beklenmektedir. Küreselleşme sonucunda meydana gelen iklim değişikliklerinin yağışlar üzerindeki etkileri dikkate alınarak, kentsel tasarımlarda potansiyel taşkın riskini ve taşkınlar sonucunda meydana gelebilecek hasarları değerlendirme, oluşacak taşkınların risklerinin yönetilmesi ve kentsel altyapı tasarımlarına öncelik verilmesi, küreselleşme sonucunda oluşan iklim değişikliğinin iyileştirilmesinde yardımcı olabilir (Oruç, 2018).

Kentleşmenin günümüzde artması sonucunda meydana gelen en önemli unsur yapılaşmadır. Yapılaşma da kentleşme ile birlikte günümüzde çok fazla artış göstermektedir. Yapılaşmanın artması nedeniyle kentlerdeki açık yeşil alan miktarı da yapılaşmaya oranla azalmaktadır. İmar çalışmalarının artması, sanayi ve endüstrideki gelişmeler kentleşmeyi ve doğal olarak da yapılaşmayı artırmaktadır. Bu durumlar nedeni ile kentlerdeki açık yeşil alanlara olan ilgi ve alaka da giderek azalmaktadır. Kentleşme sonucunda meydana gelen yapılaşma ile kentlerdeki kişi başına düşen açık yeşil alan miktarları azalmaktadır. Kentsel gelişimin sürdürülebilir olması için kentlerde açık yeşil alanlara çok fazla ihtiyaç duyulmaktadır. Açık yeşil alanlar

kentlerin nefes almasında önemli bir konumda yer almaktadır. Bu tez çalışmasında kentlerin nefes almasını sağlayan açık yeşil alanlar artırılacak ve kentsel gelişimin sürdürülebilir olması sağlanacaktır (Karataş ve Kılıç, 2017).

Kentsel gelişimin sürdürülebilir olmasının hedeflerinin başında, yer altı su kaynaklarının sürdürülebilir olması gelmektedir. Yer altı su kaynaklarının önemli bir parçası olan yağmur suyunun yönetilmesi, bu tez çalışmasının ana amaçları arasında yer almaktadır. Kentleşme sonucu ile meydana gelen yapılaşma nedeniyle kentlerdeki açık yeşil alanlar azalmış, azalan açık yeşil alanlar ve yapılaşmada kullanılan geçirimsiz yüzeyler, yağmur suyunun şehir içinde gideceği yer bulamamasına neden olmuştur. Şehir içinde akıp gidemeyen yağmur suyu, şehirde kot farkı bulunan ve bu kot farkının düşük olduğu alanlarda toplanmış ve ulaşımda aksamalara neden olmuştur. Meydana gelen bu durum kentleşme sonucundaki yapılaşmanın en büyük sorunları arasında yer almaktadır. Bu nedenle yağmur suyunun sürdürülebilir bir biçimde yönetilmesi, kentlerdeki açık yeşil alanların artırılması sonucunda taşkına neden olan alanlara yağmur bahçesi tasarımları yapılarak hem kentsel açık yeşil alan miktarı artırılabilir hem de yağmur sularının verimli bir şekilde devamlılığı sağlanabilir.

Yağmur suyu atmosferdeki su buharının yoğunlaşarak büyük damlalar halinde yeryüzüne düşmesidir. Su duyarlı kentsel tasarım (WSUD), yağmur suyunu kullanmak, verdiği zararları azaltmak için kentsel alanların planlanması ve tasarlanması yaklaşımıdır. Su duyarlı kentsel tasarım (WSUD) ile doğal su döngüsü kullanılarak su yollarına ulaşılmasını sağlamaktadır.

- **Çalışmanın Amacı ve Kapsamı;**

Bu tez çalışmasında kentsel tasarım doğrultusunda yağmur sularının sürdürülebilirliğinin önemi belirtilirken, yağmur suyunu daha nitelikli hale getirerek işlevselliğini arttırmak, akışla gelen yağmur suyunun temizlenerek yer altı su kaynaklarına iletilmesini sağlamak, fazla yağmur suyunun belli alanlarda süzülerek sert zeminlerin sünger vazifesi görmesini (doğal drenaj noktaları oluşturması) sağlamak, kente yeşil alan kazandırmak ve dolayısıyla kent ekolojisi ve kent estetiğine katkı sağlamak, kent ekolojisi içerisinde yaban yaşamına ev sahipliği yapan minimal

yeşil alanlar oluşturmak, bu yolla biyolojik çeşitliliğe katkı sağlamak ve gri altyapı sistemleri yerine yeşil altyapı sistemleri oluşturmanın önemi vurgulanmaktadır. Isparta kent merkezi ölçeğinde yağmur sularının hangi noktalarda biriktiği, uzaktan algılama yöntemiyle belirlenmiş ve su duyarlı kentsel tasarım ilkeleri doğrultusunda bu noktalarda yağmur bahçeleri çözümleri önerilmiştir.

- **Çalışmanın Önemi;**

Günümüzde kentleşme sonucunda yapılaşma artış göstermektedir. Yapılaşmanın artması sonucunda ise kentlerde açık yeşil alanlara daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılaşmanın bir unsuru olarak geçirimsiz yüzeylerin kullanımının yaygınlaştırılması sonucunda, kuvvetli yağmur suları taşkına neden olmaktadır. Bu nedenle “*su duyarlı kentsel tasarım*” kavramının gündeme gelmesi ve sürdürülebilir yağmur suyunun yönetilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Sürdürülebilir yağmur suyu yönetiminin ekolojik açıdan önemli noktaları vardır. Ekolojik döngünün sürdürülebilmesi, bu önemli noktaların başında gelmektedir. Bu döngünün oluşturulabilmesi için doğal drenaj noktalarının oluşturulması ve kent ekolojisine katkı sağlaması için ise yağmur bahçesi modellerinin Isparta kent merkezi için uyarlanması, çalışmaya büyük önem katmaktadır. Su duyarlı kentsel tasarımda (WSUD) kullanılan ilkelerin nitelikleri ve fonksiyonları anlatılarak çalışmanın önemi vurgulanmıştır. Yağmur suyu yönetiminin sürdürülebilir olması için yağmur bahçesi tasarımları ile yağmur bahçesi tasarımlarının peyzaj alanındaki kullanım yerlerinin belirlenmesi çalışmaya büyük önem katmaktadır.

Bu kapsam doğrultusunda Isparta kent merkezinde meydana gelen kuvvetli yağış sonucunda oluşan taşkınların meydana geldiği alanların belirlenmesi “*su duyarlı kentsel tasarım*” kavramına önemli katkılar sağlayacaktır.

- **Çalışmanın Yöntemi;**

Bu tez çalışmasında yapılması düşünülen plan aşağıdaki gibidir:

- Giriş bölümünde kavramsal çerçeve, yağmur suyunun yönetilmesi, su duyarlı kentsel tasarım (WSUD) ve yağmur bahçeleri konularına yer verilmiştir.

- Çalışmanın ikinci bölümde ise kaynak özetlerine yer verilmiştir.
- Çalışmanın materyal ve yöntem kısmı üçüncü bölümde yer almaktadır. Su duyarlı kentsel tasarımın bir parçası olan yağmur bahçelerinin anlaşılması, yapım tekniklerinin belirlenmesi için ve kavramsal çerçevede verilecek bilgiler için literatür araştırmasının yapılması gerekmektedir. İlerleyen süreçlerde yağmur bahçelerinin kent ekolojisi için önemine vurgu yapılacak ve modeller uygulanacak alanların tespitine yönelik Isparta kent merkezinde gözlem yaparak ve kent merkezindeki mevcut durumların tespiti yapılarak fotoğraflamalar yapılmıştır.
- Çalışmanın dördüncü bölümünde yer alan bulgular ve tartışma kısmında su duyarlı kentsel tasarıma yönelik olarak Isparta kent merkezinde yağmur bahçesi yapılması için tercih edilen bulgular değerlendirilecek, kuvvetli yağış sonucunda taşkına geçen problemlili alanlar belirlenecektir. Bu problemlili alanların belirlenmesinde uzaktan algılama yöntemlerinden birisi olan Arcgis programı kullanılarak eğim, bakı, yükseklik, yağış, sıcaklık, su kaynağına uzaklık, yola uzaklık ve taşkın meydana gelen alanların belirlenmesi için de eğim yağış çakıştırma haritalarına yer verilmiştir. Kuvvetli yağış sonucunda meydana gelen taşkınlara ait görüntülere de bu bölümde yer verilmiştir.
- Çalışmanın beşinci bölümünde yer alan sonuç ve öneriler kısmında ise çalışmanın temel kaynağını oluşturan su duyarlı kentsel tasarımına yönelik yağmur bahçeleri modellerine yer verilmiştir.

1.1. Kavramsal Çerçeve

Su yenilenebilir bir kaynaktır. Ancak kentleşme, yapılaşma, nüfustaki hızlı artış, çevrede meydana gelen kirlilik, suyun bilinçsiz tüketimi ve iklim koşullarındaki değişim gibi sebeplerden dolayı su, geri dönüşümünü tamamlayamadan tüketilmektedir. Dünyadaki tatlı su kaynaklarının sadece küçük bir bölümü kullanılmaktadır. Nüfusun hızlı bir şekilde artması ve kentleşme, su kaynaklarındaki eşit dağılımı engellemektedir. Bu sebeple bazı ülkelerde su sıkıntıları yaşanmaktadır (Şahin, 2011).

Kentleşme nedeni ile ortaya çıkan yapılaşma sonucunda, geçirimsiz sert yüzeyler büyük oranda artmaktadır. Bu artış nedeni ile kentlerdeki aktif yeşil alan miktarı ise

orantılı olarak azalmaktadır. Kent dokusundaki yeşil alanların azalmasının sonucunda, kuvvetli yağışların sonrasında yağmur suları yer altı su kaynaklarına yeterli miktarda ve oranda ulaşmamaktadır. Bu olaylar sonucunda evapotranspirasyon (terleme+buharlaşma) miktarı ise azalma göstermektedir ve bu sebeple yüzeyde akışa geçen yağmur suyu oranı da önemli ölçüde artış göstermektedir. Yüzeylerde toplanan fazla yağmur suyu, yapılaşma sonucunda meydana gelen sert yüzeylerde akışa geçmekte güçlük çekmektedir ve bunun sonucunda kot farkı düşük olan alanlarda toplanmaktadır. Kot farkı düşük alanlarda fazla toplanan yağmur suları, taşkın ve sel gibi olaylara neden olmaktadır (Müftüoğlu ve Perçin, 2015).

Günümüzde kentsel dokuda yağmur suyu yönetilmesinin sürdürülebilirliği kapsamında, kullanılan geleneksel yöntemler ile yağmur suyu çözümlerinin yanı sıra, sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi modelleri arasında yer alan yağmur bahçeleri modelleri meydana gelmiştir. Özellikle Avrupa kökenli olan 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)) geliştirilen yağmur bahçesi modelleri arasında en çok tercih edilenler arasındadır. Bu üç modeldeki temel hedef; yüzeyde akışa geçen yağmur suyu miktarının farklı doğal tekniklerle tutulmasını sağlamak ve yer altı su kaynaklarına olan sızdırılmanın artırılması sağlanarak yer altı kaynaklarının beslenmesini sağlamaktır. Bu şekilde oluşan döngü ise doğal su döngüsüne önemli ölçüde katkı sağlamasını hedeflemektedir. Bu üç model, yüzey akışındaki suyun kontrolünü sağlamak için kullanılan modellerle de benzerlik göstermektedir. Yüzeyde akışa geçen yağmur sularının sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasını sağlamak için kullanılan teknikler ise yağmur bahçeleri, geçirimli yüzeyler, yağmur hendeği, çatı bahçesi ve yağmur suyunun hasadıdır (Müftüoğlu ve Perçin, 2015).

Kuvvetli yağış sonucunda toplanan yağmur sularının bir işleme tabi tutulmadan direk yönlendirildiği ve bu alanların üzerlerinde doğal ve yabancı türde bitkilerin yetiştirildiği sığ çukurlara “yağmur bahçesi” ya da “biyolojik tutma alanları (bioretention)” adı verilmektedir. Bu doğrultuda oluşturulan yağmur bahçelerinin temel görevi; yüzeylerde akışa geçerek toplanan suların iyileştirilmesini sağlayarak, bu alanların yakın çevresinde bulunan yer altı ve yer üstü su kaynaklarındaki su

kalitesini artırmaktır. Yağmur sularının sürdürülebilir biçimde kullanılmasını sağlayan yağmur bahçelerinin çok fazla yararı bulunmaktadır. Bu yararlar;

- Yüzey akışına geçerek, toplanan miktarın atık su kanalına gidecek kısmının azaltılmasını sağlamak,
- Yüzey akışına geçecek su miktarının akış hızının değiştirilmesini sağlamak,
- Yer altı su kaynaklarının beslenmesini sağlamak,
- Yüzeylerde meydana gelen suların sıcaklığını düşürmek,
- Yüzeyde akışa geçen suyu yabancı maddelerden temizleyerek su kalitesinin artırılmasını sağlamak,
- Kentlerdeki estetik oluşumlara katkı sağlamak,
- Kuşlar, kelebekler, arılar gibi birçok hayvana doğal yaşam alanı sağlayarak kent ekolojisinin korunmasının sağlanması açısından önemli katkılar sunmaktadır (Müftüoğlu ve Perçin, 2015).

Kuvvetli yağışlar sonucunda ortaya çıkan taşkınlar, yağmur sularının toplanması gerektiğini ortaya çıkarmıştır ve bu gereklilik binlerce yıldır kuru iklimlerde bile uygulanmaktadır. Yeryüzündeki suların çekilmesi nedeni ile yeraltı su kaynakları yeteri kadar beslenememekte ve bu nedenle yağmur sularının toplanması yer altı su kaynakları için de önem taşımaktadır. Çarpık kentleşme sonucunda doğa talan edilmiş ve zemin olarak uygun olmayan yerlere yapılaşma yapılmıştır. Bu yanlış yapılaşma sonucunda kuvvetli yağışlar sonucunda erozyon gibi felaketler meydana gelmektedir. Yağmur sularının belirli alanlarda toplanması ise erozyon oluşumunu engellemektedir. Yağmur sularının belirli alanlarda toplanması için teknolojiden de yardım alınmıştır. Teknoloji kullanılarak toplanan yağmur suları, su depolama ortamlarının boyutunu azaltarak sera gazının emisyonunu da azaltma potansiyeline sahip olmuştur (Killion, 2011).

1.1.1. Yüzeysel akış yönetimi (Yağmur sularının yönetilmesi)

Yüzeysel akış = Yağış- (İnfiltrasyon+Buharlaştırma). Yüzeysel akış; yağmur, kar, dolu gibi doğa olaylarının sonucunda, toprak yüzeyine düşen yağışın infiltrasyon ve buharlaştırma ile kaybolan miktarından kalan ve arazinin eğimine uygun biçimde akan kısmıdır.

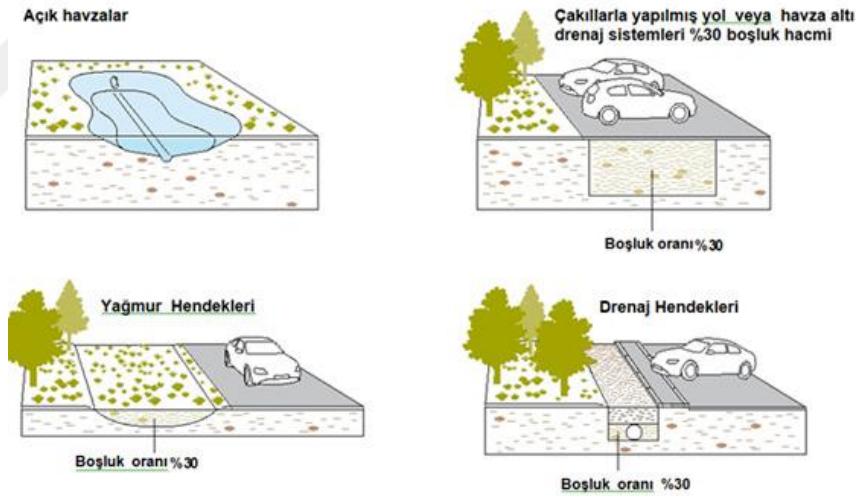
Yeryüzünde meydana gelen kuvvetli yağışlar sonucunda suyun buharlaşması, kot farkı düşük alanlarda toplanması, yüzeysel akışa geçmeden, zeminin altına sızması gibi nedenlerle suyun miktarında azalmalar oluşmaktadır. Yağmur sularının yüzeysel akışa geçtiği kısımlar, akış katsayısı ya da bulunan ortamın su verme karakteristiği olarak ifade edilmektedir. Yüzeysel akış katsayısı, herhangi bir alanın drenajı için sabit bir oran olarak kullanılırken, gerçek katsayı ise kuvvetli yağış ile yüzeysel akış arasındaki değişiklikler, iklimsel ve mevsimsel özelliklere göre farklılıklar göstermektedir. Yüzeysel akış katsayısının saptanmasında; bitki örtüsü ile saptanacak alanın jeolojik-hidrojeolojik- jeomorfolojik özelliklerine dikkat edilmesi gerekmektedir (Efe, 2006).

Yüzeysel akış genel anlamda arazilerin yüzeylelerinde meydana gelmektedir. Şiddetli yağışlar sonucunda evlerin, fabrikaların, okulların, hastanelerin ve diğer yapıların oluklarından akararak yer altı su kaynaklarına giden sular da yüzeysel akış olarak kabul edilmektedir. Yüzeysel akış sonucunda biriken sular, kentlerde kot farkı düşük alanlara, göllere, derelere, ırmaklara, denizlere ve okyanuslara ulaşmaktadır. Yüzeysel akış sonucunda doğal kaynaklardan en önemlisi olan toprağın en verimli üst tabakaları aşmakta ve kot farkı düşük alanlarda sular birikmektedir. Eğimin düşük olduğu alanlarda biriken yağmur sularının geri kazandırılması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması gerekmektedir. Bu şekilde yağmur sularının yönetilmesi kapsamında yağmur bahçeleri modelleri ile yüzeysel akışa geçen suların sürdürülebilirliği sağlanmaktadır (Yönter, 2018).

Küreselleşme sonucunda ortaya çıkan kentleşme ve kentleşmenin ortaya koyduğu yapılaşmanın plansız ve çarpık bir şekilde yapılması ve bu yapılaşmalarda geçirimsiz yüzeylelerin kullanılması, yağmur suyu kaynaklı sorunlara neden olmaktadır. Yüzeysel akışa geçen yağmur suyu miktarının artması, yağmur sularının toprağın altına geçme süresinin kısılması, kentsel ölçekte sellere ve taşkınlarla açık hale gelmesi, yer altı su kaynaklarına ulaşan suların miktarının azalması, su kalitesinin bozulması, yağmur suyu için kullanılan drenaj altyapılarına ait yatırım ve maliyetlerin artması, yağmur sularının sürdürülebilirliği için gerekli olan drenajı bütüncül stratejiler sunarak geliştirilmesini zorunluluk haline getirmiştir. Kentleşme sonucunda artan nüfus ile birlikte su kirlenmiş, temiz içme suyu ve kullanma suyu temini gibi problemler ortaya çıkmıştır. Günümüzdeki nüfus artışıdaki hız nedeni ile meydana gelen yapılaşma sonucunda yeryüzü geçirimsiz bir hale gelmektedir. Kentlerdeki geçirimsiz yüzeylelerin

miktarlarının artması, sel felaketini önleyecek doğal alanların yok olması da su kalitesinin bozulmasına neden olan en önemli sebepler arasındadır. Bu tarz sorunlar nedeni ile kentlerde bütüncül yağmur suyu yönetilmesi sistemlerinin drenaj projelerine entegre edilmesi ve sürdürülebilir drenaj politikalarının oluşturulması, yer altı ve yer üstü su kaynaklarının korunması, sel ve taşkın risklerinin azaltılması amacıyla konvansiyonel ve sürdürülebilir yağmur suyu drenaj sistemlerinin doğru bir şekilde projelendirilmesi gerektiğini ortaya çıkarmaktadır (URL-1).

Yağmur sularının yeniden kullanılması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için yağmur suları depolanarak, çeşitli faaliyetler için yeniden kullanılmasının sağlanması gerekmektedir. Su kullanımının fazla olduğu, buna bağlı olarak da su kaynaklarının yeterli olmadığı ve kullanım suyunun içme suyunun kalitesinden düşük olması gerektiği durumlarda yağmur sularının depolanması sağlanabilir (Avdan vd., 2015). Yağmur suyunun yönetilmesine ilişkin örnek ise Şekil 1.1’de gösterilmektedir.



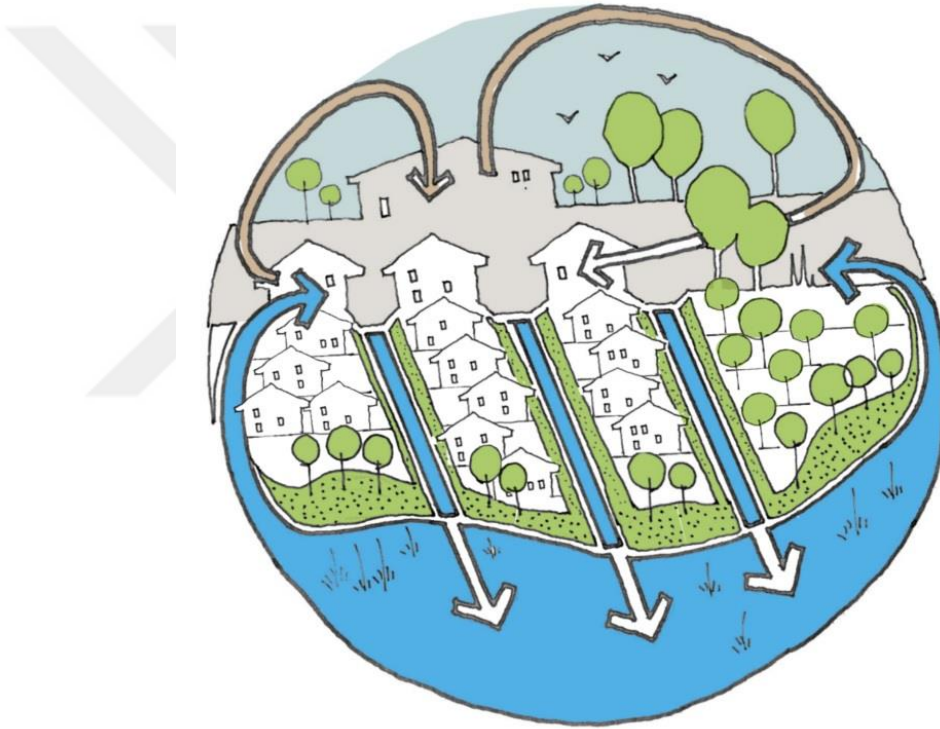
Şekil 1.1. Yağmur Sularının Yönetilmesi (URL-2)

1.1.2. Su duyarlı kentsel tasarım (WSUD)

Su duyarlı kentsel tasarım (WSUD) Avrupa kökenlidir ve sürdürülebilir kentsel yağmur suyu modelleri arasındadır (Müftüoğlu ve Perçin, 2015). Su duyarlı kentsel tasarım (WSUD), çevrede meydana gelen bozulmaları en aza indirecek ve estetik, yeniden oluşumun çekiciliğini arttıracak yağmur suyu, yer altı suyu, atık su yönetimi

ve suyun temin edilmesi gibi kentsel su döngüsünün kentsel tasarımlara bütünleştirilmesi olan arazinin planlanması ve mimarlık-mühendislik tasarımıdır. WSUD en çok Avrupa ve Orta Doğu'da kullanılmaktadır. WSUD terimi ABD'de kullanılan düşük etkili kalkınma (LID) terimi ile benzerlikler göstermektedir (URL-3). WSUD kent ölçeğindeki gelişmenin çevre ölçeği üstündeki hidrolojik etmenleri en aza çekmeyi hedefleyen kent planlama ve tasarımına felsefi bir yaklaşımdır. Yağmur suyunun geri kazandırılması, taşkın suyu ve içilemeyen suların kullanımına yönelik bir altkümedir (Lloyd vd., 2002).

Şekil 1.2'de su duyarlı kentsel tasarımın uygulama alanlarına yer verilmiştir.



Şekil 1.2. Su Duyarlı Kentsel Tasarım (WSUD) (URL-4)

Su duyarlı kentsel tasarımda (WSUD) suyun yönetilmesi, kentsel tasarım ve peyzaj planlama disiplinleri arasında iş birliği ile sağlanmaktadır. Kentsel ölçekte su döngüsünün bütün bölümlerini kapsar ve suyun yönetilmesinin işlevselliğini kentsel tasarım ilkeleri ile bütünleştirir. WSUD; ekolojik, ekonomik, sosyo-kültürel sürdürülebilirlik için entegre stratejiler geliştirmektedir. Su duyarlı kentsel tasarımın temel hedefi; yağmur sularının sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesinin beklentilerini

kentsel planlama beklentileri ile entegre etmektir. Böylelikle kentsel açıdan su döngüsünü doğal alanlara kadar ulaştırılmaktadır. İlk başlarda “Su Duyarlı Kentsel Tasarım” terimi, bütün su sistemlerinin yönetilmesini dikkate alırken daha sonraki yıllarda yağmur suyunun yönetilmesi işi ile de ilgilenmeye başlamıştır (Hoyer vd., 2011).

Temel WSUD faaliyetleri yağmur suyu drenaj yönetimi, suyun tekrar kullanımı ve yeşil çatı tesisatlarıdır. İlk ana faaliyet olan yağmur suyu drenaj yönetimi yağmur suyunun filtrelenmesi, sulak alanların ve göllerin doldurulması için kullanımı gibi farklılıklar göstermektedir. İkinci ana faaliyet olan suyun tekrar kullanımı hem atık suya hem de yağmur suyuna uygulanabilmektedir. Yağmur suyu toplama tankları ile toplanan sular yeniden kullanıma izin verir. Üçüncü ana faaliyet olan yeşil çatı tesisatı ise bitki örtüsüyle kaplı özel olarak tasarlanmış çatılardır (Lottering vd., 2015).

1990’lü yıllarda ilk kez Avustralya’da kullanılmaya başlayan su duyarlı kentsel tasarım (WSUD) terimine ilk referans Mouritz’dır. Mouritz, 1992 yılında WSUD hedefleri aşağıdaki gibi sıralanmıştır;

- Suyun dengelenmesinin sağlanması,
- Suyun kalitesinin korunması,
- Suyun korunmasının özendirilmesi,
- Su ile ilgili çevresel ve rekreasyonel fırsatların geliştirilmesidir.

Şekil 1.3’de su duyarlı kentsel tasarım örneklerinden birisi olan Rotterdam Mavi Yeşil Şehirler yer almaktadır.



Şekil 1.3. Rotterdam Mavi Yeşil Şehirler (URL-5)

WSUD kavramı günümüze yaklaşırken Wong tarafından benimsenmiştir. WSUD terimini “kentsel gelişimin çevre üzerindeki hidrolojik etkilerini en aza indirmeyi amaçlayan kentsel planlama ve tasarıma felsefi bir yaklaşım” olarak ifade etmiştir. Wong’a göre WSUD’un alt dalları ise; yağmur suyunun yönetilmesi, sel sularının kontrol edilmesi, akış yönetimi, su kalitesinin iyileştirilmesi olarak belirlenmiştir.

WSUD’un hedefleri ise;

- Kentsel gelişmeler sırasında doğal su kaynaklarının korunması ve güçlendirilmesi,
- Yağmur sularının arıtımının peyzaj ekolü ile entegre edilmesi,
- Kentten tahliye edilen suyun geliştirilmesi,
- Kentlerde meydana gelen akıntıların ve tepe noktalarında oluşan akımların azaltılması,
- Drenaj için kullanılan altyapıların geliştirilmesi olarak sıralanabilir (Fletcher vd., 2015).

Su duyarlı kentsel tasarım (WSUD), su döngüsünün sağlanması için kullanılan yönetimin planlamaya ve tasarıma bütünleştirilmesi olarak tanımlanan bir endüstri terimidir. Bu yaklaşım yağmur sularının taşınmasını, depolanmasını ve arıtılmasını sağlamak için yumuşak peyzaj alanlarının kullanılmasına özendirilmesidir. WSUD ilkeleri;

- Kentsel alanlarda bulunan dere, nehir gibi sulak alanların korunması,
- Yağmur suları ve gri suyun geri dönüşümünün en üst düzeye çıkarılarak kentsel su dengesinin sağlanması,
- Su kaynaklarındaki oluşan sistemin verimliliğinin korunmasını sağlamak,
- Yağmur sularının arıtılmasının peyzaj ile entegre edilmesini sağlamak,
- Tepelerde meydana gelen akışların azaltılmasının sağlanması,
- Sosyal, görsel, kültürel ve ekolojik değerlerin geliştirilmesini sağlamak,
- Kolay ve düşük maliyet ile uygulanmasını sağlamaktır (URL-6).

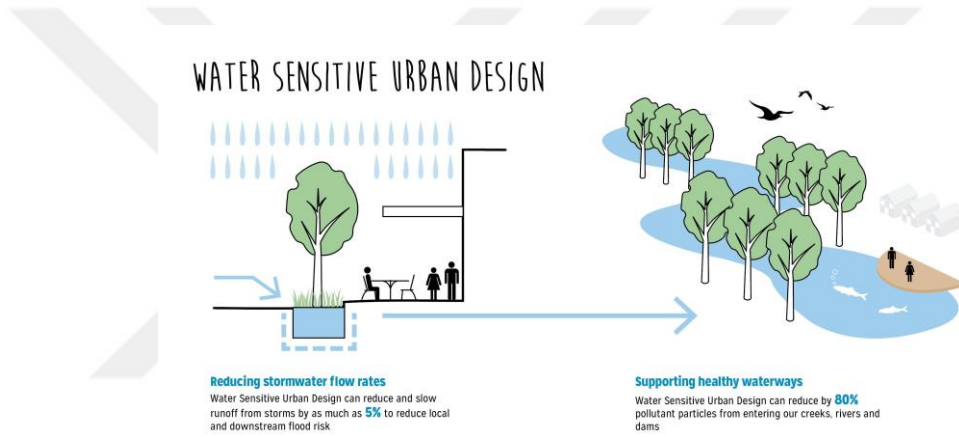
WSUD için yağmur suyu yönetimi için ilkeleri 4 bölümde incelenmektedir (Hoyer vd., 2011). Başarılı bir suya duyarlı kentsel tasarım ilkeleri;

- **Su Duyarlılığı:** Kentsel su döngüsünü doğal su döngüsü ile dengelemek için merkezi olmayan yöntemler kullanılmalıdır. Su duyarlı kentsel tasarım, doğal su döngüsünü restore etmek ve sürdürmek için kullanılır. Yüksek buharlaşma, yüksek

sızma oranı ve düşük yüzey akışı doğal su döngüsü için karakterize özelliklerdir. Buharlaştırmayı arttıran ve yüzey drenajını azaltan tüm koruyucu önlemler WSUD için uygundur.

- **Estetik:** WSUD tasarımları estetik bir kaygı sağlamalıdır.
- **İşlevselliği:** WSUD tasarımları kullanım amacına ve koşullara uygun olması gerekmektedir. WSUD çözümleri uygulanırken topoğrafya, zemin geçirgenliği, su seviyesi ve su kalitesi bir arada düşünülmesi gerekmektedir.
- **Kullanılabilirliği:** WSUD tasarımları doğayı koruma amaçlı ve rekreasyon amaçlı olması gerekmektedir.

Şekil 1.4’de su duyarlı kentsel tasarım (WSUD) modeline yer verilmiştir.



Şekil 1.4. Water Sensitive Urban Design (URL-7)

1.1.3. Yağmur bahçeleri

Su kaynaklarının korunması, temel yaşam ihtiyaçları arasında yer almaktadır. Suyun etkin kullanılması ise günümüzde kent ortamında çok önemli bir konu haline gelmiştir. Geçirimsiz kaplamaların kullanılması sonucu geçirimsiz yüzeylerin miktarının artması, yüzeysel akışa geçen suyun miktarını ve yoğunluğunu büyük oranda arttırmaktadır (Ekşi vd., 2016).

Su kullanımı ile ilgili ilk bahçeler Orta Doğu kültüründe meydana gelmiştir. Yanmış çöl topraklarına hayat vermesi için sulama kanalları tasarlanmış ve bu tasarımlar Cennet Bahçesi olarak tasarlanan kurak ortamın suyla beslenerek yeşil bir görüntü

ortaya çıkarmasını sağlayan ilk örnekler arasında gösterilmektedir (URL-8). Bu bahçeye ait görsel Şekil 1.5’de yer almaktadır.



Şekil 1.5. Cennet Bahçesi (URL-9)

Son yıllarda su kaynaklarının önemi giderek artmış ve bununla birlikte su kaynaklarının yönetilmesi ile ilgili yönetim politikaları da çok fazla gündeme gelmiştir. Bunun sonucunda; sürdürülebilir kentsel yağmur suyu modelleri ortaya çıkmış, sürdürülebilir kalkınma yaklaşımıyla su kaynaklarının doğru idare edilmesi için yeni tasarım modelleri aranmaya başlamıştır. Yağmur bahçeleri, çatı bahçeleri, su toplama sistemleri gibi ekolojik temelli yaklaşımlar, suyun sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasına yönelik yaklaşımlardır (Ekşi vd., 2016).

Tatlı su kaynaklarının kontrolsüz bir şekilde yok edilmesi ve kirlenmesinden dolayı su kaynaklarının alternatif bir kaynakla kullanılması gerektiği ortaya çıkmıştır. Alternatif kaynak olarak ise yağmur suyunun tutulması, yeniden kullanılması ve su kaynaklı ekosisteme geri dönüşümünün sağlanması büyük bir önem taşımaktadır (URL-8).

Su kaynaklarının doğal döngüsüne etki eden bu faktörlerin azaltılması veya ortadan kaldırılması amacıyla yağmur bahçeleri modelleri 1980’li yılların sonuna doğru Prince George, USA’da Maryland Çevresel Koruma Departmanında ortaya çıkmıştır. Bu tarz sistemler çoğu zaman biyolojik tutma alanı (bioretention) olarak isimlendirilmektedir (Ekşi vd., 2016).

Yağmur sularının işlenmeden doğrudan yönlendirildiği, üstünde doğal bitkilerin yetiştirildiği, çok derin olmayan çukurluklarda meydana gelen bahçelere yağmur bahçesi ismi verilmektedir. Bu sistemde yağmur suyu yeryüzünden hızlı bir şekilde yer altı su kaynaklarına karışmasını engellemektedir. Kot farkı düşük olan alanlarda alt tabakalara suyun süzdürülmesi, toprağın suyu sünger vazifesi görerek içine çekmesi temeline dayanan akılcı, stratejik ve estetik bir modeldir (URL-10). Diğer bir ifadeyle derin kök yapısına sahip doğal bitkilerin ve otların ekildiği, yüzeysel yerlere konumlandırılmış çöküntüler olarak da ifade edilebilir. Araç yolları, park alanları, kaldırımların belirli noktaları ve sokakların bazı alanlarına sert ve geçirimsiz yüzeylerden yağış suyunun yakalanması için oluşturulabilirler (URL-9). Şekil 1.6'da yağmur bahçelerinin temelleri arasında yer alan sulama kanallarına ait görsele yer verilmiştir.



Şekil 1.6. Yağmur Bahçesi Sulama Kanalları (URL-9)

Şekil 1.7'de yol kenarında uygulanabilecek yağmur bahçesi örneğine yer verilmiştir.



Şekil 1.7. Yol Kenarında Uygulanabilecek Yağmur Bahçesi Modeli (URL-8)

Yağmur bahçesi modelleri, kuvvetli yağış sonucunda oluşan sularının toplanması ve tekrar kullanılması prensibine dayanmaktadır. Bu nedenle yağmur bahçeleri mikrobiyolojik tutma (micro-bioretenion) olarak da adlandırılabilir. Yağmur bahçesi modelleri diğer bahçe modellerine benzerlik gösterebilirler. Yağmur bahçeleri yağışlar sonucunda oluşan akıntıların süzülmesi ve alt katmanda yer alan toprakta geçici olarak tutulmasını sağlayan bazı niteliklere sahiptir. Toplam biriken miktarın azalmasına da yardımcı olmaktadır. Bu amaçla yapılan yağmur bahçesi bölümleri:

- *Su Tutma Alanı:* Doğal ya da yapay bir tabakadan meydana gelmektedir. Düz zeminlerde kazı yapılarak inşa edilir. Eğimi fazla olan zeminler ise yağmur bahçesi modellerinin yapılması elverişli değildir.
- Su tutuma alanına toprak eklenmeden önce malç tabakası eklenmektedir.
- Yağmur suyu süzülme oranı yeterli değilse zemine çakıl tabakası da eklenebilir ve delikli drenaj boruları kullanılabilir.
- Yağmur suyunu kot farkı düşük alanlardan ve geçirimsiz yüzey kaplamalarından su tutma alanına akış yönlendirilmektedir.
- Su tutma alanı doluyken fazla suyun yağmur bahçelerinden çıkmasına izin veren yapıya taşma yapısı denir. Bu yapı genel anlamda erozyon riskini azaltarak, suyun istenilen yüzeye yönlendirilmesini sağlaması açısından önemlidir.
- Yağmur bahçesi tasarımlarında bitkiler büyük önem taşımaktadır. Peyzaj dokusunun geliştirilmesinin yanında suyun miktarını ve suyun kirleticilerden korunmasını sağlayarak yağmur bahçesi fonksiyonu olarak kullanılır. Yağmur bahçesi tasarımlarında özgün bitkilerin seçilmesi doğru olacaktır (Katsifarakis vd., 2015).

Bu özellikler doğrultusunda uygulamaya geçirilmiş yağmur bahçesine ait örnek bir modele Şekil 1.8’de yer verilmiştir.



Şekil 1.8. Yağmur Bahçesi Modeli 1 (URL-3)

Yağmur sularının sürdürülebilir bir biçimde yönetilmesi doğrultusunda yağmur bahçesi modellerinin çok fazla faydası bulunmaktadır. Bu faydalardan bazıları;

- Kuvvetli yağış sonucunda meydana gelen selin kontrol edilmesinin sağlanması,
- Yüzeysel akışa geçen suyun hızının yavaşlatılmasının sağlanması,
- Yer altı su kaynaklarının beslenmesinin sağlanması,
- Evapotranspirasyon miktarının artırılmasının sağlanması,
- Yüzeylede meydana gelen drenaj sorunlarına çözümler üretmesi,
- Yüzeylede biriken suyun sıcaklığının düşürülmesinin sağlanması,
- Suyun kalitesinin artırılması,
- Kent dokusunda estetik görünüm oluşturması,
- Kent ekolojisinin korunmasının sağlanması,
- Uygulama alanına özgün flora ve fauna ortamı sağlaması,
- Yağmur sularının etkili bir şekilde kullanılmasının sağlanması,
- Toprakta meydana gelecek azalmaların önüne geçilmesi,
- Araç yolları, yürüyüş yolları, otoparklar gibi sert ve geçirimsiz alanlarda toplanan suların bir araya getirilerek yönlendirilmesi sonucunda doğaya geri dönüşümünün sağlanması sayılabilir (URL-9).

Şekil 1.9’da konut bahçesine uygulanan yağmur bahçesi örneğine yer verilmiştir.



Şekil 1.9. Konut Bahçesine Uygulanan Yağmur Bahçesi Modeli (URL-11)

Yağmur Bahçesi Başlangıç Aşaması: Yağmur bahçelerinin tasarlanmasında başlangıç aşaması olarak uygun yerin seçilmesi, suyu ileten alanların saptanması, mevcut toprağın testi ve bahçe boyutlarının saptanması yer almaktadır.

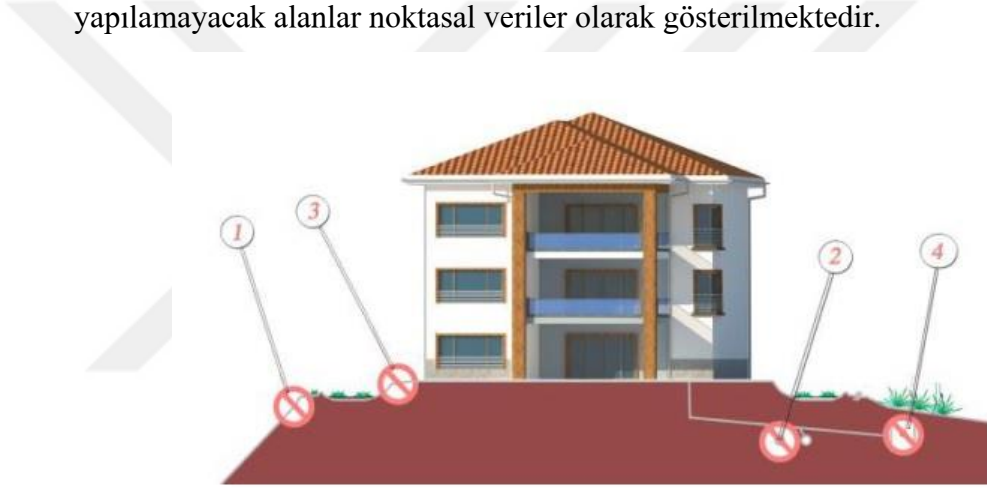
Şekil 1.10’da yağmur bahçelerine ait çizim gösterilmiştir.



Şekil 1.10. Yağmur Bahçesi Çizimi (URL-11)

Yağmur Bahçesinin Yapılamayacağı Alanlar;

- Dikey yamaçlar,
- Alt yapı için gerekli olan tesisatın çevresine,
- Binaların saçaklarından 3 m'den daha yakın alanlara,
- Fosseptik çukurlarının çevresine,
- Kot farkı düşük olan alanlara,
- Drenajı düzgün yapılmamış alanlara,
- Yer altı su kaynaklarının yüksekte olduğu alanlara,
- İçme suyu kanalları ve depolandığı alanların çevrelerine yağmur bahçesi uygulamaları yapılamaz (URL-8). Bu kapsam Şekil 1.11'de yağmur bahçesi yapılamayacak alanlar noktasal veriler olarak gösterilmektedir.



Şekil 1.11. Yağmur Bahçesi Modellerinin Uygulanamayacağı Alanlar (URL-8)

Su Toplanan Alanların Saptanması

Yağmur bahçesi yapılması planlanan alanın saptanması için, ilk önce su toplanan alanlardan gelen yağmur sularının yoğunluğunun ve toprağın bu suları süzme kapasitesinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu tasarımların yapılacağı alanlar istenilen derinliğe, bu oyuğun içerisine konumlandırılacak toprağın türüne, bitki seçimlerine ve geçirimsiz yüzeylerden gelen yağmur sularının miktarına bağlıdır (URL-8)

Şekil 1.12, Şekil 1.13 ve Şekil 1.14'de yağmur bahçeleri örneklerine yer verilmiştir.



Şekil 1.12. Yağmur Bahçesi Örneği 3 (URL-12)



Şekil 1.13. Yağmur Bahçesi Örneği 4 (URL-12)

Yağmur Bahçesi Boyutlarının Saptanması

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 alandan gelecek yüzey akışının miktarına bağlı olarak değişmektedir. 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 (Doğangönül ve Doğangönül, 2008). Yağmur bahçeleri yapılacak alanlara aplike edilerek kireç tozu ya da sprey boya yardımıyla mekânda yağmur bahçesi izlenimi oluşturulmaktadır. Yağmur bahçelerinin boyutlarının saptanmasında hasat edilecek yağmur sularının oranının bilinmesi önemlidir (URL-8). Yağmur bahçelerinin boyutları ile ilgili olarak günümüzde bilgisayar destekli hesaplama araçları kullanılabilmektedir. Bununla birlikte; tipik bir yağmur bahçesinin yüzey alan büyüklüğü, tüm drenaj havzası büyüklüğünün %3'ü ile %10'u arasında değişmektedir. Yağmur bahçesi karakteristik olarak 7 cm ile 30 cm arasındaki bir derinlikte (göllenme zonu) yapılmaktadır. 30 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 edilmiş olmaktadır. 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. 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 (Doğangönül ve Doğangönül, 2008).



Şekil 1.14. Yağmur Bahçesi Örneği 5 (URL-11)

Yağmur Bahçesi Bitki Seçimi ve Bitkisel Tasarım

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. Yağmur bahçesi yapısı gereği, birbirlerinden farklı toprak nem düzeylerine sahip 3 bölgeden oluşmaktadır.

- Birinci bölge; nemlilik açısından oldukça ıslak olan yağmur bahçesinin taban (göllenme) bölgesidir. Bu bölgede bitki tür seçimi yapılırken, suya dayanıklı, kökleri kuvvetli, ani su baskınlarına dayanabilecek diğer taraftan yüzey suyu toprağa süzülükten 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; nemlilik açısından orta derecede olan eğimli yamaç bölgesidir. Bu bölgede geçiş bölgesi olması nedeniyle yarı kurak şartlara dayanıklı bitkiler tercih edilmelidir.
- Üçüncü bölge ise, nemlilik açısından kuru tampon bölgesidir. Bu bölge için bitki seçimi yapılırken, kuraklığa dayanıklı bitki türleri olmasına özen gösterilmelidir.

Yağmur bahçesinde bitkilendirme yapılırken dikkat edilmesi gereken kriterler:

- Gelişmiş kök yapısına sahip bitkiler seçilmelidir.

- Kirletici maddelere (yağ, ağır metal vb.) olan toleransı yüksek olan bitki türlerinin seçilmesine özen gösterilmelidir.
- Bitkiler, yağmur bahçesine iyi bir düzenleme ile dikilmelidir. Alanda bir grid ağı oluşturularak, 20 cm aralıklarla dikim yapılması uygun olmaktadır.

Çizelge 1.1’de yağmur bahçelerinde kullanılabilir bazı türlere yer verilmiştir.

Çizelge 1.1. Yağmur Bahçelerinde Kullanılan Bitki Türleri

Yağmur Bahçelerinde Kullanılabilir Bitki Türleri	
Latince Adı	Türkçe Adı
<i>Antirrhinum majus</i>	Aslanagzı
<i>Athyrium filix-femina</i>	Bayan Eğreltiotu
<i>Bellis perennis</i>	Çayır Güzeli
<i>Berberis thunbergii</i>	Kadın Tuzluğu
<i>Carex vulpinoidea</i>	Tilki Sazı
<i>Clematis vitalba</i>	Duman Asması
<i>Cornus sericea</i>	Kızılcık
<i>Dianthus barbatus</i>	Hüsnyusuf
<i>Draba aizoon</i>	Kaya Çiçeği
<i>Erica arborea L.</i>	Ağaç Fundası
<i>Iris versicolor</i>	Süsen
<i>Lavandula officinalis</i>	Lavanta
<i>Photinia fraseri</i>	Alev Ağacı
<i>Primula vulgaris</i>	Çuha Çiçeği
<i>Prunus cerasifera</i>	Süs Eriği
<i>Portulaca grandiflora</i>	İpek Çiçeği
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Top Akasya
<i>Syringa vulgaris</i>	Leylak
<i>Veronicastrum virginicum</i>	Yavşan Otu
<i>Verbana rigens</i>	Mine Çiçeği

Dünya Ölçeğinde Yer Alan Yağmur Bahçesi Modelleri

Yağmur sularının yönetilmesi bağlamında ileri düzeyde çalışmalar Amerika'nın Portland kentinde ortaya çıkmıştır. Portland State Üniversitesi Stephen Epler Hall Projesi 2004 tarihinde En İyi Yeşil Bina ve En İyi Öğrenci Evi olarak iki büyük ödül almıştır. Yine aynı üniversite 2005 yılında En İyi Yağmur Suyu Yönetimi ve 2006 yılında ASLA Merit ödülü almıştır (URL-8).

Şekil 1.15 ve Şekil 1.16'da Dünya'daki yağmur bahçeleri örneklerine yer verilmiştir.



Şekil 1.15. Mount Tabor Ortaokulundaki Yağmur Bahçesi Örnekleri (URL-8)



Şekil 1.16. Yağmur Bahçesi Örneği (ASLA 2016 (URL-8))

İngilizce ismi 'Bioswales' olan yağmur bahçeleri; bitkilendirilmiş, malç tabakası olan ya da çakıl tabakası sayesinde hareket süresinde taşkın meydana gelen suyu, bir konumdan başka bir konuma ulaştırarak zararlı etkilerinin azaltılmasında yardımcı olur. Yağmur bahçelerinde kullanılan bitkiler neticesinde suyun akış hızının yavaşlatılması sağlanır ve toprağa daha ağır bir şekilde süzülmesini sağlayan yapılardır (URL-10).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Türkeş vd., (2000), araştırmasında; sanayi devriminden beri hızla artmakta olan kentleşmeye ve bunun sonucunda meydana gelen etkenlere yer vermiştir. Şehirleşmenin artması ile sıcaklık rekorlarının kırıldığı ve yeşil alan miktarlarının azaldığı anlatılmıştır. Yüksek sıcaklıklar nedeni ile meydana gelen orman yangınlarının insan sağlığı ve ekolojik sistemlerin işlevselliğini içeren ciddi sorunların ortaya çıktığına değinmiştir.

Öztürk (2002), yaptığı çalışmada; küresel ölçekte iklimin ve iklimin değişmesinin konuları üzerinde durmuştur. Farklı sebeplerle meydana gelen iklim değişikliklerinin tüm Dünya’da ve en çok da ülkemizde meydana gelebilecek tesirlerine değinmiştir.

Efe (2006), araştırmasında; suların atık olarak kullanılmasının ve yağmur suyunu toplama sistemlerinin modelini meydana getiren bağlantılar hakkında bilgiler vermiştir. Ülkemizde alt yapı bakımlarından mesul olan ulusal ve yerel farklı kuruluşların olduğunu ve bu kuruluşların kabul ettikleri tasarım ölçütlerini tayin ederek mukayese etmiştir.

Hoyer vd., (2011), yaptığı çalışma; su duyarlı kentsel tasarım el kitabına, yağmur sularının yönetilmesinin planlanmasına, tasarım ve bakım durumunda ve kentsel tasarımda yardımcı olmak için hazırlanmıştır. Bu çalışmanın temel hedefi; yağmur sularının sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi konusunu içeren muhtemel yenilikleri araştırmak ve şehirlerin huzurunun ve yaşam kalitesinin artırılması için kullanma imkanlarını belirtmiştir.

Killion (2011), araştırmasında; kent ölçeğinde yağmur bahçelerinin ve diğer ekolojik temelli olan yağmur sularının yönetilmesi yöntemlerinin kullanılmasının yağmur sularının sürdürülebilmesini sağlayacağına yer vermiştir. Yağmur bahçelerinin temel nitelikleri ve yağmur sularının toplanması için gerekli olan ölçütlere yer vermiştir.

Şahin (2011), yaptığı çalışmada; doğal su kaynaklarının yanı sıra alternatif su kaynaklarında da teknolojik gelişmelerin tercih edilmesi, gelecekte oluşacak su sıkıntılarının tesirlerinin her geçen gün artmaya başlaması nedeni ile son yıllarda Dünya ölçeğinde her geçen gün yaygınlaştığı üzerinde durmuştur. Araştırmasında yağmur sularının binaların içerisinde ve dışında kullanılmasına ilişkin mevcut sistemlerin modellerle kıyaslanması ve yağmur suyu kullanımının Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemleri'nde hangi şekilde inceleneceği üzerinde durmuştur.

Yıldırım (2013), araştırmasında; küreselleşme sonucunda meydana gelen iklim değişikliğinin, bu iklim değişikliğine uyumun ve oluşacak iklim değişikliklerinin azaltılması ile ilgili program dışı aktivitelerin öğrencilerin bilgilerini, ustalıklarını ve davranışlarını artırmadaki rolünü araştırmıştır.

Katsifarakis vd., (2015), yaptığı çalışmada; kent ölçeğinde yağmur bahçelerinin ve diğer ekolojik temelli yağmur sularının yönetilmesi yöntemlerinin tercih edilmesi için yağmur sularının akması ve zirve noktası, bahçelerin sulanması gibi düşük nitelikte su ihtiyacını karşılamak için yağmur sularının biriktirilmesi gibi yağmur bahçelerinin temel özellikleri hakkında bilgiler vermiştir.

Müftüoğlu ve Perçin (2015), araştırmasında; yağmur sularının sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesinin kent dokusunda önemli bir unsuru olan yağmur bahçelerinin, yerlerinin seçilmesi prensiplerini, karakteristik özelliklerini ve bitkisel tasarım açısından farklı modellerle tetkik edileceğine yer vermişlerdir. Kent dokusunda hem estetik hem de fonksiyonel açıdan önemli faydalar sağlayan yağmur bahçelerinin, yağmur sularının yönetilmesi kapsamında incelenmesine değinilmiştir.

Fletcher vd., (2015), yaptıkları çalışmada; kent dokusunda kullanılan drenaj sanatlarının tarihçesini, içeriğini, applike edilmesini ve altında bulunan ilkelerini belgeler yer vermiştir. Bu prensiplerin açık bir şekilde aktarılması için teklifler ortaya atmıştır. Terminoloji yerel olarak gelişim gösterir ve bu sebeplerle farklı yaklaşımların farkındalığı ve güvenilirliğini elde etmede önemli bir konuma sahiptir. Belirli problemleri dikkate almak için yerel olarak applike edilen prensipler hakkında detaylı bilgiler içermektedir.

Avdan vd., (2015), araştırmasında; yeşil alt yapı sistemlerinden birisi olan yağmur sularının sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi çevresel, ekonomik ve sosyal açıdan değerlendirilmesi yapılarak sel, taşkın, kuraklık ve çölleşme gibi doğal felaketlerin tesirleri üzerinde durulmuştur.

Ekşi vd., (2015), yaptıkları çalışmada; kentleşme ile birlikte doğal su döngüsünün bozulmasına ve suyun doğru yönetiminin önemlerine vurgu yapmışlardır. Bu döngünün sağlanması için uygulanan araçlardan birisinin yağmur bahçeleri olduğuna değinmiştir. Yağmur bahçelerinin yüzeysel akışı azaltabilen yeşil alanlar olarak öngörmüştür.

Karataş ve Kılıç (2017), yaptıkları çalışmada; doğal ortamdan uzaklaşma, kalabalık, gürültü ve çok fazla yapının içerisinde kent yaşantısı, insanların fiziksel ve psikolojik açıdan rahatlama gereksinimlerini karşılayamadığına yer vermiştir. Kent dokusu içerisinde yer alan yeşil alanların birçok faydasının bulunduğuna, insanların doğa ile bütünleşmelerine, stres kaynaklı yaşamdan kaçabilmelerine imkân sunan sağlıklı bir yaşam için önemli faktörleri içermektedir. Bu sebeple kent dokusunun sürdürülebilir bir şekilde gelişmesi için temel hedefin, insan sağlığı için de yeşil alanların kent dokusunda aktif olarak değerlendirilmesinin zorunlu bir uygulama olması gerektiğine yer vermiştir.

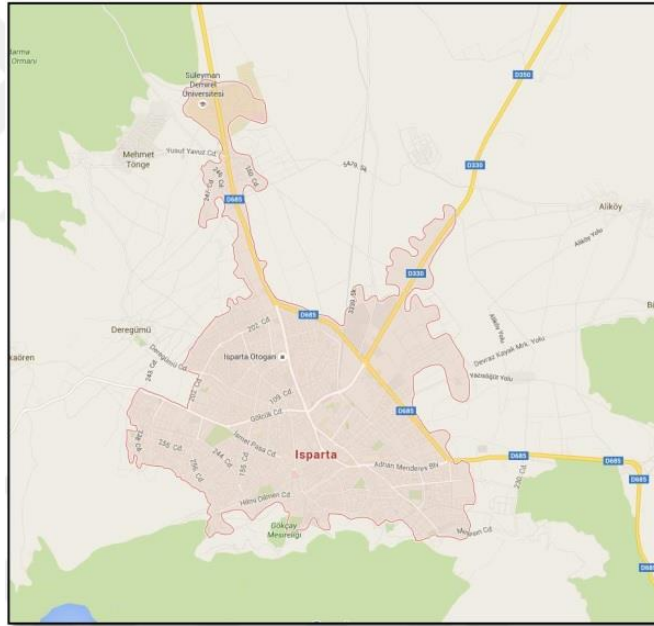
Kahraman (2018), araştırmasında; iklimsel değişmenin ilk tarihsel bulgularının 300 yıl öncesinde bulunduğuna yer vermiştir. 1970 yılına kadar bu aktiviteler bilim adamları ile ilerleme kat ettiğini, 1972 yılında Stockholm'de yapılan BM İnsan Çevre Konferansı ile küresel ölçekte gündeme geldiğini ifade etmiştir. Araştırmadaki ana hedef; iklimsel değişimin öneminin vurgulanması, insanların bu değişimdeki rolleri, yerel ve kentsel noktalarda bu değişimlerin üstündeki tesirleri ve bu tesirlerin 'şehir bölge planlama' disiplini açısından etkilerinin araştırılmasıdır.

Oruç (2018), yaptığı çalışmada; iklimsel değişimin ve arazinin kullanılmasındaki değişimin potansiyel tesirlerini araştırmış ve bu değişikliklerin kent dokusundaki yağmur suyu şebekelerinin tasarlanmasına nasıl entegre edileceği üzerinde durmuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Isparta ili, Akdeniz Bölgesi'nin batı kısmında ve iç kesiminde yer almaktadır. 'Göller Bölgesi'nin merkezi konumundadır. İl, 30°20' ve 31°33' doğu boylamları ile 37°18' ve 38°30' kuzey enlemleri arasındadır. İlde Merkez ilçe ile birlikte, Aksu, Atabey, Eğirdir, Gelendost, Gönen, Gönen, Keçiborlu, Senirkent, Sütçüler, Şarkikaraağaç, Uluborlu, Yalvaç ve Yenişarbademli olmak üzere 13 ilçe vardır. İlin toprakları yüksek ve engebelidir. Kuzeydoğudan ve doğudan Sultan Dağları, Beyşehir Gölü, Göl Dağları'nın güney yamaçları, güneyden Antalya Havzası'nın yüksek bölgeleri, batıdan ve güneybatıdan Karakuş Dağları, Söğüt Dağları, Burdur Gölü, Ağlasun ve Bucak yaylaları gibi doğal sınırlar bulunmaktadır. İlin rakımı 1050 m civarındadır (URL-13). Şekil 3.1'de çalışma alanı olan Isparta kent merkezinin sınırları verilmiştir.



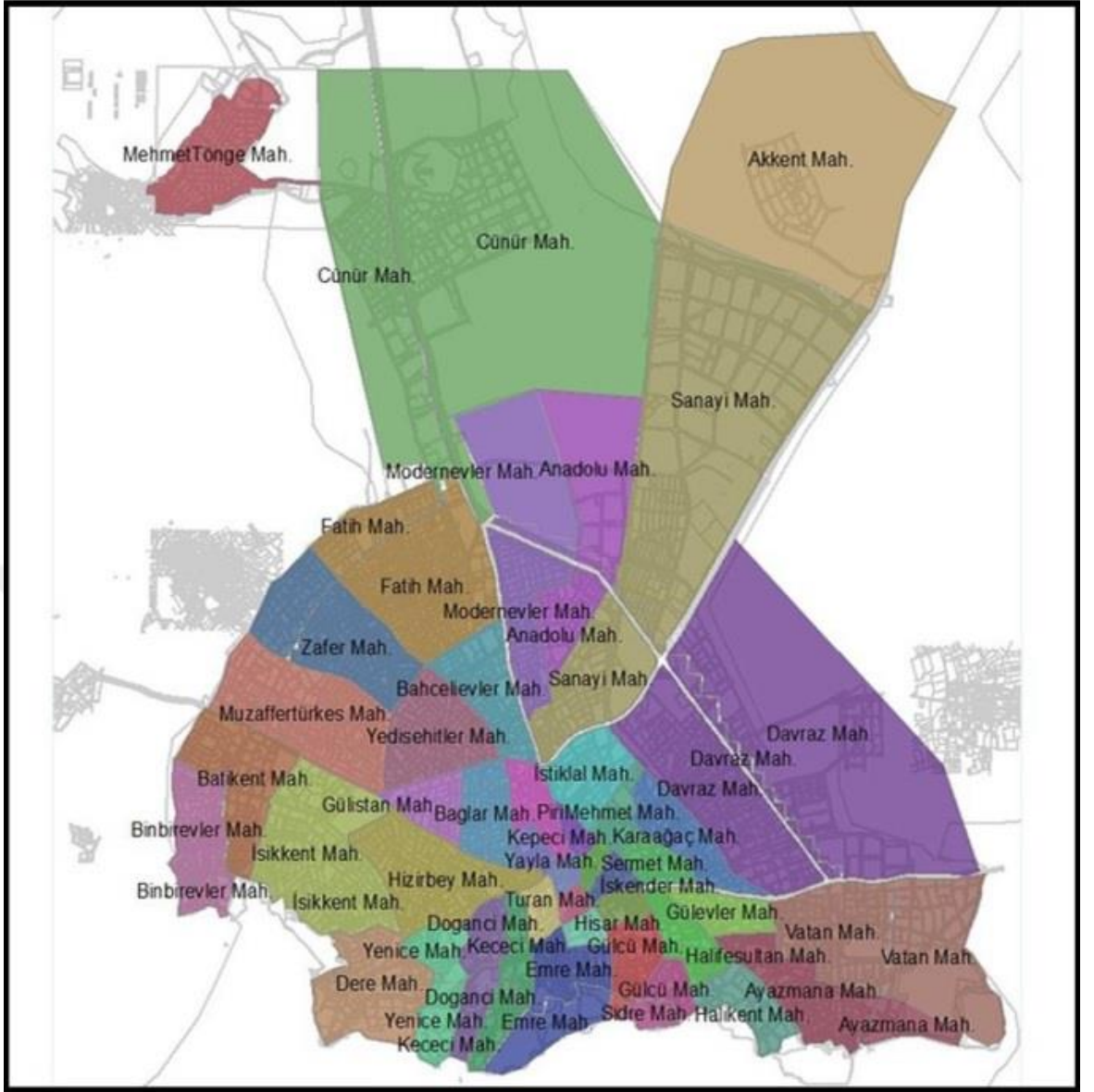
Şekil 3.1. Isparta Kent Merkezi Sınırı (Daloğlu, 2017)

Isparta kentinde mevcut düzenlenmiş yeşil alanlar yetersiz kalmış ve kişi başına ortalama 3 m² düşmektedir. Yol, cadde, mezarlık, kent ormanları ve koruluklar da potansiyel yeşil alanlar kısmına dahil edildiğinde kişi başına toplam 14,6 m² düşeceği öngörülmektedir (Daloğlu, 2017).

Araştırmada yardımcı veriler olan haritalar için kullanılan kaynaklar Isparta Belediye'sinden alınmış olan 1/5000 ölçekli imar planı, nüfus ile ilgili veriler Türkiye İstatistik kurumu web sayfasından, Isparta ili yıllık ortalama yağış ve sıcaklığa ait veriler Isparta Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilmiştir.

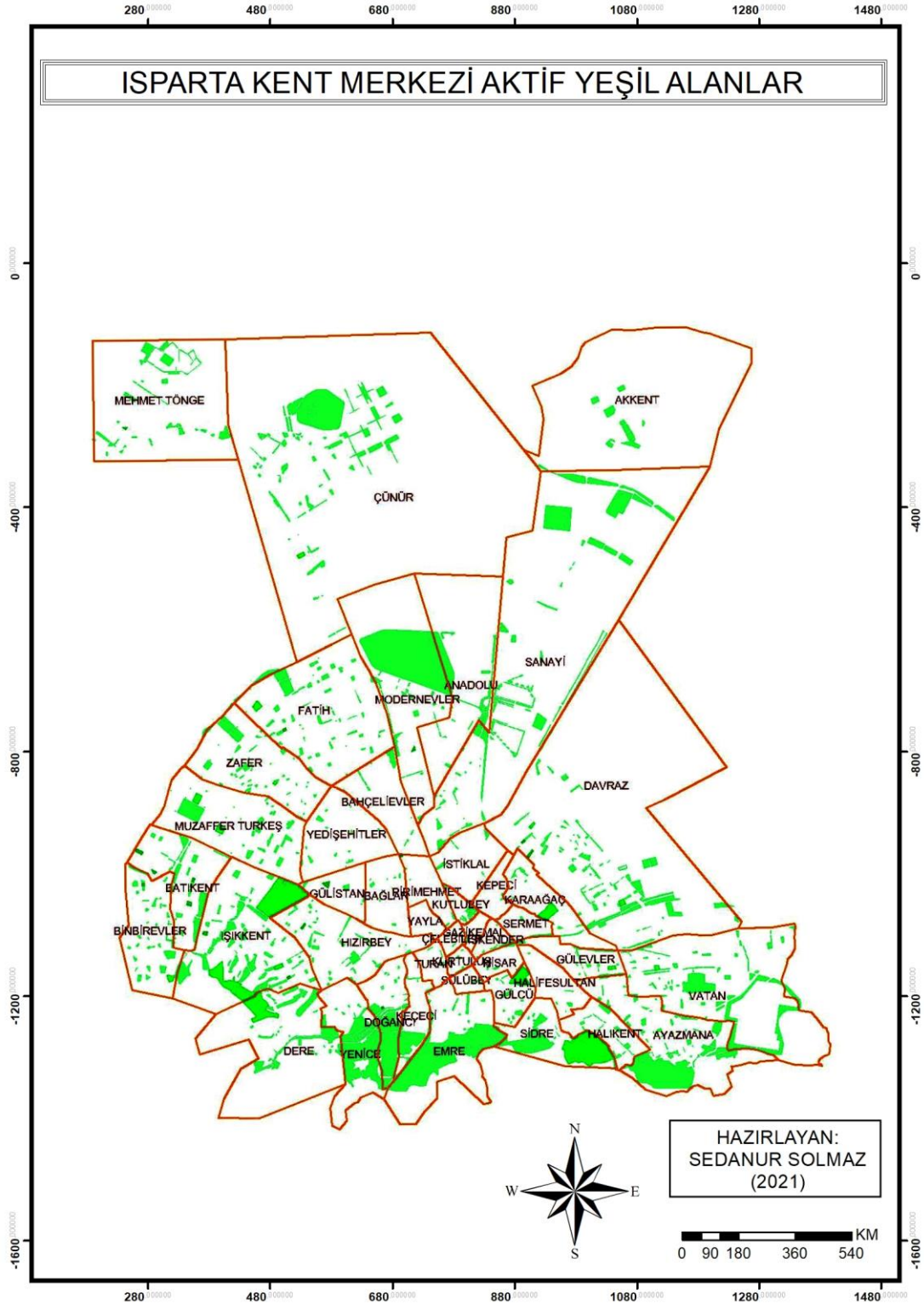
Isparta ilinde 22 ayrı belediye bulunmaktadır. Isparta Belediyesi, Kuleönü Belediyesi ve Savköy Belediyesi Isparta kent merkezi sınırları içindedir. Kent merkezi toplam 44 mahalleden oluşmaktadır.

Akkent Mahallesi, Anadolu Mahallesi, Ayazmana Mahallesi, Bağlar Mahallesi, Bahçelievler Mahallesi, Batıkent Mahallesi, Binbirevler Mahallesi, Çelebiler Mahallesi, Çünür Mahallesi, Davraz Mahallesi, Dere Mahallesi, Doğancı Mahallesi, Emre Mahallesi, Fatih Mahallesi, Gazi Kemal Mahallesi, Gülcü Mahallesi, Gülevler Mahallesi, Gülistan Mahallesi, Halıkent Mahallesi, Halife Sultan Mahallesi, Hızırbey Mahallesi, Hisar Mahallesi, Işikkent Mahallesi, İskender Mahallesi, İstiklal Mahallesi, Karaağaç Mahallesi, Keçeci Mahallesi, Kepeci Mahallesi, Kurtuluş Mahallesi, Mehmet Tönge Mahallesi, Modernevler Mahallesi, M. Türkeş Mahallesi, Pirimehmet Mahallesi, Sanayi Mahallesi, Sermet Mahallesi, Sidre Mahallesi, Sülübey Mahallesi, Turan Mahallesi, Yayla Mahallesi, Yedişehitler Mahallesi, Yenice Mahallesi ve Zafer Mahallesi Isparta kent merkezinde bulunan mahallelerdir (Daloğlu, 2017). Şekil 3.2'de bu mahallelerin sınırlarını gösteren harita verilmiştir.



Şekil 3.2. Isparta Kent Merkezi Mahalle Sınırları (Daloğlu, 2017)

Şekil 3.3’de Isparta kent merkezinde bulunan mevcut yeşil alan paftasına yer verilmiştir.



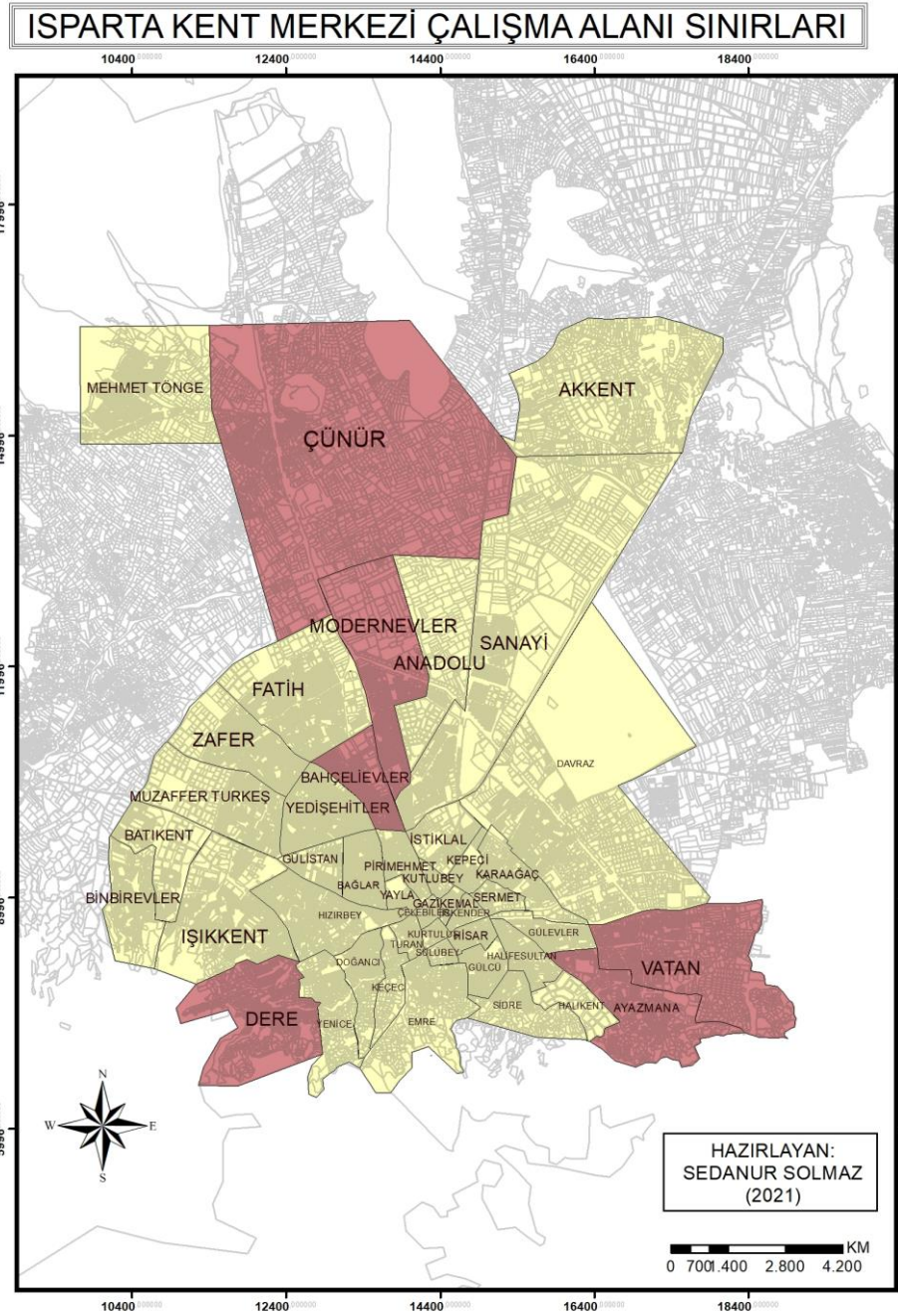
Şekil 3.3. Isparta Kent Merkezi Mevcut Yeşil Alan Varlığı

Çizelge 2.1’de Isparta kent merkezinde bulunan mahallerin nüfusu, yeşil alan varlığı ve kişi başına düşen yeşil alan miktarlarına yer verilmiştir.

Çizelge 2.1. Isparta Kent Merkezi Aktif-Yeşil Alan Miktarı

	Mahallenin Adı	Nüfus Bilgileri (Kişi)	Aktif Yeşil Alan Miktarı (m ²)	Kişi Başına Düşen Aktif Yeşil Alan (m ²)
1	Akkent Mahallesi	2858	6704	2.3
2	Anadolu Mahallesi	7262	1986	0.2
3	Ayazmana Mahallesi	6955	3270	0.4
4	Bağlar Mahallesi	8362	2287	0.2
5	Bahçelievler Mahallesi	7914	2897	3.6
6	Batıkent Mahallesi	6752	27956	4.1
7	Binbirevler Mahallesi	2487	4480	1.8
8	Çelebiler Mahallesi	843	-	-
9	Çünür Mahallesi	8601	8214	0.9
10	Davraz Mahallesi	20820	28091	1.3
11	Dere Mahallesi	1732	14521	8.3
12	Doğancı Mahallesi	2085	300	0.1
13	Emre Mahallesi	4405	1094	0.2
14	Fatih Mahallesi	12157	9750	0.8
15	Gazi Kemal Mahallesi	1243	-	-
16	Gülcü Mahallesi	2997	3334	1.1
17	Gülevler Mahallesi	2798	5023	1.7
18	Gülistan Mahallesi	3466	11202	3.2
19	Halife Sultan Mahallesi	6851	2657	5.8
20	Halıkent Mahallesi	5577	4008	0.4
21	Hisar Mahallesi	10009	518	0.6
22	Hızırbey Mahallesi	1927	6942	0.2
23	Işıkkent Mahallesi	7885	28738	3.6
24	İskender Mahallesi	1633	-	-
25	İstiklal Mahallesi	7731	16470	2.1
26	Karaağaç Mahallesi	7329	2369	0.3
27	Keçeci Mahallesi	1299	4541	3.4
28	Kepeci Mahallesi	3187	568	0.1
29	Kurtuluş Mahallesi	1121	803	0.7
30	Kutlubey Mahallesi	364	9436	25
31	Mehmet Tönge Mahallesi	2748	15031	5.4
32	Modern Evler Mahallesi	6838	7437	1
33	Muzaffer Türkeş Mahallesi	3639	22636	6.2
34	Pirimehmet Mahallesi	4953	1903	0.3
35	Sanayi Mahallesi	1354	6629	4.8
36	Sermet Mahallesi	1867	-	-
37	Sidre Mahallesi	2213	-	-
38	Sülübey Mahallesi	1251	-	-
39	Tuan Mahallesi	1634	3656	2.2
40	Vatan Mahallesi	4775	3635	0.7
41	Yayla Mahallesi	1976	-	-
42	Yedişehitler Mahallesi	13234	9214	0.6
43	Yenice Mahallesi	1368	-	-
44	Zafer Mahallesi	7596	10025	1.3

Şekil 3.4’de Isparta kent merkezinde su duyarlı kentsel tasarım kullanılarak taşkınların meydana geldiği alanlar ve bu alanlara uygulanacak yağmur bahçesi modellerinin yapılacağı alanların (Çünür, Modernevler, Bahçelievler, Dere, Ayazmana ve Vatan mahalleleri) plan görüntüsüne yer verilmiştir. Isparta Belediyesi ve Isparta Belediyesi Su ve Kanalizasyon Müdürlüğü tarafından bu mahallelerde şiddetli yağış sonrasında taşkınların meydana geldiği sözlü olarak teyit edilmiştir. Bu amaçla bu alanlar seçilmiş ve bu alanlara su duyarlı kentsel tasarım (WSUD) yaklaşımı olan yağmur bahçesi modelleri öngörülmüştür.



Şekil 3.4. Isparta Kent Merkezi Çalışma Alanları Sınırları

3.1.1. Çalışma alanı sınırları

Çalışma alanı olarak seçilen Isparta kent merkezinde yoğun yağışları sonucunda bazı mahallelerin birtakım noktalarında taşkınlar meydana geldiği gözlemlenmektedir. Bu gözlemler, Isparta Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğü ve Isparta Belediyesi Su ve Kanalizasyon Müdürlüğü tarafından sözlü olarak da teyit edilmiştir. Isparta Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğü ve Isparta Belediyesi Su ve Kanalizasyon Müdürlüğü'nün verdiği bilgiler doğrultusunda yağmur suyu sonucunda taşkınlar oluşan mahalleler ise; Ayazmana, Bahçelievler, Çünür, Dere, Modernevler ve Vatan mahalleleridir. Bu mahallelerde taşkınlar sonucunda biriken yağmur suyunun sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla su duyarlı kentsel tasarım olan yağmur bahçeleri modelleri yapılmasına, bu çalışma ile karar verilmiştir. Bu mahallelerdeki alanların seçiminde özellikle anayola yakın alanlar tercih edilmiştir. Bu alanların tercih edilmesindeki en önemli unsur, şiddetli yağış sonrasında yağmur sularının birikip akışa geçememesi ve kent trafiğini olumsuz etkilemesidir. Alanların belirlenmesinde uzaktan algılama yöntemi olan ARGIS yardımı ile eğim, bakı, yağış, sıcaklık, yükseklik, su kaynağına uzaklık, anayola uzaklık ve eğim-yağış çakıştırma haritaları yapılmış ve sonucunda eğimin düşük olduğu ve yağışın fazla düştüğü alanlar saptanmış ve bu alanlara yağmur bahçesi modeli öngörülmüştür. Şekil 3.5'de Ayazmana mahallesinde seçilen alanların konumlarına yer verilmiştir. Bu alana 3 adet yağmur bahçesi öngörülmüştür. Şekil 3.6, 3.7 ve 3.8'de seçilen alanların şu anki mevcut durumlarına ait görsellere yer verilmiştir.



Şekil 3.5. Ayazmana Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen Alanlar



Şekil 3.6. Ayazmana Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 1. Alan



Şekil 3.7. Ayazmana Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 2. Alan

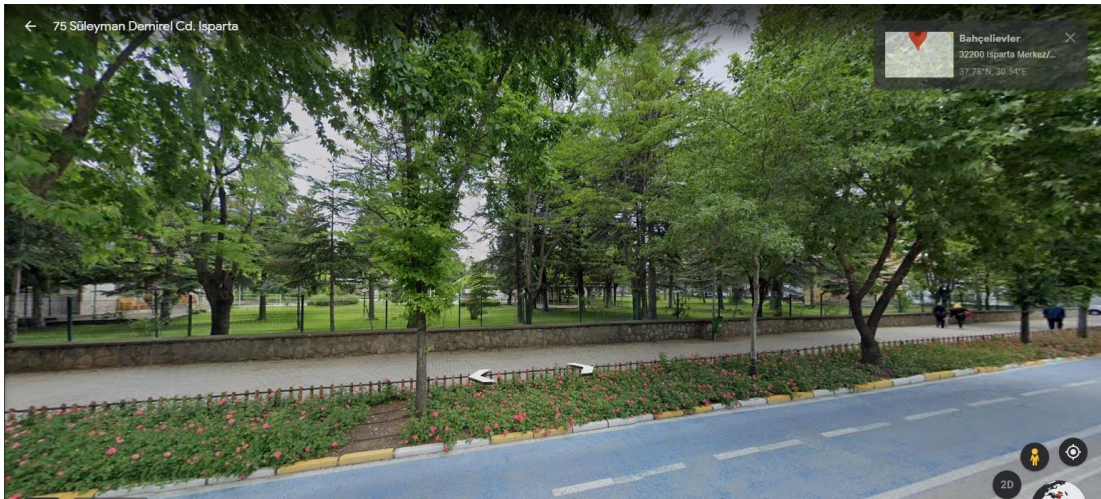


Şekil 3.8. Ayazmana Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 3. Alan

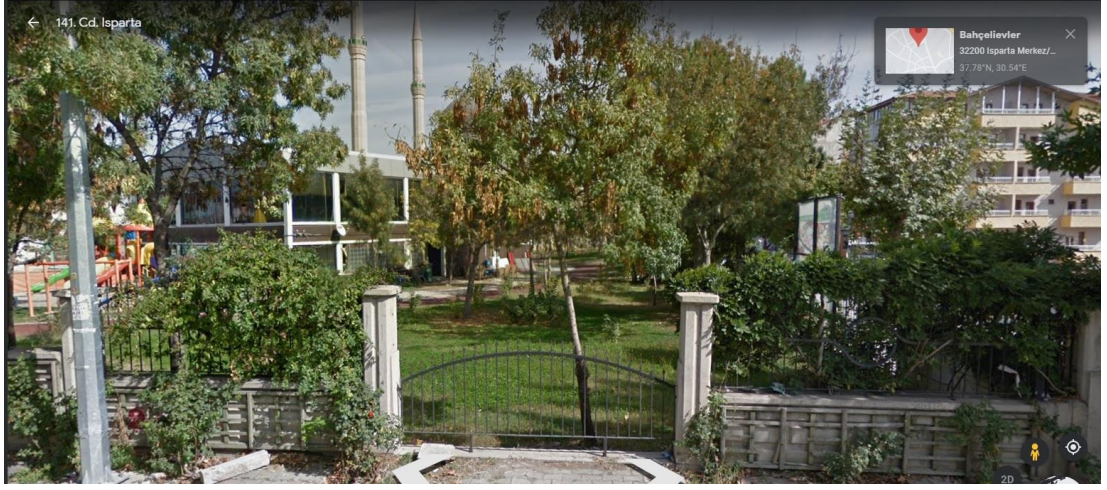
Bahçelievler mahallesinin mahalle sınırına ve mahallede yağmur bahçesi yapılması öngörülen alanların konumlarına Şekil 3.9’da yer verilmiştir. Bu alana 6 adet yağmur bahçesi öngörülmüştür. Şekil 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14 ve 3.15’de bu alanların şu anki mevcut görüntülerine ait görsellere yer verilmiştir.



Şekil 3.9. Bahçelievler Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen Alanlar



Şekil 3.10. Bahçelievler Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 1. Alan



Şekil 3.11. Bahçelievler Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 2. Alan



Şekil 3.12. Bahçelievler Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 3. Alan



Şekil 3.13. Bahçelievler Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 4. Alan



Şekil 3.14. Bahçelievler Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 5. Alan



Şekil 3.15. Bahçelievler Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 6. Alan

Çünür mahallesinin mahalle sınırı ve mahallede yağmur bahçesi yapılması öngörülen alanların konumlarına Şekil 3.16’da yer verilmiştir. Bu alana 5 adet yağmur bahçesi öngörülmüştür. Şekil 3.17, 3.18, 3.19 ve 3.20’de ise bu alanların şu anki mevcut görüntülerine ait görsellere yer verilmiştir.



Şekil 3.16. Çünür Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen Alanlar



Şekil 3.17. Çünür Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 1. Alan



Şekil 3.18. Çünür Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 2. Alan



Şekil 3.19. Çünür Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 3. Alan



Şekil 3.20. Çünür Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 4. Alan

Dere mahallesinin mahalle sınırına ve mahallede yağmur bahçesi yapılması öngörülen alanların konumlarına Şekil 3.21’de yer verilmiştir. Bu alana 3 adet yağmur bahçesi öngörülmüştür. Şekil 3.22, 3.23 ve 3.24’de ise bu alanlara ait şu anki mevcut görüntülerine ait görsellere yer verilmiştir.



Şekil 3.21. Dere Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen Alanlar



Şekil 3.22. Dere Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 1. Alan



Şekil 3.23. Dere Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 2. Alan



Şekil 3.24. Dere Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 3. Alan

Modernevler mahallesinin mahalle sınırına ve mahallede yağmur bahçesi yapılması öngörülen alanların konumlarına Şekil 3.25’de yer verilmiştir. Bu alana 2 adet yağmur bahçesi öngörülmüştür. Şekil 3.26’da ise bu alanlara ait şu anki mevcut görüntülerine ait görsellere yer verilmiştir.



Şekil 3.25. Modernevler Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen Alan



Şekil 3.26. Modernevler Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 1. Alan

Vatan mahallesinin mahalle sınırına ve mahallede yağmur bahçesi yapılması öngörülen alanların konumlarına Şekil 3.27’de yer verilmiştir. Bu alana 3 adet yağmur bahçesi öngörülmüştür. Şekil 3.28, 3.29 ve 3.30’da ise bu alanlara ait şu anki mevcut görüntülerine ait görsellere yer verilmiştir.



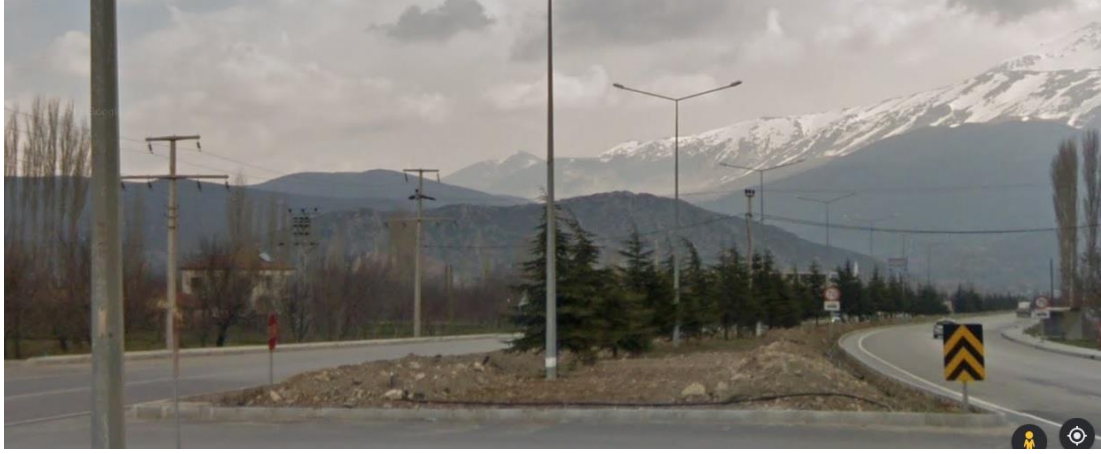
Şekil 3.27. Vatan Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen Alanlar



Şekil 3.28. Vatan Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 1. Alan



Şekil 3.29. Vatan Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 2. Alan



Şekil 3.30. Vatan Mahallesi Yağmur Bahçesi Öngörülen 3. Alan

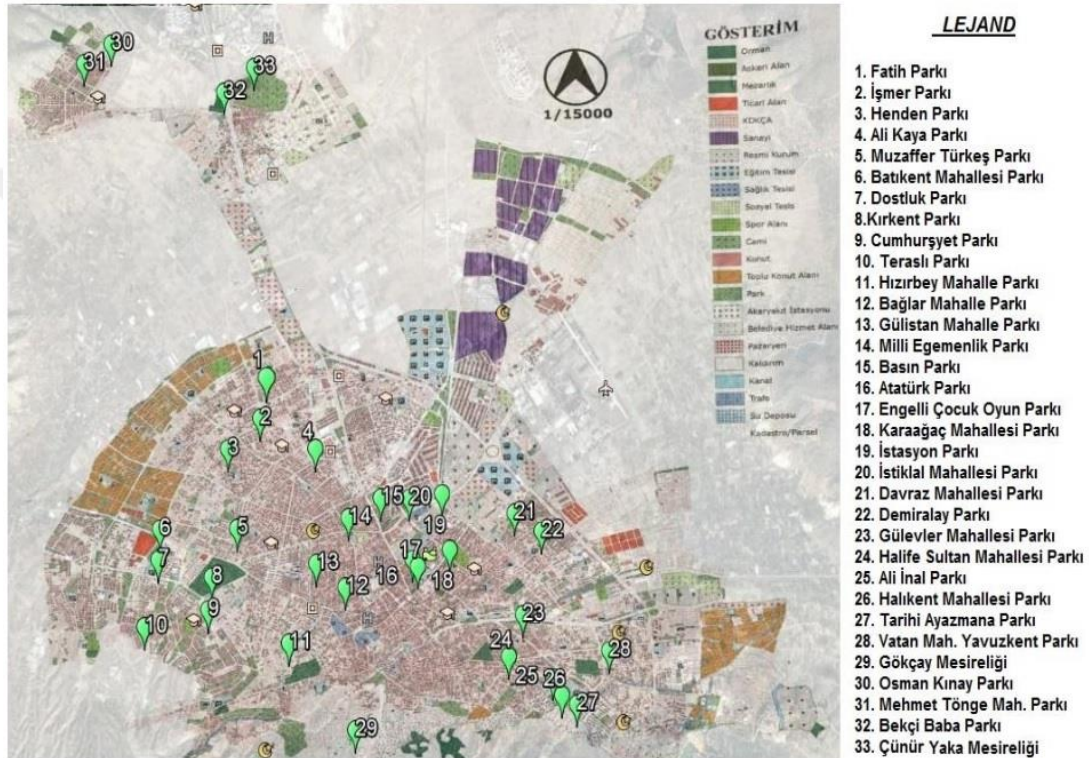
3.1.2. Çalışma alanının tarihçesi

1919-1923 yıllarındaki Millî Mücadele döneminde Isparta, yörede gerçekleşmekte olan yabancı işgallerden en az etkilenen illerden birisi olmuştur. Isparta İhtilaf devletlerinden olan İtalyanların nüfusuna bırakılmış ve bu süreçte çok büyük bir direniş göstermiştir. İtalyanların sömürgeci yaklaşımına boyun eğmemiştir. Isparta İç Anadolu, Ege ve Akdeniz Bölgelerini birbirine bağlayan önemli bir coğrafi konumda yer almaktadır. Cumhuriyet dönemine kadar birçok önemli gelişmeye ev sahipliği yapmıştır.

Cumhuriyet dönemindeki Isparta ve ilçelerinin gelişmeleri iki safhada incelenmektedir. Bunlardan ilki, 1960 yılına kadar sürmüştür. Bu dönemde sosyal, ekonomik ve bayındırlık yönlerinden özellik taşıyan çalışmalara başlanmıştır. Cumhuriyet döneminde Isparta'nın ikinci gelişme safhası 1960 yılından sonra başlamaktadır. Bu tarihten beri gelişim süreci her geçen gün artmıştır. Bu gelişmeler sanayileşme ve şehirleşme hareketlerinin artmasıdır.

Isparta, Cumhuriyet döneminde 1960 yılına kadar belli başlı bayındırlık hizmetlerine kavuşmuştur. Bu bayındırlık hizmetlerinden özellikle gül tarımcılığının ve halıcılığın gelişmesi ile ekonomik yönden önemli ölçüde katkı sağlamıştır. Isparta 1936 yılında demiryoluna kavuşmuştur ve bu yöreye olumlu bir etki sağlamıştır. 1960 yılından günümüze kadar geçen süre içinde ise Isparta'da modern şehirleşme hızla etkisini göstermiş, birçok sosyal, eğitim, sağlık, sanayi tesisleri merkez kentte olduğu kadar ildeki diğer yerleşmelerde de kurulmuş ve kurulmalarına devam edilmektedir (URL-14).

Bir kentin kimliğinin kazanılmasında ekolojinin büyük yeri bulunmaktadır. Her kentte olduğu gibi Isparta kentinde de birçok ekolojik noktalar bir arada bulundurmaktadır. Bunlar kentsel açık-yeşil alanlar, kentsel kültürel kaynaklar, kent içi ve yakın çevresinde bulunan doğal ve ormanlık alanlardır. Kentsel açık-yeşil alanlara; kent parkları (Ayazmana Tarihi Mesirelik Parkı, Gökçay Parkı), çok sayıda mahalle parkı, Milas mesireliği, Çay Boyu yeşil kuşak, Süleyman Demirel Botanik Bahçesi, SDÜ yerleşkesi, kent ormanları, tarım alanları ve gül bahçeleri, elma ve kiraz bahçeleri örnek olarak sayılabilir (İşçi vd., 2018). Şekil 3.31’de Isparta kent merkezinde bulunan aktif yeşil alanlara yer verilmiştir.



Şekil 3.31. Isparta Kent Merkezi Kentsel Yeşil Alanlar (İşçi vd., 2018)

3.1.3. Çalışma alanının nüfus verileri

Isparta ili tarih içerisinde idari yapısı açısından 1204 yılından itibaren birçok farklı görüntü sergilemiştir. İdari yapısı kadar idari hudutları da devamlı bir değişim içinde olmuştur. Türkiye’de ilk resmi nüfus sayımının yapıldığı 1927 yılında, Isparta ili nüfus sayısı 144.804, 1935’te 166.441, 1940’da 171.751 olduğu ve daha sonra beşer yıl aralıkla yapılan genel nüfus sayımı sonuçlarına göre il nüfusunun devamlı artış göstermiştir. 1985’te 382.844’e, 1990’da 434.771’e, 2009 yılında ise 420.796’ya ulaştığı görülmektedir (URL-14).

Isparta ilinde iç göç sayısı dış göç sayısından fazladır. Bu durumun en önemli sebepleri evlenmeler, çalışma şartları, üniversite yaşamı ve askerlik olarak sayılabilir. Isparta kenti büyüme potansiyeli olan bir kenttir ve rekreasyon alanlarına olan ihtiyaç da artış göstermektedir (Daloğlu, 2017).

Çizelge 3.1’de Isparta kent merkezinin 2007- 2016 yılları arasındaki nüfus verilerine yer verilmiştir.

Çizelge 3.1. Isparta Kent Merkezi Nüfus Verileri (Daloğlu, 2017)

2007	206.186
2008	197.169
2009	211.614
2010	244.045
2011	213.511
2012	219.904
2013	223.430
2014	228.730
2015	235.456
2016	241.723

3.1.4. Çalışma alanının iklim verileri

Isparta ili, Akdeniz iklimi ile karasal iklim arasındaki geçiş bölgesinde yer almaktadır. Bu nedenle il sınırları içerisinde her iki iklimin de etkileri görülmektedir. Yarı kurak, az nemli, kış ayları serin, yaz ayları sıcak bir iklim görülmektedir. İlin güney bölgelerinde Akdeniz iklimi özelliğini göstermektedir. Kuzeydoğuda ise karasal iklim özellikleri görülmektedir. Kuzey bölgeler daha az yağış almaktadır (URL-14).

Isparta meteoroloji istasyonu verilerince, yağış miktarı bakımından Akdeniz ikliminin ortalamalarından daha düşük ancak yıllık sıcaklık ortalaması ise İç Anadolu iklimine benzerlik göstermektedir. Ortalama yıllık sıcaklık miktarı 12 °C civarındadır. Isparta kent merkezinde yıllık ortalama yağış miktarının en yoğun olduğu aylar, Aralık ve

Ocak'tır. En az olduğu aylar ise Temmuz ve Ağustos'tur. Bu veriler doğrultusunda yıllık ortalama yağış miktarı ise 581 mm civarındadır (Gül vd., 2012).

3.1.5. Çalışma alanının jeolojik yapısına ilişkin veriler

Isparta konum olarak Toros Dağları'nın batı eteğinde yer almaktadır. III. jeolojik zamanda ortaya çıktığı ve beyaz tebeşir taşlarından oluştuğu düşünülmektedir. Taşeli ve Tekeli platolarının sıkıştırması sonucunda kıvrımlara uğramıştır. Bölgede ilerleyen yıllarda tektonik ve volkanik hareketlerle, yeni şekillenmeler kazanmıştır. Özellikle, volkanik hareketlerin sonucu dolarak, il alanında yer yer, bazalt veya trakit yatakları ortaya çıkmıştır. Volkanik püskürmelerle yüzeye çıkan kükürt ve alçıtaşı tozları sertleşerek geniş yataklar oluşturmuştur. İl arazisindeki en eski yapı paleozoike aittir. Isparta'da, volkanik çöküntü alanlarının tabanları, IV. zaman konglomera, şilt, kil ve çakıllarıyla kaplanmış durumdadır (URL-13).

3.1.6. Çalışma alanının toprak yapısı ve özellikleri

Topografya, bitki örtüleri, iklim değişiklikleri ve zamanla Isparta ilinde birçok farklı büyük toprak grupları meydana gelmiştir. Toprak örtüsünden ve profil gelişmelerinden uzak, başka tip özellikleri bulunan araziler meydana gelmiştir. İl genelinde genellikle kalkerli toprak yapısı bulunmaktadır. Tektonik çöküntü olukları ise, I. zamanda alüvyonlar ile dolmuş olan ilde tarımın temel kaynağını oluşturan topraklar ortaya çıkmıştır. Arazideki eğim %40'a kadar değişim göstermektedir. Üst toprak 8-40 cm arasında bir derinliğe sahiptir ve genellikle killi kalkerli granüler ve dağılabilir bir durumdadır. Alt toprak ise üst toprakla aynı yapıdadır, fakat daha kaba bünyeli ve killidir. Toprak seviyesi bazı yerlerde ise taban suları ile sınırlandırılmıştır (URL-13).

3.1.7. Çalışma alanının arazi kabiliyet sınıfları

Topraklar, kullanma kabiliyet sınıflamasına göre sekiz kategoriye ayrılmaktadır. Topraklar I. sınıftan VIII. sınıfa doğru daha zayıf niteliklere sahiptirler. İlk dört sınıf arazi, iyi bir toprak idaresi altında, yöreye adapte olmuş, tarla bitkileri ile orman, mera ve çayır bitkilerini iyi bir şekilde yetiştirme yeteneğine sahiptir. V. sınıf araziler, yetişecek bitkiyi kısıtlayan ve kültür bitkilerinin gelişmesini önleyen sınırlandırmalara sahip topraklardır. VI. ve VIII. sınıflar buldukları yöreye adapte olmuş yerli bitkilerin yetişmesine

elverişlidirler. Bunlardan VI. ve VII. sınıflarda, toprak ve su koruma önlemleri alınması koşulu ile bazı özel bitkiler yetişebilmektedir. VIII. sınıf arazi, çok etkin ve pahalı ıslah çalışmaları ile üretime alınabilirse de mevcut piyasa koşullarında, elde edilecek ürün yatırım harcamalarını karşılamamaktadır (URL-14).

3.1.8. Çalışma alanının mevcut bitki örtüsü

Isparta ili içindeki ormanlıklar, meralar, tarım alanları, yörenin bitki örtüsünün belirlenmesinde başlıca doğa mekanlarıdır. Yöredeki ormanlarda en çok görülen ağaç türleri; karaçam, kızılçam, katran, ardıç, sedir ve meşe ağaçlarıdır. Ayrıca belli yüksekliklerde de yabancı zeytinlikler bulunmaktadır. İlde, eğim oranı %25'e kadar varan dağlık arazilerde ve tepelerde ise keçi otlatmaya çok elverişli meşe fundalıkları yaygındır. İl içindeki ovalarda; her türlü hububat (buğday, arpa, çavdar, yulaf, mısır, mahlut gibi), sanayi bitkileri (şekerpancarı, tütün, anason, keten, kenevir, ayçiçeği, susam gibi), hayvan yemleri (yonca, karınga, fig, burçak gibi), sert ve yumuşak çekirdekli meyve ağaçları (elma, armut, kayısı, şeftali, erik, zerdali, kiraz, vişne, badem, ceviz, nar, zeytin, muşmula, üzüm gibi), yaz ve kış aylarında yetiştirilen sebzeler (domates, biber, patlıcan, kabak, bamyası, hıyar, börülce, taze fasulye, lahanası, havuç, pırasa gibi), bakliyat cinsi (bakla, fasulye, nohut, mercimek gibi), kavun, karpuz, soğan, sarımsak, patates bitkileri görüldüğü gibi, geniş üzüm bağlarına ve gül bahçelerine de rastlamak mümkündür (URL-14).

3.1.9. Çalışma alanının faunası

Isparta ilinde iklim, topografya, bitki örtüsündeki çeşitlilik ve toprak yapısının elverişliliği, yörede birçok evcil ve yabancı hayvan türlerinin yaşamasına ve yetiştirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu nedenle, ilin florası da faunası da oldukça zengin bir yapıdadır. İl, yabancı hayvan türleri bakımından da zengin bir bölge konumundadır. İlde yer alan yabancı hayvanlar arasında; yaban domuzu, sansar, porsuk, tilki, tavşan, sincap, kurt, karaca, alageyik, dağ keçisi, pars, ayı ile kuş türlerinden yaban ördeği, keklik, angut, çulluk, karakarga, saksağan, sülün ve kaz sayılabilir. İl genelinde, evcil hayvanların birçok farklı türü de yer almaktadır. Sığır, koyun, keçi ve kümes hayvanlarının her türlü sülüsü yörede yer almaktadır. Bazı yerleşmelerde evcil hayvancılık modern işletmeler içinde yapılmaktadır. Ayrıca ildeki tatlı sularda, levrek, sazan, kara yengeci gibi su ürünleri de bulunmaktadır (URL-14).

3.1.10. Çalışma alanının ekonomik yapısı

2000 nüfus sayımı sonuçlarına göre, Isparta ilindeki çalışan nüfusun (12 + yaşlardaki) büyük bir kısmı %56,90 tarım sektöründe yer almaktadır. İkinci sırayı hizmet sektörleri %30,34 ve üçüncü sırayı da sanayi sektörü %8.34 almaktadır. Isparta il merkezi dikkate alındığında, tarım sektörünün payı %19.38, sanayi sektörünün payı %14,86, inşaat sektörünün payı %5.24 ve hizmetler sektörünün payı ise %59,99 olarak görülmektedir. Görüldüğü üzere Isparta il merkezi, genel olarak hizmet, sanayi, ticaret sektörlerinde gelişmiş bir merkez konumundadır. Bu sektörlerin sayısal ağırlık kazanmalarının başlıca sebebi, kentin il merkezi olmasıdır. Genellikle Isparta ilinde iç göç ve dış göç olayı pek yaygın değildir. Ancak, birçok farklı etkenler sonucunda köy yerleşmelerinden kent merkezlerine doğru bir nüfus artışı gözlemlenmektedir. Genelde Isparta ilinin ekonomik yapısının tarım ve tarıma dayalı diğer sektörler olduğu görülmektedir (URL-13).

3.2. Yöntem

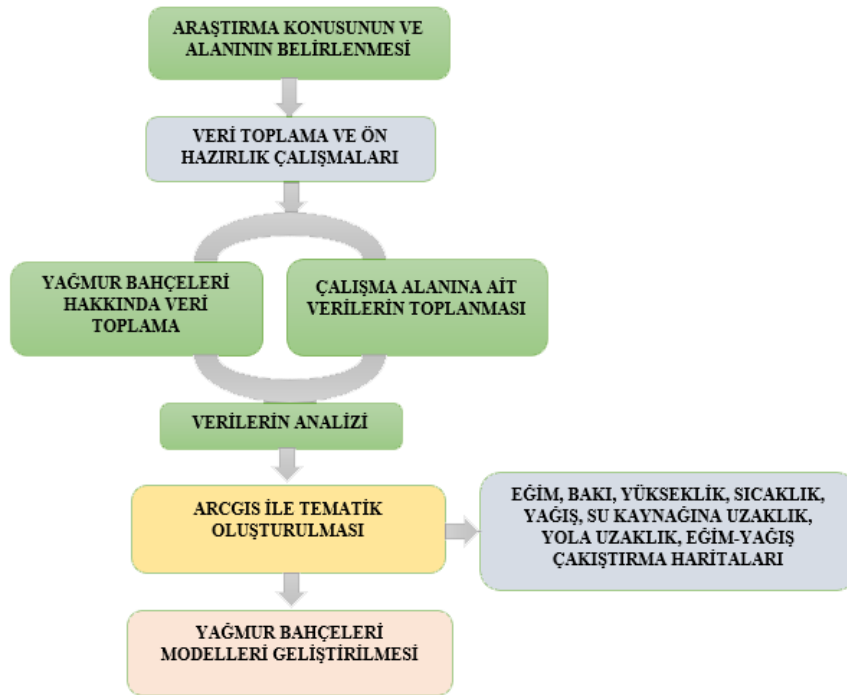
Su duyarlı kentsel tasarımına yönelik yağmur bahçeleri tasarımları için öncelikle kavramsal çerçeveyi ortaya koymak için literatür taraması yapılmıştır. Ardından su duyarlı kentsel tasarıma vurgu yapmak ve tespitine yönelik yapılan incelemeler sonucunda Akdeniz Bölgesinde bulunan Isparta ili seçilmiştir. Isparta ilinin çalışma alanı olarak seçilmesindeki en önemli faktör, yoğun yağışlar sonucunda yaşanan gözlemler neticesinde yüzeysel akışa geçtiği ve özellikle bazı alanlarda küçük taşkınlara yol açmasıdır. Su duyarlı kentsel tasarımına yönelik yağmur bahçeleri tasarımı için seçilen kentteki dikkat çeken unsur, günümüzde halen devam eden altyapı sorunları ve yağmur suyunun belirli yüzeylerde birikiyor olmasıdır.

Su duyarlı kentsel tasarımda yağmur sularının yeniden kullanılması amaçlanmakta olup, sürdürülebilirliğin sağlanması hedeflenmektedir. Su duyarlı kentsel tasarıma yönelik araştırma süreci de araştırma yöntemi kapsamında kendisine yer edinmiştir. Su duyarlı kentsel tasarıma yönelik yağmur bahçeleri tasarımında güncel kaynaklardan bilgiler edinilmiştir.

Çalışma içerisinde Isparta ilinde yer alan su birikim alanları ve peyzaj mimarlığı çalışmalarında kullanılacak yağmur bahçeleri tasarımının özellikleri, kullanım

alanları, bitki seçim kriterlerine ve yer seçim kriterlerine ayrıntılı bir şekilde yer verilmiştir.

Su duyarlı kentsel tasarıma yönelik yapılacak düzenlemelerde alana uygun yağmur bahçesi modelleri öngörebilmek için ilgili kurumlarla sözlü görüşmeler yapılmıştır. Bu doğrultuda sözlü olarak Isparta Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğü ve Isparta Belediyesi Su ve Kanalizasyon Müdürlüğü'nden edinilen bilgilere göre Çünür, Dere, Ayazmana, Vatan, Bahçelievler ve Modernevler mahallelerinde su birikintisinin fazla olduğu ve o alanlara yönelik yağmur bahçesi tasarımlarının uygun olacağı düşünülmektedir. Yağmur suyunun hangi bölümlerde toplandığı ile ilgili görsel bulgulara ulaşmak için sayısal haritalar oluşturulmuştur. Bu veriler doğrultusunda bu alanlara uzaktan algılama yöntemlerinden birisi olan Arcgis aracılığı ile eğim, baki, yükseklik, anayola uzaklık, dereye uzaklık, göle uzaklık, sıcaklık, yağış ve su biriken alanların tespiti için eğim-yağış çakıştırma analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda çıkan hassas ve problemlili noktalarda doğal drenaj oluşturmak amacı ile yağmur bahçeleri önerilmiştir. Yağmur bahçelerine ilişkin tasarımlara ise tezin sonuç ve öneriler kısmında yer verilmiştir. Araştırma ile ilgili akış diyagramı ise Şekil 3.32'de verilmiştir.



Şekil 3.32. Araştırmanın Akış Diyagramı

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Araştırma bulguları ve tartışma kısmında öncelik olarak yoğun yağış sonucunda taşkınlara neden olan alanların tespitinin yapılması amacıyla araştırmacının kişisel gözlem ve uzaktan algılama yöntemleri ile değerlendirmeler yapılarak sonrasında uzaktan algılama yöntemi olan Arcgis ile yapılan haritalar sonucunda ulaşılan veriler doğrultusunda belirlenen alanlara yağmur bahçesi tasarımları yapılacak yerlerin belirlenmesi ile araştırmanın bulgularının tamamlanması öngörülmüştür.

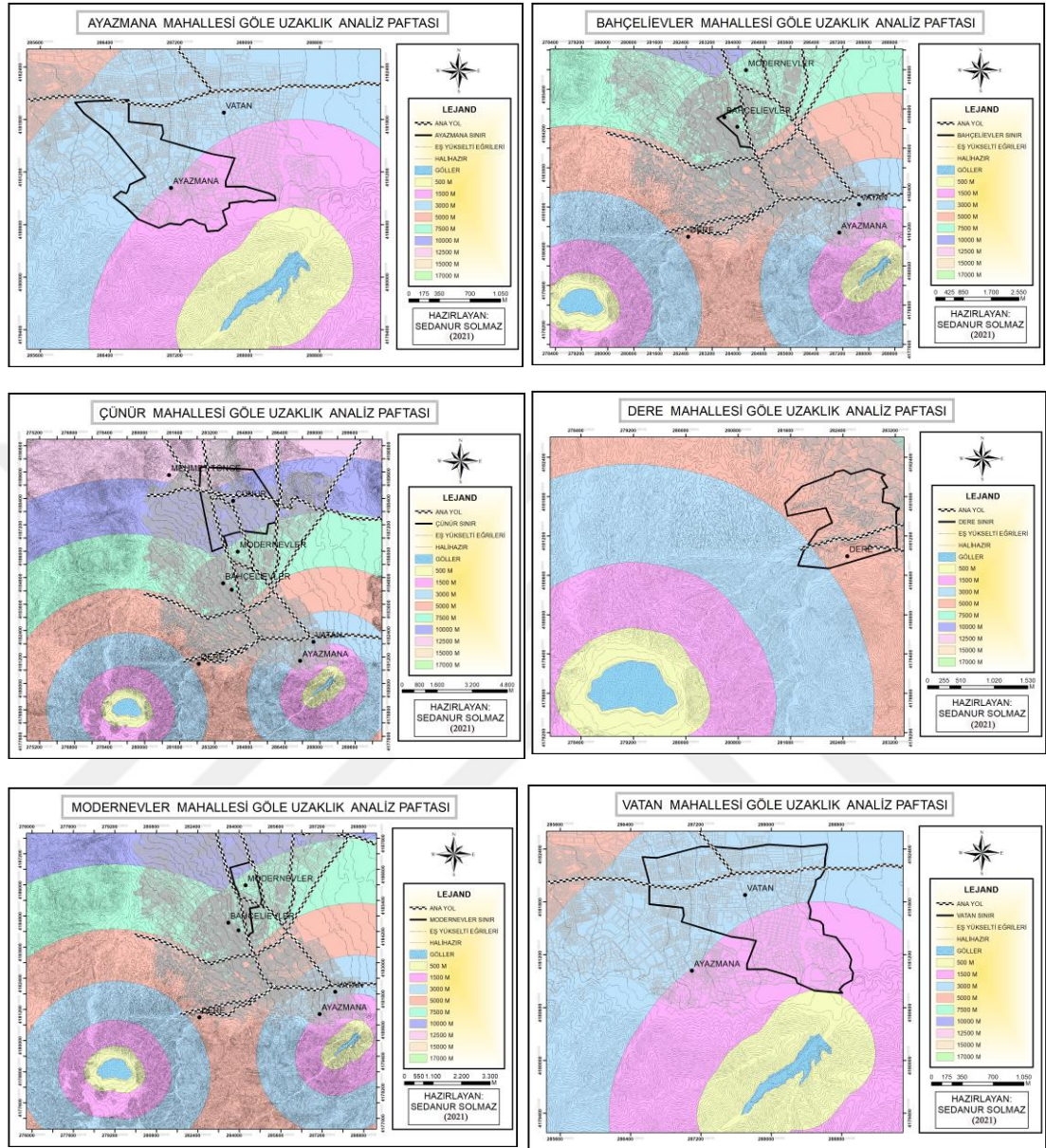
Isparta ili sürekli göç alan iller arasındadır. Bu kadar çok göç almasının başlıca sebepleri ise; üniversitenin varlığı, askeriye bulunması ve yaşanılabilir bir şehir statüsünde yer almasıdır. Bu sebepler ise Isparta ilinin gelişmekte olduğunu ve imkanlarının yeterli olmadığını göstermektedir. Kent genelinde gerek kişi başına düşen yeşil alan miktarı gerek aktif-yeşil alan miktarı yeterli olmamaktadır. Ayrıca alt yapı sorunları nedeni ile de yoğun yağmur sonucunda taşkınlar oluşmaktadır. Bu sebeple hem aktif-yeşil alan miktarının artırılması hem de yağmur sularının sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla su duyarlı kentsel tasarım (WSUD) modeli olan yağmur bahçeleri bu çalışmada öngörülmektedir.

4.1. Çalışma alanlarının hidrolojik ve hidrojeolojik durumu

Çalışma alanları ve civarındaki yoğun yağmur suyu sonucunda taşkınlara neden olan alanlar bulunmaktadır. Bu alanlar yoğun yağış sonucunda yağmur sularının sürdürülebilirliğini sağlayamamaktadır. İklimin yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı olması nedeni ile bu tarz taşkınlar genellikle kış ve bahar aylarında meydana gelmekte ve yer altı suları yükselmektedir.

Ayazmana mahallesinin yakın çevresinde bulunan Darıderesi gölüne uzaklığı 1500 m civarındadır. Bahçelievler mahallesinin yakın çevresinde bulunan Gölcük Gölü ve Darıderesi Gölü'ne uzaklığı 7500 m civarındadır. Çünür mahallesinin yakın çevresinde bulunan Gölcük Gölü ve Darıderesi Gölü'ne uzaklığını uzaklığı 10000 m civarındadır. Dere mahallesinin yakın çevresinde bulunan Gölcük Gölü'ne uzaklığı 3000 m civarındadır. Modernevler mahallesinin yakın çevresinde bulunan Gölcük Gölü ve Darıderesi Gölü'ne uzaklığı 7500 m civarındadır. Vatan mahallesinin yakın çevresinde bulunan Darıderesi Gölü'ne uzaklığı 500 m ile 1500 m arasında

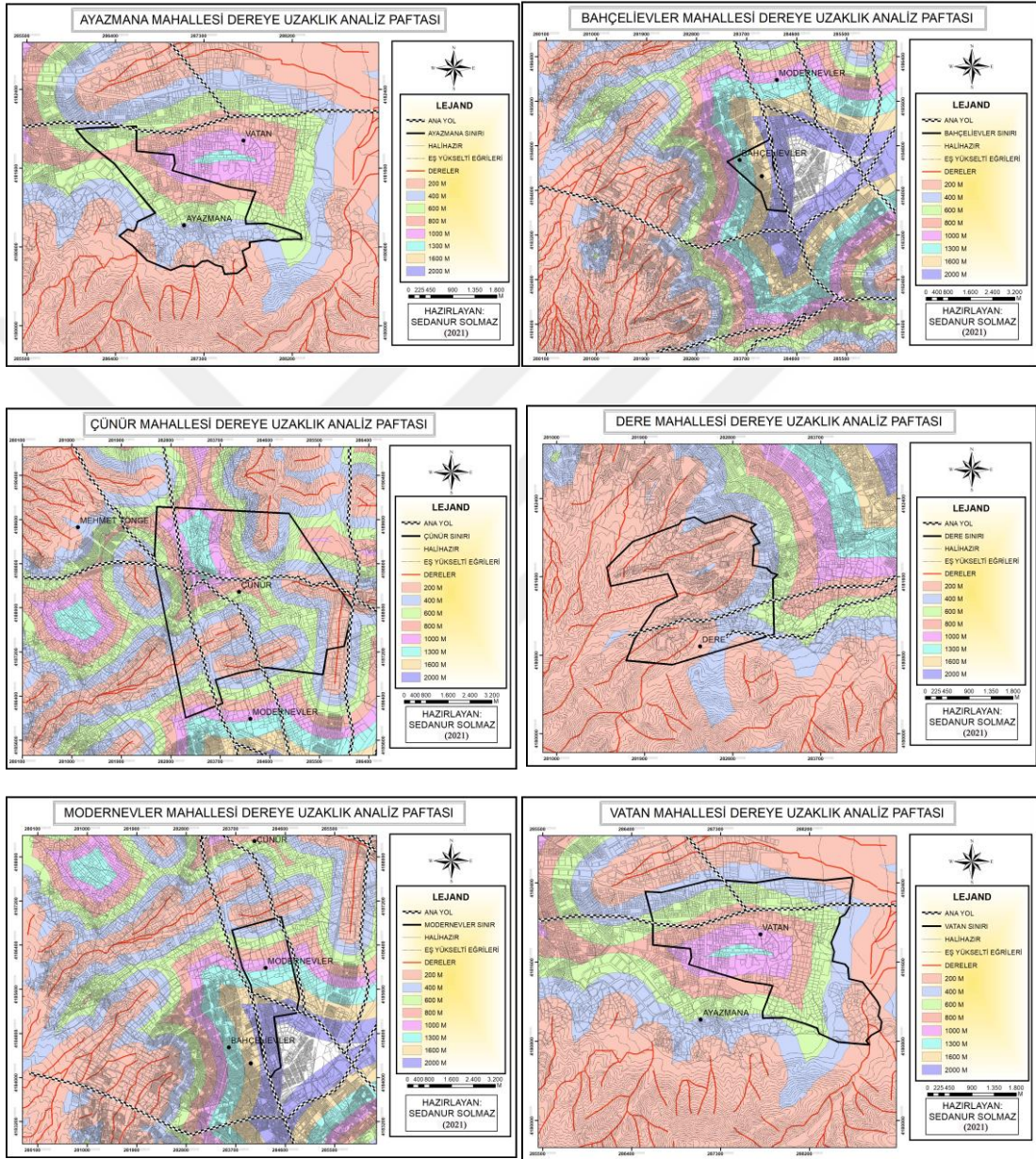
değişmektedir. Şekil 4.1'de çalışma alanlarının yakın çevrelerindeki göllere olan uzaklıklarına ait haritalara yer verilmiştir.



Şekil 4.1. Çalışma Alanları Göle Uzaklık Analiz Paftaları

Ayazmana mahallesinin yakın çevresinde bulunan dere kaynaklarına uzaklığı 200 m civarındadır. Bahçelievler mahallesinin yakın çevresinde bulunan dere kaynaklarına uzaklığı 1300 m civarındadır. Çünür mahallesinin yakın çevresinde bulunan dere kaynaklarına uzaklığı 200 m ile 800 m arasında değişmektedir. Dere mahallesinin yakın çevresinde bulunan dere kaynaklarına uzaklığı 200 m civarındadır. Modernevler mahallesinin yakın çevresinde bulunan dere kaynaklarına uzaklığı 200 m ile 1600 m

arasında değişmektedir. Vatan mahallesinin yakın çevresinde bulunan dere kaynaklarına uzaklığı m ile 600 m arasında değişmektedir. Şekil 4.2’de çalışma alanlarının yakın çevresinde yer alan derelere olan uzaklıklarına ait haritalara yer verilmiştir.

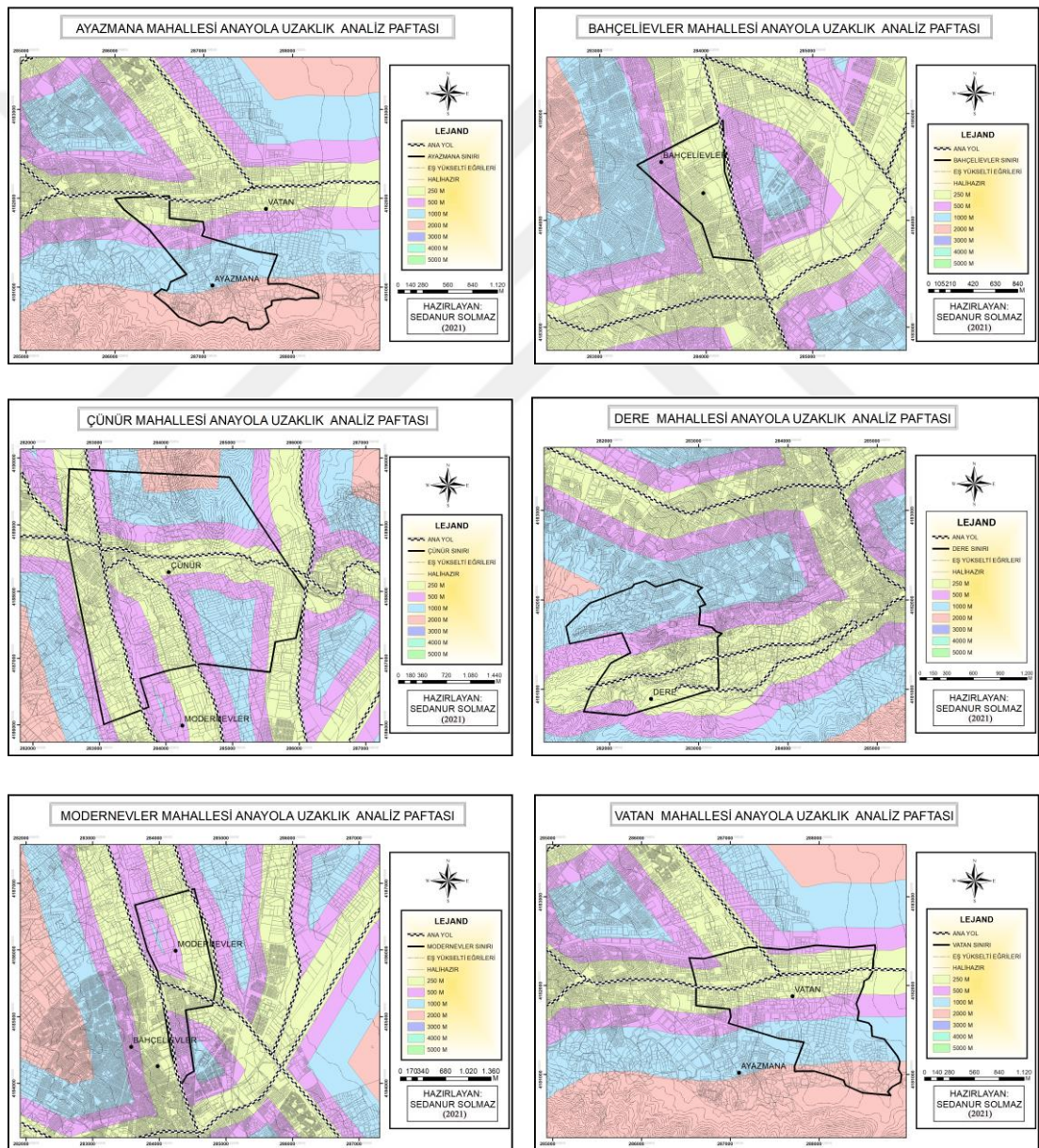


Şekil 4.2. Çalışma Alanları Dereye Uzaklık Analiz Paftaları

4.2. Çalışma alanlarının yola uzaklık durumu

Çalışma alanlarının anayollara olan uzaklıkları Arcgis yardımı ile belirlenmiştir.

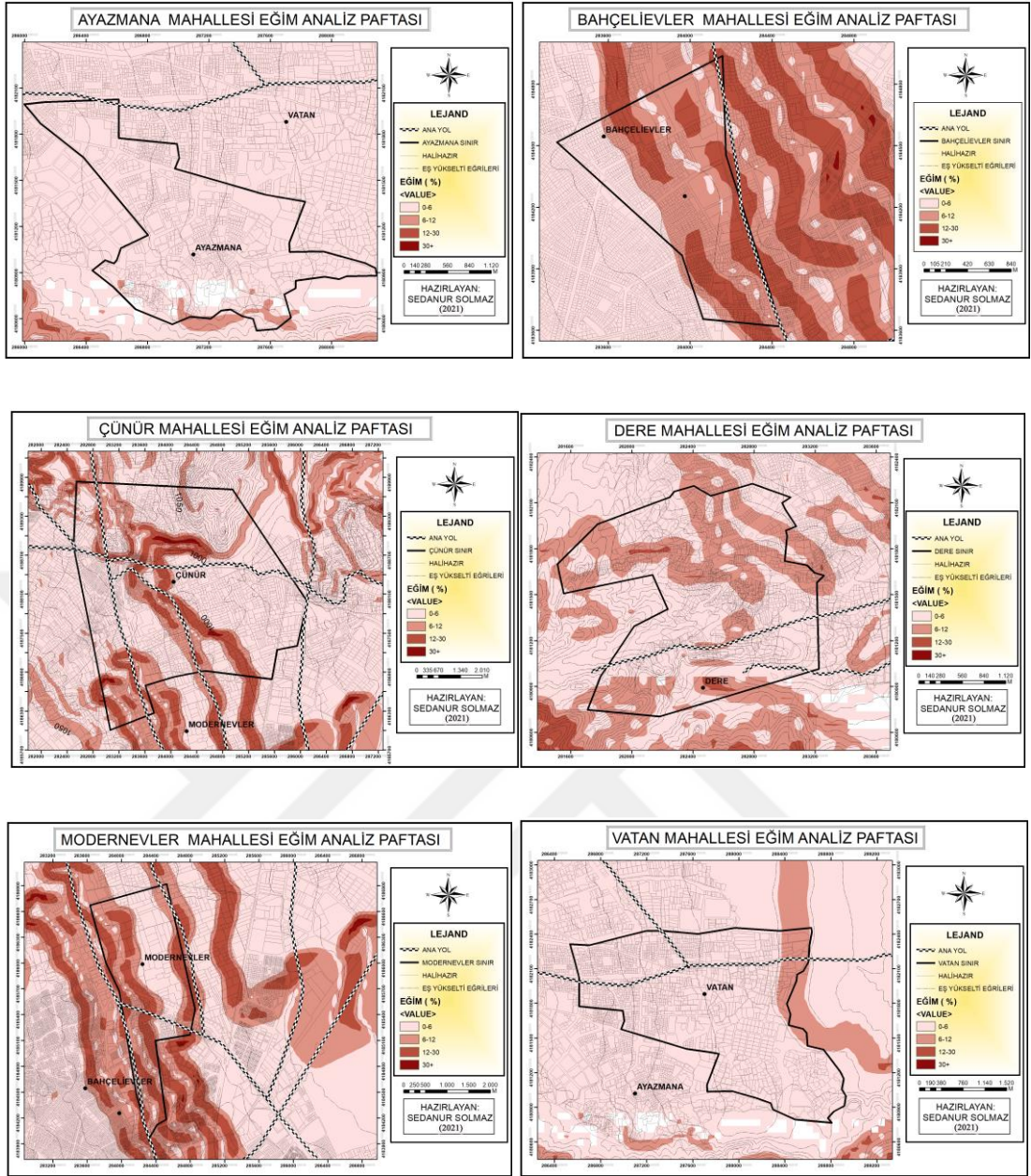
Ayazmana mahallesinin yakın çevresinde bulunan anayollara uzaklığı 250 m ile 500 m arasında değişmektedir. Bahçelievler mahallesinin yakın çevresinde bulunan anayollara uzaklığı 250 m civarındadır. Çünür mahallesinin yakın çevresinde bulunan anayollara uzaklığı 250 m ile 500 m arasında değişmektedir. Dere mahallesinin yakın çevresinde bulunan anayollara uzaklığı ise 250 m, 500 m ve 1000 m arasında değişmektedir. Modernevler mahallesinin yakın çevresinde bulunan anayollara uzaklığı 250 m ile 500 m arasında değişmektedir. Vatan mahallesinin yakın çevresinde bulunan anayollara uzaklığı 250 m ile 1000 m arasında değişmektedir. Şekil 4.3'de çalışma alanlarının anayollara uzaklıklarına ait haritalara yer verilmiştir.



Şekil 4.3. Çalışma Alanları Anayola Uzaklık Analiz Paftaları

4.3. Çalışma alanlarının eğitim durumları

Ayazmana mahallesinde %95'lik dilime %0-6 arasında eğimi sahip alanlar kapsamaktadır. %5'lik dilimi ise %6-12 arasındaki eğitim grubunu içermektedir. Bahçelievler mahallesinde %5'lik dilimde %0-6 arasındaki eğitim bulunmaktadır. %6-12 arasındaki eğitim %80'lik dilime karşılık gelmektedir. %12-30 arasındaki eğitim ise %15'lik dilimi göstermektedir. Çünür mahallesinde ise %60'lık diliminde %0-6 arasında eğitim bulunmaktadır. %6-12 arasındaki eğitim %25'lik dilime, %12-30 arasındaki eğitim %10'lik dilime, %30+ arasındaki eğitim ise %5'lik dilime karşılık gelmektedir. Dere mahallesinin %80'lik dilimi %0-6 arasındaki eğitim grubundan oluşmaktadır. %15'lik dilimi %6-12 arasındaki eğimi, %5'lik dilimi ise %12-30 arasındaki eğimi oluşturmaktadır. Modernevler mahallesinin %20'lik dilimi %0-6 arasındaki eğimi oluşturmaktadır. %45'lik dilimi %6-12 arasındaki eğimi, %35'lik dilimi ise %12-30 arasındaki eğimi göstermektedir. Vatan mahallesinin %90'lık dilimi %0-6 arasındaki eğimi oluşturmaktadır. %10'luk dilimi ise %6-12 arasındaki eğimi göstermektedir. Şekil 4.4'de çalışma alanlarının eğitim analiz paftalarına yer verilmiştir.

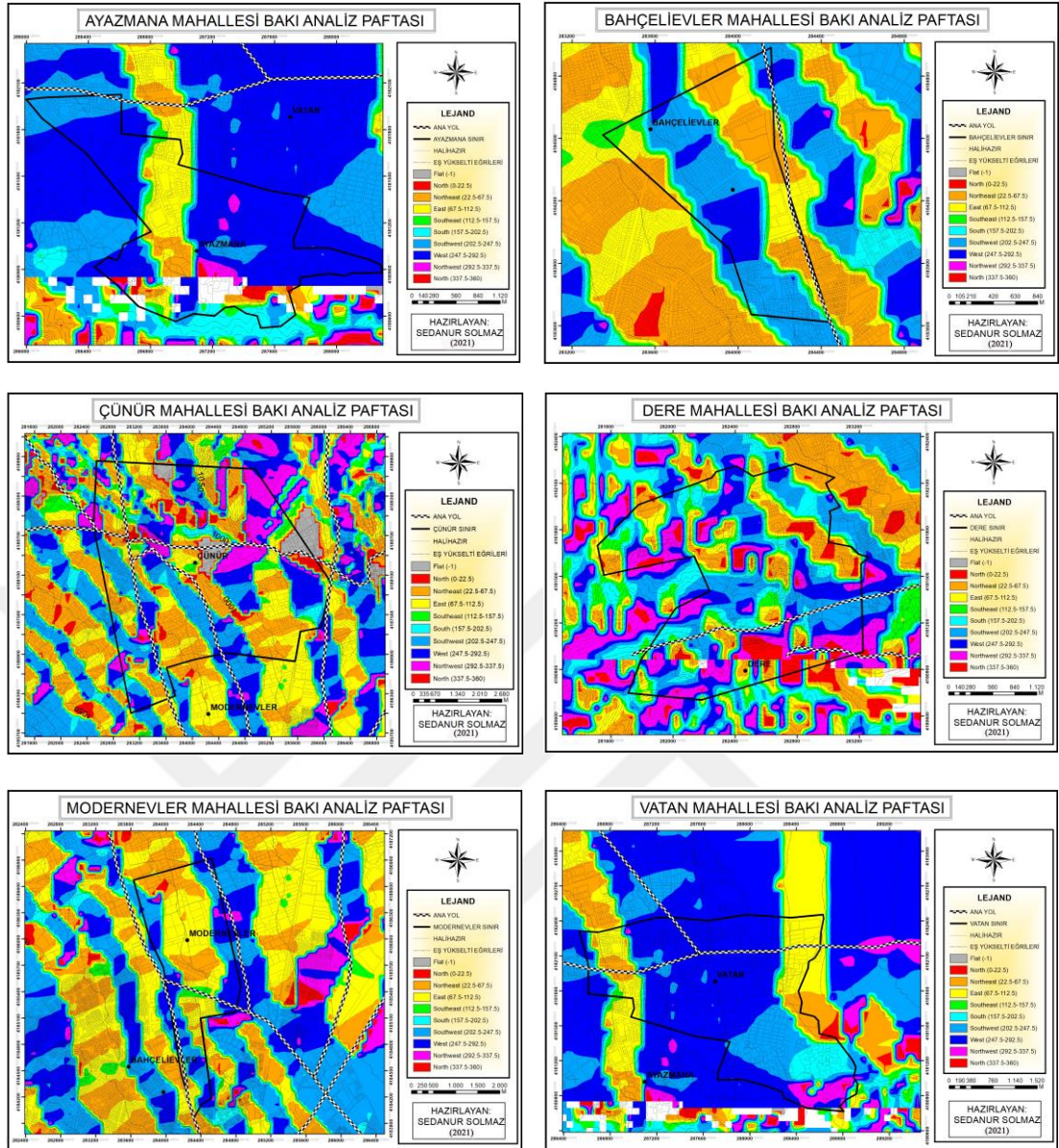


Şekil 4.4. Çalışma Alanları Eğim Analiz Paftaları

4.4. Çalışma alanlarının bakı durumları

Ayazmana mahallesinin %50'lik kısmı batı bakılı, %20'lik kısmı doğu bakılı, %10'lik kısmı kuzeydoğu bakılı, %3'lik kısmı güneydoğu bakılı, %3'lik kısmı güney bakılı, %4'lük kısmı güneybatı bakılı, %5'lik kısmı kuzeybatı bakılı ve %5'lik kısmı kuzey bakılıdır. Bahçelievler mahallesinin %40'lik kısmı güneybatı bakılı, %20'lik kısmı doğu bakılı, %18'lik kısmı kuzeydoğu bakılı, %10'luk kısmı batı bakılı, %5'lik kısmı güney bakılı, %7'lik kısmı güneydoğu bakılıdır. Çünür mahallesinin %5'lik kısmı

kuzey bakılı, %20'lik kısmı kuzeydoğu bakılı, %20'lik kısmı doğu bakılı, %5'lik kısmı güneydoğu bakılı, %5'lik kısmı güney bakılı, %20'lik kısmı güneybatı bakılı, %10'luk kısmı batı bakılı, %10'luk kısmı kuzeybatı bakılı ve %5'lik kısmı flattır. Dere mahallesinin %10'luk kısmı güney bakılı, %30'luk kısmı güneybatı bakılı, %10'luk kısmı batı bakılı, %10'luk kısmı kuzeybatı bakılı, %10'luk kısmı kuzey bakılı, %10'luk kısmı güneydoğu bakılı, %10'luk kısmı doğu bakılı ve %10'luk kısmı ise kuzeydoğu bakılıdır. Modernevler mahallesinin %40'luk kısmı doğu bakılı, %10'luk kısmı kuzeydoğu bakılı, %15'lik kısmı güneybatı bakılı, %15'lik kısmı batı bakılı, %8'lik kısmı güneydoğu bakılı, %5'lik kısmı kuzey bakılı, %5'lik kısmı güney bakılı ve %2'lik kısmı ise kuzeybatı bakılıdır. Vatan mahallesinin %40'luk kısmı batı bakılı, %20'lik kısmı güneybatı bakılı, %15'lik kısmı güney bakılı, %10'luk kısmı doğu bakılı, %7'lik kısmı kuzeydoğu bakılı, %5'lik kısmı kuzeybatı bakılı ve %3'lük kısmı ise kuzey bakılıdır. Şekil 4.5'de çalışma alanlarının bakı analiz paftalarına yer verilmiştir.

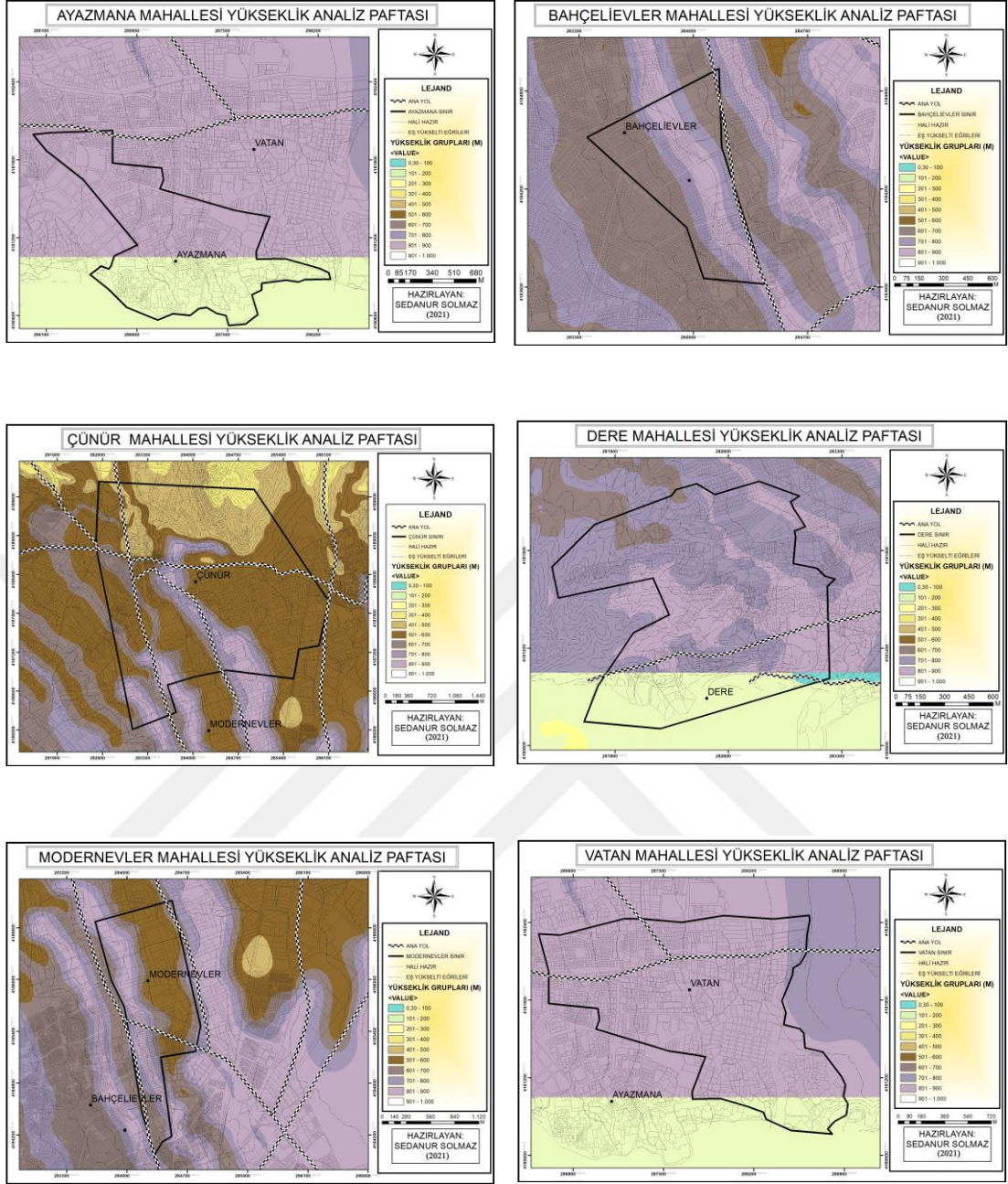


Şekil 4.5. Çalışma Alanları Bakı Analiz Paftaları

4.5. Çalışma alanlarının yükseklik durumları

Ayazmana mahallesindeki 800 m. ile 900 m. arasındaki yükseklik grupları %55'lik kısmını, 100 m. ile 200 m. arasındaki yükseklik grupları ise %45'lik kısmını kapsamaktadır. Bahçelievler mahallesinde 600 m. ile 700 m. arasındaki yükseklik grupları %50'lik kısmına, 700 m. ile 800 m. arasındaki yükseklik grupları %25'lik kısmına, 800 m. ile 900 m. arasındaki yükseklik grupları ise %25'lik kısım ile gösterilmektedir. Çünür mahallesinde 300 m. ile 400 m. arasındaki yükseklik grupları %5'lik kısmını, 400 m. ile 500 m. arasındaki yükseklik grupları %15'lik kısmını, 500 m. ile 600 m. arasındaki yükseklik grupları %45'lik kısmını, 600 m. ile 700 m. arasındaki

yükseklik grupları %15'lik kısmı, 700 m. ile 800 m. arasındaki yükseklik grupları %10'luk kısmı ve 800 m. ile 900 m. arasındaki yükseklik grupları %10'luk kısmı göstermektedir. Dere mahallesinde 30 m. ile 100 m. arasındaki yükseklik grupları %5'lik kısmı, 100 m. ile 200 m. arasındaki yükseklik grupları %20'lik kısmı, 600 m. ile 700 m. arasındaki yükseklik grupları %10'luk kısmı, 700 m. ile 800 m. arasındaki yükseklik grupları %45'lik kısmı, 800 m. ile 900 m. arasındaki yükseklik grupları ise %20'lik kısmı ifade etmektedir. Modernevler mahallesinde 500 m. ile 600 m. arasındaki yükseklik grupları %45'lik kısmı, 600 m. ile 700 m. arasındaki yükseklik grupları %35'lik kısmı, 700 m. ile 800 m. arasındaki yükseklik grupları %10'luk kısmı, 800 m. ile 900 m. arasındaki yükseklik grupları %10'luk kısmını göstermektedir. Vatan mahallesinin 200 m. ile 300 m. arasındaki yükseklik grupları %15'lik kısmı, 700 m. ile 800 m. arasındaki yükseklik grupları %5'lik kısmı, 800 m. ile 900 m. arasındaki yükseklik grupları %80'lik kısmı göstermektedir. Şekil 4.6'da çalışma alanlarının yükseklik durumlarını gösteren haritalara yer verilmiştir.



Şekil 4.6. Çalışma Alanları Yükseklik Analiz Paftaları

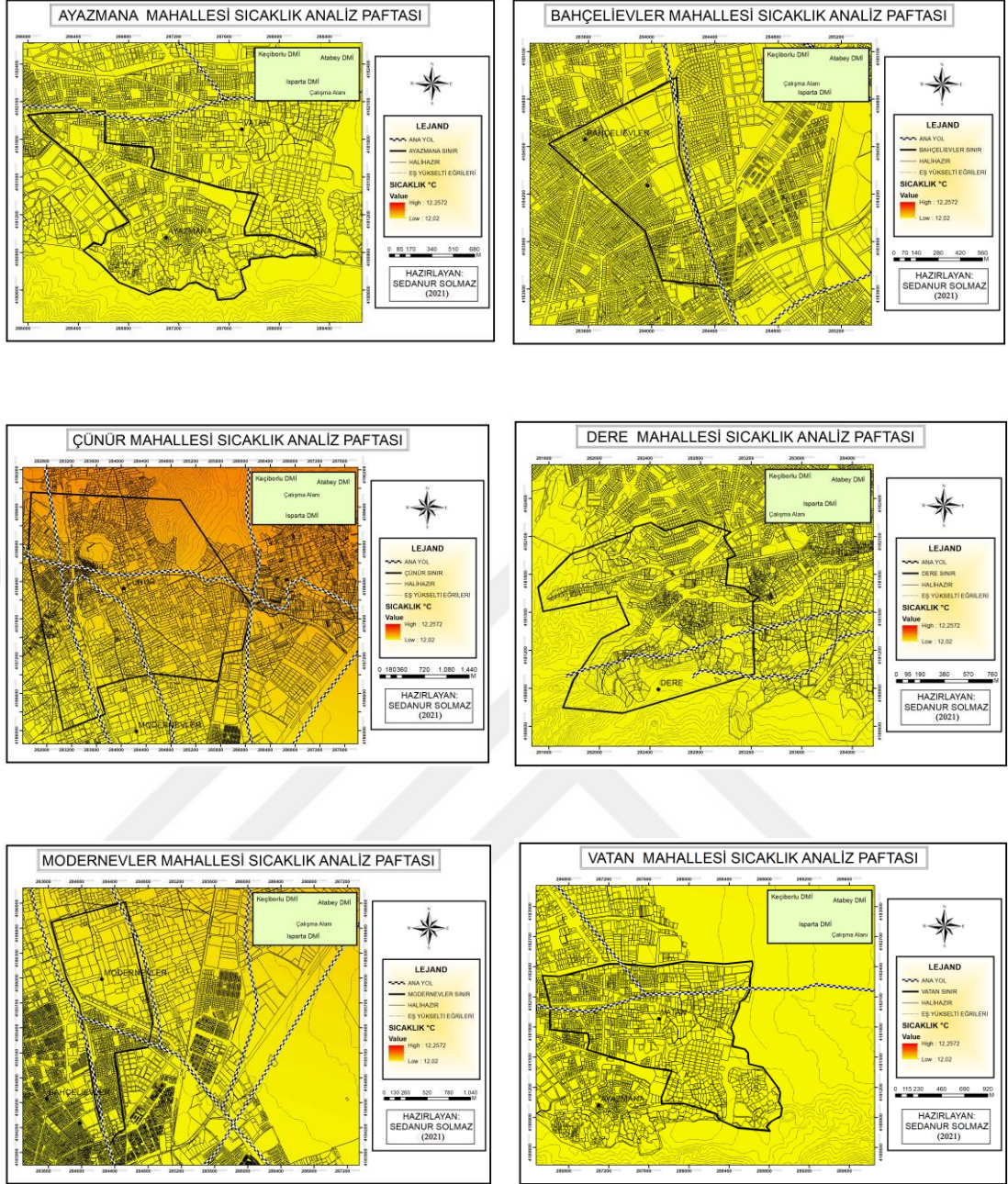
4.6. Çalışma alanlarının sıcaklık durumları

Çalışma alanlarının uzun yıllar içinde (2000-2020) gerçekleşen sıcaklık değerleri ile ilgili ortalama değerler Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Çalışma alanlarına yakın bulunan Isparta, Keçiborlu ve Atabey istasyonlarının ortalaması alınarak interpolasyon yardımı ile uzun yıllar sıcaklık ortalamaları hesaplanmıştır.

Çizelge 4.1. Isparta Kent Merkezi Uzun Yıllar Aylık Yağış Ortalaması (°C)

Uzun Yıllar Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)													
İSTASYON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ort.Sıc.
İSPARTA	1.8	2.6	5.9	10.6	15.5	20.2	23.5	23	18.4	12.8	7	3	12
KEÇİBORLU	1.1	2	5.7	10.6	15.3	19.6	22.7	22.4	18.2	12.7	6.8	2.8	11.7
ATABEY	1.7	2.6	6.1	10.7	15.7	20.4	24.1	23.8	19.3	13.7	7.7	3.3	12.4

Ayazmana Mahallesinin sıcaklığı 12 °C civarındadır. Bahçelievler Mahallesinin sıcaklığı 12 °C civarındadır. Çünür Mahallesinin sıcaklığı kuzeye gidildikçe artış göstermektedir. Güney kısımlarında 12 °C civarında olan sıcaklık kuzeye gidildiğinde ise sıcaklık 12,25 °C civarında göstermektedir. Dere Mahallesinin sıcaklığı 12 °C civarındadır. Modernler Mahallesinin sıcaklığı 12 °C civarındadır. Vatan Mahallesinin sıcaklığı 12 °C civarındadır. Şekil 4.7’de çalışma alanlarının sıcaklık analiz paftalarına yer verilmiştir.



Şekil 4.7. Çalışma Alanları Sıcaklık Analiz Paftaları

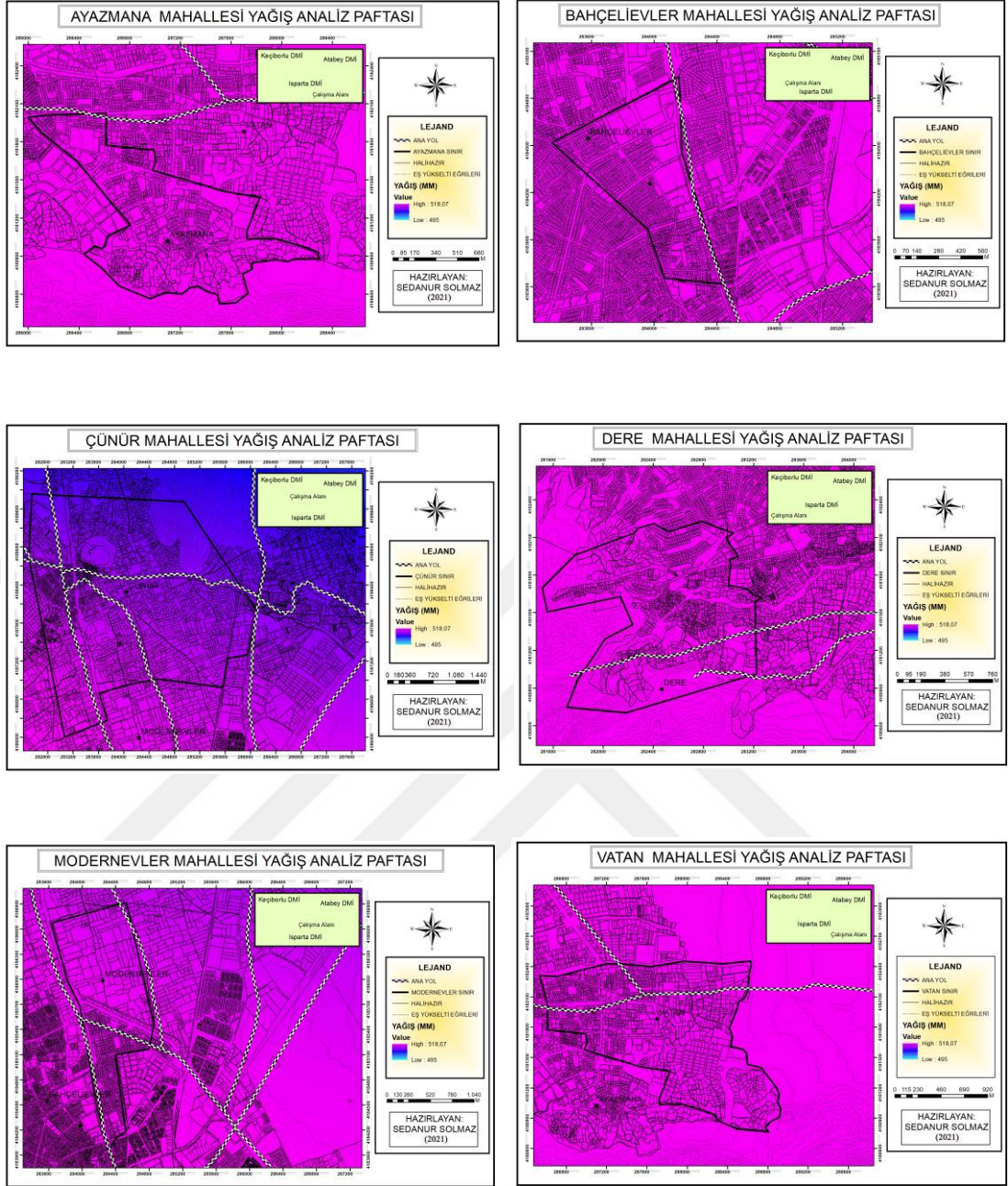
4.7. Çalışma alanlarının yağış durumları

Çalışma alanlarının uzun yıllar içinde (2000-2020) gerçekleşen yağış durumu ile ilgili ortalama değerleri Çizelge 5.1’de gösterilmiştir. Çalışma alanlarının yakın çevresinde bulunan Isparta, Keçiborlu, Atabey istasyonlarının ortalama değerleri alınarak interpolasyon yardımı ile uzun yıllar ortalaması hesaplanmıştır. 400 mm ile 700 mm arasında olduğunu gösteren haritalar bulunmaktadır.

Çizelge 5.1. Isparta Kent Merkezi Uzun Yıllar Aylık Yağış Ortalaması (mm)

Uzun Yıllar Aylık Toplam Yağış Ortalaması (mm)													
İstasyonlar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yağış
Isparta	72	63.3	55.5	56.4	49.4	28.3	13.5	10.4	15.3	35.2	48.1	67	518
Keçiborlu	86.2	74.7	67.1	64.2	70.3	55.6	30.8	22.6	11.4	15.4	46.9	60.8	606
Atabey	61.6	50	50.6	55.2	47.3	21.1	11.1	10.6	14.7	32.5	45.1	67	466.8

Ayazmana mahallesinde metrekaeye düşen yağış miktarı 510 mm civarındadır. Bahçelievler mahallesinde metrekaeye düşen yağış miktarı 510 mm civarındadır. Çünür mahallesinde metrekaeye düşen yağış miktarı 490 mm iken güney kesimlerinde düşen yağış miktarı 510 mm civarındadır. Dere mahallesinde metrekaeye düşen yağış miktarı 510 mm ile 490 mm arasında değişmektedir. Modernevler mahallesinde metrekaeye düşen yağış miktarı 510 mm civarındadır. Vatan mahallesinde metrekaeye düşen yağış miktarı 510 mm civarındadır. Şekil 4.8'de çalışma alanlarının yağış analiz paftalarına yer verilmiştir.

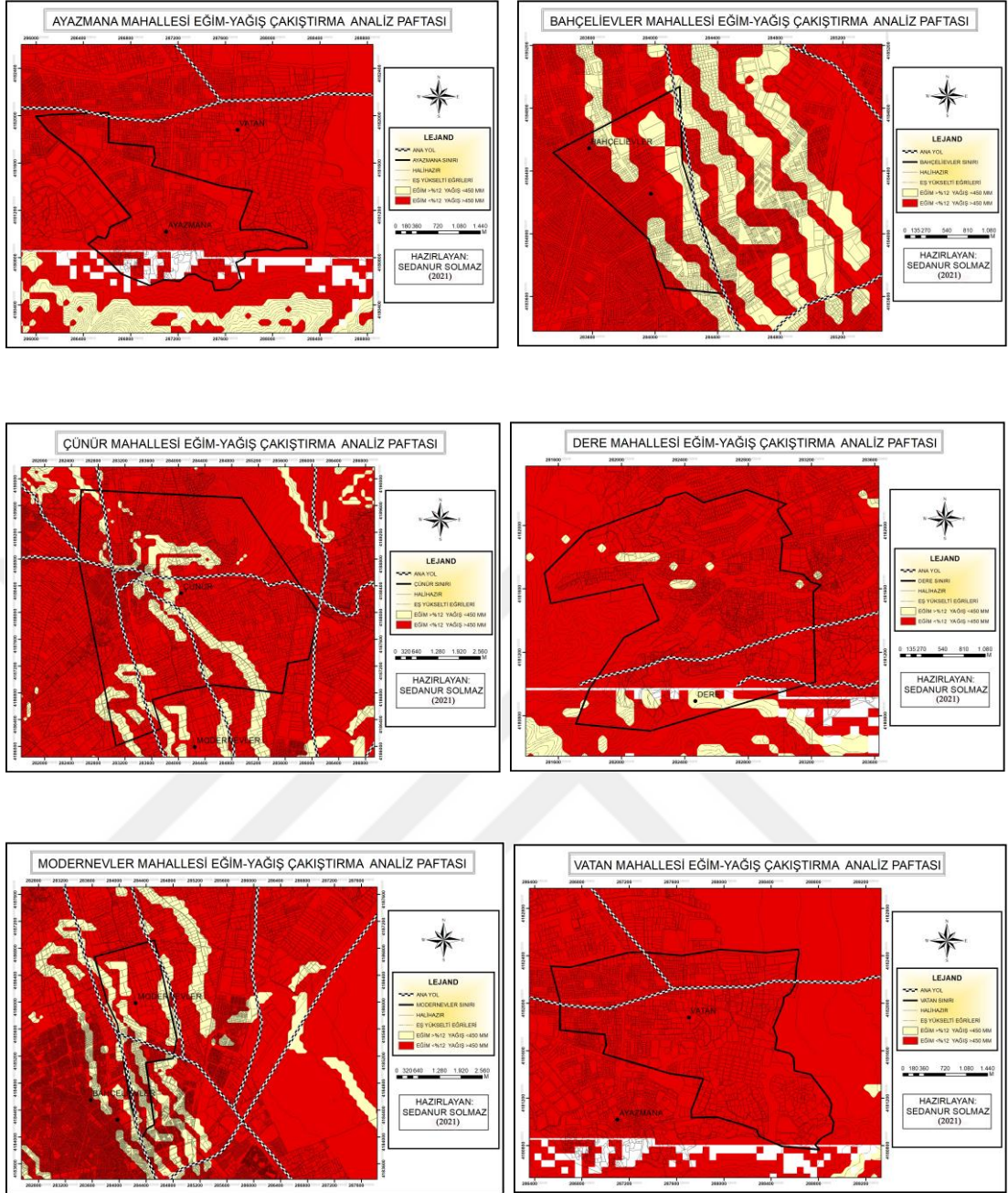


Şekil 4.8. Çalışma Alanları Yağış Analiz Paftaları

4.8. Çalışma alanlarının eğim-yağış çakıştırma durumları

Araştırma alanlarında meydana gelen taşkınların saptanması amacıyla yıllık ortalama düşen yağış ile alanların eğimlerinin çakıştırılması yapılmıştır. Eğimin %12'den fazla yağışın ise 450 mm'den az olduğu kısımlarda taşkınlar daha az, eğimin %12'den az yağışın ise 450 mm'den fazla olduğu kısımlarda ise taşkınlar daha fazla görülmektedir.

Ayazmana mahallesinde eğim %12'den az, yağış ise 450 mm'den fazladır bu nedenle bu mahallede taşkınlar meydana gelmektedir. Bahçelievler mahallesinin büyük çoğunluğunda eğim %12'den az, yağış ise 450 mm'den fazladır bu nedenle bu mahallede taşkınlar meydana gelmektedir. Çünür mahallesinin çoğunluğunda eğim %12'den az, yağış ise 450 mm'den fazla olduğu için bu alanlarda taşkınlar meydana gelmektedir. Dere mahallesinin çoğunluğunda eğim %12'den az, yağış ise 450 mm'den fazladır ve bu nedenle çok fazla taşkınlar meydana gelmektedir. Modernevler mahallesinin çoğunluğunda eğim %12'den az, yağış ise 450 mm'den fazladır bu nedenle bu alanlarda taşkınlar meydana gelmektedir. Vatan mahallesinin tamamında eğim %12'den az, yağış ise 450 mm'den fazladır ve bu nedenle bu alanlarda taşkınlar meydana gelmektedir. Şekil 4.9'da çalışma alanlarının eğim-yağış çakıştırma analizlerine ait haritalara yer verilmiştir.



Şekil 4.9. Çalışma Alanları Eğim-Yağış Çakıştırma Analiz Paftaları

4.9. Çalışma alanlarındaki taşkına geçmiş alanların görüntüleri

Çalışma alanı olarak seçilen Isparta kent merkezindeki Ayazmana, Bahçelievler, Çünür, Dere, Modernevler ve Vatan mahallelerinde yoğun yağış sonucunda taşkına geçen alanlar olduğu yerinde gözlemler sonucunda saptanmıştır. Bu taşkınların meydana geldiği alanlardaki görüntüleri Şekil 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15, 4.16, 4.17’de yer verilmiştir.



Şekil 4.10. Bahçelievler Mahallesi Taşkın Meydana Gelen Alan 1



Şekil 4.11. Bahçelievler Mahallesi Taşkın Meydana Gelen Alan 2



Şekil 4.12. Çünür Mahallesi Taşkın Meydana Gelen Alan 1



Şekil 4.13. Çünür Mahallesi Taşkın Meydana Gelen Alan 2



Şekil 4.14. Çünür Mahallesi Taşkın Meydana Gelen Alan 3



Şekil 4.15. Dere Mahallesi Taşkın Meydana Gelen Alan



Şekil 4.16. Çünür-Mehmet Töngge Kavşağı Taşkın Meydana Gelen Alan



Şekil 4.17. Modernevler Mahallesi Taşkın Meydana Gelen Alanlar

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde kentleşme sonucunda yapılaşma büyük bir oranda artmaktadır. Bu yapılaşma sonucunda yeşil alan miktarı ve kişi başına düşen yeşil alan miktarı her geçen gün yerini sert ve geçirimsiz yüzeylere bırakmaktadır. Bunun sonucunda şiddetli yağışlar sonucunda yağmur sularının geçirimsiz yüzeyler nedeniyle yer altı su kaynaklarına iletilmemesinden dolayı, kent ortamında sel ve taşkınlar yaşanmaktadır. Yaşanan bu sorunlar nedeniyle, kent içerisinde yeşil alanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Hem yer altı su kaynaklarının beslenmesi hem de ani ve şiddetli yağışlar sonucunda sel ve taşkına neden olan yağmur sularının yönetilmesi amacıyla su duyarlı kentsel tasarım (WSUD) yaklaşımı önemli bir yaklaşımdır. Su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımlarından birisi olan yağmur bahçeleri tasarımları ise kent içerisindeki yağmur sularının yer altı su kaynaklarına süzdürülmesinde yardımcı olacak ve kent dokusundaki yeşil alan miktarını arttıracaktır.

Günümüzde çevreyi olumsuz olarak etkileyen sorunların başında küresel ısınma gelmektedir. Küresel ısınma sonucunda iklimler değişmiş, kentlerdeki doğal su döngüleri olumsuz yönde etkilenmiştir. İçilebilir yağmur suyunun Dünya’da %0,5’in altına düşmesi ve yer altı su kaynaklarının kuruması, önemli ölçüde yağmur sularının sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi gerektiğini göstermektedir. İklimsel değişiklikler sonucunda biyosfer yıpranmakta ve bu durum sonucunda ekolojik sürdürülebilirliğin gerekli olduğu gözlemlenmiştir (Demir, 2012).

Kent ortamında artış gösteren sıcaklık ile birlikte hızlı buharlaşma olmakta ve bunun sonucunda ani ve şiddetli yağışlar görülmektedir. Bu ani ve şiddetli yağışlar sonucunda yeşil alanlara oranla sert ve geçirimsiz yüzeylerin daha fazla olduğu kent ortamında yağmur suları hızlı bir şekilde yüzeysel akışa geçemez ve düşük miktarda yer altı su kaynaklarına süzülme olduğu için taşkın, sel gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda kent dokusunda su kaynaklarının ve yağmur sularının sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi önem kazanmaktadır.

Yağmur bahçelerinin uygulanmasında önemli olan temel prensipler;

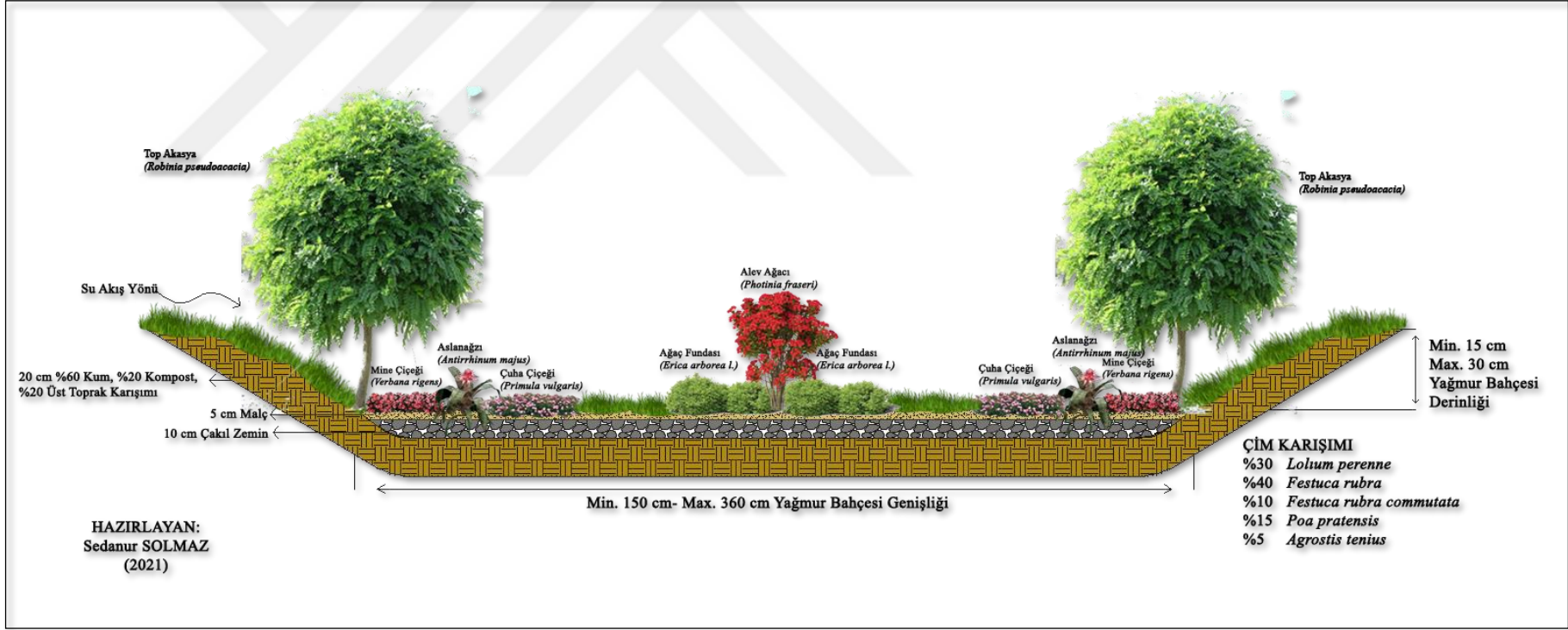
- Yağmur bahçesinin uygulanacak alanda doğru bir şekilde konumlandırılması,

- Yağmur, yüzeysel akış miktarı ve drenaj alanı büyüklüğüne göre yağmur bahçesinin boyutlarının uygun olarak hesaplanması,
- Uygulama alanının toprak yapısının geçirimli olması,
- Yağmur bahçelerinde kullanılacak bitkilerin doğal bitki örtüsünde yetişen, suya ve kirletici maddelere karşı dirençli olan bitki türlerinin seçilmesine özen gösterilmelidir.

İklim değişikliği sonucunda düzensizleşen yağmurlar, kent ortamında yer altı su kaynaklarına ulaşmasının kolaylaşması ve şiddetli yağışlar sonucunda oluşan taşkınların önlenmesi için su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımına ihtiyaç duyulmaktadır. Söz konusu bu yaklaşım geleneksel yağmur suyu yönetiminin yerine kent dokusunda yağmur sularının sürdürülebilir bir şekilde yer altı su kaynaklarına ulaşmasını sağlayacaktır. Bu kapsamda su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı olan ve şiddetli yağışlar sonucunda yüzeysel akışa geçemeyen suları kontrol etmek amacıyla uygulanan ve doğa dostu bir yaklaşım olan yağmur bahçeleri tasarımları önem kazanmaktadır. Yağmur bahçeleri yüzeysel akışın yer altı su kaynaklarına süzdürülmesini sağlayan, doğal bitki türleri ve taş, kaya gibi materyaller kullanılarak tasarlanan estetik amaçlı tasarımlardır. Yağmur bahçelerinin en önemli özellikleri ise şiddetli yağış sonrasında yüzeysel akışa geçen fazla suyu tutarak erozyon, sel, taşkın ve su kirliliğine karşı doğanın korunması sağlamaktır. Bu durum sonucunda yer altı su kaynakları beslenecek ve doğal su döngüsü olumlu etkilenecektir.

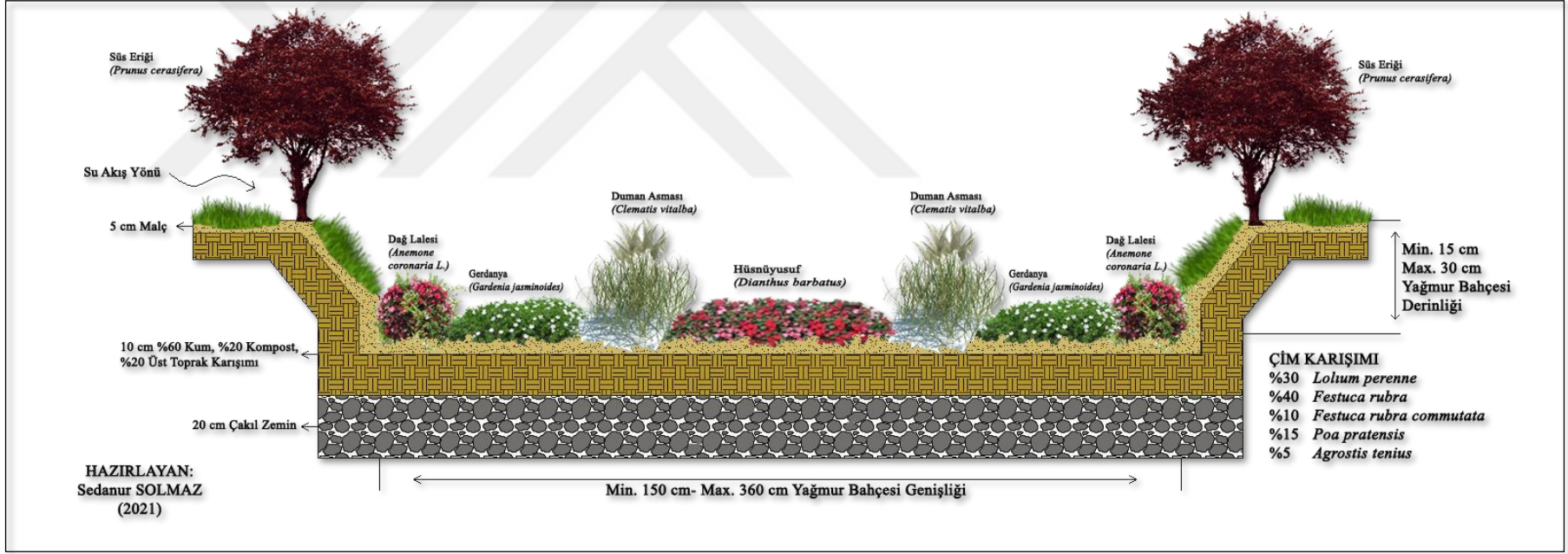
Su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı olan yağmur bahçeleri yüzeysel akışları tutarak yer altı su kaynaklarının beslenmesi ve zenginleşmesi için önemli bir tasarımdır. Kent dokusundaki bozulmuş su döngüsünü düzenleyecek ve estetik açıdan kente fayda sağlayacaktır. Bu anlamda araştırma alanı olarak seçilen Isparta kent merkezi içerisinde yeşil alan miktarı azdır ve dağlık bir kesimden oluştuğu için eğim fazladır. İklimsel özellikleri nedeni ile de uzun süre ve şiddetli yağışlar görülmektedir. Bu yağışlar sonucunda kot farkı düşük alanlarda taşkınlar meydana gelmektedir. Düşen yağış miktarı ve eğime göre CBS ve yerinde gözlem ile tespit edilen alanlara su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı olan yağmur bahçeleri modelleri önerilmiştir.

Ayazmana mahallesindeki Süleyman Akyol caddesinde bulunan alandaki ağaçlar, çalılar ve çimlerin bakımının yapılmaması nedeni ile estetik görüntüsü ve yeşil alan yok olmakta ve bu alanlarda şiddetli yağışlar sonucunda taşkınlar meydana gelmektedir. Bu durumları ortadan kaldırmak amacıyla bu alana hem yağmur suyunun sürdürülebilmesini sağlayacak hem de estetik görüntü sağlayacak su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı olan yağmur bahçesi modeli öngörülmüştür. Öngörülen bu modelin konumuna materyal bölümünde Şekil 3.5’de yer verilmiştir. Bu yağmur bahçesi modeli 15 m uzunluğunda düşünülmüş ve araya 5’er m aralıklar verilerek tekrarlanmıştır. Modellerin genişlik ve derinliğine ilişkin veriler ise Şekil 5.1’de verilmektedir. Modelde görülen derinlik ölçülerinin 15-30 cm arasında tercih edilmesinin nedeni ise yağmur bahçesi derinliği belirlenirken eğimin dikkate alınmasıdır. Eğim %12’den az olduğu durumlarda yağmur bahçesi modelleri uygulanabilir. Bunun nedeni ise eğimin fazla olması durumunda yağmur bahçeleri etrafında toprak yığılmalarının olmasıdır. Bu yüzden Ayazmana mahallesinde tercih edilen alanın eğiminin %12’den düşük olması nedeni ile 30 cm’den düşük derinlikte yağmur bahçesi modeli yapılması öngörülmüştür. Modelde görüldüğü üzere 20 cm %60 kum, %20 kompost ve %20 üst toprak karışımı alt katmanda yer almaktadır. Bir üst katmanda ise %42’ye varan sızdırma sağladığı için 10 cm çakıl zemin bulunmaktadır. En üst katmanda ise toprağın nemli olması ve kış aylarında bitkilerin aşırı soğuklardan korunması amacıyla 5 cm malç tabakası yer almaktadır. Daha sonra yörede yetişebilen bitkiler tercih edilmiştir. Yol ağacı olarak tercih edilebilen *Robinia pseudoacacia* (Top akasya), soğuğa dayanıklı olması nedeni ile *Verbana rigens* (Mine çiçeği) ve *Primula vulgaris* (Çuha çiçeği), estetik bir görüntü için *Antirrhinum majus* (Aslanağzı) ve *Photinia fraseri* (Alev ağacı) suya dayanıklı olduğu için *Erica arborea* L. (Ağaç fundası) tercih edilmiştir. İhtiyaç doğrultusunda modelde kullanılan bitkiler ve bitkilerin sayıları değişiklik gösterebilir.



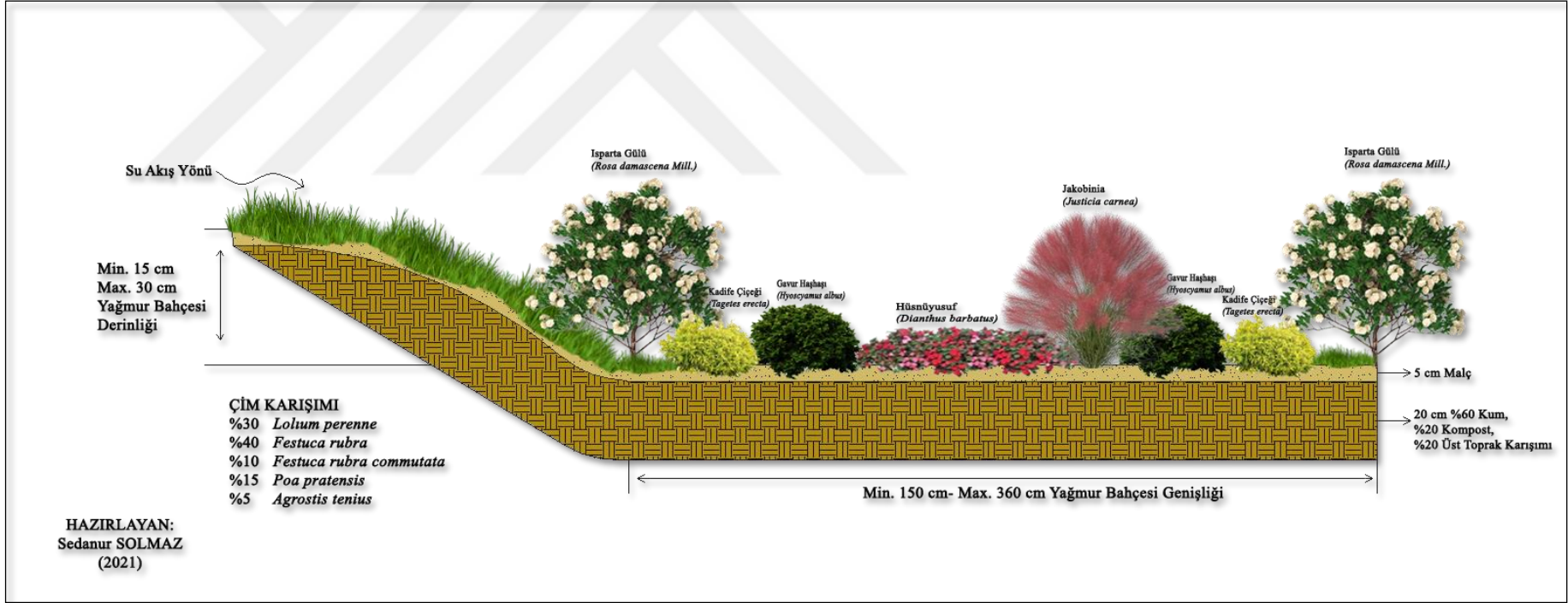
Şekil 5.1. Ayazmana Mahallesi Yağmur Bahçesi 1. Model

Ayazmana mahallesindeki Albayrak caddesinde bulunan alanın atıl durumda bulunması nedeni ile hem estetik açıdan fayda sağlanması hem de yağışları sonucundaki taşkınların önlenmesi amacıyla su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı olan ve yağmur sularının sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesini sağlayan, yer altı su kaynaklarını besleyen yağmur bahçesi modeli öngörülmüştür. Öngörülen bu modelin konumuna materyal bölümünde Şekil 3.5’de yer verilmiştir. Bu yağmur bahçesi modeli 15 m uzunluğunda düşünülmüş ve araya 5’er m aralıklar verilerek tekrarlanmıştır. Modellerin genişlik ve derinliğine ilişkin veriler ise Şekil 5.2’de verilmektedir. Modelde görülen derinlik ölçülerinin 15-30 cm arasında tercih edilmesinin nedeni ise yağmur bahçesi derinliği belirlenirken eğimin dikkate alınmasıdır. Eğim %12’den az olduğu durumlarda yağmur bahçesi modelleri uygulanabilir. Bunun nedeni ise eğimin fazla olması durumunda yağmur bahçeleri etrafında toprak yığılmalarının olmasıdır. Bu yüzden Ayazmana mahallesinde tercih edilen alanın eğiminin %12’den düşük olması nedeni ile 30 cm’den düşük derinlikte yağmur bahçesi modeli yapılması öngörülmüştür. Modelde görüldüğü üzere %42’ye varan sızdırma sağladığı için 20 cm çakıl zemin alt katmanda yer almaktadır. Bir üst katman 10 cm %60 kum, %20 kompost ve %20 üst toprak karışımı yer almaktadır. En üst katmanda ise toprağın nemli olması ve kış aylarında bitkilerin aşırı soğuklardan korunması amacıyla 5 cm malç tabakası yer almaktadır. Daha sonra yörede yetişebilen bitkiler tercih edilmiştir. Suya dayanıklı olduğu için *Prunus cerasifera* (Süs eriği) ve *Dianthus barbatus* (Hüsnüyusuf), nemli toprak sevdiği için ve kışın çiçek açtığı için *Anemone coronaria* (Dağ lalesi), estetik bir algı oluşturmak için *Gardenia jasminoides* (Gerdenya) ve *Clematis vitalba* (Duman asması) tercih edilmiştir. İhtiyaç doğrultusunda modelde kullanılan bitkiler ve bitkilerin sayıları değişiklik gösterebilir.



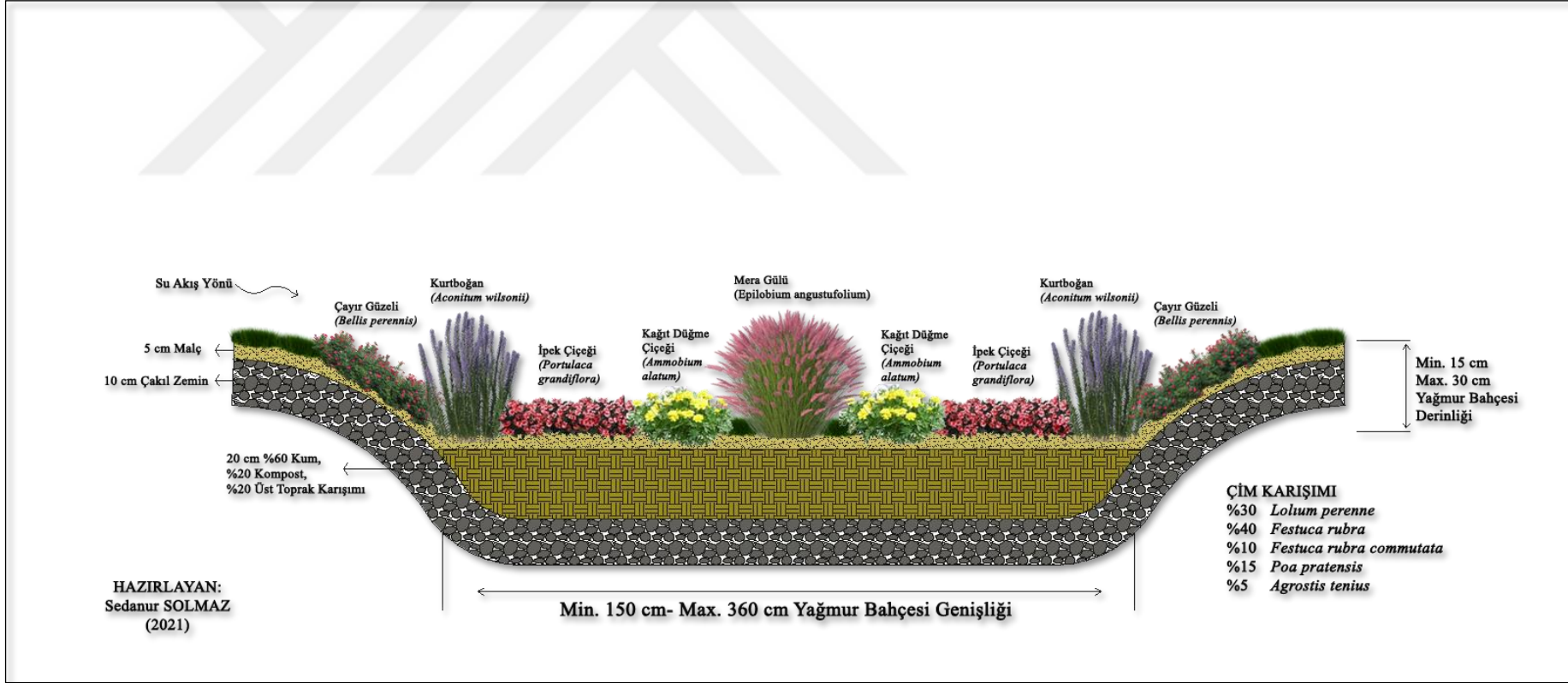
Şekil 5.2. Ayazmana Mahallesi Yağmur Bahçesi 2. Model

Ayazmana mahallesindeki 4426. Sokakta bulunan parkın bitişindeki alanın estetik açıdan kötü bir görüntüsü bulunmaktadırdır. Ayrıca mahalledeki yeşil alan miktarının az hesaplanmasına da neden olmaktadır. Mahallede şiddetli yağmur sonrasında taşkınlarda meydana gelmektedir. Hem bu taşkınlara önlenmesi hem yeşil alan miktarının arttırılması için hem de yağmur sularının sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi için su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı olan yağmur bahçesi modeli öngörülmüştür. ngrlen bu modelin konumuna materyal bölümünde şekil 3.5’de yer verilmiştir. Bu yağmur bahçesi modeli 20 m uzunluğunda düşünülmüş ve araya 5’er m aralıklar verilerek tekrarlanmıştır. Modellerin genişlik ve derinliğine ilişkin veriler ise şekil 5.3’de verilmektedir. Modelde görülen derinlik ölçülerinin 15-30 cm arasında tercih edilmesinin nedeni ise yağmur bahçesi derinliği belirlenirken eğimin dikkate alınmasıdır. Eğim %12’den az olduğu durumlarda yağmur bahçesi modelleri uygulanabilir. Bunun nedeni ise eğimin fazla olması durumunda yağmur bahçeleri etrafında toprak yığılmalarının olmasıdır. Bu yüzden Ayazmana mahallesinde tercih edilen alanın eğiminin %12’den düşük olması nedeni ile 30 cm’den düşük derinlikte yağmur bahçesi modeli yapılması öngörülmüştür. Modelde görüldüğü üzere en alt katman da 20 cm %60 kum, %20 kompost ve %20 st toprak karışımı yer almaktadır. En st katmanda ise toprağın nemli olması ve kiş aylarında bitkilerin aşırı soğuklardan korunması amacıyla 5 cm mal tabakası yer almaktadır. Bu alanda yörenin temel geçim kaynağı olan ve yeşil alanlarda çok fazla tercih edilen *Rosa damascena Mill.* (Isparta gl) kullanılmıştır. Her toprağa uyum sağladığı için *Tagetes erecta* (Kadife ieği), otsu bir bitki olması nedeni ile *Hysocyamus albus* (Gavur haşhaşı), estetik olması nedeni ile *Justicia carnea* (Jakobinia), suya dayanıklı olduğu için *Dianthus barbatus* (Hüsnüyusuf) tercih edilmiştir. İhtiyaç doğrultusunda modelde kullanılan bitkiler ve bitkilerin sayıları değişiklik gösterebilir.



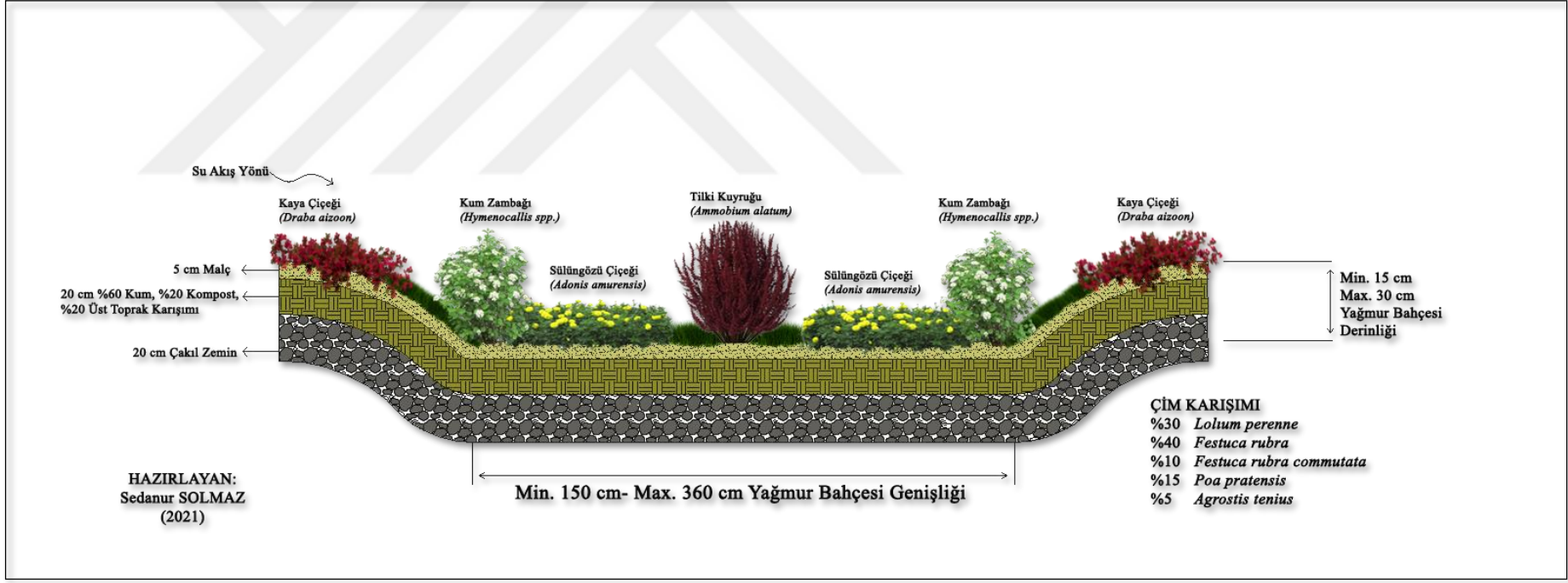
Şekil 5.3. Ayazmana Mahallesi Yağmur Bahçesi 3. Model

Bahçelievler mahallesinde 75. Süleyman Demirel caddesinde yer alan Orman Genel Müdürlüğü önünden Barida Otel'e kadar yol boyunca şiddetli yağış sonucunda taşkınlar meydana gelmektedir. Bu taşkınların önlenmesi amacıyla yağmur sularının sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi amacıyla su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı olan yağmur bahçesi modelleri öngörülmüştür. Öngörülen bu modelin konumuna materyal bölümünde Şekil 3.9'da yer verilmiştir. Bu yağmur bahçesi modeli 15 m uzunluğunda düşünülmüş ve araya 5'er m aralıklar verilerek tekrarlanmıştır. Modellerin genişlik ve derinliğine ilişkin veriler ise Şekil 5.4'de verilmektedir. Modelde görülen derinlik ölçülerinin 15-30 cm arasında tercih edilmesinin nedeni ise yağmur bahçesi derinliği belirlenirken eğimin dikkate alınıyor olmasıdır. Eğim %12'den az olduğu durumlarda yağmur bahçesi modelleri uygulanabilir. Bunun nedeni ise eğimin fazla olması durumunda yağmur bahçeleri etrafında toprak yığılmalarının olmasıdır. Bu yüzden Bahçelievler mahallesinde tercih edilen alanın eğiminin %12'den düşük olması nedeni ile 30 cm'den düşük derinlikte yağmur bahçesi modeli yapılması öngörülmüştür. Modelde görüldüğü üzere %42'ye varan sızdırma sağladığı için 10 cm çakıl zemin en alt katmanda yer almaktadır. Bir üst katman 20 cm %60 kum, %20 kompost ve %20 üst toprak karışımı yer almaktadır. En üst katmanda ise toprağın nemli olması ve kış aylarında bitkilerin aşırı soğuklardan korunması amacıyla 5 cm malç tabakası yer almaktadır. Daha sonra yörenin iklimine uygun bitki türleri tercih edilmiştir. Nemli toprak sevdiği için *Bellis perennis* (Çayır güzeli) ve *Aconitum wilsonii* (Kurtboğan), soğuğa dayanıklı olduğu için *Portulaca grandiflora* (İpek çiçeği) ve *Ammobium alatum* (Kağıt düğme çiçeği), suya dayanıklı olduğu için ise *Epilobium angustifolium* (Mera gülü) tercih edilmiştir. İhtiyaç doğrultusunda modelde kullanılan bitkiler ve bitkilerin sayıları değişiklik gösterebilir.



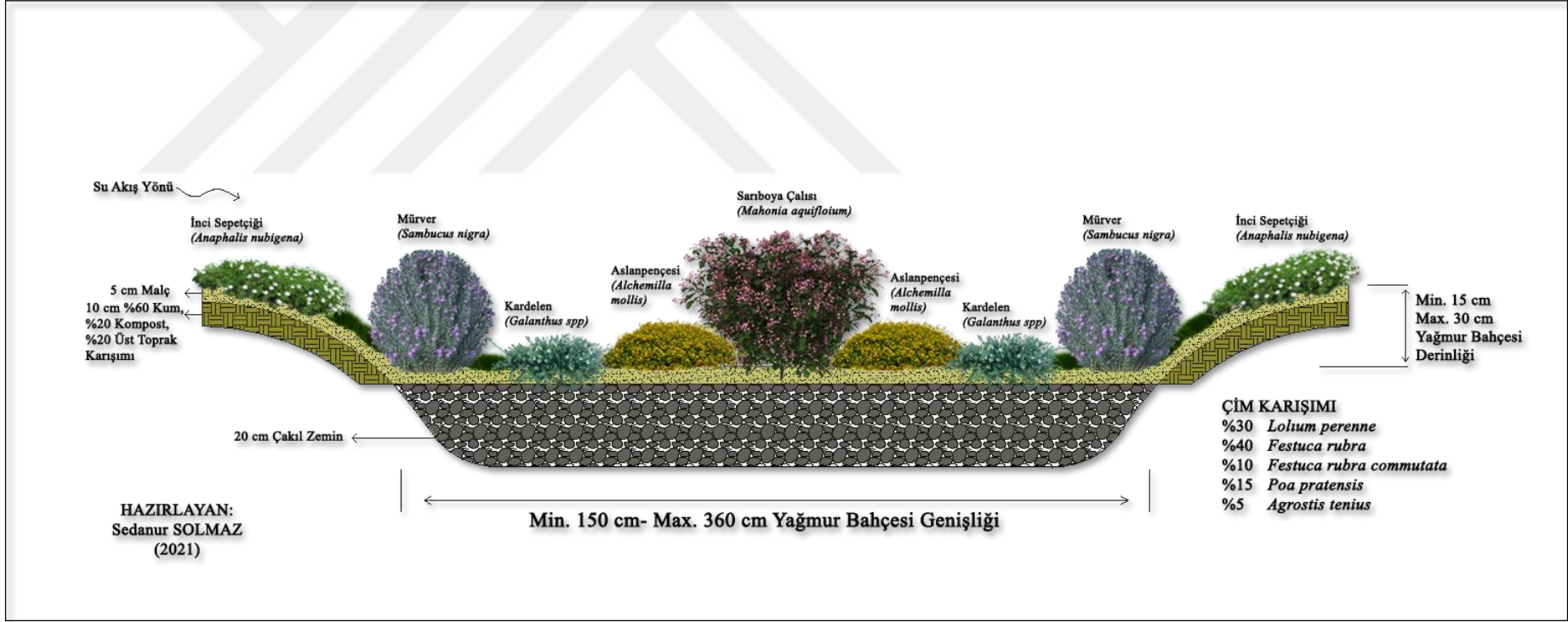
Şekil 5.4. Bahçelievler Mahallesi Yağmur Bahçesi 1. Model

Bahçelievler mahallesinde 75. Süleyman Demirel caddesinde yer alan Orman Genel Müdürlüğü önünden Barida Otel'e kadar yol boyunca şiddetli yağış sonucunda taşkınlar meydana gelmektedir. Bu taşkınların önlenmesi amacıyla yağmur sularının sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi amacıyla su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı olan yağmur bahçesi modelleri öngörülmüştür. Öngörülen bu modelin konumuna materyal bölümünde Şekil 3.9'da yer verilmiştir. Bu yağmur bahçesi modeli 15 m uzunluğunda düşünülmüş ve araya 5'er m aralıklar verilerek tekrarlanmıştır. Modellerin genişlik ve derinliğine ilişkin veriler ise Şekil 5.5'de verilmektedir. Modelde görülen derinlik ölçülerinin 15-30 cm arasında tercih edilmesinin nedeni ise yağmur bahçesi derinliği belirlenirken eğimin dikkate alınıyor olmasıdır. Eğim %12'den az olduğu durumlarda yağmur bahçesi modelleri uygulanabilir. Bunun nedeni ise eğimin fazla olması durumunda yağmur bahçeleri etrafında toprak yığılmalarının olmasıdır. Bu yüzden Bahçelievler mahallesinde tercih edilen alanın eğiminin %12'den düşük olması nedeni ile 30 cm'den düşük derinlikte yağmur bahçesi modeli yapılması öngörülmüştür. Modelde görüldüğü üzere %42'ye varan sızdırma sağladığı için 20 cm çakıl zemin en alt katmanda yer almaktadır. Bir üst katman 20 cm %60 kum, %20 kompost ve %20 üst toprak karışımı yer almaktadır. En üst katmanda ise toprağın nemli olması ve kış aylarında bitkilerin aşırı soğuklardan korunması amacıyla 5 cm malç tabakası yer almaktadır. Daha sonra yörenin iklimine uygun bitki türleri tercih edilmiştir. Soğuğa dayanıklı olduğu için *Draba aizoon* (Kaya çiçeği), *Hymenocallis spp.* (Kum zambağı) ve *Ammobium alatum* (Tilki kuyruğu), kışın çiçek açtığı için *Adonis amurensis* (Sülüngözü çiçeği) tercih edilmiştir. İhtiyaç doğrultusunda modelde kullanılan bitkiler ve bitkilerin sayıları değişiklik gösterebilir.



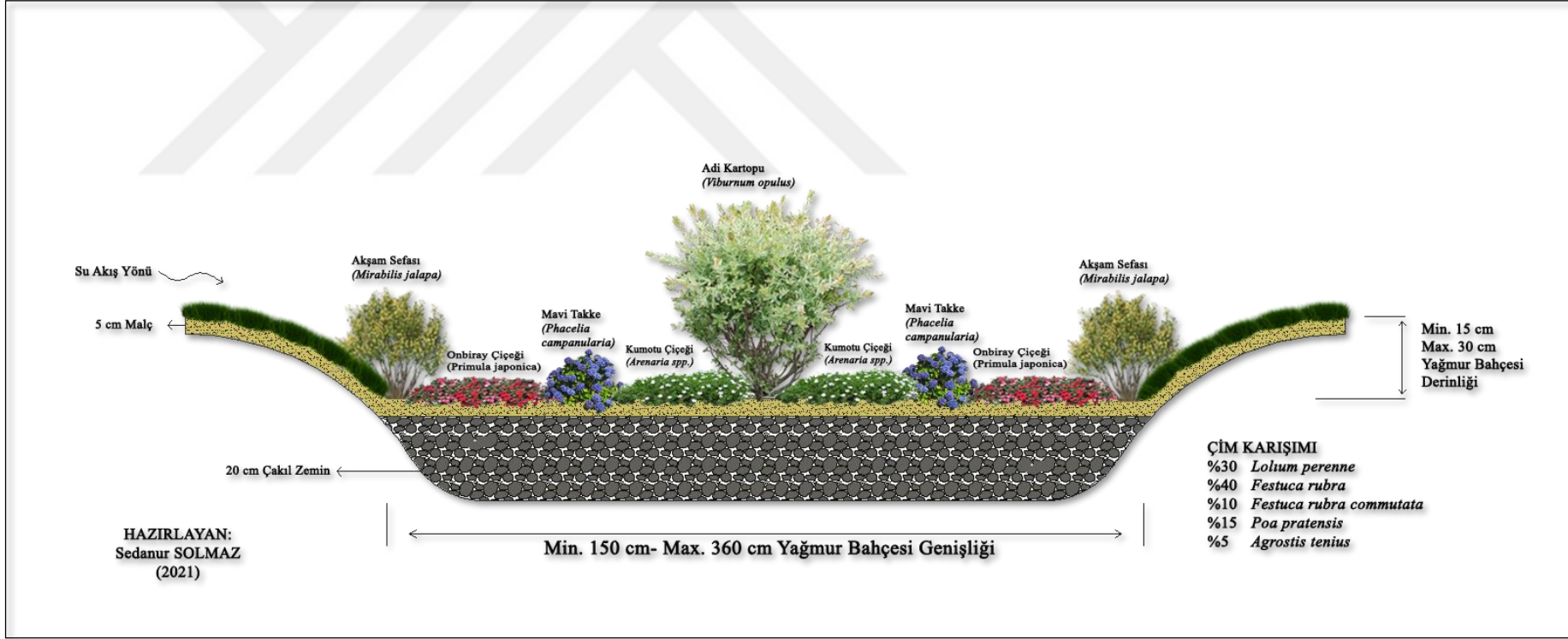
Şekil 5.5. Bahçelievler Mahallesi Yağmur Bahçesi 2. Model

Bahçelievler mahallesinde 75. Süleyman Demirel caddesinde yer alan Orman Genel Müdürlüğü önünden Barida Otel'e kadar yol boyunca şiddetli yağış sonucunda taşkınlar meydana gelmektedir. Bu taşkınların önlenmesi amacıyla yağmur sularının sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi amacıyla su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı olan yağmur bahçesi modelleri öngörülmüştür. Öngörülen bu modelin konumuna materyal bölümünde Şekil 3.9'da yer verilmiştir. Bu yağmur bahçesi modeli 15 m uzunluğunda düşünülmüş ve araya 5'er m aralıklar verilerek tekrarlanmıştır. Modellerin genişlik ve derinliğine ilişkin veriler ise Şekil 5.6'da verilmektedir. Modelde görülen derinlik ölçülerinin 15-30 cm arasında tercih edilmesinin nedeni ise yağmur bahçesi derinliği belirlenirken eğimin dikkate alınıyor olmasıdır. Eğim %12'den az olduğu durumlarda yağmur bahçesi modelleri uygulanabilir. Bunun nedeni ise eğimin fazla olması durumunda yağmur bahçeleri etrafında toprak yığılmalarının olmasıdır. Bu yüzden Bahçelievler mahallesinde tercih edilen alanın eğiminin %12'den düşük olması nedeni ile 30 cm'den düşük derinlikte yağmur bahçesi modeli yapılması öngörülmüştür. Modelde görüldüğü üzere 10 cm %60 kum, %20 kompost ve %20 üst toprak karışımı en alt katmanda yer almaktadır. Bir üst katman %42'ye varan sırdırma sağladığı için 20 cm çakıl zemin yer almaktadır. En üst katmanda ise toprağın nemli olması ve kış aylarında bitkilerin aşırı soğuklardan korunması amacıyla 5 cm malç tabakası yer almaktadır. Daha sonra yörenin iklimine uygun bitki türleri tercih edilmiştir. Soğuğa dayanıklı olduğu için *Anaphalis nubigena* (İnci sepetçiği), *Galanthus spp.* (Kardelen) ve *Mahonia aquifloium* (Sariboya çalısı), suya dayanıklı olduğu için *Sambucus nigra* (Mürver), nemli toprak sevdiği için *Alchemilla mollis* (Aslan pençesi) tercih edilmiştir. İhtiyaç doğrultusunda modelde kullanılan bitkiler ve bitkilerin sayıları değişiklik gösterebilir.



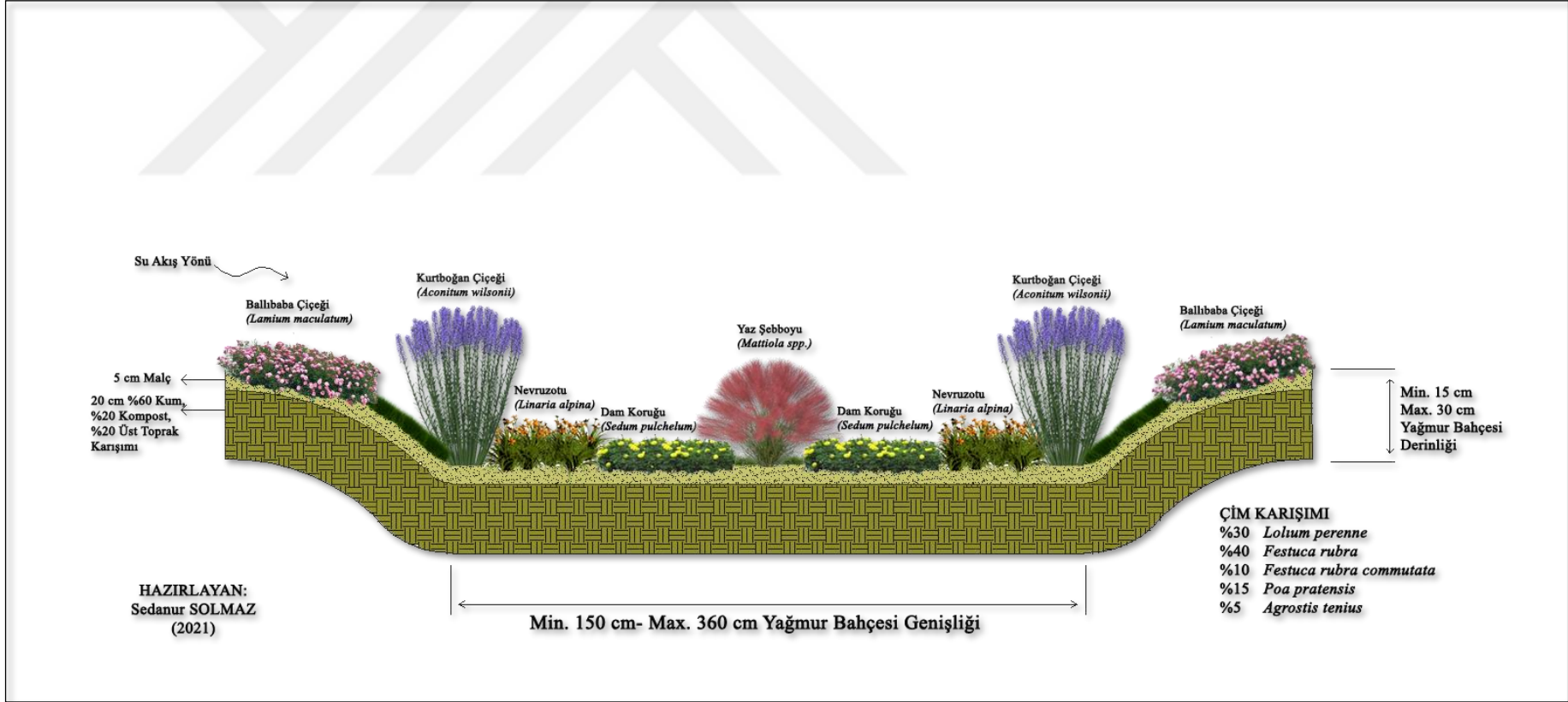
Şekil 5.6. Bahçelievler Mahallesi Yağmur Bahçesi 3. Model

Bahçelievler mahallesinde 141. caddede yer alan Böcüzade Parkı'nda Şiddetli yağış sonucunda taşkınlar meydana gelmektedir. Bu taşkınların önlenmesi amacıyla yağmur sularının sürdürülebilir bir Şekilde yönetilmesi amacıyla su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı olan yağmur bahçesi modelleri öngörülmüştür.  ng r len bu modelin konumuna materyal bölümünde Şekil 3.9'da yer verilmiştir. Bu yağmur bahçesi modeli 10 m uzunluğunda düşünülmüştür. Modellerin genişlik ve derinliğine ilişkin veriler ise Şekil 5.7'de verilmektedir. Modelde görülen derinlik ölçülerinin 15-30 cm arasında tercih edilmesinin nedeni ise yağmur bahçesi derinliği belirlenirken eğimin dikkate alınıyor olmasıdır. Eğim %12'den az olduğu durumlarda yağmur bahçesi modelleri uygulanabilir. Bunun nedeni ise eğimin fazla olması durumunda yağmur bahçeleri etrafında toprak yığılmalarının olmasıdır. Bu yüzden Bahçelievler mahallesinde tercih edilen alanın eğiminin %12'den düşük olması nedeni ile 30 cm'den düşük derinlikte yağmur bahçesi modeli yapılması öngörülmüştür. Modelde görüldüğü üzere %42'ye varan sırdırma sağladığı için 20 cm çakıl zemin en alt katmanda yer almaktadır. En  st katmanda ise toprağın nemli olması ve kış aylarında bitkilerin aşırı soğuklardan korunması amacıyla 5 cm mal tabakası yer almaktadır. Daha sonra yörenin iklimine uygun bitki türleri tercih edilmiştir. Su isteği fazla olduğu için *Mirabilis jalapa* (AkŐam sefası), soğuğa dayanıklı olduğu için *Primula japonica* (Onbiray ieği) ve *Phacelia campanularia* (Mavi takke çiçeği), nemli toprak sevdiği için *Arenaria spp.* (Kumotu ieği) ve *Viburnum opulus* (Adi kartopu) tercih edilmiştir. İhtiyaç doğrultusunda modelde kullanılan bitkiler ve bitkilerin sayıları değişiklik gösterebilir.



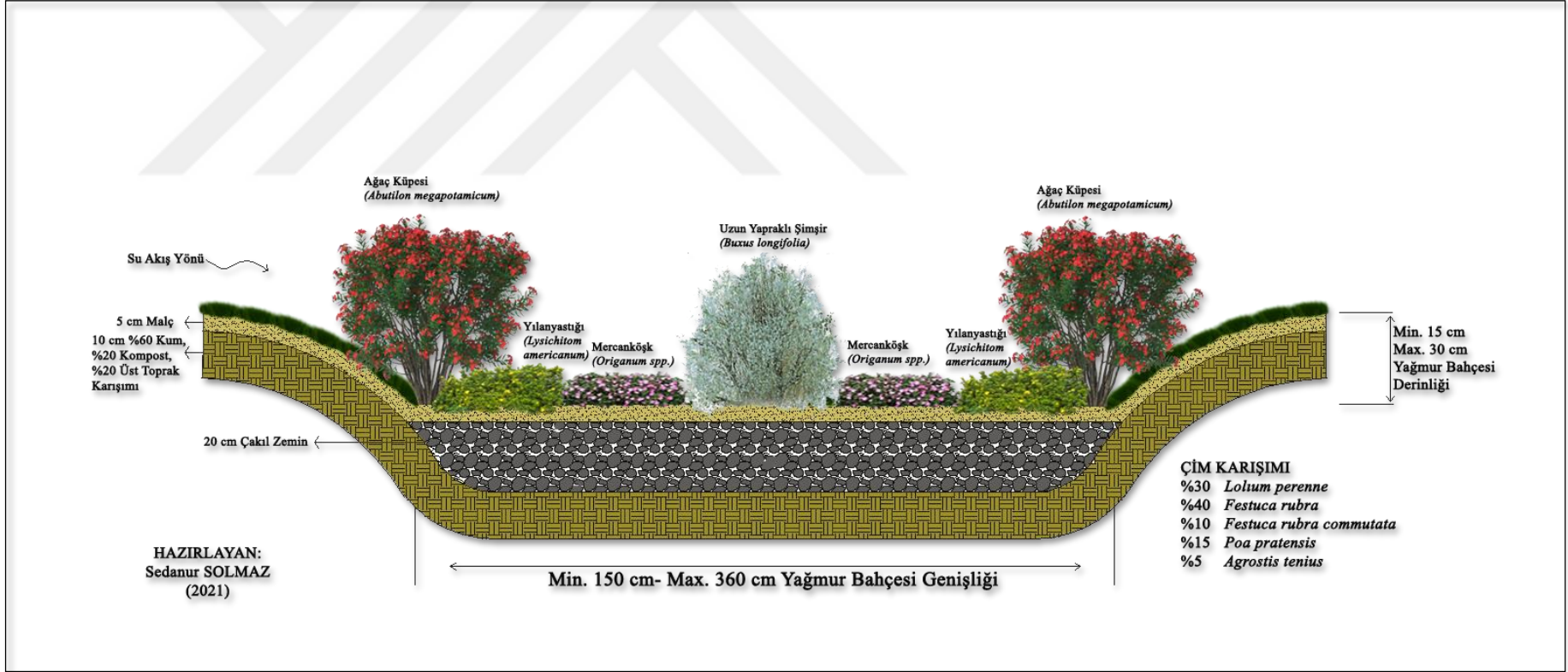
Şekil 5.7. Bahçelievler Mahallesi Yağmur Bahçesi 4. Model

Bahçelievler mahallesinde 141. caddede yer alan Böcüzade Parkı'nda Şiddetli yağış sonucunda taşkınlar meydana gelmektedir. Bu taşkınların önlenmesi amacıyla yağmur sularının sürdürülebilir bir Şekilde yönetilmesi amacıyla su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı olan yağmur bahçesi modelleri öngörülmüştür.  ng r len bu modelin konumuna materyal bölümünde Şekil 3.9'da yer verilmiştir. Bu yağmur bahçesi modeli 10 m uzunluğunda düşünülmüştür. Modellerin genişlik ve derinliğine ilişkin veriler ise Şekil 5.8'de verilmektedir. Modelde görülen derinlik ölçülerinin 15-30 cm arasında tercih edilmesinin nedeni ise yağmur bahçesi derinliği belirlenirken eğimin dikkate alınıyor olmasıdır. Eğim %12'den az olduğu durumlarda yağmur bahçesi modelleri uygulanabilir. Bunun nedeni ise eğimin fazla olması durumunda yağmur bahçeleri etrafında toprak yığılmalarının olmasıdır. Bu yüzden Bahçelievler mahallesinde tercih edilen alanın eğiminin %12'den düşük olması nedeni ile 30 cm'den düşük derinlikte yağmur bahçesi modeli yapılması öngörülmüştür. Modelde görüldüğü üzere 20 cm %60 kum, %20 kompost ve %20 üst toprak karışımı en alt katmanda yer almaktadır. En  st katmanda ise toprağın nemli olması ve kış aylarında bitkilerin aşırı soğuklardan korunması amacıyla 5 cm malç tabakası yer almaktadır. Daha sonra yörenin iklimine uygun bitki türleri tercih edilmiştir. Bütün toprak türlerinde yetişebildiği için *Lamium maculatum* (Ballıbaba çiçeği), nemli toprak sevdiği için *Aconitum wilsonii* (Kurtboğan çiçeği), soğuğa dayanıklı olduğu için *Linaria alpina* (Nevruzotu), estetik özellik amacıyla *Sedum pulchelum* (Dam koruğu), serin ve nemli ortam istediği için *Mattiola spp.* (Yaz Őebboyu) tercih edilmiştir. İhtiyaç doğrultusunda modelde kullanılan bitkiler ve bitkilerin sayıları değişiklik gösterebilir.



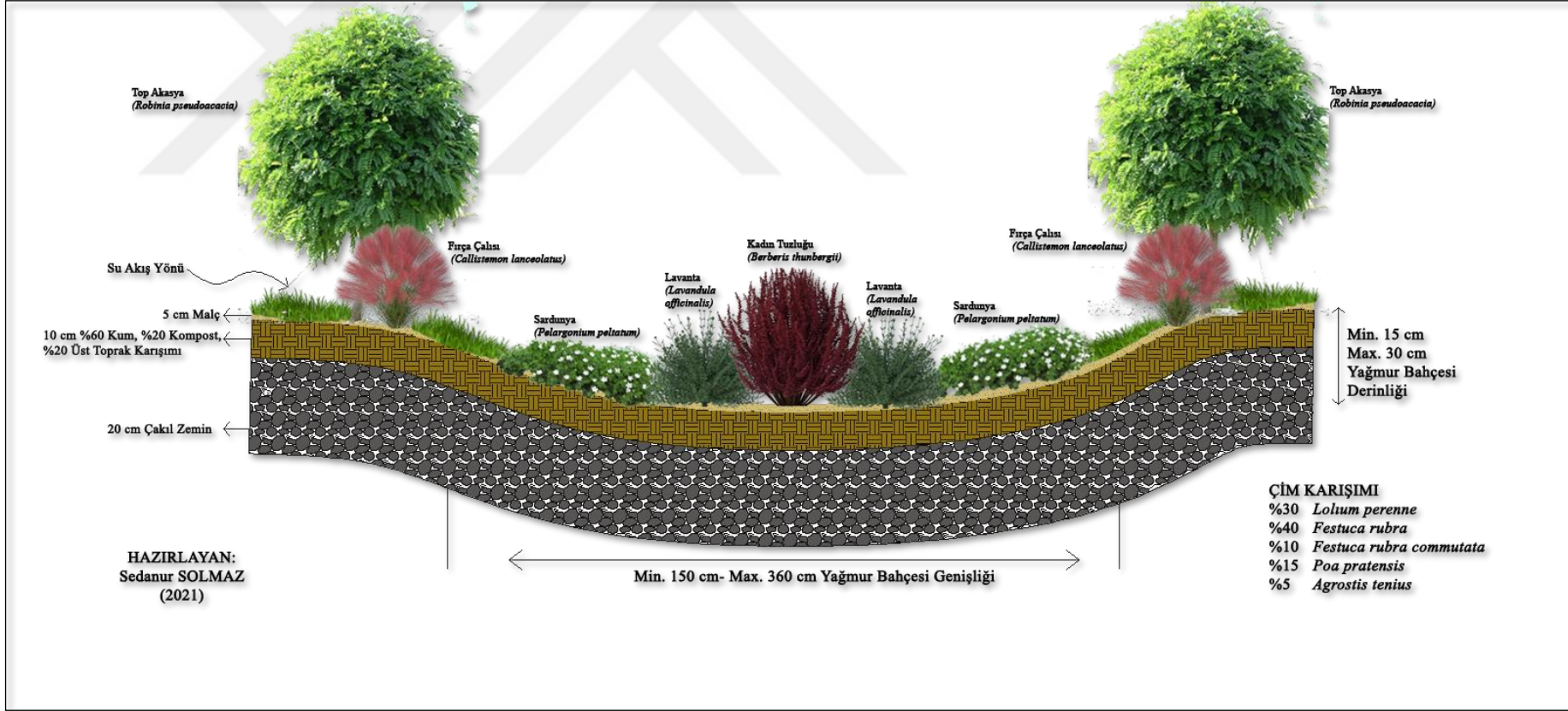
Şekil 5.8. Bahçelievler Mahallesi Yağmur Bahçesi 5. Model

Bahçelievler mahallesinde 108. caddesinde yer alan Böcüzade Parkı'nda Şiddetli yağış sonucunda taşkınlar meydana gelmektedir. Bu taşkınların önlenmesi amacıyla yağmur sularının sürdürülebilir bir Şekilde yönetilmesi amacıyla su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı olan yağmur bahçesi modelleri öngörülmüştür.  ng r len bu modelin konumuna materyal bölümünde Şekil 3.9'da yer verilmiştir. Bu yağmur bahçesi modeli 6 m uzunluğunda düşünülmüştür. Modellerin genişlik ve derinliğine ilişkin veriler ise Şekil 5.9'de verilmektedir. Modelde görülen derinlik ölçülerinin 15-30 cm arasında tercih edilmesinin nedeni ise yağmur bahçesi derinliği belirlenirken eğimin dikkate alınıyor olmasıdır. Eğim %12'den az olduğu durumlarda yağmur bahçesi modelleri uygulanabilir. Bunun nedeni ise eğimin fazla olması durumunda yağmur bahçeleri etrafında toprak yığılmalarının olmasıdır. Bu yüzden Bahçelievler mahallesinde tercih edilen alanın eğiminin %12'den düşük olması nedeni ile 30 cm'den düşük derinlikte yağmur bahçesi modeli yapılması öngörülmüştür. Modelde görüldüğü üzere 10 cm %60 kum, %20 kompost ve %20 üst toprak karışımı en alt katmanda yer almaktadır. Bir  st katman %42'ye varan sırdırma sağladığı için 20 cm çakıl zemin yer almaktadır. En  st katmanda ise toprağın nemli olması ve kış aylarında bitkilerin aşırı soğuklardan korunması amacıyla 5 cm mal tabakası yer almaktadır. Daha sonra yörenin iklimine uygun bitki türleri tercih edilmiştir. Soğuğa dayanıklı olduğu için *Abutilon megapotamicum* (Ağaç küpesi) ve *Lysichiton americanum* (Yılanyastığı ieği), nemli toprak sevdiği için *Origanum spp.* (Mercanköşk ieği) ve *Buxus longifolia* (Uzun yapraklı iimŐir) tercih edilmiştir. İhtiyaç doğrultusunda modelde kullanılan bitkiler ve bitkilerin sayıları değişiklik gösterebilir.



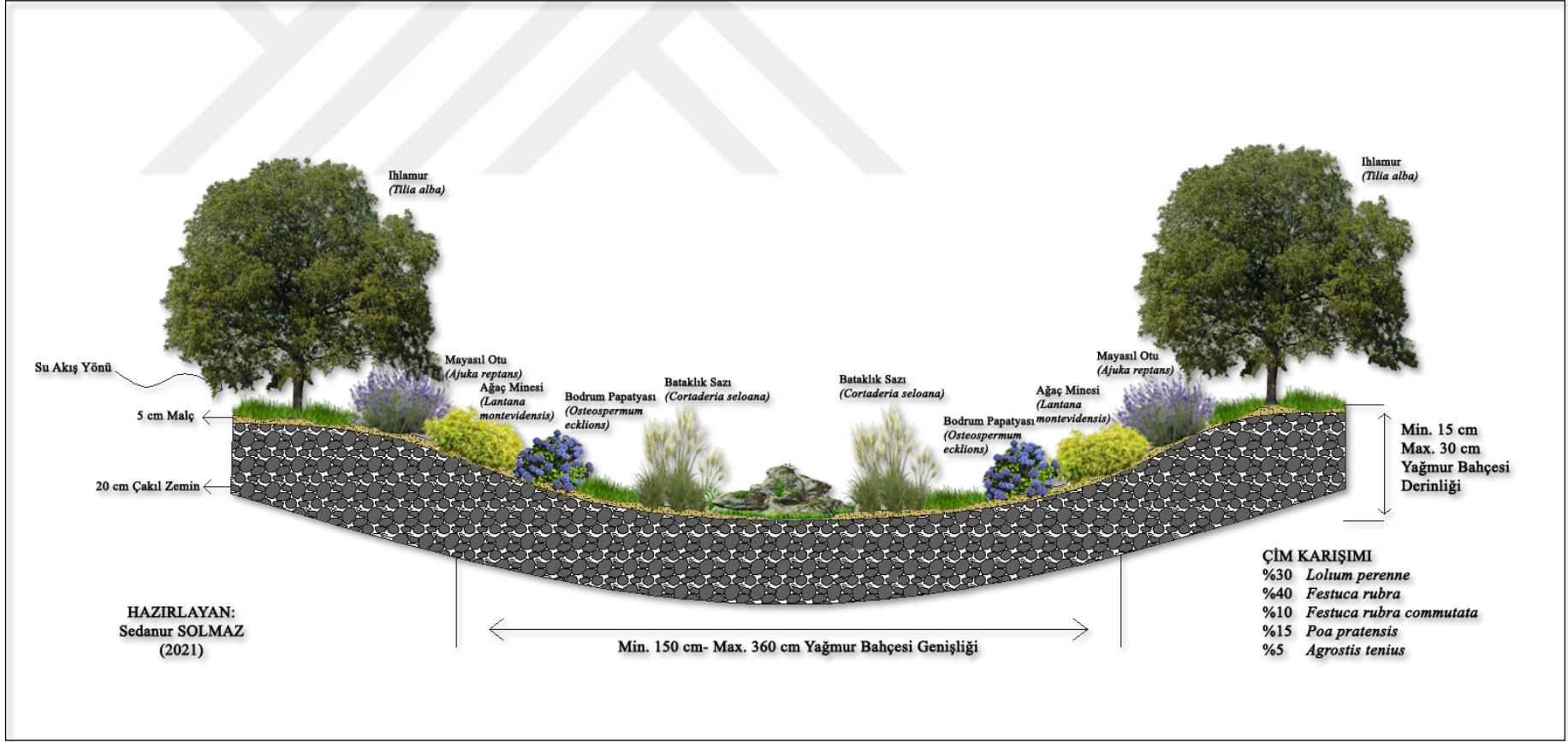
Şekil 5.9. Bahçelievler Mahallesi Yağmur Bahçesi 6. Model

Çünür mahallesinde bulunan D330 karayolundaki kavşakta kot farkı düşük olduğu için şiddetli yağışlar sonucunda taşkınlar meydana gelmektedir. Bu sorunun çözülmesi ve yağmur sularının yönetilerek yer altı su kaynaklarına aktarılması amacıyla su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı olan yağmur bahçesi modelleri öngörülmüştür. Öngörülen bu modelin konumuna materyal bölümünde Şekil 3.16'da yer verilmiştir. Bu yağmur bahçesi modeli dört adet 15 m uzunluğunda düşünülmüştür. Modellerin genişlik ve derinliğine ilişkin veriler ise Şekil 5.10'da verilmektedir. Modelde görülen derinlik ölçülerinin 15-30 cm arasında tercih edilmesinin nedeni ise yağmur bahçesi derinliği belirlenirken eğimin dikkate alınmasıdır. Eğim %12'den az olduğu durumlarda yağmur bahçesi modelleri uygulanabilir. Bunun nedeni ise eğimin fazla olması durumunda yağmur bahçeleri etrafında toprak yığılmalarının olmasıdır. Bu yüzden Çünür mahallesinde tercih edilen alanın eğiminin %12'den düşük olması nedeni ile 30 cm'den düşük derinlikte yağmur bahçesi modeli yapılması öngörülmüştür. Verilen görsel karayolu üzerindeki refüjlerden birisine aittir. Modelde görüldüğü üzere %42'ye varan sızdırma sağladığı için 20 cm çakıl zemin en alt katmanda yer almaktadır. Bir üst katman 10 cm %60 kum, %20 kompost ve %20 üst toprak karışımı yer almaktadır. En üst katmanda ise toprağın nemli olması ve kış aylarında bitkilerin aşırı soğuklardan korunması amacıyla 5 cm malç tabakası yer almaktadır. Daha sonra yörenin iklimine uygun bitki türleri tercih edilmiştir. Yol ağacı olarak tercih edilebilen *Robinia pseudoacacia* (Top akasya), suya karşı dayanıklı olması nedeni ile *Callistemon lanceolatus* (Fırça çalısı), soğuğa dayanıklı olması nedeni ile *Pelargonium peltatum* (Sardunya) ve *Lavandula officinalis* (Lavanta), her türlü toprakta yetiştiği için de *Berberis thunbergii* (Kadın tuzluğu) tercih edilmiştir. İhtiyaç doğrultusunda modelde kullanılan bitkiler ve bitkilerin sayıları değişiklik gösterebilir.



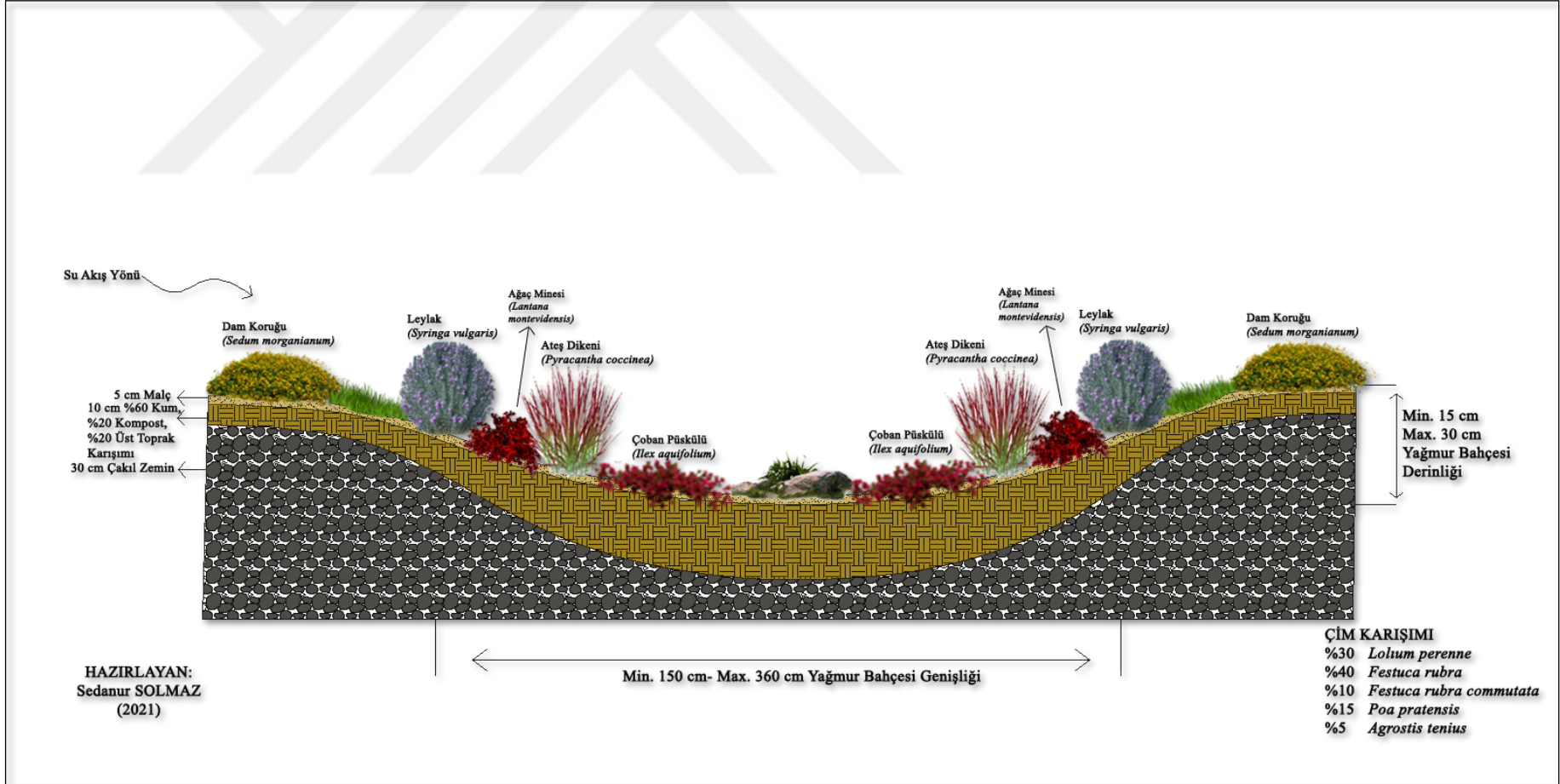
Şekil 5.10. Çünür Mahallesi Yağmur Bahçesi 1. Model

Çünür mahallesinde bulunan D330 karayolundaki kavşakta kot farkı düşük olduğu için şiddetli yağışlar sonucunda taşkınlar meydana gelmektedir. Bu sorunun çözülmesi ve yağmur sularının yönetilerek yer altı su kaynaklarına aktarılması amacıyla su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı olan yağmur bahçesi modelleri öngörülmüştür. Öngörülen bu modelin konumuna materyal bölümünde Şekil 3.16'da yer verilmiştir. Bu yağmur bahçesi modeli dört adet 15 m uzunluğunda düşünülmüştür. Modellerin genişlik ve derinliğine ilişkin veriler ise Şekil 5.11'de verilmektedir. Modelde görülen derinlik ölçülerinin 15-30 cm arasında tercih edilmesinin nedeni ise yağmur bahçesi derinliği belirlenirken eğimin dikkate alınmasıdır. Eğim %12'den az olduğu durumlarda yağmur bahçesi modelleri uygulanabilir. Bunun nedeni ise eğimin fazla olması durumunda yağmur bahçeleri etrafında toprak yığılmalarının olmasıdır. Bu yüzden Çünür mahallesinde tercih edilen alanın eğiminin %12'den düşük olması nedeni ile 30 cm'den düşük derinlikte yağmur bahçesi modeli yapılması öngörülmüştür. Verilen görsel karayolu üzerindeki refüjlerden birisine aittir. Modelde görüldüğü üzere %42'ye varan sızdırma sağladığı için 20 cm çakıl zemin alt katmanda yer almaktadır. En üst katmanda ise toprağın nemli olması ve kış aylarında bitkilerin aşırı soğuklardan korunması amacıyla 5 cm malç tabakası yer almaktadır. Daha sonra yörenin iklimine uygun bitki türleri tercih edilmiştir. Serin ve derin topraklarda yetişebilmesi nedeni ile *Tilia alba* (Ihlamur ağacı), çok yıllık olması nedeni ile *Ajuka reptans* (Mayasıl otu), sürekli çiçek çaması nedeni ile *Lantana montevidensis* (Ağaç minesisi), soğuğa dayanıklı olması nedeni ile *Osteospermum ecklions* (Bodrum papatyası) ve *Cortaderia seloana* (Bataklık sazı) tercih edilmiştir. İhtiyaç doğrultusunda modelde kullanılan bitkiler ve bitkilerin sayıları değişiklik gösterebilir.



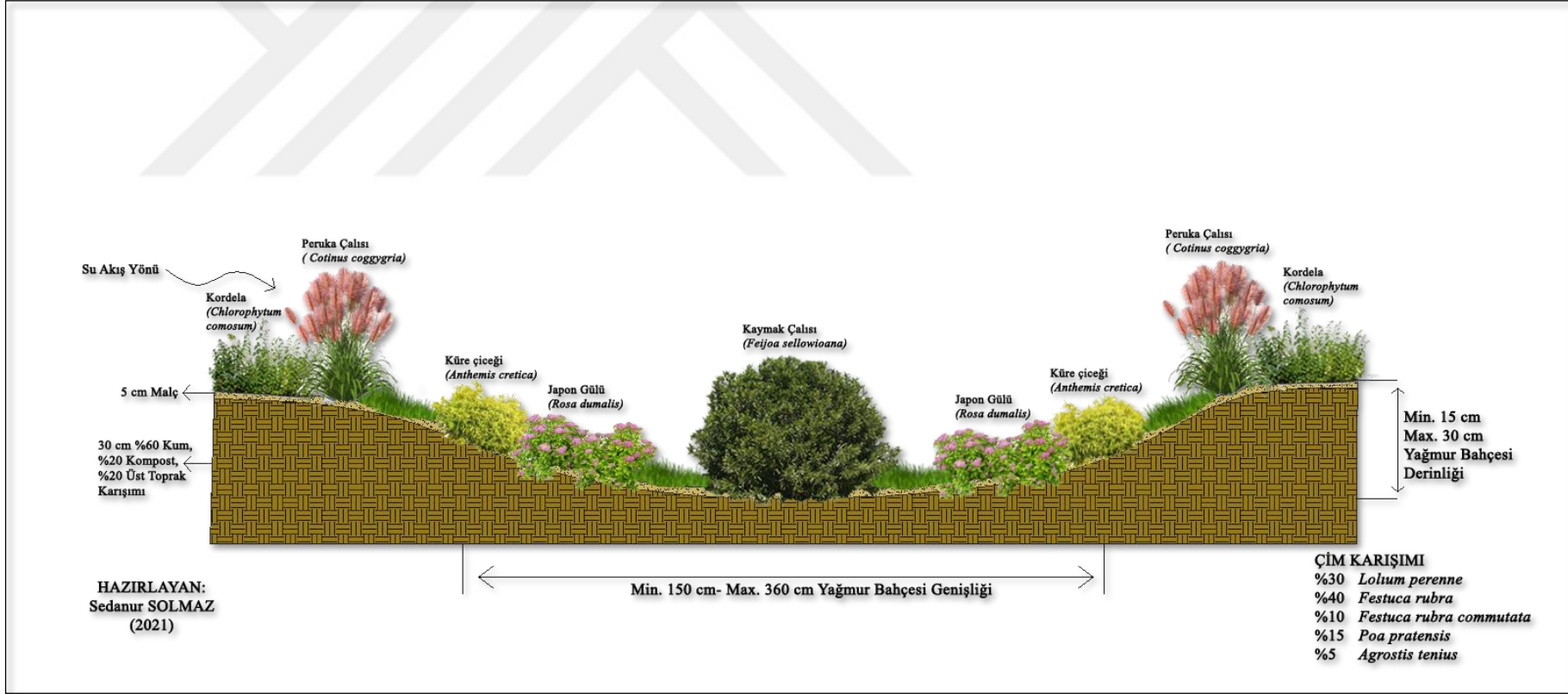
Şekil 5.11. Çünür Mahallesi Yağmur Bahçesi 2. Model

Çünür mahallesinde bulunan D330 karayolundaki kavşakta kot farkı düşük olduğu için şiddetli yağışlar sonucunda taşkınlar meydana gelmektedir. Bu sorunun çözülmesi ve yağmur sularının yönetilerek yer altı su kaynaklarına aktarılması amacıyla su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı olan yağmur bahçesi modelleri öngörülmüştür. Öngörülen bu modelin konumuna materyal bölümünde Şekil 3.16'da yer verilmiştir. Bu yağmur bahçesi modeli 15 m uzunluğunda düşünülmüştür. Modellerin genişlik ve derinliğine ilişkin veriler ise Şekil 5.12'de verilmektedir. Modelde görülen derinlik ölçülerinin 15-30 cm arasında tercih edilmesinin nedeni ise yağmur bahçesi derinliği belirlenirken eğimin dikkate alınmıyor olmasıdır. Eğim %12'den az olduğu durumlarda yağmur bahçesi modelleri uygulanabilir. Bunun nedeni ise eğimin fazla olması durumunda yağmur bahçeleri etrafında toprak yığılmalarının olmasıdır. Bu yüzden Çünür mahallesinde tercih edilen alanın eğiminin %12'den düşük olması nedeni ile 30 cm'den düşük derinlikte yağmur bahçesi modeli yapılması öngörülmüştür. Verilen görsel karayolu üzerindeki tali yollara ayrılan alandır. Modelde görüldüğü üzere %42'ye varan sızdırma sağladığı için 30 cm çakıl zemin alt katmanda yer almaktadır. Bir üst katman 10 cm %60 kum, %20 kompost ve %20 üst toprak karışımı yer almaktadır. En üst katmanda ise toprağın nemli olması ve kış aylarında bitkilerin aşırı soğuklardan korunması amacıyla 5 cm malç tabakası yer almaktadır. Daha sonra yörenin iklimine uygun bitki türleri tercih edilmiştir. Toprağın iyi drene edildiği ortamlarda yetişebilen *Sedum morganianum* (Dam kuruğu), nemli topraklarda yetişebildiği için *Syringa vulgaris* (Leylak) ve *Lantana montevidensis* (Ağaç minesini), soğuğa ve kuraklığa dayanıklı olması nedeni ile *Pyracantha coccinea* (Ateş dikenini), serin toprak sevmesi nedeni ile de *Ilex aquifolium* (Çoban püskülü) tercih edilmiştir. İhtiyaç doğrultusunda modelde kullanılan bitkiler ve bitkilerin sayıları değişiklik gösterebilir.



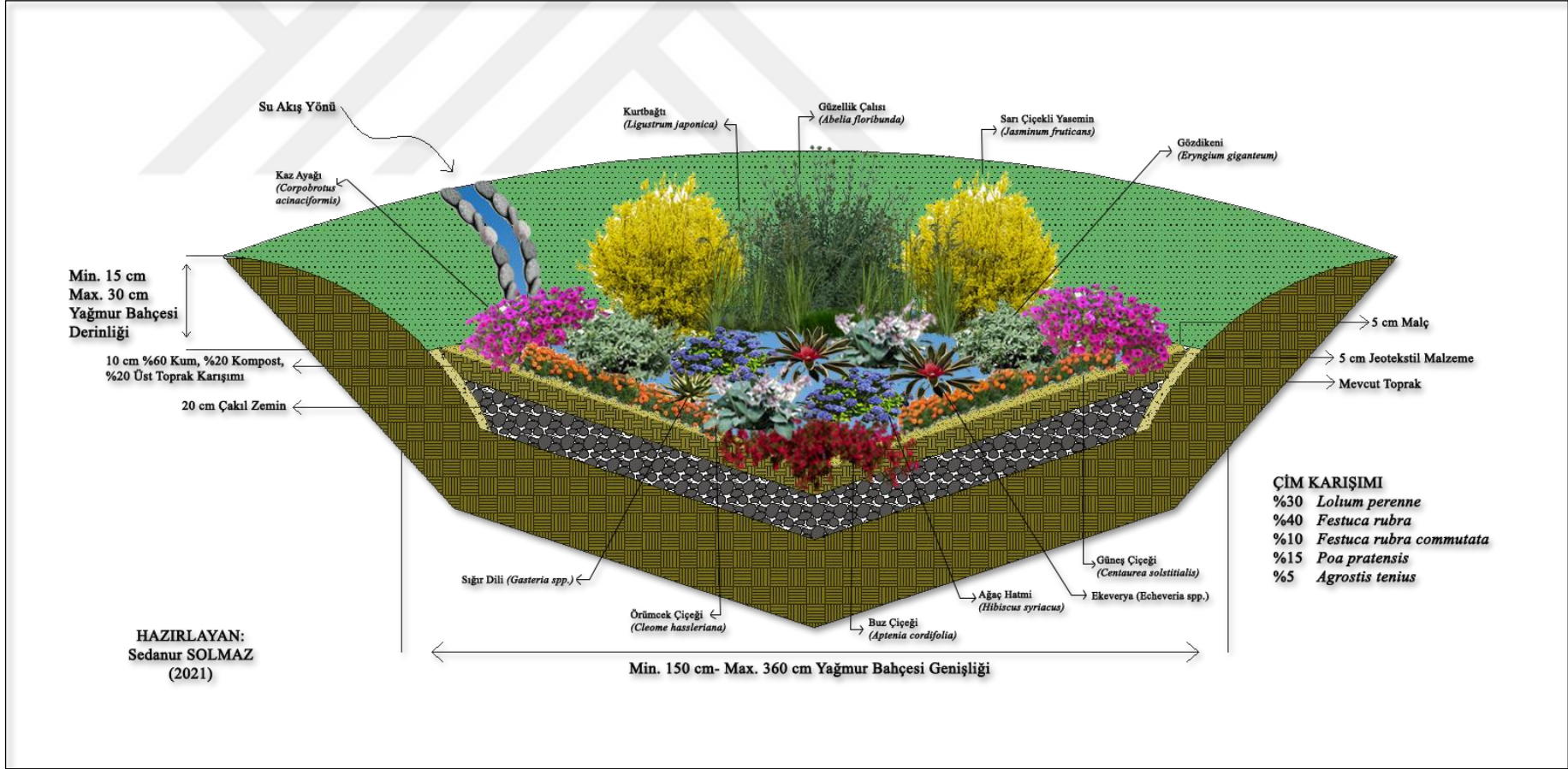
Şekil 5.12. Çünür Mahallesi Yağmur Bahçesi 3. Model

Çünür mahallesinde bulunan D330 karayolundaki kavşakta kot farkı düşük olduğu için şiddetli yağışlar sonucunda taşkınlar meydana gelmektedir. Bu sorunun çözülmesi ve yağmur sularının yönetilerek yer altı su kaynaklarına aktarılması amacıyla su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı olan yağmur bahçesi modelleri öngörülmüştür. Öngörülen bu modelin konumuna materyal bölümünde Şekil 3.16'da yer verilmiştir. Bu yağmur bahçesi modeli üç adet 15 m uzunluğunda düşünülmüştür. Modellerin genişlik ve derinliğine ilişkin veriler ise Şekil 5.13'de verilmektedir. Modelde görülen derinlik ölçülerinin 15-30 cm arasında tercih edilmesinin nedeni ise yağmur bahçesi derinliği belirlenirken eğimin dikkate alınmasıdır. Eğim %12'den az olduğu durumlarda yağmur bahçesi modelleri uygulanabilir. Bunun nedeni ise eğimin fazla olması durumunda yağmur bahçeleri etrafında toprak yığılmalarının olmasıdır. Bu yüzden Çünür mahallesinde tercih edilen alanın eğiminin %12'den düşük olması nedeni ile 30 cm'den düşük derinlikte yağmur bahçesi modeli yapılması öngörülmüştür. Verilen görsel karayolu üzerindeki Mehmet Tönge mahallesine ayrılan tali yoldaki alandır. Modelde görüldüğü üzere 30 cm %60 kum, %20 kompost ve %20 üst toprak karışımı en alt katmanda yer almaktadır. En üst katmanda ise toprağın nemli olması ve kış aylarında bitkilerin aşırı soğuklardan korunması amacıyla 5 cm malç tabakası yer almaktadır. Daha sonra yörenin iklimine uygun bitki türleri tercih edilmiştir. Herdemyeşil olması nedeni ile *Chlorophytum comosum* (Kordela), estetik özellikte olması nedeni ile *Cotinus coggygia* (Peruka çalısı) ve *Rosa dumalis* (Japon gülü), her çeşit toprak türünde yetiştiği için *Anthemis cretica* (Küre çiçeği), yaprak dökmediği için de *Feijoa sellowiana* (Kaymak çalısı) tercih edilmiştir. İhtiyaç doğrultusunda modelde kullanılan bitkiler ve bitkilerin sayıları değişiklik gösterebilir.



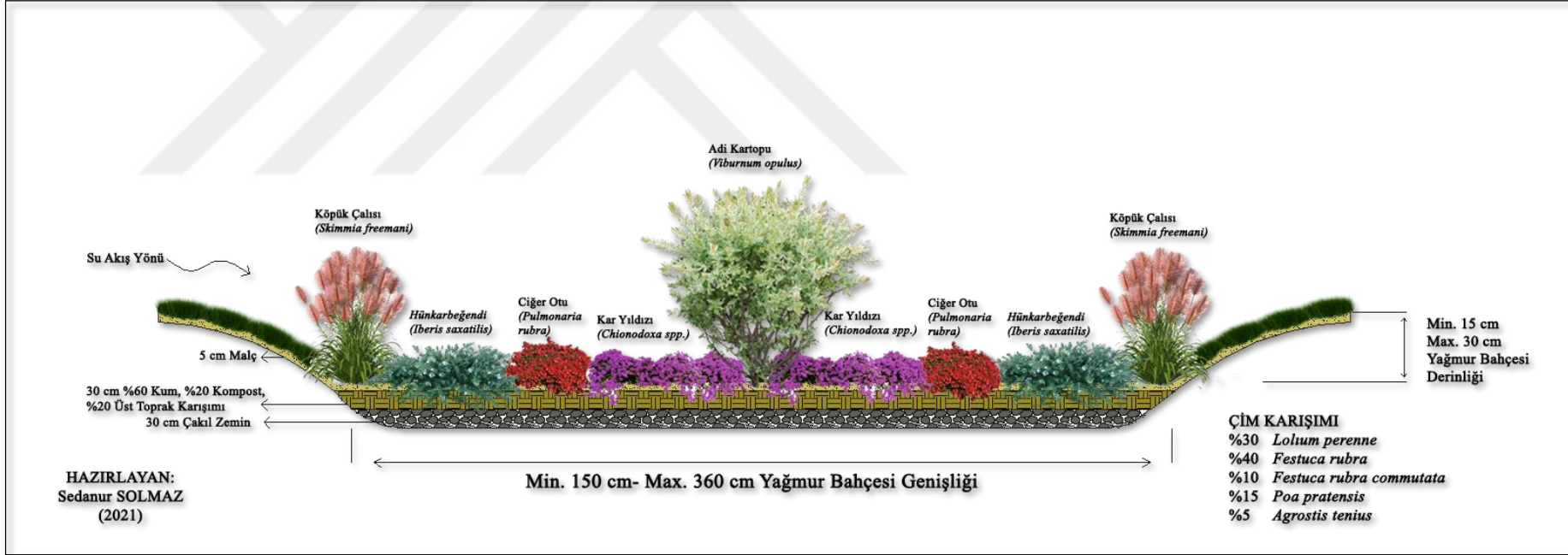
Şekil 5.13. Çünür Mahallesi Yağmur Bahçesi 4. Model

Çünür mahallesinde bulunan D330 karayolundaki kavşakta kot farkı düşük olduğu için şiddetli yağışlar sonucunda taşkınlar meydana gelmektedir. Bu sorunun çözülmesi ve yağmur sularının yönetilerek yer altı su kaynaklarına aktarılması amacıyla su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı olan yağmur bahçesi modelleri öngörülmüştür. Öngörülen bu modelin konumuna materyal bölümünde Şekil 3.16'da yer verilmiştir. Bu yağmur bahçesi modeli dört adet 10 m uzunluğunda düşünülmüştür. Modellerin genişlik ve derinliğine ilişkin veriler ise Şekil 5.14'de verilmektedir. Modelde görülen derinlik ölçülerinin 15-30 cm arasında tercih edilmesinin nedeni ise yağmur bahçesi derinliği belirlenirken eğimin dikkate alınmasıdır. Eğim %12'den az olduğu durumlarda yağmur bahçesi modelleri uygulanabilir. Bunun nedeni ise eğimin fazla olması durumunda yağmur bahçeleri etrafında toprak yığılmalarının olmasıdır. Bu yüzden Çünür mahallesinde tercih edilen alanın eğiminin %12'den düşük olması nedeni ile 30 cm'den düşük derinlikte yağmur bahçesi modeli yapılması öngörülmüştür. Verilen görsel karayolu üzerindeki orta kavşak alanıdır. Modelde görüldüğü üzere en alt katmanda mevcut toprak bulunmaktadır. Bir üst katmanda %42'ye varan sırdırma sağladığı için 20 cm çakıl zemin yer almaktadır. Bir üst katmanda 10 cm %60 kum, %20 kompost ve %20 üst toprak karışımı yer almaktadır. En üst katmanda ise toprağın nemli olması ve kış aylarında bitkilerin aşırı soğuklardan korunması amacıyla 5 cm malç tabakası yer almaktadır. Ara tabakada ise 5 cm jeotekstil malzeme bulunmaktadır. Daha sonra yörenin iklimine uygun bitki türleri tercih edilmiştir. Herdemyeşil bit bitki olması nedeni ile *Corpobrotus acinaciformis* (Kazayağı), ve *Ligustrum japonica* (Kurtbağrı), soğuğa dayanıklı olması nedeni ile *Abelia floribunda* (Güzellik çalısı), estetik görüntü açısından *Jasminum fruticans* (Sarı çiçekli yasemin), *Cleome hassleriana* (Örümcek çiçeği), *Aptenia cordifolia* (Buz çiçeği) ve *Echeveria spp.* (Ekeverya), dayanıklı bir bitki olması nedeni ile *Eryngium giganteum* (Gözdikeni), *Hibiscus syriacus* (Ağaç hatmi) ve *Centaurea solstitialis* (Güneş çiçeği), her türlü toprakta yetişebildiği için *Gasteria spp.* (Sığır dili) tercih edilmiştir. İhtiyaç doğrultusunda modelde kullanılan bitkiler ve bitkilerin sayıları değişiklik gösterebilir.



Şekil 5.14. Çünür Mahallesi Yağmur Bahçesi 5. Model

Dere mahallesindeki Özel Mekke Kuran kursu önündeki çay boyunca yer alan küçük alanlara hem estetik bir görünüm kazandırmak için hem de şiddetli yağışlar sonucunda meydana gelen taşkınların önlenmesi amacıyla su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı olan yağmur bahçesi modelleri öngörülmüştür. Öngörülen bu modelin konumuna materyal bölümünde Şekil 3.21’de yer verilmiştir. Bu yağmur bahçesi modeli üç adet 12 m uzunluğunda düşünülmüştür. Modellerin genişlik ve derinliğine ilişkin veriler ise Şekil 5.15’de verilmektedir. Modelde görülen derinlik ölçülerinin 15-30 cm arasında tercih edilmesinin nedeni ise yağmur bahçesi derinliği belirlenirken eğimin dikkate alınıyor olmasıdır. Eğim %12’den az olduğu durumlarda yağmur bahçesi modelleri uygulanabilir. Bunun nedeni ise eğimin fazla olması durumunda yağmur bahçeleri etrafında toprak yığılmalarının olmasıdır. Bu yüzden Dere mahallesinde tercih edilen alanın eğiminin %12’den düşük olması nedeni ile 30 cm’den düşük derinlikte yağmur bahçesi modeli yapılması öngörülmüştür. Modelde görüldüğü üzere %42’ye varan sızdırma sağladığı için 30 cm çakıl zemin en alt katmanda yer almaktadır. Bir üst katmanda 30 cm %60 kum, %20 kompost ve %20 üst toprak karışımı yer almaktadır. En üst katmanda ise toprağın nemli olması ve kış aylarında bitkilerin aşırı soğuklardan korunması amacıyla 5 cm malç tabakası yer almaktadır. Daha sonra yörenin iklimine uygun bitki türleri tercih edilmiştir. Soğuğa dayanıklı olduğu için *Skimmia freemani* (Köpük çalısı), *Iberis saxatilis* (Hünkarbeğendi çiçeği) ve *Chionodoxa spp.* (Kar yıldızı çiçeği), suya dayanıklı olduğu için *Pulmonaria rubra* (Ciğerotu çiçeği), nemli toprak sevdiği için *Viburnum opulus* (Adi kartopu) tercih edilmiştir. İhtiyaç doğrultusunda modelde kullanılan bitkiler ve bitkilerin sayıları değişiklik gösterebilir.



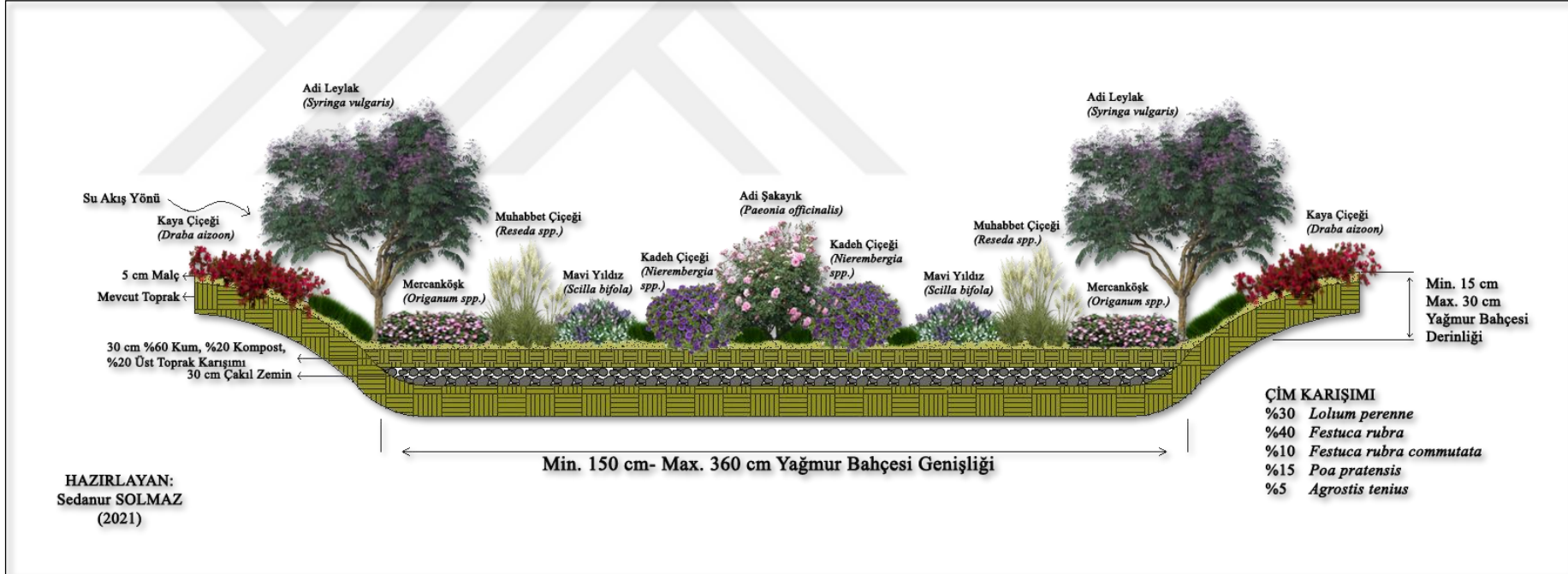
Şekil 5.15. Dere Mahallesi Yağmur Bahçesi 1. Model

Dere mahallesindeki Özel Mekke Kuran kursu önündeki çay boyunca yer alan küçük alanlara hem estetik bir görünüm kazandırmak için hem de şiddetli yağışlar sonucunda meydana gelen taşkınların önlenmesi amacıyla su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı olan yağmur bahçesi modelleri öngörülmüştür. Öngörülen bu modelin konumuna materyal bölümünde Şekil 3.21’de yer verilmiştir. Bu yağmur bahçesi modeli üç adet 12 m uzunluğunda düşünülmüştür. Modellerin genişlik ve derinliğine ilişkin veriler ise Şekil 5.16’de verilmektedir. Modelde görülen derinlik ölçülerinin 15-30 cm arasında tercih edilmesinin nedeni ise yağmur bahçesi derinliği belirlenirken eğimin dikkate alınıyor olmasıdır. Eğim %12’den az olduğu durumlarda yağmur bahçesi modelleri uygulanabilir. Bunun nedeni ise eğimin fazla olması durumunda yağmur bahçeleri etrafında toprak yığılmalarının olmasıdır. Bu yüzden Dere mahallesinde tercih edilen alanın eğiminin %12’den düşük olması nedeni ile 30 cm’den düşük derinlikte yağmur bahçesi modeli yapılması öngörülmüştür. Modelde görüldüğü üzere %42’ye varan sızdırma sağladığı için 30 cm çakıl zemin en alt katmanda yer almaktadır. Bir üst katmanda 30 cm %60 kum, %20 kompost ve %20 üst toprak karışımı yer almaktadır. En üst katmanda ise toprağın nemli olması ve kış aylarında bitkilerin aşırı soğuklardan korunması amacıyla 5 cm malç tabakası yer almaktadır. Daha sonra yörenin iklimine uygun bitki türleri tercih edilmiştir. Estetik bir olgu sağlamak için *Ilex cornuta* (Çin ışılğanı) ve *Phyteuma halleri* (Şeytan tırnağı çiçeği), soğuğa dayanıklı olduğu için ve nemli toprak istediği için *Petasites fragrans* (Kış bambulotu çiçeği), *Agapanthus spp.* (Afrika zambağı) ve *Draba aizoon* (Kaya çiçeği) tercih edilmiştir. İhtiyaç doğrultusunda modelde kullanılan bitkiler ve bitkilerin sayıları değişiklik gösterebilir.



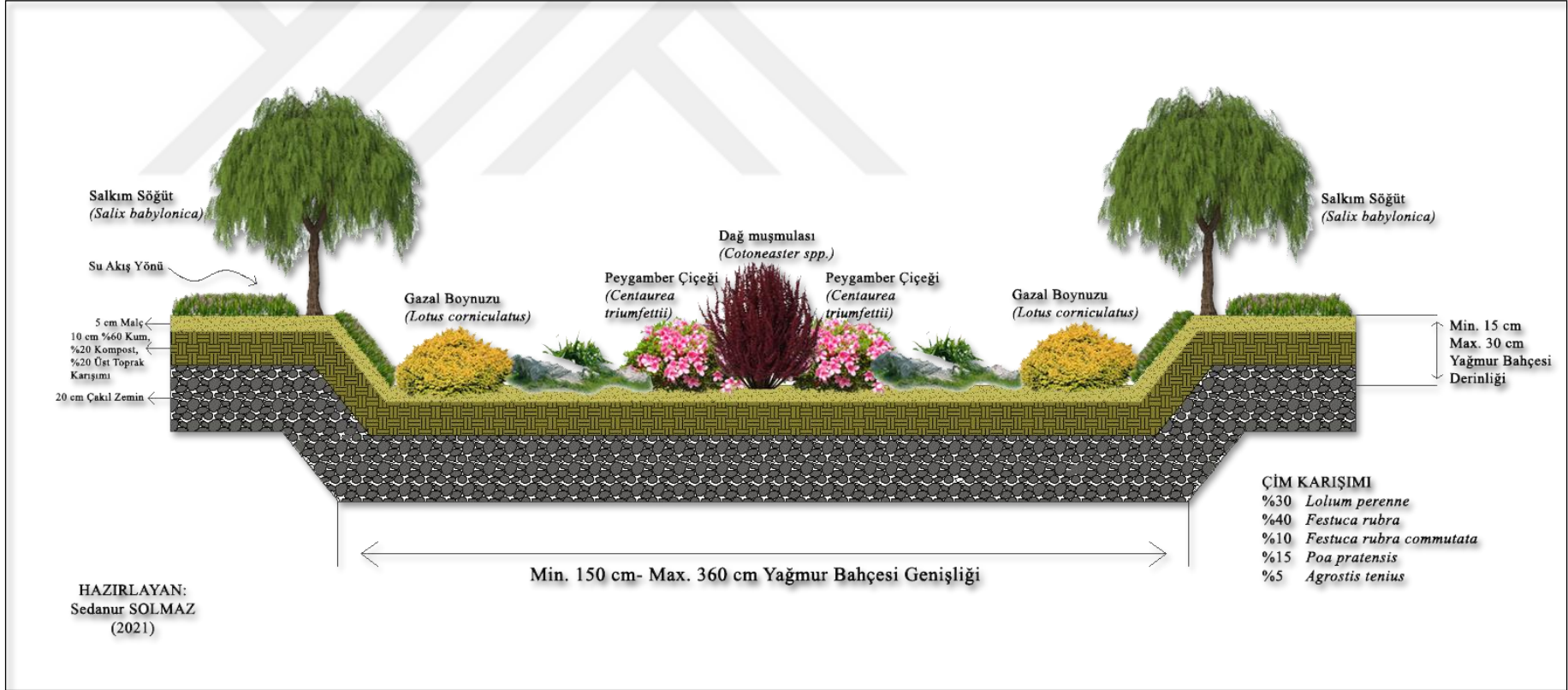
Şekil 5.16. Dere Mahallesi Yağmur Bahçesi 2. Model

Dere mahallesindeki Özel Mekke Kuran kursu önündeki çay boyunca yer alan küçük alanlara hem estetik bir görünüm kazandırmak için hem de şiddetli yağışlar sonucunda meydana gelen taşkınların önlenmesi amacıyla su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı olan yağmur bahçesi modelleri öngörülmüştür. Öngörülen bu modelin konumuna ö materyal bölümünde Şekil 3.21’de yer verilmiştir. Bu yağmur bahçesi modeli üç adet 12 m uzunluğunda düşünülmüştür. Modellerin genişlik ve derinliğine ilişkin veriler ise Şekil 5.17’de verilmektedir. Modelde görülen derinlik ölçülerinin 15-30 cm arasında tercih edilmesinin nedeni ise yağmur bahçesi derinliği belirlenirken eğimin dikkate alınıyor olmasıdır. Eğim %12’den az olduğu durumlarda yağmur bahçesi modelleri uygulanabilir. Bunun nedeni ise eğimin fazla olması durumunda yağmur bahçeleri etrafında toprak yığılmalarının olmasıdır. Bu yüzden Dere mahallesinde tercih edilen alanın eğiminin %12’den düşük olması nedeni ile 30 cm’den düşük derinlikte yağmur bahçesi modeli yapılması öngörülmüştür. Modelde görüldüğü üzere en alt katmanda mevcut toprak yer almaktadır. Bir üst katmanda %42’ye varan sırdırma sağladığı için 30 cm çakıl zemin yer almaktadır. Bir üst katmanda 30 cm %60 kum, %20 kompost ve %20 üst toprak karışımı yer almaktadır. En üst katmanda ise toprağın nemli olması ve kış aylarında bitkilerin aşırı soğuklardan korunması amacıyla 5 cm malç tabakası yer almaktadır. Daha sonra yörenin iklimine uygun bitki türleri tercih edilmiştir. Soğuğa dayanıklı olduğu için *Draba aizoon* (Kaya çiçeği), *Scilla bifolia* (Mavi yıldız çiçeği), *Nierembergia spp.* (Kadeh çiçeği) ve *Paeonia officinalis* (Adi şakayık), estetik bir olgu oluşturmak için *Syringa vulgaris* (Adi leylak), nemli ortam sevdiği için *Origanum spp.* (Mercanköşk çiçeği) ve *Reseda spp.* (Muhabbet çiçeği) tercih edilmiştir. İhtiyaç doğrultusunda modelde kullanılan bitkiler ve bitkilerin sayıları değişiklik gösterebilir.



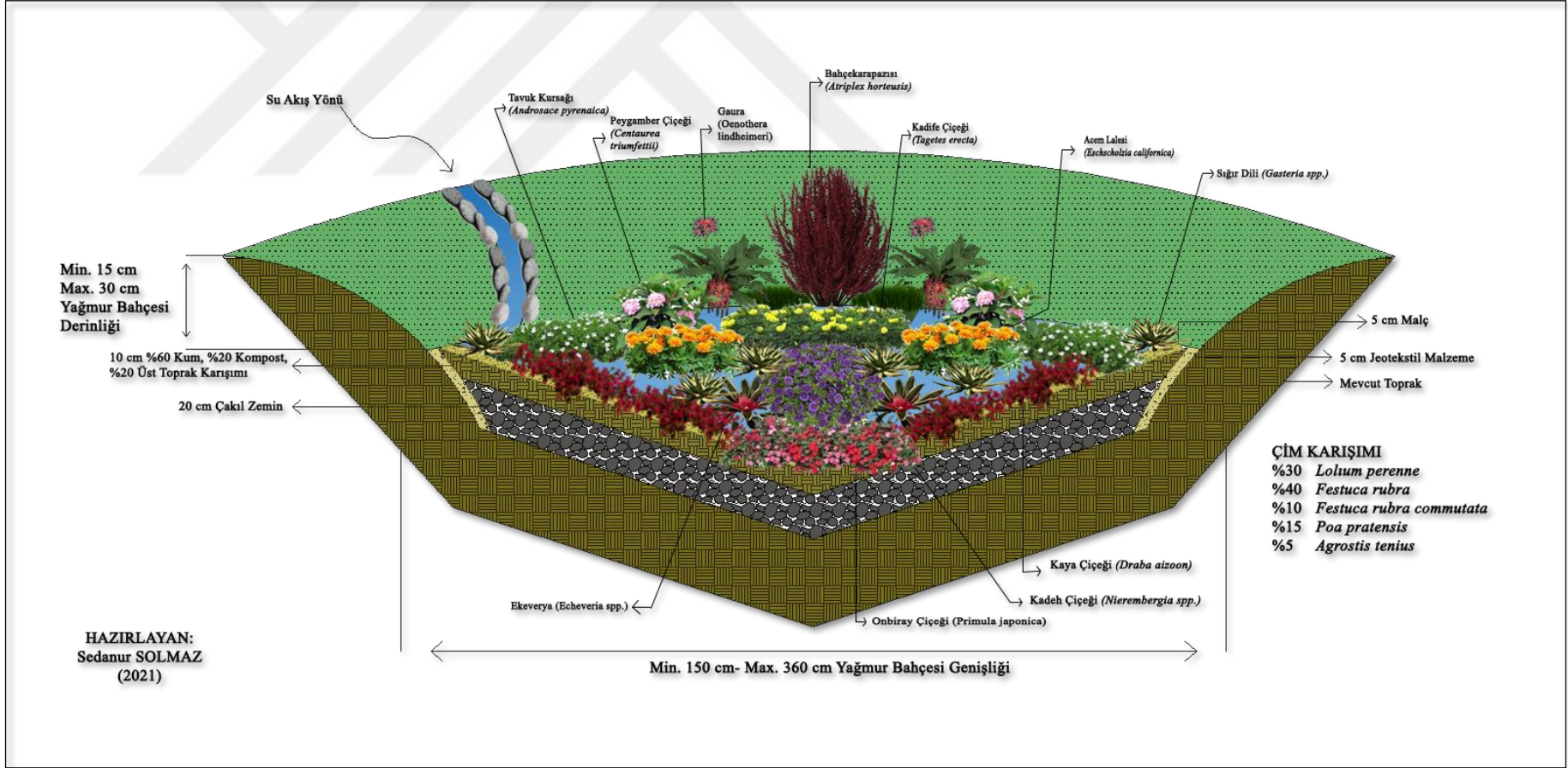
Şekil 5.17. Dere Mahallesi Yağmur Bahçesi 3. Model

Modernevler mahallesindeki Süleyman Demirel caddesi üzerinde bulunan alan yeşil alan olarak yeterli değildir. Aynı zamanda alanda şiddetli yağış sonrasında taşkın meydana gelmektedir. Alandaki mevcut bitkiler bu taşkınları önleyememektedir. Bu nedenle hem yer altı su kaynaklarının beslenmesi için hem de yağmur sularının yönetilmesi için su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı olan yağmur bahçesi modeli alana öngörülmektedir. Öngörülen bu modelin konumuna materyal bölümünde Şekil 3.25’de yer verilmiştir. Bu yağmur bahçesi modeli anayoldan beş m uzaklıkta ara yola kadar üç adet 12 m uzunluğunda, ara yoldan yoğun ağaçlı kısma kadar 5 m aralıklarla 15 m uzunluğunda, tali yol tarafındaki yoğun ağaçlı kısımdan ara yola kadar beş m aralıkla 2 adet 10 m uzunluğunda ve ara yoldan trafoya kadar olan kısma ise bir adet 15 m uzunluğunda düşünülmüştür. Modellerin genişlik ve derinliğine ilişkin veriler ise Şekil 5.18’de verilmektedir. Modelde görülen derinlik ölçülerinin 15-30 cm arasında tercih edilmesinin nedeni ise yağmur bahçesi derinliği belirlenirken eğimin dikkate alınıyor olmasıdır. Eğim %12’den az olduğu durumlarda yağmur bahçesi modelleri uygulanabilir. Bunun nedeni ise eğimin fazla olması durumunda yağmur bahçeleri etrafında toprak yığılmalarının olmasıdır. Bu yüzden Modernevler mahallesinde tercih edilen alanın eğiminin %12’den düşük olması nedeni ile 30 cm’den düşük derinlikte yağmur bahçesi modeli yapılması öngörülmüştür. Modelde görüldüğü üzere %42’ye varan sızdırma sağladığı için 20 cm çakıl zemin en alt katmanda yer almaktadır. Bir üst katmanda 10 cm %60 kum, %20 kompost ve %20 üst toprak karışımı yer almaktadır. En üst katmanda ise toprağın nemli olması ve kış aylarında bitkilerin aşırı soğuklardan korunması amacıyla 5 cm malç tabakası yer almaktadır. Daha sonra yörenin iklimine uygun bitki türleri tercih edilmiştir. Her türlü toprakta yetişebildiği için *Salix babylonica* (Salkım söğüt), yağmur bahçeleri için kullanılabilen *Lotus corniculatus* (Gazal boynuzu), süs bitkisi olarak da *Centaurea triumfettii* (Peygamber çiçeği) ve *Cotoneaster spp.* (Dağ muşmulası) tercih edilmiştir. İhtiyaç doğrultusunda modelde kullanılan bitkiler ve bitkilerin sayıları değişiklik gösterebilir.



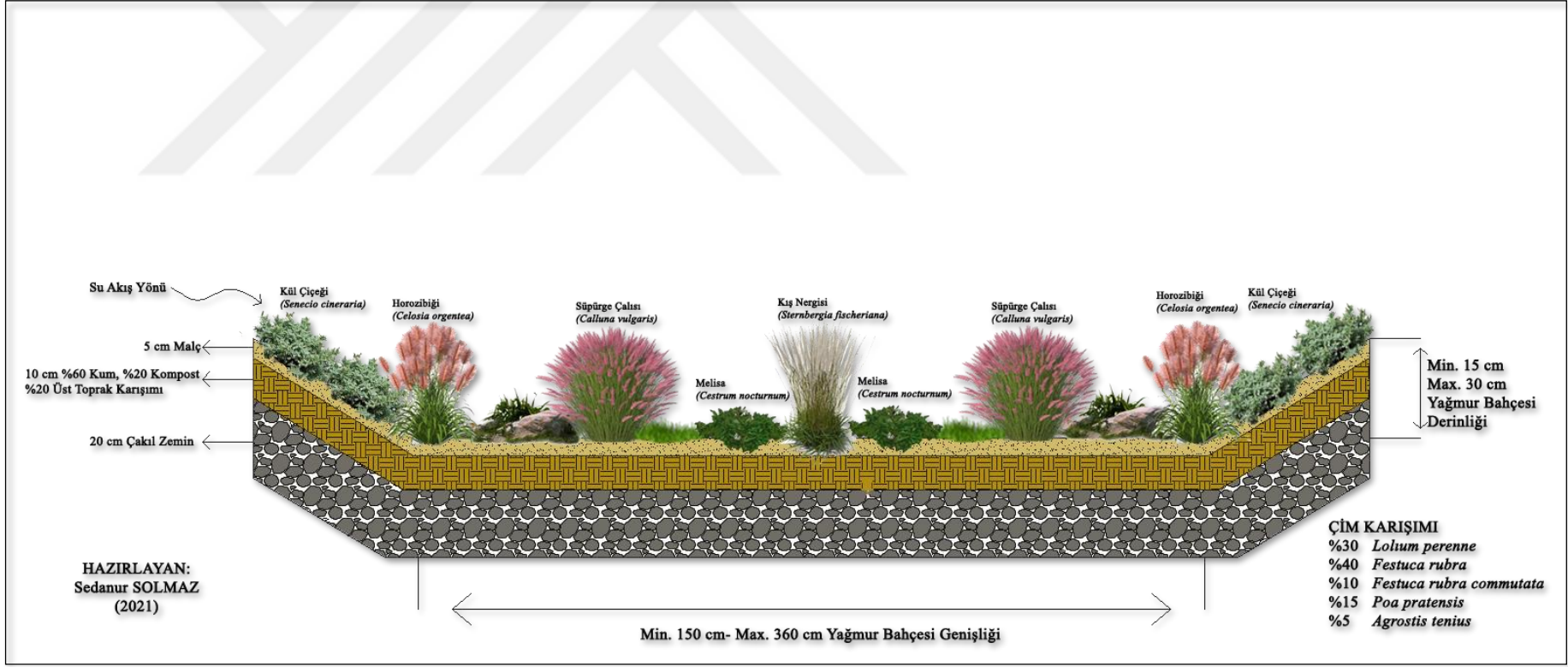
Şekil 5.18. Modernevler Mahallesi Yağmur Bahçesi 1. Model

Modernevler mahallesindeki Süleyman Demirel caddesi üzerinde bulunan alan yeşil alan olarak yeterli değildir. Aynı zamanda alanda şiddetli yağış sonrasında taşkın meydana gelmektedir. Alandaki mevcut bitkiler bu taşkınları önleyememektedir. Bu nedenle hem yer altı su kaynaklarının beslenmesi için hem de yağmur sularının yönetilmesi için su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı olan yağmur bahçesi modeli alana öngörülmektedir. Öngörülen bu modelin konumuna materyal bölümünde Şekil 3.25’de yer verilmiştir. Bu yağmur bahçesi modeli anayoldaki kavşağa bakan kısma bir adet 10 m uzunluğunda düşünülmüştür. Modellerin genişlik ve derinliğine ilişkin veriler ise Şekil 5.19’de verilmektedir. Modelde görülen derinlik ölçülerinin 15-30 cm arasında tercih edilmesinin nedeni ise yağmur bahçesi derinliği belirlenirken eğimin dikkate alınmasıdır. Eğim %12’den az olduğu durumlarda yağmur bahçesi modelleri uygulanabilir. Bunun nedeni ise eğimin fazla olması durumunda yağmur bahçeleri etrafında toprak yığılmalarının olmasıdır. Bu yüzden Modernevler mahallesinde tercih edilen alanın eğiminin %12’den düşük olması nedeni ile 30 cm’den düşük derinlikte yağmur bahçesi modeli yapılması öngörülmüştür. Modelde görüldüğü üzere en alt katmanda mevcut toprak bulunmaktadır. Bir üst katmanda %42’ye varan sırdırma sağladığı için 20 cm çakıl zemin yer almaktadır. Bir üst katmanda 10 cm %60 kum, %20 kompost ve %20 üst toprak karışımı yer almaktadır. En üst katmanda ise toprağın nemli olması ve kış aylarında bitkilerin aşırı soğuklardan korunması amacıyla 5 cm malç tabakası yer almaktadır. Ara katmanda ise 5 cm Jeotekstil malzeme bulunmaktadır. Daha sonra yörenin iklimine uygun bitki türleri tercih edilmiştir. Yeşil yapraklı ve beyaz çiçekli olması nedeni ile *Androsace pyrenaica* (Tavuk kursağı), süs bitkisi olarak *Centaurea triumphettii* (Peygamber çiçeği) ve *Atriplex hortensis* (Bahçekarapazısı), *Echeveria spp.* (Ekeverya), soğuğa dayanıklı olması nedeni ile *Oenothera lindheimeri* (Gaura), *Eschscholzia californica* (Acem lalesi), *Draba aizoon* (Kaya çiçeği), *Nierembergia spp.* (Kadeh çiçeği) ve *Primula japonica* (Onbiray çiçeği), her türlü toprağa uyum sağladığı için *Tagetes erecta* (Kadife çiçeği) ve *Gasteria spp.* (Sığır dili), tercih edilmiştir. İhtiyaç doğrultusunda modelde kullanılan bitkiler ve bitkilerin sayıları değişiklik gösterebilir.



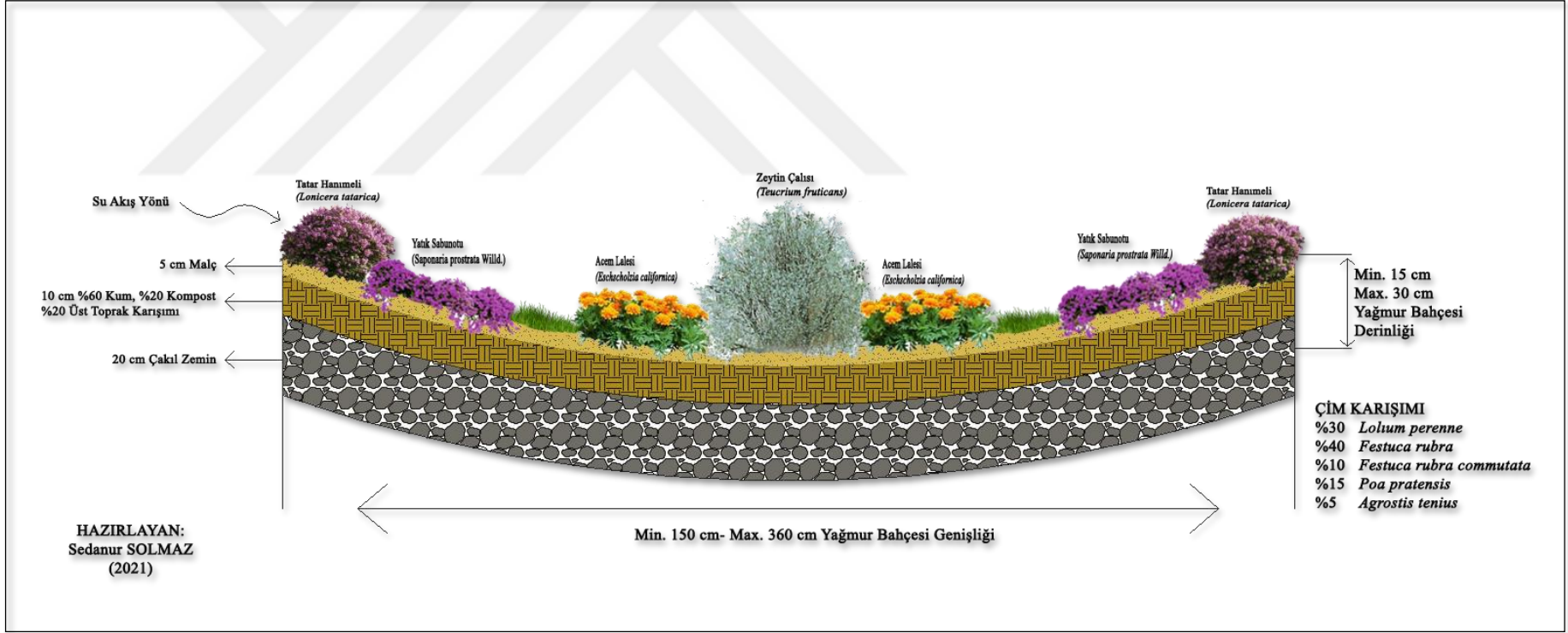
Şekil 5.19. Modernevler Mahallesi Yağmur Bahçesi 2. Model

Vatan mahallesindeki D685 karayolundaki kavşakta kot farkı düşük olduğu için yoğun yağışlar sonucunda taşkınlar oluşmaktadır. Bu taşkınların önlenmesi, yağmur sularının sürdürülebilir bir şekilde yer altı su kaynaklarına aktarılması amacıyla su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı olan yağmur bahçesi modelleri öngörülmüştür. Öngörülen bu modelin konumuna materyal bölümünde Şekil 3.27’de yer verilmiştir. Bu yağmur bahçesi modeli anayoldaki kavşağa bakan kısma iki adet 15 m uzunluğunda düşünülmüştür. Modellerin genişlik ve derinliğine ilişkin veriler ise Şekil 5.20’de verilmektedir. Modelde görülen derinlik ölçülerinin 15-30 cm arasında tercih edilmesinin nedeni ise yağmur bahçesi derinliği belirlenirken eğimin dikkate alınmamasıdır. Eğim %12’den az olduğu durumlarda yağmur bahçesi modelleri uygulanabilir. Bunun nedeni ise eğimin fazla olması durumunda yağmur bahçeleri etrafında toprak yığılmalarının olmasıdır. Bu yüzden Vatan mahallesinde tercih edilen alanın eğiminin %12’den düşük olması nedeni ile 30 cm’den düşük derinlikte yağmur bahçesi modeli yapılması öngörülmüştür. Verilen görsel karayolu üzerindeki refüjlerden birisine aittir. Modelde görüldüğü üzere %42’ye varan sırdırma sağladığı için 20 cm çakıl zemin alt katmanda yer almaktadır. Bir üst katman 10 cm %60 kum, %20 kompost ve %20 üst toprak karışımı yer almaktadır. En üst katmanda ise toprağın nemli olması ve kış aylarında bitkilerin aşırı soğuklardan korunması amacıyla 5 cm malç tabakası yer almaktadır. Daha sonra yörenin iklimine uygun bitki türleri tercih edilmiştir. İyi havalandırılmış topraklarda yetişebildiği için *Senecio cineraria* (Kül çiçeği), suya dayanıklı olması nedeni ile *Celosia argentea* (Horozibiği), soğuğa dayanıklı olması nedeni ile *Calluna vulgaris* (Süpürge çalısı), nemli toprakları sevdiği için *Sternbergia fischeriana* (Kış nergisi), çok yıllık bir bitki olması nedeni ile *Cestrum nocturnum* (Melisa) tercih edilmiştir. İhtiyaç doğrultusunda modelde kullanılan bitkiler ve bitkilerin sayıları değişiklik gösterebilir.



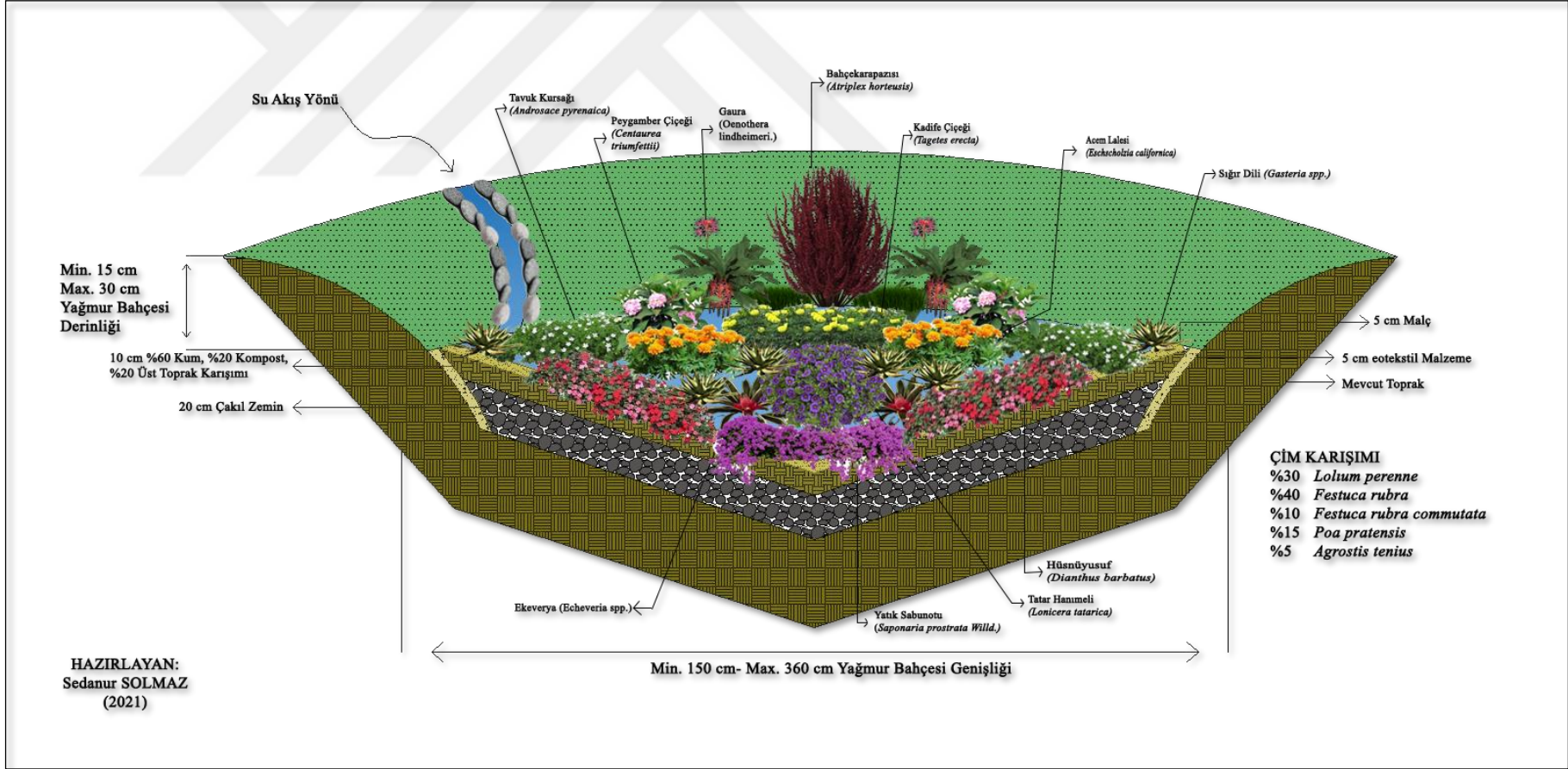
Şekil 5.20. Vatan Mahallesi Yağmur Bahçesi 1. Model

Vatan mahallesindeki D685 karayolundaki kavşakta kot farkı düşük olduğu için yoğun yağışlar sonucunda taşkınlar oluşmaktadır. Bu taşkınların önlenmesi, yağmur sularının sürdürülebilir bir şekilde yer altı su kaynaklarına aktarılması amacıyla su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı olan yağmur bahçesi modelleri öngörülmüştür. Öngörülen bu modelin konumuna materyal bölümünde Şekil 3.27’de yer verilmiştir. Bu yağmur bahçesi modeli anayoldaki kavşağa bakan kısma iki adet 15 m uzunluğunda düşünülmüştür. Modellerin genişlik ve derinliğine ilişkin veriler ise Şekil 5.21’de verilmektedir. Modelde görülen derinlik ölçülerinin 15-30 cm arasında tercih edilmesinin nedeni ise yağmur bahçesi derinliği belirlenirken eğimin dikkate alınmasıdır. Eğim %12’den az olduğu durumlarda yağmur bahçesi modelleri uygulanabilir. Bunun nedeni ise eğimin fazla olması durumunda yağmur bahçeleri etrafında toprak yığılmalarının olmasıdır. Bu yüzden Vatan mahallesinde tercih edilen alanın eğiminin %12’den düşük olması nedeni ile 30 cm’den düşük derinlikte yağmur bahçesi modeli yapılması öngörülmüştür. Verilen görsel karayolu üzerindeki refüjlerden birisine aittir. Modelde görüldüğü üzere %42’ye varan sırdırma sağladığı için 20 cm çakıl zemin alt katmanda yer almaktadır. Bir üst katman 10 cm %60 kum, %20 kompost ve %20 üst toprak karışımı yer almaktadır. En üst katmanda ise toprağın nemli olması ve kış aylarında bitkilerin aşırı soğuklardan korunması amacıyla 5 cm malç tabakası yer almaktadır. Daha sonra yörenin iklimine uygun bitki türleri tercih edilmiştir. Estetik bir görüntüye sahip olduğu için *Lonicera tatarica* (Tatar hanımeli), nemli ortam sevdiği için *Saponaria prostrata willd.* (Yatıksabunotu), soğuğa dayanıklı olması nedeni ile *Eschscholzia californica* (Acem lalesi), herdem yeşil olması nedeni ile de *Teucrium fruticans* (Zeytin çalısı) tercih edilmiştir. İhtiyaç doğrultusunda modelde kullanılan bitkiler ve bitkilerin sayıları değişiklik gösterebilir.



Şekil 5.21. Vatan Mahallesi Yağmur Bahçesi 2. Model

Vatan mahallesindeki D685 karayolundaki kavşakta kot farkı düşük olduğu için yoğun yağışlar sonucunda taşkınlar oluşmaktadır. Bu taşkınların önlenmesi, yağmur sularının sürdürülebilir bir şekilde yer altı su kaynaklarına aktarılması amacıyla su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı olan yağmur bahçesi modelleri öngörülmüştür. Öngörülen bu modelin konumuna materyal bölümünde Şekil 3.27’de yer verilmiştir. Bu yağmur bahçesi modeli anayoldaki kavşağa bakan kısma dört adet 10 m uzunluğunda düşünülmüştür. Modellerin genişlik ve derinliğine ilişkin veriler ise Şekil 5.22’de verilmektedir. Modelde görülen derinlik ölçülerinin 15-30 cm arasında tercih edilmesinin nedeni ise yağmur bahçesi derinliği belirlenirken eğimin dikkate alınmasıdır. Eğim %12’den az olduğu durumlarda yağmur bahçesi modelleri uygulanabilir. Bunun nedeni ise eğimin fazla olması durumunda yağmur bahçeleri etrafında toprak yığılmalarının olmasıdır. Bu yüzden Vatan mahallesinde tercih edilen alanın eğiminin %12’den düşük olması nedeni ile 30 cm’den düşük derinlikte yağmur bahçesi modeli yapılması öngörülmüştür. Verilen görsel karayolu üzerindeki orta kavşak alanına aittir. Modelde görüldüğü üzere en alt katmanda mevcut toprak bulunmaktadır. Bir üst katmanda %42’ye varan sızdırma sağladığı için 20 cm çakıl zemin yer almaktadır. Bir üst katmanda 10 cm %60 kum, %20 kompost ve %20 üst toprak karışımı yer almaktadır. En üst katmanda ise toprağın nemli olması ve kış aylarında bitkilerin aşırı soğuklardan korunması amacıyla 5 cm malç tabakası yer almaktadır. Ara katmanda ise 5 cm Jeotekstil malzeme bulunmaktadır. Daha sonra yörenin iklimine uygun bitki türleri tercih edilmiştir. Yeşil yapraklı ve beyaz çiçekli olması nedeni ile *Androsace pyrenaica* (Tavuk kursağı), süs bitkisi olarak *Centaurea triumfettii* (Peygamber çiçeği), *Atriplex hortensis* (Bahçekarapazısı), *Echeveria spp.* (Ekeverya) ve *Lonicera tatarica* (Tatar hanımeli), suya dayanıklı olduğu için *Dianthus barbatus* (Hüsnüyusuf), soğuğa dayanıklı olması nedeni ile *Oenothera lindheimeri* (Gaura) ve *Eschscholzia californica* (Acem lalesi), her türlü toprağa uyum sağladığı için *Tagetes erecta* (Kadife çiçeği) ve *Gasteria spp.* (Sığır dili), nemli ortam sevdiği için *Saponaria prostrata willd.* (Yatıksabunotu) tercih edilmiştir. İhtiyaç doğrultusunda modelde kullanılan bitkiler ve bitkilerin sayıları değişiklik gösterebilir.



Şekil 5.22. Vatan Mahallesi Yağmur Bahçesi 3. Model

Küreselleşme sonucunda meydana gelen hızlı kentleşme ile birlikte kent dokusundaki yeşil alan miktarı yerini sert ve geçirimsiz yüzeylere bırakmıştır. Geçirimsiz yüzeylerin artması sonucunda ise kentlerdeki sürdürülebilirlik ve ekolojik denge kaybolmaktadır. Bu durumun önüne geçilmesi için ise yeşil alanların öneminin toplum tarafından algılanması gerekmektedir. Bu algının oluşması için gerekli bilinçlendirme çalışmaları yapılması gerekmektedir. Bilinçlendirme çalışması sonucunda kent dokusundaki yeşil alanların önemi kavranacak ve ekolojik sürdürülebilirlik sağlanacaktır.

İnsanoğlu doğal ve kültürel alanları farklı amaçlar ve bilinçsiz kullanım sonucunda tahrip etmektedir. Tahrip edilen bu alanları iyileştirmek ve geliştirmek için temiz bir çevrenin gelecek nesillere aktarılması toplumsal bir zorunluluktur. Fakat, tahrip edilmiş alan kendi haline bırakıldığında, ekolojik sürdürülebilirliği sağlaması mümkün olmayacaktır. Tahrip edilmiş bu alanların doğaya tekrar entegre edilmesi için insanların bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Bilinçlendirilme sağlandıktan sonra insanların çabaları ile doğal ve kültürel alanlar iyileştirilebilecektir.

Yağmur bahçeleri hem ekolojik sürdürülebilirliği sağlayan hem de kent içerisindeki geçirimsiz yüzeylerin neden olduğu sorunlara çözüm bulan gri altyapılara alternatif birer yeşil altyapı sistemidir. Şiddetli yağışlar sonucunda kentin belli kısımlarında eğimin düşük kotta olması nedeni ile taşkınlar meydana gelmektedir. Kent ortamındaki sert ve geçirimsiz yüzeylerde kentsel ısı ada etkisine de yol açan geçirimsiz alanların fazla ve yeşil alan miktarının az olması nedeni ile taşkınlar sonucunda biriken yağmur suları yer altı su kaynaklarına ulaşamamaktadır. Bu etkilerin ortadan kaldırılması ve taşkınlar sonucunda biriken yağmur sularının yer altı su kaynaklarına ulaşmasının sağlanması amacıyla su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı (WSUD) olan yağmur bahçeleri önem arz etmektedir.

Bu kapsamda Isparta kent merkezindeki taşkınların meydana geldiği alanlar yetkili kurumlar tarafından teyit edilmiş ve daha sonra yerinde gözlem neticesinde bu alanlarda şiddetli yağış sonrası taşkınların oluştuğu gözlemlenmiştir. Taşkınların meydana geldiği mahalleler olan Ayazmana, Bahçelievler, Çünür, Dere, Modernevler, Vatan mahallelerinden ana yola ve kamusal alanlara yakın noktalardan düşük kotlu

alanlar belirlenmiş ve bu alanlara yöreye uygun bitkiler kullanılarak su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı (WSUD) olan yağmur bahçesi modelleri öngörülmüştür.

Yağmur bahçeleri sürdürülebilir ve sağlıklı kentler için önemlidir. Hem kent insanı hem kent ekolojisi için yaşanılabilir kentler oluşturmak adına alternatif yaklaşımların belirlenmesi gereklidir. Günümüz koşullarında değişen iklim şartlarına göre yerel yönetimlerin bu kapsamda ileriye dönük tedbirler alması açısından bu alternatif yaklaşımların ülke ve yerel anlamda benimsenmesi ve uygulamaya koyulmasının gerekli olduğu düşünülmektedir. Günümüz hatta geleceğin kentlerinin su duyarlı kentsel tasarım (WSUD) kapsamında değerlendirilmesi gerektiğinin düşünüldüğü bu çalışmada bir kent için yağmur suyunun yüzeysel akışa geçtiği ve biriktiği düşük kotlarda yağmur bahçeleri modelleri öngörülmüştür. Yapılan bu çalışmanın diğer bilimsel çalışmalara ışık tutması ve ilgili kurum ve kuruluşlara da rehber olması beklenmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Avdan, Z.Y., Yıldız, D., Çabuk, A., 2015. Yağmur Suyu Yönetimi Açısından Yeşil Altyapı Sistemlerinin Değerlendirilmesi. Anadolu Üniversitesi Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü Sempozyumu, Eskişehir.
- Daloğlu, G., 2017. Isparta Kent Merkezi'nin Bazı Açık-Yeşil Alan Standartları Açısından Değerlendirilmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 85s, Isparta.
- Doğangönül, Ö., Doğangönül, C., 2008. Küçük ve Orta Ölçekli Yağmur Suyu Kullanımı, 2. Baskı, Teknik Yayınevi, 499s, Ankara.
- Demir, D., 2012. Konvansiyonel Yağmur Suyu Yönetim Sistemleri ile Sürdürülebilir Yağmur Suyu Yönetim Sistemlerinin Karşılaştırılması: İTÜ Ayazağa Yerleşkesi Örneği, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 214s, İstanbul.
- Efe, M., 2006. Atık Su ve Yağmur Suyu Toplayıcı Sistemlerinin Tasarımı ve İşletilmesinde Kullanılan Bilgisayar Destekli Modellerin Değerlendirilmesi ve Bir Örnek Uygulama, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 113s, İstanbul.
- Ekşi, M., Yılmaz, M., Özden, Ö., 2016. Yağmur Bahçelerinin Nicel Değerlendirilmesi: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Örneği İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, İstanbul.
- Fletcher, T.D., Shuster, W., Hunt, W.F., 2015. SUDS, LID BMPs WSUD and more The Evolution and Application of Terminology Surrounding Urban Drainage, Dergi, 12, (7), 525- 542.
- Gül A., Özçelik, H., Uzun, Ö. F., 2012. Isparta Yöresindeki Bazı Yer Örtücü Bitkilerin Adaptasyonu ve Özellikleri, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 16-2, 133-145, 2012.
- Hoyer, J., Dickhout, W., Kronawitter, L., Weber, B., 2011. Water Sensitive Urban Design Principles and Inspiration for Sustainable Stormwater Management in the City of the Future, El Kitabı, Hamburg.
- İşçi, B., Pınarcı, N., Gül, A., 2018. Kentsel Ekoturizm ve Isparta Kent Merkezinde Uygulanabilirliği, Karabük Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 1s, 8, 2018.
- Kahraman, S., 2018. İklim Değişikliğinin Bölgesel ve Kentsel Alanlar Üzerinde Etki Analizi: TR61 (Antalya, Isparta, Burdur) Bölge Örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 155s, Isparta.

- Karataş, A., Kılıç, S., 2017. Sürdürülebilir Kentsel Gelişme ve Yeşil Alanlar. İstanbul Üniversitesi Siyasal: Journal of Political Sciences Dergisi, 26(2): 53–78.
- Katsifarakis, K.L., Vafeiadis, M., Theodossiou, N., 2015. Sustainable Drainage and Urban Landscape Upgrading Using Rain Gardens. Site Selection In Thessaloniki, Greece. Department of Civil Engineering, Aristotle University of Thessaloniki, Agriculture and Agricultural Science Dergisi, 4: 338-347.
- Killion, S.M., 2011. Design and Modeling Of Infrastructure For Residential and Community Water Reuse. The Graduate College at the University of Nebraska, For the Degree of Master of Science, 180s, Nebraska.
- Lloyd, S.D., Wong, T.H.F., Chesterfield C.J., 2002. Water Sensitive Urban Design a Stormwater Management Perspective. Hidroloji Yakalama Araştırma Merkezi, Melbourne Su Şirketi.
- Lottering, N., Plessis D., Donaldson, R., 2015. Coping With Drought: The Experience Of Water Sensitive Urban Design (WSUD) In The George Municipality, University of Stellenbosch, Department of Geography and Environmental Studies, South Africa.
- Müftüoğlu, V., Perçin, H., 2015. Sürdürülebilir Kentsel Yağmur Suyu Yönetimi Kapsamında Yağmur Bahçesi. İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi, 5, (11), 27-37.
- Oruç, S., 2018. Climate Change And Futureproofing Infrastructure: Etimesgut, Ankara Case Study. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Doğal ve Uygulamalı Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, 115s, Ankara.
- Öztürk, K., 2002. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi 22, (1), 47-65.
- Şahin, N. İ., 2011. Binalarda Yağmur Suyunun Kullanılması, Tesisat Mühendisliği Dergisi 125.
- Türkeş, M., Sümer, U.M. ve Çetiner, G., 2000. Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri. Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, Ankara.
- URL-1. <http://www.sungersehirler.com/6121-yagmur-suyu-yonetimi>
SungerSehirlerHaberDetayi.aspx, Erişim Tarihi: 20.09.2019
- URL-2. <http://www.degora.com/diger-teknikler.html>, Erişim Tarihi: 29.09.2019
- URL-3. <https://www.tgrthaber.com.tr/ekonomi/sele-karsi-yagmur-bahceleri-2661111>,
Erişim Tarihi: 02.10.2019

- URL-4. https://worldlandscapearchitect.com/water-sensitive-urban-design/#.Xe_j0egzaM8, Erişim Tarihi: 30.09.2019
- URL-5. <http://blogs.nottingham.ac.uk/blue-greencities/2016/04/11/the-journey-towards-a-flood-proof-rotterdam/>, Erişim Tarihi: 08.12.2019
- URL-6. [https://en.wikipedia.org/wiki/Watersensitive_urban_design#:~:text=Water%20sensitive%20urban%20design%20\(WSUD,improve%20aesthetic%20and%20recreational%20appeal](https://en.wikipedia.org/wiki/Watersensitive_urban_design#:~:text=Water%20sensitive%20urban%20design%20(WSUD,improve%20aesthetic%20and%20recreational%20appeal), Erişim Tarihi: 25.09.2019
- URL-7. <https://www.kilsanblog.com/yesil-cevre-ci-ekolojik/yagmur-bahceleri/>, Erişim Tarihi: 08.12.2019
- URL-8. <https://www.plantdergisi.com/doc-dr-reyhan-erdogan/surdurulerbilir-yagmur-suyu-yonetimi-ve-yagmur-bahceleri.html>, Erişim Tarihi: 30.10.2019
- URL-9. <http://www.yazreyhan.com/2017/04/yagmur-bahceleri/>, Erişim Tarihi: 30.10.2019
- URL-10. <https://www.pinterest.fr/pin/438186238737571930/?autologin=true>, Erişim Tarihi: 30.09.2019
- URL-11. <https://www.kilsanblog.com/yesil-cevre-ci-ekolojik/yagmur-bahceleri/>, Erişim Tarihi: 02.10.2019
- URL-12. <https://peyzax.com/yagmur-bahcesi-nasil-yapilir/>, Erişim Tarihi: 17.11.2020
- URL-13. <http://www.muraterginoz.com/haussman.htm>, Erişim Tarihi: 22.09.2019
- URL-14. https://fr.wikipedia.org/wiki/Rue_Saint-Nicolas-du-Chardonnet, Erişim Tarihi: 30.09.2019
- Yıldırım, Ö. F., 2013. Role Of Extra-Curricular Activities On Students'knowledge, Skills, And Attitudes Toward Climate Change, Climate Change Adaptation And Mitigation. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 181s, Ankara.
- Yöner, G., 2018. Havzalarda Yüzey Akış Hesaplama Yöntemleri, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ders Notları, 104s, İzmir.

