

T.C.  
EGE ÜNİVERSİTESİ  
Fen Bilimleri Enstitüsü

**SÜRDÜRÜLEBİLİR YAĞIŞ SUYU YÖNETİMİNE  
İLİŞKİN PEYZAJ PLANLAMA ÖNERİLERİ:  
BORNOVA ÇAYI HAVZASI ÖRNEĞİ**

Merve ÖZEREN ALKAN

Danışman : Prof. Dr. Şerif HEPCAN

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı  
Peyzaj Mimarlığı Doktora Programı

İzmir  
2019



Merve ÖZEREN ALKAN tarafından doktora tezi olarak sunulan “Sürdürülebilir Yağış Suyu Yönetimine İlişkin Peyzaj Planlama Önerileri: Bornova Çayı Havzası Örneği” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 28 / 08 / 2019 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

**Jüri Üyeleri:**

**İmza**

**Jüri Başkanı** :Prof. Dr. Şerif HEPCAN

**Raportör Üye** :Doç. Dr. Çiğdem COŞKUN HEPCAN

**Üye** :Prof. Dr. Şerafettin AŞIK

**Üye** :Doç. Dr. Koray VELİBEYOĞLU

**Üye** :Dr. Öğr. Üyesi Ahmet BENLİYAY











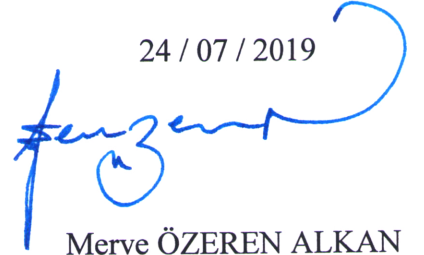


# EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

## ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Doktora Tezi olarak sunduğum “Sürdürülebilir Yağış Suyu Yönetimine İlişkin Peyzaj Planlama Önerileri: Bornova Çayı Havzası Örneği” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

24 / 07 / 2019



Merve ÖZEREN ALKAN



## ÖZET

# SÜRDÜRÜLEBİLİR YAĞIŞ SUYU YÖNETİMİNE İLİŞKİN PEYZAJ PLANLAMA ÖNERİLERİ: BORNOVA ÇAYI HAVZASI ÖRNEĞİ

ÖZEREN ALKAN, Merve

Doktora Tezi, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Şerif HEPCAN

Ağustos 2019, 151 sayfa

Tez çalışması kapsamında, İzmir kentinde yer alan 48,13 km<sup>2</sup> yüzölçümü olan Bornova Çayı Havzası'nda yüzey akışa geçen yağış suyu miktarı hesaplanarak arazi kullanım kararlarının yüzey akış miktarı üzerine etkisi ortaya konulmuştur.

Yüzey akışa geçen yağış suyu miktarının tespitinde “Eğri Numarası Yöntemi” (NRCS Curve Number (CN) Method)'ni temel alan “Eğim Entegrasyonlu CN Hesaplama Yöntemi” (The Modified NRCS CN Method) kullanılmıştır. Arazi kullanım kararlarının yüzey akış miktarı üzerine etkisinin saptanmasında ise; 1/25.000 ölçekli İzmir Büyükşehir Bütünü Çevre Düzeni Planı'nda ilân edilen arazi kullanım kararları çerçevesinde Bornova Çayı Havzası için arazi kullanım değişim senaryoları kurgulanmıştır.

Araştırma sonucunda havzada 2.717.841,34 m<sup>3</sup> suyun yüzey akışa geçtiği, kötümser arazi kullanım değişim senaryosunun hayata geçmesi durumunda yüzey akış suyu hacminin %8,3 oranında artacağı, iyimser arazi kullanım değişim senaryosunun hayata geçmesi durumunda ise; %0,4 oranında düşeceği sonucu elde edilmiştir. Havzada yağış sularının sürdürülebilir yönetimini sağlamak üzere yasal, yönetsel, ekonomik, sosyo-kültürel, teknolojik öneriler ile peyzaj planlama süreçlerine ilişkin öneriler sunulmuştur.

**Anahtar sözcükler:** Yağış suyu yönetimi, Bornova Çayı Havzası, NRCS Eğri Numarası Yöntemi





## ABSTRACT

### LANDSCAPE PLANNING RECOMMENDATIONS IN TERMS OF SUSTAINABLE STORMWATER MANAGEMENT: THE CASE OF BORNOVA STREAM CATCHMENT

ÖZEREN ALKAN, Merve

PhD in Landscape Architecture

Supervisor: Prof. Dr. Şerif HEPCAN

August 2019, 151 pages

In this study the amount of runoff volume in the Bornova Stream Catchment, which has a surface area of 48.13 km<sup>2</sup> in the city of Izmir, was calculated and the effect of land use decisions on the surface runoff was revealed.

The Modified NRCS CN Method, which is based on the NRCS Curve Number Method, was used to determine the runoff volume. In determining the effect of land use decisions on surface runoff; land use change scenarios have been designed for the Bornova Stream Catchment within the framework of land use decisions of the 1/25.000 scaled Izmir Metropolitan Area Master Plan.

As a result of the study, it was calculated that the runoff volume of the Bornova Stream Catchment is 2.717.841.34 m<sup>3</sup>. It is concluded that the runoff volume will increase by 8,3% if the pessimistic land use change scenario is implemented and if the optimistic land use change scenario is implemented, this rate will decrease by 0,4%. Landscape planning proposals were supported by providing legal, administrative, economic, socio-cultural and technological suggestions to ensure the sustainable stormwater management in the catchment.

**Keywords:** Stormwater management, Bornova Stream Catchment, NRCS Curve Number (CN) Method



**İÇİNDEKİLER**

	<u>Sayfa</u>
ÖZET .....	vii
ABSTRACT .....	ix
İÇİNDEKİLER .....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	xxiii
1. GİRİŞ .....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	5
2.1. Kavramsal Çerçeve .....	5
2.1.1. Yağış suyu yönetimi .....	5
2.1.2. Ülkemizin yağış suyu yönetimi yaklaşımı ve uygulamaları .....	12
2.1.3. Kentsel yeşil alanlar ve yağış suyu yönetimi ilişkisi .....	19
2.2. Konuyla İlgili Önceki Bilimsel Çalışmalar .....	24
3. GEREÇ VE YÖNTEM .....	30
3.1. Gereç .....	30
3.1.1. İklim özellikleri .....	31

**İÇİNDEKİLER (Devam)**

	<u>Sayfa</u>
3.1.2. Toprak özellikleri.....	33
3.1.3. Hidrografya .....	33
3.1.4. Bitki örtüsü.....	38
3.2. Yöntem.....	40
3.2.1. Havza alanı sınırlarının belirlenmesi .....	41
3.2.2. Havzanın yüzey akış miktarının tespiti.....	43
3.2.2.1. Arazi kullanım tipi haritasının oluşturulması.....	49
3.2.2.2. Hidrolojik toprak grupları (HTG) haritasının oluşturulması.....	51
3.2.2.3. Arazi örtüsü-toprak kompleksi haritasının oluşturulması .....	52
3.2.2.4. Eğim haritasının oluşturulması .....	52
3.2.2.5. Eğim entegre arazi örtüsü- toprak haritasının oluşturulması .....	52
3.2.2.6. Eğim entegre eğri numarası (EECN2) haritasının oluşturulması.....	53
3.2.2.7. Yüzey akış miktarı haritasının oluşturulması.....	53
3.2.2.8. Havzanın yüzey akış miktarının tespiti.....	53
3.2.3. Arazi kullanım değişim senaryolarının yüzey akış miktarı üzerine etkilerinin ortaya koyulması.....	55

## İÇİNDEKİLER (Devam)

### Sayfa

3.2.3.1. 1/25.000 ölçekli İzmir Büyükşehir Bütünü Çevre Düzeni Planı (İBBÇDP) arazi kullanım türlerinin analiz edilmesi.....	55
3.2.3.2. 1/25.000 ölçekli İzmir Büyükşehir Bütünü Çevre Düzeni Planı (İBBÇDP) arazi kullanım türlerinin mevcut arazi kullanım tipleriyle karşılaştırılması .....	60
3.2.3.3. Arazi kullanım değişim senaryolarının kurgulanması .....	61
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	64
4.1. Bornova Çayı Havza Sınırları.....	64
4.2. Havzada Yüze Akışa Geçen Yağış Suyu Miktarı.....	64
4.2.1. Arazi kullanım tipleri.....	64
4.2.2. Hidrolojik toprak grupları.....	71
4.2.3. Arazi örtüsü-toprak kompleksi .....	71
4.2.4. Eğim durumu .....	78
4.2.5. Eğim entegre arazi örtüsü-toprak kompleksi.....	78
4.2.6. Eğim entegre eğri numarası (EECN <sub>2</sub> ).....	82
4.2.7. Yüze akış miktarı.....	87
4.3. Arazi Kullanım Değişim Senaryoları ve Yüze Akış Miktarı Üzerine Etkileri.....	91

**İÇİNDEKİLER (Devam)**Sayfa

4.3.1. 1/25.000 ölçekli izmir büyükşehir bütünü çevre düzeni planı (İBBÇDP) arazi kullanım türleri .....	91
4.3.2. İBBÇDP arazi kullanım türlerinin mevcut arazi kullanım tipleriyle ilişkisi.....	94
4.3.3. Kurgulanan arazi kullanım değişim senaryolarının yüzey akış miktarı üzerine etkileri .....	97
5. DEĞERLENDİRME VE TARTIŞMA .....	107
5.1. Havzada Yüzey Akışa Geçen Yağış Suyu Miktarı .....	107
5.2. Arazi Kullanım Değişim Senaryoları ve Yüzey Akış Miktarı Üzerine Etkileri .....	115
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	121
KAYNAKLAR DİZİNİ .....	137
TEŞEKKÜR.....	149
ÖZGEÇMİŞ .....	150
EKLER	

**ŞEKİLLER DİZİNİ**Sayfa

Şekil 2.1. Süzme/sızdırma uygulamalarının temel işleyiş mekanizması .....	10
Şekil 2.2. Geciktirme uygulamalarının temel işleyiş mekanizması.....	11
Şekil 2.3. Tutma/biriktirme uygulamalarının temel işleyiş mekanizması .....	11
Şekil 2.4. Cromwell Park, Washington .....	20
Şekil 2.5. Cromwell Park vaziyet planı .....	20
Şekil 2.6. Tanner Springs Park, Oregon .....	21
Şekil 2.7. Tanner Springs Park su sirkülasyonunun mekanik detayı.....	22
Şekil 2.8. Yaşar Kemal Parkı, Çankaya – Ankara .....	22
Şekil 2.9. Yaşar Kemal Parkı biyolojik gölet -1 .....	23
Şekil 2.10. Yaşar Kemal Parkı biyolojik gölet -2.....	23
Şekil 3.1. Araştırma alanının coğrafi konumu.....	30
Şekil 3.2. Bornova (1967-2016) yağış rejim diyagramı .....	32
Şekil 3.3. Bornova Çayı Havzası hidrografi haritası .....	34
Şekil 3.4. Doğal yatağında akan Bornova Deresi, Kayadibi Mahallesi.....	35
Şekil 3.5. Bornova Deresi yatağı, Laka Mahallesi .....	36
Şekil 3.6. Bornova Deresi ıslah çalışmalarının başladığı mevki, Laka Mahallesi .....	36

## ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

### Sayfa

Şekil 3.7. Beton yatakta akan Bornova Çayı, Kızılay Mahallesi .....	37
Şekil 3.8. Beton yatakta akan Bornova Çayı, Osmangazi Mahallesi.....	37
Şekil 3.9.Maki formasyonu, Eğridere Mahallesi .....	38
Şekil 3.10. Maki formasyonu, Kayadibi Mahallesi .....	39
Şekil 3.11. Frigana formasyonu, Eğridere Mahallesi.....	39
Şekil 3.12. Araştırma yöntemi akış şeması .....	40
Şekil 3.13. Havza alanı sınırlarının belirlenmesi akış şeması.....	41
Şekil 3.14. Hidrolojik modellemeyle havza alanı sınırının belirlenmesi akış şeması.....	42
Şekil 3.15. Bornova Çayı Havzası yüzey akış miktarı tespiti akış şeması.....	47
Şekil 3.16. Yüzey akış miktarı tespiti aşamasının CBS süreci .....	48
Şekil 3.17. Arazi kullanım değişim senaryolarının yüzey akış miktarı üzerine etkilerinin ortaya konulması aşaması akış şeması.....	55
Şekil 3.18. 1/25.000 ölçekli İBÇDP'ye göre Bornova Çayı Havzası'ndaki koruma alan sınıfları.....	60
Şekil 4.1. Bornova Çayı Havzası sınırları.....	65
Şekil.4.2. Bornova Çayı Havzası arazi kullanım haritası .....	66



**ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)**

	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.3. Meyve bahçeleri, Kayadibi Mahallesi .....	67
Şekil 4.4. Kayalık alanlar, Laka Mahallesi.....	67
Şekil 4.5. Yapılı alan alt tiplerin tüm yapılı alanlardaki dağılımı .....	69
Şekil 4.6. Açık alan alt tiplerin tüm açık alanlardaki dağılımı .....	70
Şekil 4.7. Yol alt tiplerinin tüm yollardaki dağılımı.....	70
Şekil 4.8. Bornova Çayı Havzası hidrolojik toprak grupları haritası .....	72
Şekil 4.9. B tipi hidrolojik toprak gruplarının arazi kullanım tiplerine göre dağılımı .....	75
Şekil 4.10. C tipi hidrolojik toprak gruplarının arazi kullanım tiplerine göre dağılımı .....	76
Şekil 4.11. D tipi hidrolojik toprak gruplarının arazi kullanım tiplerine göre dağılımı.....	77
Şekil 4.12. Bornova Çayı Havzası eğim haritası .....	79
Şekil 4.13. Bornova Çayı Havzası entegre eğri numarası haritası .....	83
Şekil 4.14. Bornova Çayı Havzası yüzey akış miktarı haritası.....	89
Şekil 4.15. Bornova Çayı Havzası yüzey akış hacmi haritası .....	90
Şekil 4.16. İzmir Büyükşehir Bütünü Çevre Düzeni Planı (İBBÇDP)'nin Bornova Çayı Havzası özelinde arazi kullanım kararları dağılımı.....	92

**ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)**Sayfa

Şekil 4.17. Bornova Çayı Havzası'nı gösteren sayısallaştırılmış 1/25.000 ölçekli İzmir Büyükşehir Bütünü Çevre Düzeni Planı .....	93
Şekil 4.18. Arazi kullanım değişim senaryoları-Bütünleşik Senaryo 1 .....	105
Şekil 4.19. Arazi kullanım değişim senaryoları-Bütünleşik Senaryo 2 .....	106
Şekil 5.1. Taşocağı, Laka mahallesi.....	108
Şekil 5.2. Eğridere Mahallesi, kırsal yerleşme alanı.....	116
Şekil 6.1. Sürdürülebilir yağış suyu yönetimi uygulamaları örnekleri, ABD, Eugene .....	135
Şekil 6.2. Sürdürülebilir yağış suyu yönetimi uygulamaları örnekleri, ABD, Eugene ve Portland.....	135

**ÇİZELGELER DİZİNİ**Sayfa

Çizelge 2.1. Yüksek yoğunluklu kentsel havzalarda yer alan alıcı su ortamlarında görülen sorunlar.....	7
Çizelge 2.2 Ulusal su politikaları hakkında görev ve yetkileri bulunan kurum ve kuruluşlar.....	14
Çizelge 2.3. 2019 yılı itibariyle Yönetim Planı hazırlanmış havzaların 2017 yılı yıllık ortalama yüzeysuyu su potansiyeli .....	16
Çizelge 3.1. Bornova Çayı Havzası nüfusu.....	39
Çizelge 3.2. Önceki yüzey akış durumları sınıflandırması.....	45
Çizelge 3.3. Kentsel ve kırsal alanlar için örnek yüzey akış katsayısı (CN) tablosu .....	46
Çizelge 3.4. Bornova Çayı Havzası arazi kullanım sınıfları ve açıklamaları.....	50
Çizelge 3.5. Eğri Numarası (CN) Yöntemi'ne göre hidrolojik toprak sınıfları ve özellikleri.....	51
Çizelge 3.6. Bornova Çayı Havzası yüzey akış miktarı (mm) hesaplamasında kullanılan eğri numarası (CN) tablosu .....	54
Çizelge 3.7. Bornova Çayı Havzası arazi değişim senaryoları.....	62
Çizelge 3.8. Bütünleşik senaryoların kurguları .....	65
Çizelge 4.1. Bornova Çayı Havzası arazi kullanım tiplerinin kapladıkları yüzölçümlerine göre dağılımı.....	71

**ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam)**Sayfa

Çizelge 4.2. Bornova Çayı Havzası hidrolojik toprak grupları tiplerinin kapladıkları yüzölçümlerine göre dağılımı .....	73
Çizelge 4.3. Bornova Çayı Havzası arazi kullanım tiplerinin hidrolojik toprak grubu tiplerine göre dağılımı .....	74
Çizelge 4.4. Bornova Çayı Havzası hidrolojik toprak gruplarının arazi kullanım tiplerine göre dağılımı.....	75
Çizelge 4.5. Eğim gruplarının içerdikleri arazi kullanım tiplerine göre dağılımı .....	80
Çizelge 4.6. Arazi kullanım tiplerinin eğim gruplarına göre dağılımı.....	81
Çizelge 4.7. Eğim gruplarının içerdikleri hidrolojik toprak gruplarına göre dağılımı ...	81
Çizelge 4.8. Hidrolojik toprak grubu tiplerinin eğim gruplarına göre dağılımı.....	81
Çizelge 4.9. Eğim entegre eğri numaralarına göre arazi kullanım tiplerinin dağılımı .....	84
Çizelge 4.10. Eğim entegre eğri numaralarına göre hidrolojik toprak grubu dağılımı .....	85
Çizelge 4.11. Eğim entegre eğri numaralarına göre ortalama eğim yüzdesi dağılımı .....	85
Çizelge 4.12. Yüzey akış miktarı 0-30 mm olan alanların yüzey akış miktarı-arazi kullanım tipi, eğim ve hidrolojik toprak grubu ilişkisi .....	86

**ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam)**Sayfa

Çizelge 4.13. Yüzey akış miktarı 31-50 mm olan alanların yüzey akış miktarı- arazi kullanım tipi, eğim ve hidrolojik toprak grubu ilişkisi.....	86
Çizelge 4.14. Yüzey akış miktarı 51-70 mm olan alanların yüzey akış miktarı- arazi kullanım tipi, eğim ve hidrolojik toprak grubu ilişkisi.....	87
Çizelge 4.15. Yüzey akış miktarı 71-90 mm olan alanların yüzey akış miktarı- arazi kullanım tipi, eğim ve hidrolojik toprak grubu ilişkisi.....	87
Çizelge 4.16. Yüzey akış miktarı 91-107 mm olan alanların yüzey akış miktarı- arazi kullanım tipi, eğim ve hidrolojik toprak grubu ilişkisi.....	88
Çizelge 4.17. Yüzey akışa geçen yağış suyu miktarı (m <sup>3</sup> ) - arazi kullanım tipleri ilişkisi .....	88
Çizelge 4.18. Bornova Çayı Havzası sınırları içinde kalan İzmir Büyükşehir Bütünü Çevre Düzeni Planı arazi kullanım türleri .....	94
Çizelge 4.19. İBBÇDP arazi kullanım türlerinin mevcut arazi kullanım tipleriyle ilişkisi .....	95
Çizelge 4.20. İBBÇDP arazi kullanım türlerinin mevcut arazi kullanım tipleriyle karşılaştırılması .....	96
Çizelge 4.21. Arazi kullanım değişim senaryolarının yüzey akış miktarı üzerine etkileri.....	98
Çizelge 4.22. Bütünleşik senaryoların kurguları .....	104
Çizelge 6.1. Su yönetiminde yaşanan yasal sorunlar ve çözüm önerileri .....	128

**ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam)**Sayfa

Çizelge 6.2. Su yönetiminde yaşanan yönetsel sorunlar ve çözüm önerileri.....129

Çizelge 6.3. Su yönetiminde yaşanan sosyo-kültürel, ekonomik, teknolojik sorunlar ve çözüm önerileri .....131

Çizelge 6.4. Su yönetiminde yaşanan planlama sürecine ilişkin sorunlar ve çözüm önerileri .....132

Çizelge 6.5. Su yönetiminde yaşanan tasarım sürecine ilişkin sorunlar ve çözüm önerileri.....134

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ****Simgeler Açıklama**

---

$Q$	Yüzey akış derinliği ( $mm$ )
$P$	Yağış miktarı ( $mm$ )
$S$	Maksimum yağış suyu tutma potansiyeli
CN	Eğri numarası
$I_a$	Yüzey akışa geçmeden kaybolan yağış su miktarı
$Q_v$	Yüzey akış hacmi ( $m^3$ )
$\alpha$	Eğim

**Kısaltmalar**

DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EPA	Çevre Koruma Ajansı
İBB	İzmir Büyükşehir Belediyesi
İTÜ	İstanbul Teknik Üniversitesi
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
NRC	Ulusal Araştırma Konseyi
NRCS	Doğal Kaynakların Korunması Servisi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu





## 1. GİRİŞ

Binlerce yıldır yağış suyunun yönetimi selden korunma önlemleri üzerine yoğunlaşmıştır. En önemli hedef, yağışlarla birlikte oluşan su miktarını kontrol etmektir. İnsanlar, yerleştikleri alanları sel riskinden koruma, evlerinin aşırı ve ani yağışlarda su altında kalmasını önleme dürtüsüyle hareket etmiştir. Bu kapsamda yağış sularının yeryüzüne düştüğü yerden taşınarak en yakın su kaynağına ulaştırılması temel prensip olmuştur. Kentsel peyzajlarda yağış suyu, ortadan kaldırılması gereken bir atık, baş edilmesi gereken bir sorun olarak görülmüştür. Bu süreçte su kaynaklarındaki debinin ve su kalitesinin korunması gibi konular göz ardı edilmiş suyun en kısa sürede uzaklaştırılmasına odaklanılmıştır (Methods and Durrans, 2003).

Echols and Pennypacker'a (2015) göre; son yıllarda yağış suyu yönetimi anlayışında yaşanan gelişmelerle birlikte yağış suyunun istenmeyen bir varlık olduğu kabulünden, özenle yönetilmesi gereken doğal bir kaynak, bir varlık olduğu bilincine geçiş yaşanmaktadır. Yakın geçmişte taşkın önlemek, aşırı yüzeysel akışları birleşik kanalizasyon sistemleri yoluyla, yağışın düştüğü anda alandan uzaklaştırmak üzerine kurulu yönetim stratejilerinin yerini yağışların yeraltına sızdırılması, yağış suyunun yerinde değerlendirilmesi stratejileri almıştır. Bu dönüşüm, 1990'larda yağış sularının yer altı ve yer üstü su kaynaklarını besleme potansiyeline odaklanmasıyla başlamıştır. 2000'lerde ise eğilim; yağış sularının yönetimi aracılığıyla yaşam kalitesinin artırılması, suya dayalı sorunların çevrede yaşayanlara keyif veren, teknik olduğu kadar ekolojik ve estetik uygulamalarla çözüme kavuşturma potansiyelinin keşfedilmesi olmuştur.

Büyük ölçüde geçirimsiz yüzeylerle kaplı kentlerde yağış suyunun sürdürülebilir yönetiminin sağlanması, iklim değişikliğinin etkilerinin ciddi olarak hissedildiği günümüzde, kıt bir kaynak olan ve yaşamsal önem taşıyan suyun akıllıca dağıtımına ve kullanımına olanak sağlayan bir işleyişin kurulması anlamına gelmektedir. Yağış suyunun ekolojik süreçlerin bir parçası ve doğal bir kaynak olarak görülmeyip, kanalizasyon ya da açık-kapalı drenaj kanallarıyla en kısa sürede deniz ve derelere deşarj edilmesi gereken bir yük olarak algılanması ve muamele görmesi bir başka önemli sorundur.

Yağış suyu yönetimi kapsamında kent içinde yer alan havzaların belirlenmesi ve su potansiyellerinin ortaya konulması çok önemlidir. Kent planlarının hazırlanma ve uygulama aşamalarında bu verilerin altlık olarak

kullanılması; gerek olası sel ve taşkın olaylarına karşı önlem alınması gerekse yüzey akışa geçecek yağış suyunun nerede, nasıl ve ne için değerlendirileceğine ilişkin stratejilerin ortaya konulması için büyük önem taşımaktadır.

Diğer taraftan bu süreci yönetmek yasal, yönetsel ve ekonomik dinamikler göz önüne alındığında hiç kolay değildir. Örneğin, ülkemizde kent içindeki küçük havzalarda akım ölçüm istasyonları bulunmamakta ve yüzey akış miktarı ölçümü yapılmamaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019a). Ayrıca kent içinde akan dereler ve havzalarına ait bir veri tabanı da bulunmamaktadır (Çölleşme Erozyonla Mücadele Müdürlüğü, 2011). Yağış suyunun yönetilebilmesi için, ne miktarda suyun yönetileceğinin bilinmesi gerekir. Bu nedenle ölçüm istasyonlarının olmadığı havzalarda yağış verisinden yüzey akış hesaplamaya yarayan matematiksel tahmin yöntemlerine başvurulmaktadır (Patil et al., 2008; Sahu et al., 2010; Ajmal et al., 2015).

Yine ülkemizde kent planlarının plan notlarında, su varlıklarına ilişkin kararlar bulunmakla birlikte planların hazırlanması aşamasında su havzaları ve su potansiyelleri ana veri setini oluşturmamaktadır. Arazi kullanım kararları çoğunlukla, su faktörü dikkate alınmadan verilmektedir. Bu nedenle özellikle kış mevsiminde kentlerden su baskını haberleri, can ve mal kaybı duyurularıyla birlikte gelmektedir. Yasal anlamda ülke ölçeğinde büyük havzalar için çeşitli karar ve uygulamalar olmakla birlikte kent içinde akan dereler ve bunun havzalarıyla ilgili bağlayıcı ve yönlendirici bir mevzuat bulunmamaktadır.

Yukarıda sözü edilen konular ve sorunlar dikkate alınarak bu tez çalışması sürecinde “Bornova Çayı Havzası’nda yüzey akışa geçen yağış suyu miktarının, sürdürülebilir planlama çözümleri ve önerileriyle kontrol edilebilmesi mümkün müdür?” sorusuna yanıt aranmıştır.

Diğer bir deyişle bu çalışmada, havzada yüzey akışa geçen yağış suyu miktarının kontrol edilebilmesi için hayata geçirilebilecek sürdürülebilir planlama ve tasarım stratejileri ortaya konulmaktadır. Bu kapsamda Bornova Çayı Havzası’nın yıllık yüzey akış potansiyelini tahmin etmek/saptamak, havzadaki mevcut ve olası kentsel gelişim deseninin yüzey akışa geçen yağış suyu miktarıyla olan ilişkisini ortaya koymak ve havzada yüzey akışa geçen yağış suyu miktarını kontrol etmek için peyzaj planlama ve peyzaj tasarım önerileri geliştirmek çalışmanın ana hedefleridir.

Bugüne kadar yüzey akışa geçen yağış suyu miktarının kontrol edilmesi için sürdürülebilir planlama ve tasarım stratejilerinin geliştirilmesiyle ilgili ulusal ve uluslararası çok sayıda çalışma yapılmıştır. Yapılan uluslararası çalışmalar, 50 yılı aşkın uygulama ve izleme sürecinin çıktılarını ortaya koyarak bu tez çalışmasına büyük ölçüde ışık tutmuştur. Ancak ülkemiz mevzuatı ve yağış suyu yönetim yapılmasına eklenmesi zor çözümler sunmaktadır. Yapılan ulusal çalışmalar ise; bir mikro havza olan Bornova Çayı Havzası ölçeğinin ya çok altında ya da çok üstündedir. Bornova Çayı Havzası'ndan daha büyük havza alanına sahip alanlarda yapılan su yönetimi çalışmalarında su yönetimi stratejileri, yüzey akışa geçen yağış suyu miktarının kontrol edilmesi konusundan çok suyun kalitesinin korunmasına odaklanmıştır. Yağış suyu miktarının kontrolü için geliştirilen öneriler ise; sürdürülebilir yağış suyu yönetimi uygulamaları yerine geleneksel, sadece mühendislik bakış açısıyla geliştirilen -başta ekolojik olmak üzere, rekreasyonel, yağış suyunun etkin kullanımı ve estetik kaygıları içermeyen- büyük ölçüde taşkın ve sel riskini azaltmaya yönelik önlemlerdir. Bornova Çayı Havzası'ndan daha küçük havza alanına sahip alanlarda yapılan çalışmalarda ise; yüzey akışa geçen yağış suyu miktarının kontrol edilmesi konusunda geliştirilen stratejiler noktasal ve çok lokal bir etkiye sahiptir. Bu anlamda bu tez çalışması, gerek çalışma alanının yüzölçümü, gerekse bu alanı bir havza sistemi olarak ele alışı, havzada yüzey akışa geçen yağış suyu miktarının kontrol edilmesi için sunulan stratejilerin havzanın su sisteminin doğal döngüsüne en yakın biçimde işlemesine yönelik oluşu yanı sıra somut ve uygulanabilir peyzaj planlama ve tasarım önerileriyle destekleniyor oluşuyla diğer çalışmalardan ayrılmaktadır.

Havzada yüzey akışa geçen yağış suyu miktarının tespitinde günümüzdeki adıyla Doğal Kaynakları Koruma Hizmetleri (Natural Resources Conservation-NRCS) tarafından geliştirilen “Eğri Numarası Yöntemi” (NRCS Curve Number (CN) Method)’ni (NRCS, 1999c) temel alan ve Sharpley and Williams (1990) tarafından ortaya koyulan “Eğim Entegrasyonlu CN Hesaplama Yöntemi” (The Modified NRCS CN Method) kullanılmıştır. Bu yöntem, 8 hektardan büyük havzalarda diğer yöntemlere kıyasla daha iyi sonuç verdiği ve araştırma kapsamında yüzey akışa geçen yağış suyunun hacminin hesaplanması amaçlandığı için seçilmiştir. Arazi kullanım kararlarının yüzey akış miktarı üzerine etkisinin saptanmasında ise; 1/25.000 ölçekli İzmir Büyükşehir Bütünü Çevre Düzeni Planı altlık olarak kullanılmıştır. Planda ilan edilen arazi kullanım kararları çerçevesinde Bornova Çayı Havzası için arazi kullanım değişim senaryoları kurgulanmış ve değişim senaryolarının yüzey akış miktarı üzerine etkileri ortaya konulmuştur.

Tez çalışması, araştırma soruları, amaç ve hedeflerin aktarıldığı '**Giriş**' bölümü; konuyla ilgili kavramlara ve daha önce yapılmış, araştırmaya yön veren çalışmaların özetlerine yer verilen '**Genel Bilgiler**' bölümü; araştırma gereçlerinin tanıtıldığı ve yöntemin açıklandığı '**Gereç ve Yöntem**' bölümü; analizler sonucunda elde edilen bulguların sunulduğu '**Araştırma Bulguları**' bölümü; bulguların değerlendirilerek tartışıldığı '**Tartışma**' bölümü ve araştırma sonucunda elde edilen sonuçlar ile önerilerin sunulduğu '**Sonuç ve Öneriler**' bölümü olmak üzere altı ana bölümden oluşmaktadır.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Kavramsal Çerçeve

#### 2.1.1. Yağış suyu yönetimi

Stephenson'a (1981) göre; kentsel alanların gittikçe yayılması sonucu yerkürenin yüzeyi geçirimsiz yüzeylerle kaplanmış ve doğal süreçler, insan müdahaleleriyle karşı karşıya kalmıştır. Su döngüsü de bu müdahalelerden etkilenen başlıca süreçlerdendir. Yeryüzüne düşen yağmur suları geniş açık arazilerde, topoğrafik özellikler nedeniyle oluşan yataklarda akmak yerine çatılara, beton ya da asfalt yüzeylere düşmekte ve yağmur sularının buharlaşması ve infiltre olması beklenen büyük bir kısmı yüzey akış durumuna geçmektedir (Hua and Liu, 2012). Yağmur suyu, yeryüzüne düşerek yüzey akışa geçmesiyle birlikte yağış suyu olarak anılmaya başlamaktadır.

Yağmur suyunun geçirimsiz yüzeyler üzerinde yüzey akışa geçmesi, yağış suyunun miktarını etkilediği kadar kalitesini de etkilemektedir. Hızla yüzey akışa geçen yağış suyu ile yapılı alanlardaki kirleticiler ve atık suların birbirine karışması durumu, yağış suyunu yayılı kirletici kaynak haline getirmektedir (Butler and Davies, 2011).

Bu nedenle, yağış suyu yönetimi, halk sağlığı ve güvenliğini sağlamanın (Butler and Davies, 2011) yanı sıra hidrolojik döngü çerçevesinde farklı şekillerde oluşan suları anlamak (Delaware NEMO, 2005) ve kentsel alanlarda yağış suyu miktarını ve kalitesini kontrol etmek (Levi, 2007) amacıyla gerekli hale gelmiştir.

Yağış suyunun yönetilmesiyle ilgili ilk uygulamaların milattan önceki devirlere kadar uzandığı görülmektedir. Bu da, insanoğlunun suyla olan sınavının kentleşme eyleminin ivme kazandığı yıllardan çok daha önceki zamanlarda başladığını göstermektedir. M.Ö. 1. yüzyılın başlarında İranlılar tarafından inşa edilen, Türkçe'de kehriz adı verilen alçak rakımlı tarım arazileri sulamak için geçirimli katmanlardan su taşıyan yatay yer altı su yollarının (Staddon, 2010) bu konudaki ilk örnekler olduğu kabul edilmektedir. NRC'nin (2009) bildirdiğine göre; Manor (1966), M.Ö. 2. yüzyılda Mezopotamya uygarlığında sel kontrolü, atık yönetimi, yağmur sularının evsel kullanımı ve sulama amaçlı depolanmasıyla ilgili uygulamalar olduğunu belirtmektedir. M.Ö. 7. yüzyılda Antik Yunan'da ilk örnekleri görülen su kemerlerinin (Staddon, 2010) kullanımı uygarlıklardan

uygarlıklara aktarılarak günümüze kadar ulaşmıştır. Geçmişini bunca geriye giden su yönetimi konusunda kentleşme anahtar bir eylemdir. Kentleşmenin erken dönemlerinde suya erişim büyük önem taşımaktadır. Staddon' a (2010) göre; insanların tarımsal üretim, hijyen ve ulaşım gibi nedenlerle akarsu kıyılarına, verimli taşkın ovalarına yerleşmeleri günümüzden 10.000 yıl öncesine dayanmakta ve medeniyetlerin kıyısına yerleştiği Nil Nehri'ni akla getirmektedir.

İnsani atıkların akarsulara boşaltılması nedeniyle 17. yüzyılda Londra'da koleranın yayılmasıyla başlayan ve hastalıkların binlerce insanın ölümüne yol açtığı dönem, Philadelphia'da tifonun ölümlere yol açtığı 19. yüzyılın ortalarına kadar sürmüştür. Bu olayın ardından havzaların, düzgün, sistemli drenaj alanları olarak kullanılması fikri benimsenerek kanalizasyon sistemlerinin ayrıştırılması uygulamaları başlamıştır (Buchholz et al., 2016).

Türkiye'nin bulunduğu coğrafyada ve yakın çevresinde ise; yağış suyu yönetiminin Dikmen'den (2012) öğrenildiğine göre; M.Ö. 2000'li yıllara dayandığı düşünülmektedir. Fırat ve Dicle Nehirleri üzerindeki kalıntılardan görülen izlere bakılarak Mezopotamya'da bu döneme ait sulama ve taşkın kontrolü gibi amaçlarla yapılan yapıların varlığı tespit edilmiştir. Urartular'ın Van yöresinde suların yararlanma yapıları geliştirdiği, su iletim hatlarının ve suyun yerleşim birimlerine getirildiği tesislerin yapımının ilk defa Asurlular zamanında ortaya çıktığı bilinmektedir (Dikmen, 2012).

1800'lerde geçmişe oranla daha modern kanalizasyon sistemi uygulamalarının başladığı dönemden bu yana yağış suyu yönetimi, bir dönüşüm yaşayarak, suyun olabildiğince kısa sürede kentlerden uzaklaştırılarak genellikle bir boru sistemi aracılığıyla en yakın su kaynağına ulaştırılması yaklaşımını benimsemiştir (Strom and Nathan, 1993; Villareal, 2005; Stahre and Geldof, 2003; Hua and Liu, 2012'den). Geleneksel yaklaşım olarak adlandırılan bu anlayışla ekstrem yüksek akışların neden olabileceği sel baskını riskini ortadan kaldırmak ana amaç olmuştur (Davies and McCuen, 2005; Hua and Liu 2012'den). Ancak geleneksel yaklaşım ile sel baskını riski bir alandan diğerine nakledilmekte, Villareal'in (2005) de belirttiği gibi yüzey akışa geçen yağış suyu miktarının artışı ve alıcı ortamlara kirlilik kaynaklarının ulaşması gibi olumsuz çevresel sorunlar göz ardı edilmektedir.

Yağış sularının yağmur kadar saf ve temiz olduğu yönünde genel bir kanı bulunsa da yağış suları, evsel ve endüstriyel atık sularla aynı miktarda ve tipte

kirlilik bileşenleri içermekte ve yağış sularının alıcı ortamlar (akarsular vb.) üstündeki etkileri; yüzey akışındaki kirliliğin tipine ve konsantrasyonuna, yüzey akış miktarına, yoğunluğuna ve süresine göre değişmektedir (Methods and Durrans, 2003). Yağışla yüzey akışa geçen sular, alıcı su ortamlarında (göl, akarsu, kıyı ve deniz suları ile yeraltı suları vb.) akut ve kronik toksik etkilere ve ötrofikasyon gibi ikincil etkilere yol açabilmekte, akarsuların fiziksel özelliklerinde ve rejimlerinde değişikliklere neden olabilmektedir (Methods and Durrans, 2003) (Çizelge 2.1). EPA'dan (2005) alınan bilgilere göre; Amerika Birleşik Devletleri'nde akarsuların %13'ünün, göllerin %18'inin, haliçlerin %32'sinin yüzey akışa geçen yağış suları nedeniyle bozulmaya uğradığı tespit edilmiştir (Methods and Durrans, 2003).

Çizelge 2.1. Yüksek yoğunluklu kentsel havzalarda yer alan alıcı su ortamlarında görülen sorunlar (Methods and Durrans, 2003).

### **Kentsel havzalarda alıcı su ortamlarının sorunları**

- Alıcı su koridorlarında çöp birikimi
- Yağış suyu iletim sistemlerinde moloz ve çökelti birikimi
- Alıcı su ortamlarında ince taneli, kirlilik yükü yüksek çökeltilerin birikimi
- Alg oluşumu ve gelişimi
- Su kalitesinin bozulması
- Balıkların yenemez, suların içilemez duruma gelmesi
- Habitatların yok olması veya akarsu yatak erozyonu, suyun akarsu tabanındaki malzemeyi oyması ve tabanda yaşayan organizmaları sürükleyerek yerlerini değiştirmesi vb. gibi nedenlerle zarar görmesi
- Akuatik organizmaların, ağır metaller ve organik toksinlere karşı zamanla daha az duyarlı olmaları
- Patojenik organizmalar nedeniyle halka açık yüzme etkinlik alanlarının kullanılmaz duruma gelmesi
- Su taşıyan altyapı sistemlerinde yaşanabilecek olası aksaklıklar veya sel olayları nedeniyle yerleşim birimlerinin zarar görmesi

Günümüze yaklaştıkça yağış suyu yönetimi anlayışı, artan yağış suyu miktarı ve debisinden kaynaklanan saha dışı (off-site) etkilerin kontrol edilmesinin gerekliliği üzerine odaklanmıştır. Yağış suyunun, geciktirme tesislerinde geçici olarak tutularak kontrollü bir hızda araziye bırakılması yoluyla mansap bölgelerinde olası sel baskınlarının önüne geçilmesi ve akarsu taşkın bölgelerinde yapılaşmanın önlenmesiyle sel baskınlarının yaratacağı hasarın

önlenmesi konuları, yağış suyunun yönetiminin ana araştırma konuları olmuştur (Strom and Nathan, 1993).

Son yıllarda ise; yağış suyu yönetiminde yağış suyunun miktarı ve debisine ek olarak su kalitesini ele alan kapsamlı ve entegre bir yaklaşım gelişmiştir. Yağış suyuyla saha dışında değil (off-site), yerinde (on-site) yüzleşmek ve varsa sorunlara burada çözüm bulma eğilimi gündeme gelmiştir. Bu yeni anlayışta temel amaç, yapılaşma öncesi (doğal) drenaj desenini mümkün olduğunca koruyarak hidrolojik problemleri en aza indirmektir (Strom and Nathan, 1993). Bu amaçla doğadan ilham ve destek alan doğa-esaslı çözümlerden yararlanılmaktadır. Doğa-esaslı çözümler, maliyet-etkin, çevresel, sosyal ve ekonomik getirileri olan, kentlerin iklim değişikliğine karşı daha dirençli olması için başvurulan çözümlerdir (Raymond et al., 2017). Yağış suyunun yönetiminde başvurulan doğa-esaslı çözümler ise; sürdürülebilir yağış suyu yönetimi uygulamalarıdır.

**Sürdürülebilir yağış suyu yönetimi uygulamaları**, (BMP's-Best Management Practices), su kalitesini korumak ve ormancılık faaliyetleri süresince toprakların korunmasını teşvik etmek amacıyla uygulanan saha uygulamalarını tanımlamak için 1970'lerde kullanılmaya başlanan bir terimdir. Günümüzde ise kentsel yüzey akış miktarını ve kirlilik yükünü azaltmak için yapılan faaliyet ve uygulamaları ifade etmektedir (WEF, 1998; Methods and Durrans, 2003'ten).

Bir diğer deyişle, kentsel alanlardan gelen yüzey akışa geçen yağış suyunu kontrol etmek, depolamak veya iyileştirmek için geliştirilen önlemler olarak da ifade edilen sürdürülebilir yağış suyu yönetimi uygulamalarıyla sel riskini azaltmak, çevresel kaliteyi artırmak, yayılı (non-point-source) kirliliği kontrol altına almak amaçlanmaktadır (Strom and Nathan, 1993). Ayrıca mevcut drenaj deseninin korunması ve geciktirme, depolama, süzme gibi uygun yönetim tekniklerinin kullanılması, geleneksel yaklaşımların tercih edilmesi durumunda ortaya çıkacak boru ihtiyacı, drenaj yapıları masrafları gibi giderleri azaltacağından drenaj sistemlerinin maliyeti de düşmektedir (Strom and Nathan, 1993).

Yağış suyu yönetimi uygulamalarıyla ilgili olarak doğal drenaj mekanizmalarının yeniden keşfedilmesi ve bu kapsamda, mühendislik çalışmalarının bir adım ötesine geçilerek kentsel alanlarda doğal su döngüsü ile insan faaliyetleri arasındaki etkileşimden yararlanmak anlayışı öne çıkmaktadır (Hua and Liu, 2012). Bu yaklaşımı destekleyen ve ülkeden ülkeye farklı isimlerle



Ülkemizde ulusal su politikaları hakkında görev ve yetkileri bulunan kurum ve kuruluşların sayısı oldukça fazladır (Çizelge 2.2). İçişleri, Dışişleri, Tarım ve Orman, Çevre ve Şehircilik, Hazine ve Maliye, Enerji ve Tabii Kaynaklar, Kültür ve Turizm, Sağlık, Sanayi ve Teknoloji Bakanlıkları'na bağlı yaklaşık 40 adet paydaş bulunmaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019a).

Bu paydaşlardan T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı'na bağlı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 4 Temmuz 2011 tarihli 27984 sayılı Resmî Gazete'de ilan edilen **Orman ve Su İşleri Bakanlığı'nın Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname** kapsamında kurulmuştur. Görevleri arasında; *“su kaynaklarının korunması, iyileştirilmesi ve kullanılmasına ilişkin politikaları belirlemek, su yönetiminin ulusal ve uluslararası düzeyde koordinasyonunu sağlamak, su kaynaklarının kıyı suları dâhil olmak üzere koruma-kullanma dengesi gözetilerek, sucül çevrenin ekolojik ve kimyasal kalitesinin korunması ve geliştirilmesini sağlamak amacıyla havza bazında nehir havza yönetim planları hazırlamak, hazırlatmak, bütüncül nehir havzaları yönetimi ile ilgili mevzuat çalışmalarını yürütmek, havza bazında kirliliğin önlenmesi ile ilgili tedbirleri ilgili kurum ve kuruluşlarla birlikte belirlemek, değerlendirmek, güncellemek ve uygulamaların takibini yapmak, yer üstü ve yer altı sularının kalite ve miktarının korunmasına yönelik hedef, ilke ve alıcı ortam standartlarını ilgili kurum ve kuruluşlarla birlikte belirlemek, su kalitesini izlemek veya izletmek, taşkınlarla ilgili strateji ve politikaları belirlemek, ilgili mevzuatı ve taşkın yönetim planlarını hazırlamak, su kaynaklarının korunması ve yönetimi ile ilgili uluslararası sözleşmeler ve diğer mevzuattan kaynaklanan süreçleri takip etmek, sınır aşan ve sınır oluşturan sulara ilişkin işleri ilgili kurumlarla işbirliği içinde yürütmek ve ulusal su veri tabanlı bilgi sistemini oluşturmak”* bulunmaktadır (Resmî Gazete, 2011). Bu çerçevede görev tanımı gereği su yönetimi kapsamında önemli bir role sahiptir. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'ne bağlı olarak Havza Yönetimi, Su Hukuku ve Politikası, Araştırma ve Değerlendirme, Su Kalitesi, İzleme ve Su Bilgi Sistemleri, Taşkın ve Kuraklık Yönetimi, Yönetim Hizmetleri Daire Başkanlıkları hizmet vermektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019b).

Tarım ve Orman Bakanlığı, Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi çerçevesinde su kaynaklarının ekosistem odaklı yönetilmesi ile biyolojik çeşitlilik ve doğal kaynakların korunması, havzaların çevresel ve ekonomik faydalarının sürdürülebilir olarak sağlanabilmesi amacıyla çeşitli çalışmalar yapmaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019c).

Çizelge 2.2 Ulusal su politikaları hakkında görev ve yetkileri bulunan kurum ve kuruluşlar (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019a).

### Yetkili kurum ve kuruluşlar:

#### İçişleri Bakanlığı

- Mahalli İdareler Genel Müdürlüğü
- İller İdaresi Genel Müdürlüğü
- Jandarma Genel Komutanlığı
- Sahil Güvenlik Komutanlığı
- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı

#### Tarım ve Orman Bakanlığı

- Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü
- Türkiye Su Enstitüsü
- Orman Genel Müdürlüğü
- Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü
- Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
- Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü
- Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü
- Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
- Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
- Havza Yönetim Heyetleri

#### Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı

- Sanayi Bölgeleri Genel Müdürlüğü
- Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü

#### Dışişleri Bakanlığı

- Çevre, İklim Değişikliği ve Sınırşan Sular Genel Müdür Yardımcılığı
- Avrupa Birliği Başkanlığı

#### Çevre ve Şehircilik Bakanlığı

- İbank AŞ
- Mekânsal Planlama Genel Müdürlüğü
- Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü
- Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü
- ÇED İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü
- Yapı İşleri Genel Müdürlüğü
- Altyapı Hizmetleri Genel Müdürlüğü
- CBS Genel Müdürlüğü
- Yerel Yönetimler Genel Müdürlüğü

#### Hazine ve Maliye Bakanlığı

- TÜİK

#### Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
- Enerji İşleri Genel Müdürlüğü
- Maden Tetkik Arama ve Araştırma Genel Müdürlüğü
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
- Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü

#### Kültür ve Turizm Bakanlığı

- Yatırım ve İşletmeler Genel Müdürlüğü
- Türk İşbirliği ve Koordinasyon Ajansı Başkanlığı

#### Sağlık Bakanlığı

- Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü

Örneğin, 28444 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak 2012 yılında yürürlüğe giren **Havza Yönetim Planlarının Hazırlanması, Uygulanması ve Takibi Yönetmeliği**, bu çabanın bir sonucudur. Yönetmelik, “*yerüstü ve yeraltı sularının bütüncül bir yaklaşımla hem fiziksel, kimyasal ve ekolojik kalite hem de miktar açısından korunması ve su havzaları yönetim planlarının hazırlanmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemek amacıyla*” hazırlanmıştır (Resmî Gazete, 2012). Yönetmeliğe göre; su kaynaklarının havza ölçeğinde sürdürülebilir bir şekilde geliştirilmesi, iyileştirilmesi, korunması ve kullanılmasının sağlanması için Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından bütün havzalar için havza koruma eylem planları esas alınarak Havza Yönetim Planları’nın hazırlanacağını bildirilmektedir (Resmî Gazete, 2012). Süreçte halkın bilgilendirilmesi, etkin katılımının sağlanması ve teşvik edilmesi istenmektedir. Yönetmelikte değinilen su kaynaklarının **kalite ve miktarının korunması**, su kalitesini ve miktarını olumsuz yönde etkileyecek etkenlerin, **kaynağında** asgari düzeye indirilmesi ve kontrol edilmesi hususları tez çalışması kapsamında özellikle dikkat çekmektedir. Söz konusu esasların yönetmelikte ele alınıyor oluşu, ülkemizde havzaların geleceği için umut vadetmektedir. Echols and Pennypacker (2015), yağış suyunun yerinde yönetilmesinin yükselişte olan bir yaklaşım olduğunu, ABD’de konuya verilen önemin bir göstergesi olarak pek çok yasal yönetsel düzenleme yapıldığını bildirmektedir. Su kalitesi ve miktarına olumsuz etkisi olacak etmenlerin kaynağında kontrol altına alınması ve su kaynaklarının hem kalite hem de nicelik bakımından koruma altına alınıyor oluşu, geç te olsa ülkemizin de Nathan and Strom’un (1993) belirttiği gibi modern su yönetimi anlayışlarını takip ettiği ve uygulamaya koyduğu anlamına gelmektedir.

Havza Yönetim Planlarının Hazırlanması, Uygulanması ve Takibi Yönetmeliği kapsamında ülkemizde yer alan beş adet havzanın yönetim planı hazırlanmış durumdadır. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 28 Mayıs 2019 tarihinde Gediz, Ergene, Büyük Menderes, Konya ve Susurluk Nehir Havza Yönetim Planları’nın onaylanarak yürürlüğe girdiğini duyurmuştur (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019c). Böylece ülkemizde bulunan 25 havzadan 5’inin yönetim planları tamamlanmıştır. DSİ’nin 2017 yılı Havzalara Göre Yıllık Ortalama Yüzeysuyu Su Potansiyeli verilerine göre yönetim planı hazırlanmış olan beş havzanın toplam yağış alanı 131.980 km<sup>2</sup> ve bu havzaları oluşturan nehirlerin ortalama yıllık akışı 13,23 km<sup>3</sup>’tür (DSİ, 2017) (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3. 2019 yılı itibariyle Yönetim Planı hazırlanmış havzaların 2017 yılı yıllık ortalama yüzeysuyu su potansiyeli (DSİ, 2017).

Havza No	Havza Adı	Havza Yağış Alanı (km <sup>2</sup> )	Ortalama Yıllık Akış (km <sup>3</sup> ) (*)
01	Meriç Ergene	14.444	1,8
03	Susurluk	24.332	4,2
05	Gediz	17.034	1,5
07	Büyük Menderes	26.133	3,0
16	Konya Kapalı	50.037	2,6
	<b>Toplam</b>	<b>131.980</b>	<b>13,1</b>

(\*) Bu değerler havzaların en mansabındaki baz istasyon akışlarından elde edilmiştir.

Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Müdürlüğü'nün (2011) bildirdiği üzere, ülkemizdeki 25 havzada havza sınırının, mikro ve alt havza sınırlarının, drenaj ağının belirlenmesi, erozyon modelinin oluşturulması ve erozyon risk haritalarının üretilmesi hedefiyle **Su Çerçeve Direktifi** (Water Framework Directive) dikkate alınarak sınıflandırma çalışması tamamlanmış, 13.086 adet mikro havza sınırı tanımlanmıştır. Ancak bahsi geçen alt ve mikro havzalar için yönetim planları henüz hazırlanmamıştır. Bahsi geçen beş havzayı takiben diğer havzalar için yönetim planlarının hazırlanmasının ardından alt havzalar için de yönetim planlarının üretilmesi hususunun değerlendirilmesi, ülkemiz su varlığı için önem teşkil etmektedir.

Havza Yönetim Planlarının Hazırlanması, Uygulanması ve Takibi Yönetmeliği (Resmî Gazete, 2012), suyun verimli kullanımının özendirilmesi bakımından da önem taşımaktadır. Su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımının sağlanması adına 11. maddenin a bendi "*Arıtılmış evsel atık suyun ve yağmur sularının 7/4/2012 tarihli ve 28257 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmeliğin 5'inci maddesinde yer alan şartlar ile gerekli diğer şartları sağlaması kaydıyla sulamada yeniden kullanımlarının özendirilmesi*"ni salık vermektedir. Yönetmeliğin bu maddesiyle, yağış suyu yönetimi için sürdürülebilir bir yönetim stratejisi olan, yağış suyunun kirlilik yükünden arındırıldıktan sonra yeniden kullanımının sağlanması (Clar et al. 2004, Zhang et al., 2012, Yiğit Avdan vd., 2015), ülkemiz yasal mevzuatı içine girmiştir. Bu, ülkemiz için önemli bir kazanımdır. Yönetmeliğin 11. Maddesinin e ve f bentleri de benzer şekilde yağış

sularının yeniden kullanımını teşvik ederek sulamada yağış sularından yararlanılmasının önünü açmaktadır.

30105 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak 2017 yılında yürürlüğe giren **Yağmur Suyu Toplama, Depolama ve Deşarj Sistemleri Hakkında Yönetmelik**, ülkemizde yağış sularının yönetimi adına önemli bir belgedir. Yönetmelik, “*yağmursuyu toplama, depolama ve deşarj sistemlerinin planlanmasına, tasarımına, projelendirilmesine, yapımına ve işletilmesine ilişkin usul ve esasları düzenlemek amacıyla*” hazırlanmıştır (Resmî Gazete, 2017). Yağmursuyu teknik altyapı sistemlerinin (kanalizasyon sistemleri ile depolama ve geciktirme yapıları) planlanması, tasarımı ve projelendirilmesiyle ilgili esaslar, yağmursuyu teknik altyapı sistemlerinin yapımıyla ilgili esaslar ve yağmursuyu teknik altyapı sistemlerinin işletmesi ve bakımıyla ilgili esasları kapsayan üç adet ek ile birlikte değerlendirilmektedir. Yönetmelikte, kent planlaması ile teknik altyapı planlaması ilişkisi açıklanmakta, etüt, planlama ve fizibilite esasları ortaya konulmaktadır. Ayrıca yağmursuyu sistemlerinin tasarım ve projelendirilmesine ilişkin esaslar detaylı olarak açıklanmaktadır. Yağmursuyu kanalizasyon sistemleri, yağmursuyu geciktirme ve bekletme yapıları ile yağmursuyu hasat sistemleri ayrı ayrı ele alınmaktadır. Bu sistemlerin tasarımını yönlendirecek standartlar, kesit ve yol gösterici diğer bilgilerle yapımına, işletme ve bakımına ilişkin usul ve esaslar eklerde sunulmaktadır. Yönetmeliğin 25. maddesi, “*ilgili idareler tarafından coğrafi veri ve bilgilerin saklandığı, sorgulandığı ve gerektiğinde sunulduğu yağmursuyu altyapı bilgi sistemlerinin oluşturulması*”nı salık vermektedir. Yağmursuyu sistemini oluşturan coğrafi detayların, sorgulamalara imkân verecek biçimde, değişikliklerin takip edilebileceği zamansal şemaya sahip ve zeminle aplike edildikleri yatay ve düşey konum bilgisiyle birlikte yağmursuyu altyapı bilgi sistemine kayıt edilmesi kuralı getirilmiştir (Resmî Gazete, 2017).

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, küresel iklim değişikliğinin yağmur suyu yönetimini gerekli kılmasından yola çıkarak, özellikle kentsel alanlarda hidrolojik süreçlerin korunmasındaki ve yeraltı sularını beslemedeki rolü, dolayısıyla ekolojik bir çözüm olması nedeniyle 2018 yılında **Yağmur Bahçesi Uygulama Kılavuzu**’nu yayımlamıştır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2018). Yağmur bahçelerinin kentlerde yaşanan kuraklık, yağış rejimi ve miktarında değişim sorunlarına doğa esaslı bir çözüm olarak ele alındığı kılavuzda, yağmur suyu yönetimi uygulamalarından biri olan yağmur bahçeleri, yağmur suyunun toplanması ve yeniden kullanıma sunulması ilkesine dayanan mikro biyolojik

tutma alanları olarak ele alınmaktadır. Yağmur bahçelerinin yer seçimi, yapım ve uygulama süreci ile aşamalar ve teknik kesitler, bakım esasları ve maliyetiyle ilgili bilgiler kılavuzda verilmiştir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2018).

Ülkemiz yağış suyu yönetimi uygulamalarına yön veren bir diğer belge ise Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile Türkiye Hazır Beton Birliği'nin birlikte hazırladığı ve 2018 yılında yayımlanan **Geçirimli Beton Kılavuzu**'dur (Türkiye Hazır Beton Birliği, 2018). Kılavuz, geleneksel betona göre daha fazla hava ve su geçirgenliği özelliğine sahip geçirimli betonun kullanımının çevresel ve ekonomik faydalarını, kullanım alanlarını, bileşenlerini ve geçirimli beton malzemesinin standartlarını içermektedir. Ayrıca kılavuzda geçirimli beton tasarım ve uygulama ilkeleri ile standartları açıklanmakta, koruma ve bakım ilkeleri ortaya konulmaktadır (Türkiye Hazır Beton Birliği, 2018).

İzmir kentinde ise; yağış sularının yönetimiyle ilgili olarak ülke genelinde olduğu gibi bir takım çalışmalar yürütülmektedir. Örneğin; İzmir Büyükşehir Belediyesi (İBB), İZSU ile işbirliği yaparak mevcut nüfusun yükünü taşımakta zorlanan ve aşırı yağışlarda birleşik sistemin hatlarında yaşanan tıkanıklık ve su baskınlarının önüne geçilmesi amacıyla atık suları yağmur sularından ayırmak için yeni bir hat kurma çalışmaları yapmaktadır (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2014). Pilot bölgede yapımı tamamlanan çalışmanın ardından 2016 yılında İZSU Genel Müdürlüğü tarafından; Menderes, Konak, Çiğli, Karabağlar, Karşıyaka, Gaziemir ve Bornova ilçelerinin yağışlardan sonra sıkıntı yaşayan mahallelerinde 90 kilometreye ulaşan yağmur suyu hattı ve 16 kilometre uzunluğunda atık su hattı döşenerek yağmur sularının ayrı bir hatta toplanacağı belirtilmektedir (İZSU, 2016).

Kentlerde yağış sularının yönetilmesi, havza ölçeğinden bina ölçeğine dek çeşitli ölçeklerde, yağış sularının yeryüzüne düştüğü yerden alıcı su ortamlarına kadar yaptığı yolculukta en verimli şekilde değerlendirilmesi için yapılmaktadır. İBB ve İZSU Genel Müdürlüğü'nün yağmur sularını ayrı bir hat ile taşımakla ilgili çalışmaları, olumlu gelişmeler olmakla birlikte havza ölçeğinden sokak ölçeğine dek planlanmış ve yüzey akış sularının niceliksel ve niteliksel kontrolünü ve iyileştirmesini kapsayan bir çalışma henüz uygulanmamıştır.

dolayı, günümüzdeki adıyla NRCS'nin Eğri Numarası Yöntemi'ni temel alarak üretilmiştir. Eğri Numarası Yöntemi'nin, eğimi %5'e kadar olan havzalarda tutarlı sonuç veriyor oluşu, EPIC yüzey akış tahmin modelinin çıkış noktası olmuştur. EPIC yüzey akış modeli, ortalama eğimi %5'ten daha fazla olan havzalarda yüzey akışı isabetli tahmin edebilmek üzere geliştirilmiş ve Eğim Entegre Eğri Numarası Hesaplama Yöntemi adını almıştır.

**Yağış suyu yönetimi konusunda yayımlanmış olan ve çalışmanın seyrine etki eden çalışmalar aşağıda yer almaktadır:**

Virginia Department of Conservation and Recreation (1999) tarafından, Amerika Birleşik Devletleri Virginia eyaleti için hazırlanmış olan Yağış Suyu Yönetimi El Kitabı'nda yağış suyu yöntemiyle ilgili temel bilgiler aktarılmakta, yüzey akış hidrograflarıyla ilgili bilgiler verilmekte, yüzey akış ve pik debi hesaplamada kullanılan çeşitli yöntemler tanıtılmaktadır. El kitabının dördüncü bölümü ise yağış suyu yönetiminde kullanılan Rasyonel Yöntem, Modifiye Rasyonel Yöntem, Eğri Numarası Yöntemi gibi çeşitli hidrolojik modeller açıklanmaktadır. Eğri Numarası Yöntemi'yle ilgili olarak, yöntemin kısıtlılıkları, yöntemi uygulamak için gereken veri ve bilgiler detaylı olarak sunulmaktadır.

Ho et al. (2001), yağış suyu yönetimi master plan hazırlık sürecinde coğrafi bilgi sistemlerinin kullanımını araştırdıkları çalışmalarında Florida'nın Hillsborough County bölgesinde yürütülmekte olan ve 17 adet havza için hazırlanan yağış suyu yönetimi master planında kullanılan ana aracın EPA'nın geliştirmiş olduğu SWMM (Storm Water Management Model) olduğunu belirtmiştir. Yağış ve yüzey akışı süreçlerini hesaplamak için ise Soil Conservation Service (SCS)'in (bugünkü adıyla NRCS) Eğri Numarası Yöntemi kullanılmıştır. Bu kapsamda yapılması gereken analizlerde CBS temelli yazılımların kullanımına ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir. Çalışmada havza alanlarının belirlenmesinde, toprak tipi, arazi kullanımı ve yüzey suyu bilgileri kullanılarak eğri numarası (CN) belirlenmesinde, eğim, uzunluk ve yüzey durumu bilgileri kullanılarak konsantrasyon zamanının tayininde ve Manning's dayanıklılık katsayısı gibi diğer parametrelerin hesaplanmasında CBS'den yararlanılmıştır. Bu kapsamda, yağış suyu yönetimi master plan çalışmalarında CBS kullanımının etkili, kesin ve doğru sonuçlar verdiği vurgulanmıştır.

Huang et. al. (2006), çalışmalarında yağış değerleri kullanılarak yüzey akışa geçen yağış miktarını tahmin etmede sıklıkla başvurulan bir yöntem olan Eğri

Numarası Yöntemi'nin yüksek eğimli alanlara adaptasyonu için bir eğitim faktörü geliştirmiştir. Araştırmada Eğri Numarası Yöntemi'ne eğimin entegre edilmesiyle ilgili olan diğer yaklaşımların değerlendirilerek eğitim faktörünü temsil eden matematiksel bir eşitlik geliştirilmesi ve Çin'de bulunan Loess Platosu'nun dik yamaçlarındaki havzalarda, Eğim Entegre Eğri Numarası Yöntemi'nin uygulanması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda eğimi %14-%140 arası değişen iki deneme alanı seçilerek sırasıyla Eğri Numarası Yöntemi ve eğitim faktörü eşitliğinin eklendiği Eğim Entegre Eğri Numarası Yöntemi deneme alanlarında uygulanmış ve değerler yorumlanmıştır. Sonuçlar, Eğri Numarası Yöntemi'nin eğimi yüksek olan alanlarda büyük yüzey akış olaylarını düşük tahmin ettiğini, küçük yüzey akış olaylarını ise yüksek tahmin ettiğini göstermiştir. Eğim Entegre Eğri Numarası Yöntemi'nin ise; Loess Platosu örneğinde yüzey akış miktarını en uygun şekilde tahmin ettiği ortaya konulmuştur.

ABD'nin Oregon eyaletine bağlı Eugene kenti için hazırlanan Yağış Suyu Yönetimi Rehberi (City of Eugene, 2014), doğal hidrolojik döngüyü taklit eden ve su kalitesi hedeflerine ulaşabilmek için uygulanmakta olan yağış suyu yönetimi ilke ve tekniklerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Rehberde yeni gelişim alanlarının yüzey akışa geçen yağış suyunun kalitesini olumsuz etkileyen ve kirliliğe yol açan etkilerini azaltmak üzere yağış suyu yönetimi uygulamalarının tasarım gereksinimleri ortaya konulmuştur. Ayrıca, yağış suyu yönetimi uygulamalarının seçimi, tasarımı, inşa edilmesi ve peyzaj tasarımlarıyla ilgili ilkeler belirlenmiş ve sahada yapımları sonrası işletme ve bakım konuları ile ilgili açıklamalar sunulmuştur

Vojtek and Vojteková (2016), Slovakya'nın batısında bulunan 99,94 km<sup>2</sup>'lik küçük bir havzada yüzey akışa geçen yağış suyu miktarını hesaplamayı amaçladıkları çalışmalarında, havzanın yüzey akış karakteristiklerini, Eğri Numarası Yöntemi kullanarak coğrafi bilgi sistemleri aracılığıyla mekânsal olarak modellemişlerdir. Çalışmada küçük havzalarda yüzey akışa geçen yağış suyunun formasyonu ve ilerleyişine ilişkin peyzajın kullanımıyla ilgili verilen kararların belirgin derecede etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Araştırma alanı özelinde, toplam alanın %70'inden fazlasını temsil eden ormanlar ve diğer odunsu vejetasyonun yağış suyunun tutulması üzerinde olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir. Geçirimsiz yüzeyler oluşturan yerleşim alanları ve düzgün işlenmemiş olan tarım alanlarının ise; yüzey akışı ve olası sel durumları bakımından olumsuz etkileri olduğu saptanmıştır. Ayrıca, yüzey akış hesaplamalarının sonucu olarak,



CBS temelli yöntem kullanımının, potansiyel sel olayları bakımından risk altında olan alanların belirlenmesinde de uygun bir araç olduğu sonucuna varılmıştır.

**Ülkemizde yağış suyu yönetimiyle ilgili yapılan bazı çalışmalar aşağıda yer almaktadır:**

Balcı (1967), Bornova yağış havzasındaki drenaj sorunlarını incelediği çalışmasında bu sorunların oluşmasında etkili olan çeşitli etmenlerin etki derecelerinin ve alt havzalarındaki drenaj durumunun iyileştirilmesi için alınması gereken önlemlerin ortaya konulmasını amaçlamıştır. Çalışmada, öncelikle alt havza alanları belirlenmiş ardından alt havzaların eğim, toprak, infiltrasyon özellikleri saptanarak alt havza alanlarının yüzey akış analizleri yapılmıştır. Her bir alt havza alanı için yüzey akış emsali (%), havzadan akışa geçen su miktarı ( $m^3$ ), yağış saatleri süresine göre hesaplanan ortalama debi ( $m^3/sn$ ), ortalama yağışlı günler sayısına göre bütün alanın debisi ( $m^3/sn$ ) ve derelerin su taşıma kapasiteleri hesaplanmıştır. Alt havzalarda su altında kalan bölgeler tespit edilerek Bornova yağış havzasında drenaj sorunlarının çözümü için, alt havzalara özgü, alınması gereken önlemler sunulmuştur.

Soydan (2013), Antalya kenti Konyaaltı bölgesinde bulunan 5 adet parkta drenaj sorunlarına neden olan faktörleri peyzaj tasarımı ve peyzaj mühendisliği kapsamında araştırdığı çalışmada, ArcGIS 10.1. yazılımı ve ArcHydro eklentisi kullanarak parklarda su akış yönlerini ve su toplanma alanlarını gösteren haritalar üretmiş, elde edilen veriler arazi gözlemiyle değerlendirilmiştir. Sonuç olarak parklarda drenaj sistemlerinin yetersiz olduğu, peyzaj tasarımlarındaki eksikler nedeniyle yüzey sularının yaya yolu ve çocuk oyun alanları üzerinde toplandığı tespit edilmiştir. Yapılar ve çevrelerinde su birikmesine yönelik tedbir alınması ve drenaj önerileri geliştirilmesi için, yüzey akışa geçen su miktarı, Rasyonel Yöntem kullanılarak hesaplanarak sorunun çözümü için beton veya çim kaplı parabol hendek ve kapalı drenaj hatları önerilmiştir.

Müftüoğlu ve Perçin (2015) çalışmalarında kentsel alanlarda yağmur sularını drene etmek için kullanılan sürdürülebilir yönetim uygulamalarından yağmur bahçelerini; yer seçiminde dikkat edilecek ilkeler, boyutları, bitki seçimi ve bitkisel tasarım açısından ele almışlardır. Kentsel alanlarda estetik olduğu kadar işlevsel katkıları olan yağmur bahçelerinin yağmur suyu yönetimi açısından değerlendirilmesini hedeflemişlerdir.

Eraydın vd. (2015) çalışma alanı olarak Muğla ilinde bulunan Eşen Havzası ve Eşen Havzası'nın bir alt havzası olan Kavaklıdere Havzası'nı seçtikleri araştırmada, bir yağış-akış modeli olan Eğri Numarası Yöntemi'yle, uzaktan algılama ve CBS tabanlı yazılımlar kullanarak taşkın debi değerleri hesaplamışlardır. Eşen Çayı ve Kavaklıdere Alt Havzası'na ait drenaj ağı haritaları ArcGIS programı ArcHydro eklentisi kullanılarak hazırlanmış ve yine ArcGIS ortamında eğim ve bakı haritaları oluşturulmuştur. 1970-1966 yılları arasındaki veriler kullanılarak hesaplanan yıllık maksimum yağış miktarı verisi kullanılarak Thiessen poligonu yöntemiyle ortalama yağış değeri elde edilmiştir. Havza sınırları dışında, havzanın etrafına konumlandırılan 5 adet ölçüm istasyonunun verileri, havza içinde yer alan 6 ölçüm istasyonu verisiyle birlikte kullanılmıştır. Elde edilen pik debi değerleri, Devlet Su İşleri ve Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından gerçekleştirilen akım değerleriyle karşılaştırılmış ve değerler arası tutarlılık olduğu tespit edilmiştir.

Özdemir'in (2007) çalışmasında Balıkesir ili sınırları içinde yer alan Havran Çayı Havzası'nı oluşturan Havran Çayı'nda meydana gelen ve gelebilecek taşkınların anlaşılması amacıyla toplam akım ve maksimum akım verilerinin CBS ve uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak ortaya konulması hedeflenmiştir. Akım gözlem istasyonlarına sahip olmayan havzalardaki akarsulara ait akım verilerinin temin edilememesi nedeniyle yağış-akış çalışmalarında uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri teknolojilerinin gün geçtikçe daha çok kullanıldığına vurgu yapılan çalışmada, yağış-akış modeli olarak Eğri Numarası Yöntemi kullanılmıştır. Sonuç olarak modelle elde edilen akım verileriyle yağış değerleri ve havzadaki tek akım ölçüm istasyonuna ait akım verileri karşılaştırılmış olup aralarındaki korelasyonun yüksek olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca Havran yerleşmesi ve ovası için taşkınlardan korunma amaçlı yapılan barajın, meydana gelebilecek taşkınların büyüklüğünü azaltsa da alt havzalardan gelebilecek akım miktarlarından dolayı taşkınları tamamen engelleyemeyeceği ve dolayısıyla alt havzalarda, doğal akış dengesi bozulmadan önlem alınması gerektiği ortaya konulmuştur.

Müftüoğlu (2016), yeni bir yerleşim alanı olan Ankara ili Gölbaşı Yaylabağ Yaylaşehir toplu konut alanı örneğinde su döngüsünün ekolojik bağlamda ele alarak kentsel tasarım rehberi hazırlamıştır. Çalışma alanının uygulama imar planı kararları ve hidrolojik özellikleri karşılaştırılarak çelişki alanlarına düşük etkili gelişim yaklaşımı çerçevesinde entegre yönetim uygulamaları önerilmiştir.

### 3.1.1 İklim özellikleri

Etkili hava kütleleri ve cephe sistemleri bakımından Sezer (2002)'e göre; atmosferik aktivitenin yüksek olduğu Akdeniz Havzası'nda yer alan İzmir kenti, çevresi yüksek dağlarla kuşatılmış, su toplama havzası durumundaki İzmir Körfezi'nin kıyısında kurulmuştur. Kent meteorolojik olarak sıcaklık ve nemlilik bakımından farklı hava kütlelerinin karşılaşma, kavuşma ve karışma sahasında yer almaktadır ve Akdeniz makroklima alanına dâhildir. Kentte kışlar yağışlı, yazlar ise kurak geçmektedir.

TC Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nce 1938-2017 tarihleri arasında kaydedilen verilere göre; İzmir kentinin yıllık ortalama sıcaklık değeri 17,8 C° olup en yüksek sıcaklık 43 C° (Ağustos, 2002), en düşük sıcaklık -8,2 C° (Ocak, 1942) olarak ölçülmüştür (MGM, 2018).

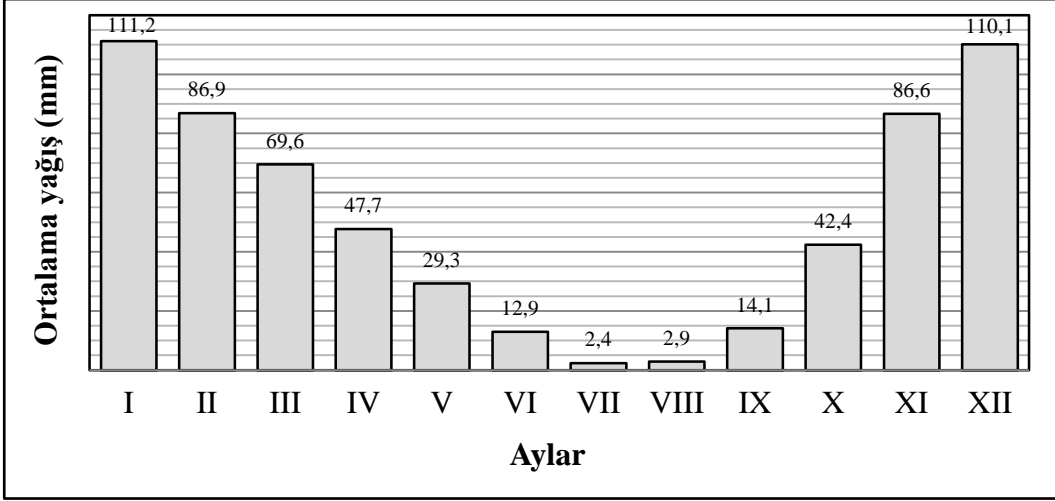
#### Yağış özellikleri

Araştırma alanı olarak seçilen Bornova Çayı Havzası'nın yağış özelliklerinin ortaya konulmasında Bornova meteoroloji istasyonunun 1967-2016 arasındaki yağış rasatları dikkate alınmış, yağış özelliklerinin belirlenmesinde 50 yıllık bir zaman aralığı incelenmiştir.

**Yıllık yağış tutarları ve zaman içindeki değişimler** incelendiğinde; yıllık ortalama yağış tutarının 616,7 mm olduğu, en yüksek yıllık yağış miktarının ise 943,7 mm (2009) olduğu belirlenmiştir (EK1). Sezer'e (2002) göre; yıllık yağış tutarlarının aksiyon merkezlerinin yıldan yıla değişen karakterlerine bağlı olarak birkaç yıl aralıklarla artıp azaldığını söylemek mümkündür.

Yıl içinde frontal faaliyetlerin başladığı Ekim ayında hızla yükselen ortalama yağış tutarı (42,4 mm), Ocak ayında en büyük değerini almaktadır (111,2 mm). Bu aydan itibaren azalmaya başlayan ortalama yağış tutarları, Nisan ayında 50 mm.'nin altına düşmektedir (47,7 mm) (EK1.)

Ortalama yağışların mevsimlere göre dağılımı incelendiğinde mevsimler oransal büyüklüklerine göre Kış (Aralık, Ocak ve Şubat ayları), İlkbahar (Mart, Nisan ve Mayıs ayları), Sonbahar (Eylül, Ekim ve Kasım ayları) ve Yaz (Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları) olarak sıralanmaktadır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Bornova (1967-2016) yağış rejim diyagramı.

**Yağış rejimiyle** ilgili olarak Sezer'e (2002) göre; aylık ortalama yağışlar gerek aylık olarak gerekse mevsimlik olarak incelendiğinde, İzmir'deki yağış rejiminin, Akdeniz havzasının tipik yağış rejiminin özelliklerini yansıttığı ortaya çıkmaktadır.

**Yıllık maksimum yağışlar ve frekansları** incelendiğinde ise, ortalama yıllık ekstrem yağış tutarı 60,4 mm'dir. En yüksek yıllık ekstrem yağış miktarı 119,5 mm olarak 1976 yılında kaydedilmiştir (EK2).

**Yağış şiddeti**, gerek litolojik özellikleri ve eğim şartları, gerekse toprak özellikleri bakımından erozyon riski bulunan yörede, afetin ya da su baskısının derecesi yanında erozyon üzerindeki etkisi bakımından büyük önem taşımaktadır (Sezer, 2002). Bornova'nın yağış şiddeti, 1967-2016 yılları arasındaki günlük yağış miktarı verileri kullanılarak yağış sınıflarına göre sınıflandırılmıştır (EK3). Buna göre; yağış miktarı 0,1-10,0 mm ise hafif-normal, 10,1-20,0 mm ise orta şiddetteki hafif sağanak, 21,1-50,0 mm ise sağanak, 50,1-100,0 mm ise şiddetli sağanak ve 100 mm ve üstü çok şiddetli sağanak yağışlar adını almaktadır.

EK3'te verilen aylara göre yağış şiddeti sınıflandırmasına göre Bornova ilçesinde düşen yağışların %72,8'i hafif-normal yağışlar, %16,5'i orta şiddetteki hafif sağanak yağışlar, %9,4'ü sağanak yağışlar, %1,2'si şiddetli sağanak yağışlar olarak gerçekleşmektedir. Çok şiddetli sağanaklar, toplam yağışın yüzde 1'inden daha azdır.

verisi kullanılarak akarsuyu gösteren bir grid veri elde edilmiştir. Ardından, akarsu grid verisi kullanılarak *Stream link* aracı ile akarsu kollarının birleşim noktalarının özgün birer değer alması sağlanmıştır. *Catchment grid deliniation* aracıyla ise; su toplama havzası sınırları elde edilmiştir. *Catchment polygon processing* aracı ile su toplama havzası sınırları, poligona dönüştürülmüştür. *Drainage line processing* aracı kullanılarak akarsu çizgileri, feature class olarak haritaya eklenmiştir. *Adjoint catchment processing* aracı kullanılarak akarsuyun kaynağına doğru toplama havzalarının alanları hesaplanmıştır. Ardından, akarsuyun denize döküldüğü nokta belirlenmiş ve *Batch point generation* aracıyla havza alanı sınırları tespit edilmiştir.

### 3.2.2.Havzanın yüzey akış miktarının tespiti

Bornova Çayı Havzası'nın yüzey akış miktarının (derinliğinin) tespitinde Toprak Koruma Hizmetleri (Soil Conservation Service-SCS), günümüzdeki adıyla Doğal Kaynakları Koruma Hizmetleri (Natural Resources Conservation-NRCS), tarafından 1954 yılında geliştirilen ve yağış verisi kullanılarak yüzey akışı tahmini yapılabilen Eğri Numarası Yöntemi (Curve Number Method-CN Method)'nden yararlanılmıştır (NRCS, 1999c).

Yönteme göre; yüzey akış miktarı aşağıdaki denklemlerle hesaplanmaktadır:

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S} \quad P > I_a$$

$$Q = 0 \quad P \leq I_a$$

$$I_a = 0,2 \cdot S$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

İlişkide (NRCS, 1999c):

**Q** = Yüzey akışa geçen yağış suyunun derinliği (mm)

**P** = Yağış (mm)

**I<sub>a</sub>** = Yüzey akışa geçmeden kaybolan yağış su miktarı

**S** = Yüzey akışı başladıktan sonraki maksimum yağış suyu tutma potansiyeli

**CN** = Eğri numarası

$$Q_v = Q \cdot A$$

$Q_v$ = Yüzey akış hacmi (m<sup>3</sup>)

$A$ = Alan (m<sup>2</sup>)

Eğri numarası (CN) yöntemi, ortalama havza eğimi %5 olan havzalarda kullanılmak üzere üretildiği (NRCS, 1999c) ancak araştırma alanının ortalama eğimi %5'ten fazla olduğu için eğri numaralarının belirlenmesinde Sharpley and Williams (1990) tarafından NRCS'nin ortaya koyduğu denkleme eğim faktörü dâhil edilerek geliştirilen **Eğim Entegrasyonlu CN Hesaplama Yöntemi** kullanılmıştır. Eğim faktörü entegre edilmiş eğri numarası hesaplanırken aşağıdaki denklem kullanılmaktadır:

$$CN_{2S} = [(CN_3 - CN_2 \times 1 - 2e^{(-13,86 \cdot \alpha)})/3] + CN_2$$

$CN_{2S}$ = Eğim faktörü entegre edilmiş eğri numarası (ARC II koşulu için)

$CN_3$ = Toprağın neme doymuş olduğu durumdaki CN değeri (ARC III koşulu için)

$CN_2$ = Eğri numarası (ARC II koşulu için)

$\alpha$ = Eğim

$e$ = Euler sabiti

Eğri numarası yöntemine göre; toprak yapısı, havza özellikleri ve arazi kullanım tiplerinin etkileri eğri numarası (Curve Number-CN) adı verilen tek bir parametre olarak ifade edilmektedir. Eğri numaraları, bir alanın hidrolojik toprak grupları, arazi kullanım tipi ve hidrolojik durumu değerlerinin ortalamasını ifade etmektedir ve yüzey akış kat sayısı olarak da adlandırılmaktadır. Bu değer, NRCS tarafından, toprak, arazi kullanımı ve hidrolojik durumu bilinen ve yüzey akış ölçümü yapılan havzaların verilerinden üretilmiştir. Eğri numarası değeri, ilgili havzanın yüzey akış potansiyelini göstermektedir ve 0 ila 100 arasında bir değer ile ifade edilmektedir. Değer 100'e yaklaştıkça yüzey akış potansiyeli yükselmekte, 0'a yaklaştıkça düşmektedir. Ancak hesaplamalarda sapmayı önlemek üzere en az değer olarak CN=30 kullanılması tavsiye edilmektedir. (USDA NRCS, 1986).

Şiddetli bir yağış öncesindeki 5 günden 30 güne kadar değişen periyotta düşen yağmur miktarına "önceki yağış" denilmektedir (Dizdar, 1984). Bu yağışlar sonucunda havzada potansiyel yüzey akışın ortaya çıkma durumu ise, Önceki

Yüzey Akış Durumları (Antecedent Runoff Conditions-ARC) olarak adlandırılmaktadır. Önceki Yüzey Akış Durumları ARC I, II ve III olmak üzere sınıflandırılmaktadır (Çizelge 3.2). Bu sınıflandırmaya göre yani havzanın önceki yüzey akış durumuna göre söz konusu havzanın CN değeri değişiklik gösterebilmektedir (NRCS, 1999b). Önceki yağışın yoğunluğu ne kadar fazla ise; o yağışın yol açtığı yüzey akışı da o kadar fazla olmaktadır. Dolayısıyla önceki periyottaki infiltrasyon ve evapotranspirasyon önceki yağışın etkisini değiştirebileceği için önem taşımaktadır (Dizdar, 1984).

Çizelge 3.2. Önceki yüzey akış durumları sınıflandırması.

ARC sınıfı	Açıklaması
<b>ARC I</b>	En düşük yüzey akış potansiyelini ifade eder. Bu koşulda toprak kurudur.
<b>ARC II</b>	Ortalama koşullar söz konusudur. Genellikle havzalarda maksimum yıllık taşkınlardan önceki şartların ortalamasını ifade eder.
<b>ARC III</b>	En yüksek yüzey akış potansiyelini ifade eder. Toprak ıslak ve doygundur.

Farklı toprak tipleri, arazi kullanım tipleri ve hidrolojik toprak grupları için üretilen CN değerleri tablolar halinde kullanıma sunulmaktadır (Çizelge 3.3) (NRCS, 1999a). CN değerleri, aksi belirtilmedikçe, ARC II durumu için üretilen değerlerdir. Tez çalışmasında ARC II durumu için üretilen CN değerleri kullanılmıştır.

Yüzey akış katsayısı (CN) tablolarında bahsedilen hidrolojik durum; örtü tipi ve toprak işleme tekniklerinin infiltrasyon ve yüzey akışa etkilerini ifade etmektedir (NRCS, 1986). Hidrolojik durumun iyi olması, toprağın yüzey akış potansiyelini düşüren, infiltrasyonunu artırmayı destekleyen faktörlerin söz konusu olduğu anlamına gelirken; kötü olması, infiltrasyona olumsuz etki eden, yüzey akış potansiyelini artıran faktörleri işaret etmektedir. Hidrolojik duruma etki eden faktörler; bitkilerin taçları, çim örtü, tarımsal ürün deseni ya da diğer bitkilerin yoğunluğu, yıl boyu örtülülük miktarı, sathın pürüzlülüğü olarak belirtilmektedir (USDA NRCS, 1986).

Çizelge 3.3. Kentsel ve kırsal alanlar için örnek yüzey akış katsayısı (CN) tablosu (NRCS, 1999a'dan derlenmiştir).

Örtülülük durumu		Hidrolojik toprak grupları için CN değerleri*				
Örtü tipi	Hidrolojik durum	Ortalama geçirimsiz alan %'si	A	B	C	D
<b>KENTSEL ALANLAR:</b>						
Açık alanlar (çim alanlar, parklar, mezarlıklar)	Kötü (çim yüzey < 50%)		68	79	86	89
	Vasat (çim yüzey 50%- 75%)		49	69	79	84
	İyi (çim yüzey > 75%)		39	61	74	80
Endüstriyel alanlar		72	81	88	91	93
Otoparklar (yüzey kaplamalı), çatılar			98	98	98	98
Sokaklar ve yollar			98	98	98	98
Ticaret ve iş alanları		85	89	92	94	95
Yerleşim alanları (ort. yüzölçümü)						
0,5 da ve daha küçük		65	77	85	90	92
1 da		38	61	75	83	87
1,5 da		30	57	72	81	86
2 da		25	54	70	80	85
4 da		20	51	68	79	84
8 da		12	46	65	77	82
<b>KIRSAL ALANLAR:</b>						
Sıra sıra ekinlerin olduğu tarım alanları	Kötü		72	81	88	91
	İyi		67	78	85	89
Nadasa bırakılmış tarım alanları			77	86	91	94
Mera, otlaklar	Kötü		68	79	86	89
	Vasat		49	69	79	84
	İyi		39	61	74	80
Çayırlar (Otlatma faaliyeti yok)			30	58	71	78
Çalılık, fundalıklar	Kötü		48	67	77	83
	Vasat		35	56	70	77
	İyi		30	48	65	73
Meyve bahçeleri	Kötü		57	73	82	86
	Vasat		43	65	76	82
	İyi		32	58	72	79
Ormanlar	Kötü		45	66	77	83
	Vasat		36	60	73	79
	İyi		30	55	70	77
Çiftlikler			59	74	82	86

\* Çizelgede yer alan CN değerleri ARC II durumu için üretilmiştir.



Havzaları oluşturan örtü tiplerinin eğri numarası değerlerinin tayininde NRCS yüzey akış katsayısı tablolarına başvurulmaktadır. Diğer taraftan havzanın fiziksel, topoğrafik, morfolojik özellikleri, yasal-yönetmelik yapısı gibi havzaya özgün nitelikler göz önüne alınarak havzaya özgü eğri numarası değerlerini üretmek mümkündür. Bu kapsamda Eğri Numarası Yöntemi'ne göre tablolarda gösterilen durumlar ve kabullerden başka bir durum ve kabulün söz konusu olması halinde aşağıda belirtilen formül kullanılarak, özgün eğri numarası değerleri hesaplanabilmektedir.

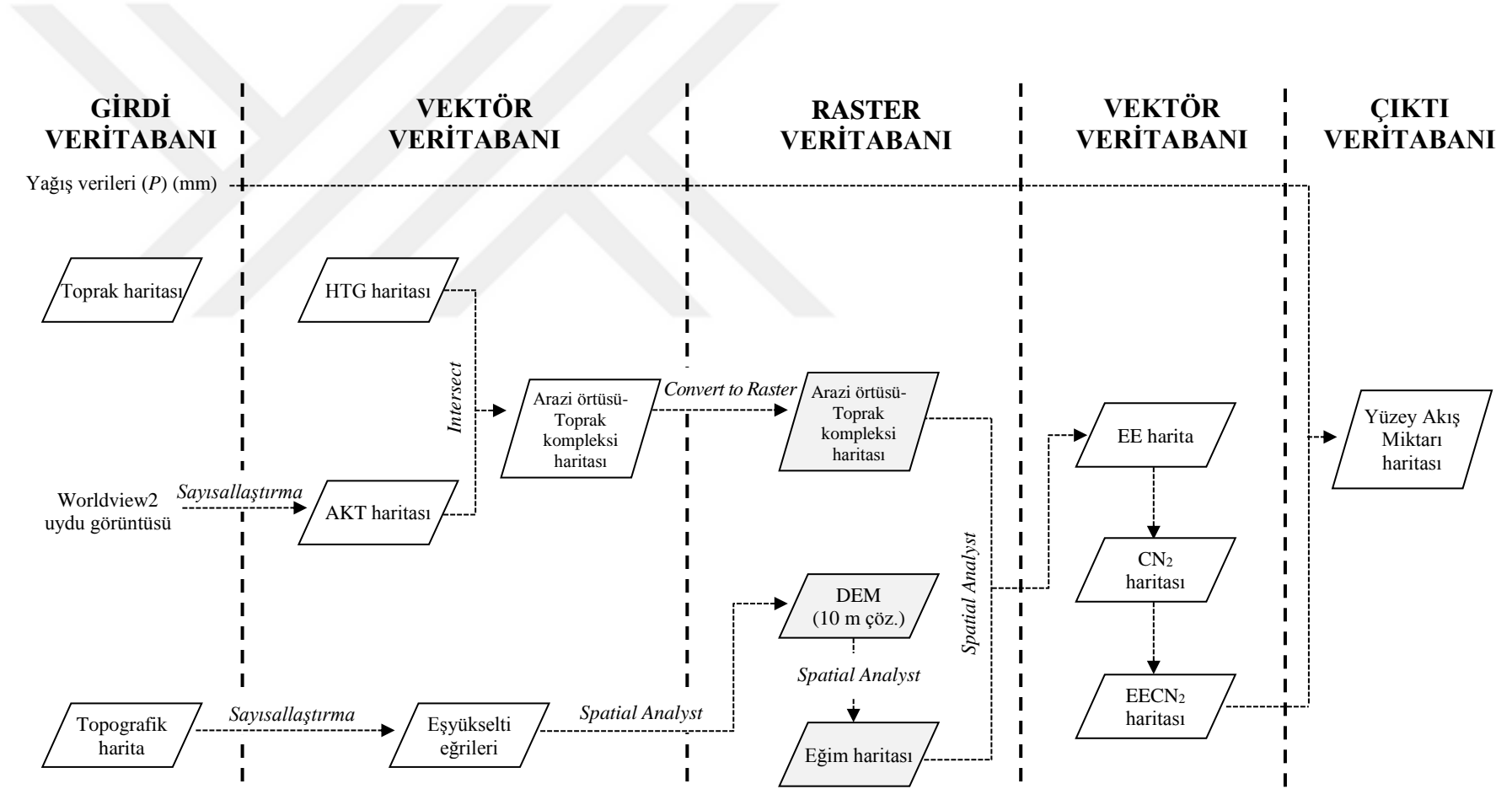
$$CN=(\text{geçirimsiz alan yüzdesi}).(98) + [1-(\text{geçirimsiz alan yüzdesi}).(\text{ilgili toprak grubu için geçerli olan iyi durumdaki açık alan yüzey akış katsayısı})]$$

Özetle Eğri Numarası Yöntemi ile eğri numarası değerinin hesaplanması için arazi kullanım tipi ve toprak tipi verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Yüzey akış derinliğinin hesaplanmasında eğri numarası değerinden, yağış verisi ile birlikte yararlanılmaktadır. Yüzey akış hacminin hesaplanmasında ise; ek olarak çalışma alanının (havzanın) yüzölçümü verisi gerekmektedir.

Tez çalışmasında havzanın yüzey akış miktarının tespiti, yedi alt aşama gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.15). Haritalar hazırlanırken veriler CBS ortamında işlenmiştir (Şekil 3.16).



Şekil 3.15. Bornova Çayı Havzası yüzey akış miktarı tespiti akış şeması.



*HTG: Hidrolojik Toprak Grupları, AKT: Arazi Kullanım Tipi, DEM: Dijital Yükseklik Modeli, EE: Eğim Entegre Arazi Örtüsü-Toprak Kompleksi, CN<sub>2</sub>: Eğri Numarası, EECN<sub>2</sub>: Eğim Entegre Eğri Numarası*

Ŗekil 3.16. Yüzeş akış miktarı tespiti aşamasının CBS süreci.

### **3.2.2.1. Arazi kullanım tipi haritasının oluşturulması**

Arazi kullanım tipi haritası, 2014 yılına ait 0.46 m yersel çözünürlüklü pankromatik WorldView-2 uydu görüntüsünden ekran sayısallaştırılması yoluyla elde edilmiştir. Haritanın üretilmesi süresince, sınıflandırmanın doğruluğunu kontrol etmek üzere arazi gözlemleri yapılmıştır. Arazi kullanım tipi haritasının üretilmesinde NRCS'nin örtü tipleri sınıflandırması esas alınmıştır. Havza, 16'sı ana sınıf olmak üzere toplamda 25 arazi kullanım tipi ile karakterize edilmiştir (Çizelge 3.4).

Havzanın fiziksel, topoğrafik, morfolojik özellikleri gibi havzaya özgü nitelikler ve havzanın içinde bulunduğu il ve ilçenin idari yapısı, yapılaşma durumu, nüfusu gibi özellikler dikkate alınarak yapıları alanlar arazi kullanım tipleri, havzaya özgün olarak sınıflandırılmıştır. Bu süreçte, yapıları alan olarak sınıflandırılan 1634 adet polygonun ortalama geçirimsiz alan yüzdesi değeri, öznel tablosuna tanımlanmıştır. Ardından yapıları alanlar, geçirimsiz alan yüzdesi değerlerine göre *Tip1* (%10-24), *Tip2* (%25-39), *Tip3* (%40-54), *Tip4* (%55-69), *Tip5* (%70-84) ve *Tip6* (%85-98) olarak sınıflandırılmıştır. Her bir sınıf içindeki frekans göz önüne alınarak geçirimsiz alan yüzdesi değeri aralıklarının aritmetik ortalaması alınarak ortalama geçirimsiz alan yüzdesi değeri hesaplanmıştır.

Belirtmek gerekir ki; su yüzeyleri, kimi kaynaklarda geçirimsiz yüzeyler olarak kabul edilerek CN değerleri 100 ya da 100'e yakın bir değer seçilmektedir (Sherwani et al. 2014; Ahmad et al., 2015; Zhang et al., 2015b). Kimi çalışmalarda ise bu değer, değerlendirme dışı (N/A) veya 0 olarak kabul edilmektedir (Hong and Adler, 2008; Melenti et al., 2011; Gonzalez et al., 2015).

Bu araştırmada su yüzeyleri, tabanı geçirimsiz kaplama malzemeleriyle örtülü olmayan su sistemlerini ifade etmektedir. Bu nedenle, doğal tabana sahip su yüzeyleri ile kanala alınmış akarsular ayrı sınıflar olarak değerlendirilmiştir. Su yüzeyleri için CN değeri 0, kanala alınmış akarsularda CN değeri 98 kabul edilmiştir.

Çizelge 3.4. Bornova Çayı Havzası arazi kullanım sınıfları ve açıklamaları (NRCS, 1999a'dan değiştirilerek alınmıştır).

Arazi Kullanım Sınıfları	Hidrolojik durum	Açıklamalar
Açık alanlar	<i>Tip 1</i>	Parklar, mezarlıklar, kavşaklar ve yol kenarı/yol boyu bitkilendirilmiş alanlar, çim alanlar, çocuk oyun alanları
	<i>Tip 2</i>	<i>Tip1: Hidrolojik durumu iyi (çim yüzey &gt; 75%)</i>
	<i>Tip 3</i>	<i>Tip2: Hidrolojik durumu orta (çim yüzey 50%- 75%)</i> <i>Tip3: Hidrolojik durumu kötü (çim yüzey &lt; 50%)</i>
Frigana formasyonu		
Geniş yapraklı ormanlar		
İnşaat alanları		Üzerine temel atılmış ve/veya inşaatı devam eden alanlar
Kanala alınmış akarsular		Yatağı beton kanala alınmış akarsu, dere, çaylar
Karışık ormanlar		
Kayalık alanlar		
Konifer ormanlar		
Maki formasyonu		
Meyve bahçeleri		Meyve bahçeleri ve zeytinlikler
Su yüzeyleri		Tabanı geçirimsiz kaplama malzemeleriyle örtülü olmayan su sistemleri
Tarım alanları		Ekili veya boş olan tüm tarım alanları
Taş ocakları		Açık ocak madenciliği yöntemiyle taş çıkarılan açık tipteki maden alanları
Terk edilmiş / boş araziler		Kent içinde boş duran ve/veya atıl durumda olan, yapılaşmamış araziler
Yapılı alanlar	<i>Tip 1</i>	Ortalama geçirimsiz alan %'si 18 olan yapılı alanlar
	<i>Tip 2</i>	Ortalama geçirimsiz alan %'si 32 olan yapılı alanlar
	<i>Tip 3</i>	Ortalama geçirimsiz alan %'si 47 olan yapılı alanlar
	<i>Tip 4</i>	Ortalama geçirimsiz alan %'si 61 olan yapılı alanlar
	<i>Tip 5</i>	Ortalama geçirimsiz alan %'si 78 olan yapılı alanlar
	<i>Tip 6</i>	Ortalama geçirimsiz alan %'si 91 olan yapılı alanlar
Yollar	<i>Tip 1</i>	Asfalt yollar
	<i>Tip 2</i>	Yarı geçirimli malzeme (kilit parke taş, küp taş vb.) ile kaplı yollar
	<i>Tip 3</i>	Şose yollar

### **3.2.2.2. Hidrolojik toprak grupları (HTG) haritasının oluşturulması**

Toprak özellikleri, yağıştan sonra ortaya çıkan yüzey akışının oluşmasında etkili olduğundan yüzey akış hesaplamalarında önemli bir parametredir (Dizdar, 1984). Bu kapsamda Eğri Numarası (CN) Yöntemi'nde topraklar, yüzey akışı potansiyelleri göz önüne alınarak infiltrasyon hızı ve iletim hızlarına göre dört grupta sınıflandırılmaktadır (USDA, 1993) (Çizelge 3.5).

Bornova Çayı Havzası hidrolojik toprak grupları haritasının hazırlanmasında Dizdar'ın (1984) da önerdiği gibi uzmanların bilgi ve deneyimlerine başvurulmuş ve havzaya ait toprak haritası incelenerek havzanın hidrolojik toprak grupları sınıflandırılmıştır (Sözlü görüşme: Doç. Dr. Mustafa Tolga ESETLİLİ, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Öğretim Üyesi).

Çizelge 3.5. Eğri Numarası (CN) Yöntemi'ne göre hidrolojik toprak sınıfları ve özellikleri (Dizdar, 1984).

<b>Hidrolojik Toprak Grubu (HTG)</b>	<b>Yüzey akış potansiyeli</b>	<b>İnfiltrasyon hızı*</b>	<b>Su iletim hızı**</b>	<b>Özellikleri</b>
<b>A</b>	Düşük	Yüksek	Yüksek	Derin, iyiden aşırıya kadar değişen drenajlı, kum ve çakılların oluşturduğu topraklardır.
<b>B</b>	Düşük - Orta	Orta	Orta	Orta derin veya derin, orta iyi veya iyi drenajlı, orta kabadan orta inceye kadar değişen bünyeli topraklardır.
<b>C</b>	Orta - Yüksek	Yavaş	Yavaş	Suyun aşağıya doğru hareketini engelleyen bir katı bulunan veya orta inceden inceye kadar değişen bünyeli topraklardır.
<b>D</b>	Yüksek	Çok yavaş	Çok yavaş	Yüksek şişme potansiyelli killi topraklar, sürekli yüksek taban suyu bulunan topraklar, yüzeyde veya yüzeye yakın bir kil katı olan topraklar ile hemen hemen geçirimsiz materyal üzerindeki sığ topraklardır.

\*Suyun yüzeyden toprağa girdiği hız, \*\*Suyun toprakta hareket ettiği hız (Dizdar, 1984)

### **3.2.2.3. Arazi örtüsü-toprak kompleksi haritasının oluşturulması**

ArcMap Analysis Toolbox altında yer alan Overlay Toolset içindeki Intersect Tool aracılığıyla girdi olarak önceki aşamalarda üretilmiş olan arazi kullanım haritası ve hidrolojik toprak grupları haritası kullanılarak haritalar çakıştırılmıştır. Her iki haritanın da bilgilerini içeren arazi örtüsü-toprak kompleksi haritası elde edilmiştir. Bu harita, arazi kullanım ve kültürel işlem sınıfı ile hidrolojik toprak grubunun kombinasyonun yani bir hidrolojik toprak-örtü kompleksini ifade etmektedir (Dizdar, 1984).

### **3.2.2.4. Eğim haritasının oluşturulması**

Eğim haritasının hazırlanmasında ArcMap'in 3D Analyst modülü kullanılmıştır. Raster Surface Toolbox altında yer alan Slope Tool ile hidrolojik modelleme yöntemi aracılığıyla havza sınırı belirlenirken üretilmiş olan 10 m çözünürlüklü DEM verisi girdi olarak kullanılmış havza alanının eğimini yüzde olarak ifade eden harita elde edilmiştir.

Eğim grupları; %0-5 düz/düze yakın-hafif eğimli, %5-12 orta eğimli, %12-20 dik eğimli, %20-45 çok dik eğimli, %45 ve üstü sarp eğimli olarak sınıflandırılmıştır.

### **3.2.2.5. Eğim entegre arazi örtüsü- toprak haritasının oluşturulması**

Arazi örtüsü-toprak kompleksi haritası ile eğim haritasının çakıştırılması için öncelikle hazırlanmış olan arazi örtüsü-toprak kompleksi haritası raster veri formatına çevrilmiştir. Bunun için Conversion Tools altında yer alan To Raster Toolbox içindeki Feature to Raster Tool kullanılmıştır. Ardından, ArcMap Spatial Analyst modülü kullanılarak Zonal Toolbox altında yer alan Zonal Statistics Tool aracılığıyla Slope\_Percent değeri esas alınarak her bir poligon için ortalama eğimi hesaplanmıştır. Elde edilen verilerin tek bir tabloda birleştirilmesi amacıyla Data Management Tools altında yer alan Join Toolbox içindeki Join Field Tool kullanılmıştır. Havza alanda yer alan her bir polygon için arazi kullanım tipi haritasının taşıdığı öznitelikler (yüzölçümü, arazi kullanım tipi, ortalama geçirimsizlik yüzdesi), hidrolojik toprak grubu haritasının taşıdığı öznitelikler (hidrolojik toprak grubu tipi) ve ortalama eğim bilgisi tek bir öznitelik tablosu altında toplanmıştır. Elde edilen harita, eğim entegre arazi örtüsü-toprak haritası olarak isimlendirilmiştir.

### **3.2.2.6. Eğim entegre eğri numarası (EECN<sub>2</sub>) haritasının oluşturulması**

Eğim entegre eğri numarası (EECN<sub>2</sub>) haritasının üretilmesi sürecinde Bornova Çayı Havzası eğri numarası tablosundan yararlanılmıştır (Çizelge 3.6). Eğim entegre arazi örtüsü-toprak haritasının öznitelik tablosu temel alınarak Field Calculator aracılığıyla aşağıdaki bağıntılar kullanılarak önce CN<sub>3</sub> (ARC III koşulu için hesaplanan eğri numarası) değeri, ardından eğim entegre eğri numarası (EECN<sub>2</sub>) hesaplanmıştır.

$$CN_3 = CN_2 \times \text{Exp} [0,00673 \times (100 - CN_2)] \text{ (Sharpley and Williams, 1990)}$$

$$EECN_2 = [(CN_3 - CN_2 \times 1 - 2e^{(-13,86 \cdot \infty)}) / 3] + CN_2 \text{ (Sharpley and Williams, 1990)}$$

### **3.2.2.7. Yüzey akış miktarı haritasının oluşturulması**

Yüzey akış haritasının oluşturulması aşamasında ilk olarak yüzey akış miktarı (derinliği) değerini hesaplamak üzere yağış suyu yüzey akışa geçtikten sonraki maksimum birikim potansiyeli (S) değeri hesaplanmıştır. Bunun için aşağıdaki bağıntı kullanılmıştır:

$$S = 254 \times ((100 / [EECN_2]) - 1)$$

Ardından yağış miktarı (P) değeri formülde yerine koyularak yüzey akış derinliği (Q) değeri hesaplanmıştır. Bunun için aşağıdaki bağıntı kullanılmıştır:

$$Q = (P - 0,2S) / (P + 0,8S)$$

Araştırma alanını oluşturan her bir polygon için yüzey akış derinliği hesaplandıktan sonra havzanın yüzölçümü değeri (A) yerine koyularak havzanın ortalama yüzey akış miktarı (derinliği) (Q<sub>ort</sub>) hesaplanmış ve havzanın yüzey akış miktarı haritası üretilmiştir. Bunun için aşağıdaki bağıntı kullanılmıştır.

$$Q_{ort} = (Q_1 A_1 + Q_2 A_2 + Q_3 A_3 + \dots + Q_n A_n) / (A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n)$$

### **3.2.2.8. Havzanın yüzey akış miktarının tespiti**

Havzanın yüzey akış hacmi değerini bulmak için, elde edilen ortalama yüzey akış miktarı (derinliği) değeri, havzanın yüzölçümü değeriyle çarpılmıştır. Bu amaçla aşağıdaki bağıntı kullanılmıştır:

$$Q_{vol} = Q_{ort} \times A$$

Çizelge 3.6. Bornova Çayı Havzası yüzey akış miktarı (mm) hesaplamasında kullanılan eğri numarası (CN) tablosu (NRCS, 1999a'dan değiştirilerek alınmıştır).

Arazi Kullanım Sınıfları	Örtülülük durumu	Hidrolojik durum	Ortalama geçirimsiz alan %'si	Hidrolojik toprak grupları için CN değerleri			
				A	B	C	D
Açık alanlar	<i>Tip 1</i>	-	39	61	74	80	
	<i>Tip 2</i>	-	49	69	79	84	
	<i>Tip 3</i>	-	68	79	86	89	
Frigana formasyonu		-		62	74	85	
Geniş yapraklı ormanlar		-	30	55	70	77	
İnşaat alanları		-	77	86	91	94	
Kanala alınmış akarsular		-	98	98	98	98	
Karışık ormanlar		-	30	55	70	77	
Kayalık alanlar		-	98	98	98	98	
Konifer ormanlar		-	30	55	70	77	
Maki formasyonu		-	30	48	65	73	
Meyve bahçeleri		-	32	58	72	79	
Su yüzeyleri		-	0	0	0	0	
Tarım alanları		-	67	78	85	89	
Taş ocakları		-	98	98	98	98	
Terk edilmiş / boş araziler		-	49	69	79	84	
Yapılı alanlar	<i>Tip 1</i>	18	50	68	78	83	
	<i>Tip 2</i>	32	58	73	82	86	
	<i>Tip 3</i>	47	67	78	85	88	
	<i>Tip 4</i>	61	75	84	89	91	
	<i>Tip 5</i>	78	85	90	93	94	
	<i>Tip 6</i>	91	93	94	95	96	
Yollar	<i>Tip 1</i>	-	98	98	98	98	
	<i>Tip 2</i>	-	83	89	92	93	
	<i>Tip 3</i>	-	76	85	89	91	



Günübirlik turizm tesis alanları: Turizm potansiyeli bulunan alanlarda gölgelik, tuvalet gibi altyapı tesisleri ile lokanta ve çay bahçesi gibi yeme-içme tesisleri, eğlence tesisleri, açık spor tesisleri ve yerel özellik taşıyan el sanatları ürünlerinin sergi ve satış ünitelerini içeren yapı ve tesislerin yer alabileceği alanlardır. Bu alanlar, kamping ve konaklama ünitelerini içermezler (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2012b).

Bölge parkı/büyük kentsel yeşil alanlar: İBBÇDP Açıklama Raporu'nda (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2012b) kentlerin içinde ya da çevresinde yer alan, halkın açık ve yeşil alan gereksinimleri başta olmak üzere dinlenme, gezinti, spor ve eğlenme gereksinimlerini karşılamaya yönelik olarak düzenlenen aktif ya da pasif nitelikli geniş yeşil alanlar olarak tanımlanmaktadır. Günübirlik ihtiyaçları karşılamak üzere açık ya da kısmen kapalı olarak düzenlenen tesisler ile oyun alanları, açık spor ve su oyun alanları ve yeşil bitki örtüsü bulunan alanlardır. Bu alanlar afet sonrası geçici kullanımlara yönelik rezerv alan olarak ayrılmıştır.

Sağlık tesis alanları: Sağlık hizmetine ayrılmış bölgesel, ulusal, uluslararası ölçekte hizmet verecek hastaneler, tıp fakülteleri araştırma geliştirme birimleri ve hastane dışı sağlık hizmetleri veren tesislerin yer aldığı büyük alanlardır (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2012b).

Tarım alanları: İBBÇDP Açıklama Raporu'na (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2012b) göre; birinci ve ikinci sınıf tarım toprağı olarak nitelendirilen toprakların bulunduğu alanlar ile sulu tarım alanları, bölgesel iklim ve toprak özelliklerine uygun tarımın yapıldığı ve özel ürünlerin yetiştirildiği alanlar, tarımsal alanlar olarak belirlenmiştir. Plan kararlarına göre; bu alanların korunması ve sürdürülebilirliğin sağlanması hükümler arasında yer almaktadır. Ayrıca, tarımsal alanlar dışında İBBÇDP'de ve bu plana bağlı yapılacak alt ölçekli planlarda; mevcutta var olan bağ alanları, zeytinlik alanlar ve narenciye bahçelerinin, toprak niteliği ne olursa olsun korunmasına yönelik kararların üretilmesi gereği esas olarak benimsenmiştir.

Ağaçlandırılacak alanlar: İBBÇDP Açıklama Raporu'na (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2012b) göre; yoğun yapılaşmış kentsel yerleşmelerin çevresinde, orman alanları içinde ya da sınırında bulunan boş alanlar ya da orman niteliğini kaybetmiş açıklıklar olarak tanımlanmaktadır. Hazineye veya özel mülke ait olabilmektedirler. Plan uygulama hükümleri arasında yer alan özel hükümler uyarınca, bu alanların mülkiyet durumuna bağlı olarak ilgilileri tarafından

ağaçlandırılması zorunludur. Bu alanlarda ağaçlandırma çalışmaları yapılarak yoğun yapılaşmış kentsel yerleşmelerin çevresinde yeşil kuşak sistemlerinin tesis edilmesi, orman alanlarına komşu olan boş alanların orman ekosistemleriyle bütünleştirilmesi ve erozyon riskinin önlenmesi gibi farklı amaçlara yönelik plan kararları ve hükümleri geliştirilmiştir.

Orman alanları: 6831 sayılı “Orman Kanunu” uyarınca belirlenmiş alanlardır. Orman alanları ile ilgili bilgiler, Orman Genel Müdürlüğü tarafından belirlenen Orman Amenajman Planı verilerine göre plan ölçeğinin gerektirdiği şekilde İBBÇDP’na aktarılmıştır (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2012b).

Askeri alanlar: 2565 sayılı “Askeri Yasak Bölgeler ve Güvenlik Bölgeleri Kanunu” uyarınca belirlenmiş alanlardır. Kentsel yerleşmeler içerisinde yer alan askeri alanların, Milli Savunma Bakanlığı’nın programı uyarınca askeri alandan çıkarılması halinde, bu alanlar sosyal donatı alanı olarak değerlendirilebilir (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2012b).

Koruma alanları: İBBÇDP Açıklama Raporu’nda (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2012b) sit alanları, doğal karakteri korunacak alanlar ve yapı yasağı getirilen alanlar olarak sınıflandırılmıştır. Havzada sit olarak doğal sitler ve arkeolojik sitler bulunmaktadır (Şekil 3.18). Buna göre doğal sitler; jeolojik devirlerle, tarih öncesi ve tarihi devirlere ait olup, ender bulunmaları veya özellikleri, bakımından korunması gerekli yer üstünde, yer altında veya su altında bulunan korunması gerekli alanlar olarak tanımlanmaktadır. Arkeolojik sitler ise; insanlığın varoluşundan günümüze kadar ulaşan eski uygarlıkların yer altında, yer üstünde ve su altındaki ürünlerini, yaşadıkları devirlerin sosyal, ekonomik ve kültürel özelliklerini yansıtan her türlü kültür varlığının yer aldığı yerleşmeler ve alanlar olarak tanımlanmaktadır (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2012b).

Doğal karakteri korunacak alanlar; doğal ve ağaçlık karakteri korunacak alanlar ve makilik fundalık alanlar olarak ikiye ayrılmaktadır. Doğal ve ağaçlık karakteri korunacak alanlar, orman rejimine dâhil olmayan, ancak doğal yapısı, bitki örtüsü, ağaçlık karakteri gibi özellikleriyle korunması gereken alanlardır.

### **3.2.3.3. Arazi kullanım değişim senaryolarının kurgulanması**

Arazi kullanım türlerinin plan kararları uyarınca ilan edilen durumu ile mevcut durumunun karşılaştırılarak incelenmesi, Bornova Çayı Havzası arazi değişim senaryolarının üretilmesinde yönlendirici olmuştur. Buna göre; senaryolar kurgulanırken havzadaki mevcut arazi kullanımlarının, plan kararları uyarınca değişmesi durumu esas alınmıştır.

Kurgu sürecinde askeri alanlar ve korunacak alanlar bağlı buldukları yasalar nedeniyle, diğer bir deyişle koruma altında oluşları nedeniyle bu alanlara herhangi bir müdahalenin mümkün olmayışından dolayı değerlendirmeye alınmamış; bu alanların herhangi bir değişime uğramayacakları kabulü yapılmıştır. Değişim senaryolarının kurgulanması sürecinde değerlendirilmeye alınmayan diğer arazi kullanım türleri, kırsal yerleşim alanları ve demiryollarıdır. Kırsal yerleşme alanları, yakın çevrelerindeki arazi kullanım tipleri (ağaçlandırılacak alanlar, doğal karakteri korunacak alanlar, orman alanları) alanlar göz önüne alınarak, demiryolları ise; değerlendirmede olumlu veya olumsuz, kayda değer bir etki yaratamayacak kadar küçük bir alan kaplamaları gerekçesiyle değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Bornova Çayı Havzası için 1/25.000 ölçekli İBBÇDP çerçevesinde 12 adet arazi kullanım değişim senaryosu kurgulanmıştır. Senaryoların ilgili oldukları İBBÇDP arazi kullanım türü, etki edecekleri mevcut arazi kullanım tipleri ve senaryoların açıklamaları Çizelge 3.7’de sunulmaktadır.

Kurgulanan senaryoların bir arada uygulanması durumunda Bornova Çayı Havzası’nda oluşturacakları bütünleşik etkiler, **kötümser (Bütünleşik Senaryo 1)** ve **iyimser (Bütünleşik Senaryo 2)** senaryo olmak üzere iki adet bütünleşik senaryo üzerinden değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.7. Bornova Çayı Havzası arazi değişim senaryoları.

Kod	İBBÇDP Arazi Kullanım Kararı	Mevcut arazi kullanım tipi	Kurgu arazi kullanım tipi	Kurgu kodu	Senaryo açıklaması
S1	Ağaçlandırılacak alan	Maki	Konifer/karışık orman	S1.1	İBBÇDP'na göre ağaçlandırılacak alan kararı bulunan alanlarda yer alan maki formasyonu ile örtülü alanın, orman (konifer veya karışık) alanına dönüşmesi durumu
S2	Büyük kentsel yeşil alan	Maki	Açık alan (Tip1)	S2.1	İBBÇDP'na göre bölge parkı kararı bulunan alanlarda yer alan maki formasyonu ile örtülü alanın, Tip1 olarak sınıflandırılan açık alana dönüşmesi durumu
S3	Orman alanı	Maki	Konifer/karışık orman	S3.1	İBBÇDP'na göre orman alanı kararı bulunan alanlarda yer alan maki formasyonu ile örtülü alanın, orman (konifer veya karışık) alanına dönüşmesi durumu
S4	Tarım alanı	Maki	Tarım alanı	S4.1	İBBÇDP'na göre tarım alanı kararı bulunan alanlarda yer alan maki formasyonu ile örtülü alanın, tarım alanına dönüşmesi durumu
S5	Büyük alan kullanımı gerektiren kamu kuruluş alanı	Maki +Frigana	Yapılı alan (Tip1)	S5.1	İBBÇDP'na göre kamu kuruluş alanı kararı bulunan alanlarda yer alan maki formasyonu ve frigana formasyonu ile örtülü alanın, Tip1 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumu
		Maki +Frigana	Yapılı alan (Tip3)	S5.2	İBBÇDP'na göre kamu kuruluş alanı kararı bulunan alanlarda yer alan maki formasyonu ve frigana formasyonu ile örtülü alanın, Tip3 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumu
		Maki +Frigana	Yapılı alan (Tip6)	S5.3	İBBÇDP'na göre kamu kuruluş alanı kararı bulunan alanlarda yer alan maki formasyonu ve frigana formasyonu ile örtülü alanın, Tip6 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumu
S6	Günübirlik turizm tesis alanı	Maki	Yapılı alan (Tip1)	S6.1	İBBÇDP'na göre günübirlik turizm tesis alanı kararı bulunan alanlarda yer alan maki formasyonu ile örtülü alanın, Tip1 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumu
		Maki	Yapılı alan (Tip3)	S6.2	İBBÇDP'na göre günübirlik turizm tesis alanı kararı bulunan alanlarda yer alan maki formasyonu ile örtülü alanın, Tip3 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumu
		Maki	Yapılı alan (Tip6)	S6.3	İBBÇDP'na göre günübirlik turizm tesis alanı kararı bulunan alanlarda yer alan maki formasyonu ile örtülü alanın Tip6 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumu
S7	Sağlık tesis alanı	Maki	Yapılı alan (Tip1)	S7.1	İBBÇDP'na göre sağlık tesis alanı kararı bulunan alanlarda yer alan maki formasyonu ile örtülü alanın, Tip1 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumu
		Maki	Yapılı alan (Tip3)	S7.2	İBBÇDP'na göre sağlık tesis alanı kararı bulunan alanlarda yer alan maki formasyonu ile örtülü alanın, Tip3 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumu
		Maki	Yapılı alan (Tip6)	S7.3	İBBÇDP'na göre sağlık tesis alanı kararı bulunan alanlarda yer alan maki formasyonu ile örtülü alanın, Tip6 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumu

Çizelge 3.7. Bornova Çayı Havzası arazi değişim senaryoları (devam).

Kod	İBBÇDP arazi kullanım kararı	Mevcut arazi kullanım tipi	Kurgu arazi kullanım tipi	Kurgu kodu	Senaryo açıklaması
S8	Merkezi iş alanı	İnşaat alanı	Yapılı alan (Tip6)	S8.1	İBBÇDP'na göre merkezi iş alanı kararı bulunan alanlarda yer alan inşaat alanıyla örtülü alanın, Tip6 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumu
		Açık alan (Tip1)	Yapılı alan (Tip6)	S8.2	İBBÇDP'na göre merkezi iş alanı kararı bulunan alanlarda yer alan Tip1 olarak sınıflandırılan açık alanın, Tip6 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumu
S9	Kentsel yerleşik alan	Terk edilmiş/Boş arazi+inşaat alanı	Yapılı alan (Tip3)	S9.1	İBBÇDP'na göre kentsel yerleşik alan kararı bulunan alanlarda yer alan terk edilmiş/boş araziler ve inşaat alanıyla örtülü alanın, Tip3 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumu
		Terk edilmiş/Boş arazi	Açık alan (Tip1)	S9.2	İBBÇDP'na göre kentsel yerleşik alan kararı bulunan alanlarda yer alan terk edilmiş boş arazilerle örtülü alanın, Tip1 olarak sınıflandırılan açık alana dönüşmesi durumu
		Yol (Tip1)	Yol (Tip2)	S9.3	İBBÇDP'na göre Tip1 olarak sınıflandırılan yolla örtülü alanın, Tip2 olarak sınıflandırılan yola dönüşmesi durumu
S10	Kırsal yerleşme alanı	Maki +Frigana	Yapılı alan (Tip1)	S10.1	İBBÇDP'na göre kırsal yerleşme alanı kararı bulunan alanlarda yer alan maki ve frigana formasyonu ile örtülü alanın, Tip1 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumu
S11	2. ve 3. derece merkezler	Terk edilmiş/Boş arazi+inşaat alanı	Yapılı alan (Tip6)	S11.1	İBBÇDP'na göre çalışma alanı kararı bulunan alanlarda yer alan terk edilmiş/boş araziler ve inşaat alanıyla örtülü alanın, Tip6 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumu
		Terk edilmiş/Boş arazi	Açık alan (Tip1)	S11.2	İBBÇDP'na göre çalışma alanı kararı bulunan alanlarda yer alan terk edilmiş/boş arazilerle örtülü alanın, Tip1 olarak sınıflandırılan açık alana dönüşmesi durumu
S12	Karayolları	Terk edilmiş/Boş arazi+inşaat alanı	Yol (Tip1)	S12.1	İBBÇDP'na göre karayolu kararı bulunan alanlarda yer alan terk edilmiş/boş araziler ve inşaat alanıyla örtülü alanın, Tip1 olarak sınıflandırılan yola dönüşmesi durumu
		Yol (Tip1)	Yol (Tip2)	S12.2	İBBÇDP'na göre karayolu kararı bulunan alanlarda yer alan Tip1 olarak sınıflandırılan yolla örtülü alanın, Tip2 olarak sınıflandırılan yola dönüşmesi durumu
		Açık alanlar (Tip1)	Yol (Tip1)	S12.3	İBBÇDP'na göre karayolu kararı bulunan alanlarda yer alan Tip1 olarak sınıflandırılan açık alanların, Tip1 olarak sınıflandırılan yola dönüşmesi durumu

Arazi kullanım değişim senaryolarının kurgulanmasını takiben değişim senaryolarının yüzey akış miktarı üzerine etkileri ortaya konulmuştur. Bu aşamada her bir senaryo kapsamında mevcut arazi kullanımlarının yerini kurgu arazi kullanımlarının alması durumunda ilgili İBBÇDP arazi kullanım türü özelinde ve Bornova Çayı Havzası genelinde yüzey akışa geçen yağış suyunun miktarı (derinliği - %Q fark) ve hacmi (%Q<sub>vol</sub> fark) üzerindeki etkisi yüzdesel olarak saptanmıştır.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1. Bornova Çayı Havza Sınırları

Bornova Çayı Havzası sınırları, kuzeyde Kara Göl'ün güneydoğusunda yer alan Çam Tepesi'nden başlayarak güneydoğuya doğru sırasıyla Çatal Tepe, Tepetarla Sırtları, Kaytutkan Sırtları ve Alaca Tepe'den geçerek İnönü, Kızılay, Mansuroğlu Mahalleleri'nden geçer. Havzanın en güney ucu Mansuroğlu Mahallesi'nde, D300 Karayolu'nun 3 km kadar kuzeyindedir. Bu noktadan kuzey batıya doğru havza sınırları, Bornova Çayı'nın Körfez'e döküldüğü Adalet Mahallesi, Bayraklı Mahallesi ve Çay Mahalle'den geçerek Çiçek Mahallesi'nin kuzeyinden sırasıyla Kale Tepe, Küçükkale Tepe, Kuşsivri Sırtları, Yanıkkışla Tepesi, Aşıkbaşa Sırtları, Kara Tepe, Kazan Tepe, Lelep Tepe'den geçerek kuzey ucuna ulaşır (Şekil 4.1).

Havzanın yüzölçümü 48,13 km<sup>2</sup>'dir. Havzanın yapılaşmış olan güney bölümü, yaklaşık 10 km<sup>2</sup> alan kaplamakta olup bu alanda ağırlıklı olarak kentsel yerleşim alanları ve iş alanları bulunmaktadır. Havzanın kuzeyi ise, ağırlıklı olarak doğal bitki örtüsü ile kaplıdır.

### 4.2. Havzada Yüzeysel Akışa Geçen Yağış Suyu Miktarı

Yüzeysel akışa geçen yağış suyu miktarının tespitinde elde edilen bulgular, arazi kullanım tipleri, hidrolojik toprak grupları, arazi örtüsü-toprak kompleksi, eğim durumu, eğim entegre arazi örtüsü-toprak kompleksi, eğri numarası ve yüzeysel akış miktarı olmak üzere yedi başlık altında ele alınmıştır.

#### 4.2.1. Arazi kullanım tipleri

Oluşturulan Bornova Çayı arazi kullanım tipi haritasına göre (Bkz. Şekil 4.2); 16 ana arazi kullanım tipi ile karakterize edilen Bornova Çayı Havzası'nın %50'sini maki toplulukları oluşturmaktadır. Yapılı alanlar, havzanın %15'ini kaplamaktadır. Yollar ve konifer ormanlar %8'erlik, frigana toplulukları %5'lik bir alan kaplarken açık alanlar %3, meyve bahçeleri (Bkz. Şekil 4.3), kayalık alanlar (Bkz. Şekil 4.4) ve boş araziler %2'serlik alan kaplamaktadır. Geniş yapraklı ormanlar ve tarım alanları havzanın yüzölçümü üzerinde %1'er paya sahiptir. Karışık ormanlar, kanala alınmış akarsular, taş ocakları, inşaat alanları ve durgun su yüzeylerinin havzada kapladıkları alan %1'den daha küçük bir değer almaktadır (Bkz. Çizelge 4.1).

Çizelge 4.3. Bornova Çayı Havzası arazi kullanım tiplerinin hidrolojik toprak grubu tiplerine göre dağılımı.

Arazi Kullanım Tipleri	Hidrolojik Toprak Grubu Tipleri/Yüzölçümü (ha)			Yüzölçümü (ha)	Yüzdesel dağılım		
	B	C	D		B	C	D
Açık alanlar (Toplam)	0,00	101,01	24,15	125,16	0,00	80,70	19,30
Kanala alınmış akarsular	4,51	14,57	15,79	34,87	12,93	41,79	45,28
Su yüzeyleri	0,61	0,00	0,16	0,77	79,22	0,00	20,78
Kayalık alanlar	27,40	36,66	38,81	102,87	26,63	35,64	37,73
Frigana formasyonu	81,44	63,28	86,85	231,56	35,17	27,33	37,50
Geniş yapraklı ormanlar	31,57	19,07	15,33	65,97	47,85	28,91	23,24
Karışık ormanlar	0,87	9,12	16,83	26,81	3,23	34,00	62,77
Konifer ormanlar	289,98	26,75	78,83	395,56	73,31	6,76	19,93
Maki formasyonu	752,27	893,70	773,46	2.419,42	31,09	36,94	31,97
Meyve bahçeleri	49,04	16,35	40,97	106,36	46,11	15,38	38,51
Tarım alanları	22,75	25,08	3,44	51,27	44,38	48,92	6,70
İnşaat alanları	0,06	10,67	0,31	11,04	0,52	96,66	2,82
Yapılı alanlar (Toplam)	34,40	669,44	25,31	729,15	4,72	91,81	3,47
Terk edilmiş/Boş araziler	0,00	94,63	4,71	99,35	0,00	95,25	4,75
Taş ocakları	0,00	0,00	15,39	15,39	0,00	0,00	100,00
Yol (Toplam)	30,22	318,59	48,54	397,35	7,61	80,18	12,21
<b>TOPLAM</b>	<b>1.325,10</b>	<b>2.298,93</b>	<b>1.188,88</b>	<b>4.812,91</b>			

Çizelge 4.4. Bornova Çayı Havzası hidrolojik toprak gruplarının arazi kullanım tiplerine göre dağılımı.

B Tipi Hidrolojik Toprak Grupları	Arazi Kullanım Tipleri	Yüzölçümü (ha)	Yüzdesel dağılım (%)
	Kanala alınmış akarsular	4,51	0,34
Su yüzeyleri	0,61	0,05	
Kayalık alanlar	27,40	2,07	
Frigana formasyonu	81,44	6,15	
Geniş yapraklı ormanlar	31,57	2,38	
Karışık ormanlar	0,87	0,07	
Konifer ormanlar	289,98	21,87	
Maki formasyonu	752,27	56,77	
Meyve bahçeleri	49,04	3,70	
Tarım alanları	22,75	1,72	
İnşaat alanları	0,06	0,00	
Yapılı alanlar (Toplam)	34,45	2,60	
Yol (Toplam)	30,17	2,28	
<b>TOPLAM</b>	<b>1.325,10</b>	<b>100,00</b>	

C Tipi Hidrolojik Toprak Grupları	Arazi Kullanım Tipleri	Yüzölçümü (ha)	Yüzdesel dağılım (%)
	Açık alanlar (Toplam)	101,01	4,39
Kanala alınmış akarsular	14,57	0,63	
Kayalık alanlar	36,66	1,59	
Frigana formasyonu	63,28	2,75	
Geniş yapraklı ormanlar	19,07	0,83	
Karışık ormanlar	9,12	0,40	
Konifer ormanlar	26,75	1,16	
Maki formasyonu	893,70	38,87	
Meyve bahçeleri	16,35	0,71	
Tarım alanları	25,08	1,09	
İnşaat alanları	10,67	0,46	
Yapılı alanlar (Toplam)	669,44	29,13	
Terk edilmiş / Boş araziler	94,63	4,13	
Yol (Toplam)	318,59	13,86	
<b>TOPLAM</b>	<b>2.298,93</b>	<b>100,00</b>	

D Tipi Hidrolojik Toprak Grupları	Arazi Kullanım Tipleri	Yüzölçümü (ha)	Yüzdesel dağılım (%)
	Açık alanlar (Toplam)	24,15	2,03
Kanala alınmış akarsular	15,79	1,33	
Su yüzeyleri	0,16	0,01	
Kayalık alanlar	38,81	3,26	
Frigana formasyonu	86,85	7,30	
Geniş yapraklı ormanlar	15,33	1,29	
Karışık ormanlar	16,83	1,42	
Konifer ormanlar	78,83	6,63	
Maki formasyonu	773,46	65,06	
Meyve bahçeleri	40,97	3,45	
Tarım alanları	3,44	0,29	
İnşaat alanları	0,31	0,03	
Yapılı alanlar (Toplam)	25,31	2,13	
Terk edilmiş / Boş araziler	4,71	0,40	
Taş ocakları	15,39	1,29	
Yol (Toplam)	48,54	4,08	
<b>TOPLAM</b>	<b>1.188,88</b>	<b>100,00</b>	



Çizelge 4.6. Arazi kullanım tiplerinin eğim gruplarına göre dağılımı.

Arazi Kullanım Tipi	Eğim (%)				
	0-5	5-12	12-20	20-45	45+
	Yüzölçümü (%)				
Açık alanlar (Toplam)	47,77	17,45	21,81	12,66	0,31
Kanala alınmış akarsular	33,54	18,42	19,77	28,27	-
Su yüzeyleri	18,13	21,95	59,92	-	-
Kayalık alanlar	0,02	1,54	6,93	72,42	19,09
Frigana formasyonu	1,19	2,92	24,89	70,23	0,77
Geniş yapraklı ormanlar	2,04	7,29	23,87	48,41	18,39
Karışık ormanlar	62,97	22,02	11,03	3,03	0,95
Konifer ormanlar	0,55	2,48	2,79	53,22	40,96
Maki formasyonu	0,69	1,53	19,05	61,46	17,27
Meyve bahçeleri	5,05	7,14	29,62	58,19	-
Tarım alanları	14,35	8,60	37,85	39,20	-
İnşaat alanları	51,72	14,83	9,51	23,94	-
Yapılı alanlar (Toplam)	35,65	23,79	25,41	15,09	0,06
Terk edilmiş/Boş araziler	20,41	43,61	15,30	20,68	-
Taş ocakları	-	-	-	100,00	-
Yol (Toplam)	16,48	3,15	64,87	14,81	0,69

Çizelge 4.7. Eğim gruplarının içerdikleri hidrolojik toprak gruplarına göre dağılımı.

HTG	Eğim (%)									
	0-5	5-12	12-20	20-45	45+	0-5	5-12	12-20	20-45	45+
	Yüzölçümü (ha)					Yüzölçümü (%)				
B tipi	23,36	35,24	124,88	689,46	452,11	4,91	10,45	30,21	30,21	73,24
C tipi	393,23	274,98	859,97	669,06	101,49	82,67	81,55	29,31	29,31	16,44
D tipi	59,07	26,96	115,31	924,07	63,73	12,42	8,00	40,48	40,48	10,32
<b>TOPLAM</b>	<b>475,66</b>	<b>337,17</b>	<b>1.100,16</b>	<b>2.282,59</b>	<b>617,33</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Çizelge 4.8. Hidrolojik toprak grubu tiplerinin eğim gruplarına göre dağılımı.

Hidrolojik Toprak Grubu	Eğim (%)					TOPLAM
	0-5	5-12	12-20	20-45	45+	
	Yüzölçümü (%)					
B tipi	1,76	2,66	9,42	52,03	34,13	<b>100</b>
C tipi	17,11	11,96	37,41	29,11	4,41	<b>100</b>
D tipi	4,97	2,27	9,70	77,71	5,35	<b>100</b>

#### 4.2.6. Eğim entegre eğri numarası (EECN<sub>2</sub>)

Eğim entegre eğri numarası değeri, arazi örtüsü-toprak kompleksi ve eğim verilerinin bir bütünüdür. Bornova Çayı Havzası, her bir eğim entegre eğri numarası (EECN<sub>2</sub>) değer aralığı için sırasıyla arazi kullanım tipi, hidrolojik toprak grubu ve eğim faktörleri açısından ele alınmıştır. EECN<sub>2</sub> haritasına göre (Şekil 4.13); havzanın %26'sı EECN<sub>2</sub>'si 0-58 olan alanlar, %28'i 59-74 olan alanlar, %23'ü 75-82 olan alanlar, %9'u 83-89 olan alanlar, %13'ü 90-98 olan alanlarla kaplıdır.

EECN<sub>2</sub>'si 0-58 arası olan alanların neredeyse tamamı maki formasyonu ile örtülüdür (Bkz. Çizelge 4.9) ve tamamına yakını B grubu hidrolojik toprak grubuna mensuptur (Bkz. Çizelge 4.10). Ortalama eğim yüzdelerinin dağılımı (Bkz. Çizelge 4.11) incelendiğinde; bu alanların yarısının ortalama eğiminin ağırlıklı olarak %20 ve üstü olduğu görülmektedir.

EECN<sub>2</sub>'si 59-74 arası olan alanların da büyük kısmının maki formasyonu ile örtülü olduğu görülmektedir (Bkz. Çizelge 4.9) ve yarısından fazlası B grubu hidrolojik toprak grubuna mensuptur (Bkz. Çizelge 4.10). Ortalama eğim yüzdelerinin dağılımı (Bkz. Çizelge 4.11) incelendiğinde ise; bu alanların ortalama eğiminin ağırlıklı olarak %12-45 olduğu saptanmıştır.

EECN<sub>2</sub>'si 75-82 arası olan alanların tıpkı EECN<sub>2</sub>'si 0-58 arası ve 59-74 arası olan alanlarda olduğu gibi büyük kısmı maki formasyonu ile örtülüdür (Bkz. Çizelge 4.9) ve D tipi hidrolojik toprak grubu baskındır (Bkz. Çizelge 4.10). Ortalama eğim yüzdelerinin dağılımı (Bkz. Çizelge 4.11) incelendiğinde bu alanların ortalama eğiminin %20-45 olduğu görülmektedir.

EECN<sub>2</sub>'si 83-89 arası olan alanların yarısı yapılı alanlar (Tip1, 2, 3, 4) ile örtülüdür (Bkz. Çizelge 4.9) ve ağırlıklı olarak C tipi hidrolojik toprak grubuna mensup oldukları saptanmıştır (Bkz. Çizelge 4.10). Eğim entegre eğri numaralarına göre ortalama eğim yüzdelerinin dağılımı (Bkz. Çizelge 4.11) incelendiğinde ise; bu alanlarda ortalama eğimin %5-45 olduğu görülmektedir.

EECN<sub>2</sub>'si 90-98 arası olan alanlar yollar (Tip1, 2, 3) ve yapılı alanlar ile örtülüdür ve ağırlıklı olarak C tipi hidrolojik toprak grubuna mensup oldukları saptanmıştır (Bkz. Çizelge 4.10). Eğim entegre eğri numaralarına göre ortalama eğim yüzdelerinin dağılımı (Bkz. Çizelge 4.11) incelendiğinde ise; bu alanların ortalama eğiminin ağırlıklı olarak %12-20 olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.10. Eğim entegre eğri numaralarına göre hidrolojik toprak grubu dağılımı.

EECN <sub>2</sub>	Hidrolojik Toprak Grupları		
	B	C	D
	Yüzölçümü (ha)		
0-58	754,61	-	0,51
	<b>99,93%</b>	-	<b>0,07%</b>
59-74	472,79	902,84	-
	<b>34,37%</b>	<b>65,63%</b>	-
75-82	35,38	249,54	934,90
	<b>2,90%</b>	<b>20,46%</b>	<b>76,64%</b>
83-89	8,38	406,99	119,26
	<b>1,57%</b>	<b>76,12%</b>	<b>22,31%</b>
90-98	53,89	739,36	134,45
	<b>5,81%</b>	<b>79,70%</b>	<b>14,49%</b>

Çizelge 4.11. Eğim entegre eğri numaralarına göre ortalama eğim yüzdesi dağılımı.

EECN <sub>2</sub>	Eğim (%)				
	0-5	5-12	12-20	20-45	45+
	Yüzölçümü (ha)				
0-58	2,23	16,61	59,05	401,60	275,63
	<b>0,29%</b>	<b>2,20%</b>	<b>7,82%</b>	<b>53,18%</b>	<b>36,50%</b>
59-74	10,33	27,22	418,00	665,10	254,99
	<b>0,75%</b>	<b>1,98%</b>	<b>30,39%</b>	<b>48,35%</b>	<b>18,54%</b>
75-82	100,28	44,11	111,80	899,53	64,10
	<b>8,22%</b>	<b>3,62%</b>	<b>9,17%</b>	<b>73,74%</b>	<b>5,25%</b>
83-89	82,50	145,59	169,41	134,23	2,91
	<b>15,43%</b>	<b>27,23%</b>	<b>31,69%</b>	<b>25,11%</b>	<b>0,54%</b>
90-98	280,33	103,65	341,89	182,12	19,71
	<b>30,22%</b>	<b>11,17%</b>	<b>36,85%</b>	<b>19,63%</b>	<b>2,12%</b>

#### 4.2.7. Yüzeş akış miktarı

Yüzeş akış miktarı (Q), yüzeş akışa geçen yağış suyunun niceliğine etki eden temel faktörler olan arazi kullanım tipi, hidrolojik toprak grubu ve ortalama eğim açısından değerlendirilmiştir. Yüzeş akış miktarı haritasına göre (Bkz. Şekil 4.14) havzanın %23'ünde yüzeş akış miktarı (derinliği) 0-30 mm, %22'sinde 31-50 mm, %27'sinde 51-70 mm, %11'inde 71-90 mm, %17'sinde 90-107 mm'dir.

Yüzeş akış miktarı 0-30 mm olan alanların ağırlıklı olarak maki formasyonu ve konifer ormanlar ile örtülü olduğu görülmektedir ve tamamı B tipi hidrolojik toprak grubuna mensuptur. Ortalama eğim değerinin dağılımı incelendiğinde ise; ortalama eğiminin %20-45 ve %45 üstü olduğu görülmektedir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Yüzeş akış miktarı 0-30 mm olan alanların yüzeş akış miktarı-arazi kullanım tipi, eğim ve hidrolojik toprak grubu ilişkisi.

Yüzeş Akış Miktarı	Arazi Kullanım Tipi			Eğim (%)					Hidrolojik Toprak Grubu		
				0-5	5-12	12-20	20-45	45+	B	C	D
	Yüzölçümü (ha)		Yüzde (%)	Yüzölçümü (ha)					Yüzölçümü (ha)		
0-30 mm	Geniş yapraklı ormanlar	31,57	2,93%	0,75	0,51	6,94	13,34	10,36	31,57	-	-
	Karışık ormanlar	0,87	0,08%	0,05	-	-	0,81	-	0,87	-	-
	Konifer ormanlar	289,98	26,93%	-	9,25	1,86	120,13	158,74	289,98	-	-
	Maki formasyonu	752,62	69,90%	-	16,44	58,59	401,60	275,63	752,62	-	-
	Meyve bahçeleri	1,68	0,16%	1,68	-	-	-	-	1,68	-	-
	<b>TOPLAM</b>	<b>1.076,71</b>	<b>100,00%</b>	<b>0,08%</b>	<b>2,44%</b>	<b>6,27%</b>	<b>49,85%</b>	<b>41,37%</b>	<b>1.076,71</b>	<b>100%</b>	

Yüzeş akış miktarı 31-50 mm olan alanların tamamına yakınının maki formasyonu ile örtülü olduğu görülmektedir ve ağırlıklı olarak C tipi hidrolojik toprak grubuna mensuptur. Ortalama eğim değerinin dağılımı incelendiğinde ise; ortalama eğiminin %12-20 ve %20-45 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Yüzeş akış miktarı 31-50 mm olan alanların yüzeş akış miktarı-arazi kullanım tipi, eğim ve hidrolojik toprak grubu ilişkisi.

Yüzeş Akış Miktarı	Arazi Kullanım Tipi			Eğim (%)					Hidrolojik Toprak Grubu		
				0-5	5-12	12-20	20-45	45+	B	C	D
	Yüzölçümü (ha)		Yüzde (%)	Yüzölçümü (ha)					Yüzölçümü (ha)		
31-50 mm	Açık alanlar (Tip1)	4,61	0,44%	4,61	-	-	-	-	-	4,61	-
	Frigana formasyonu	81,44	7,73%	-	1,48	9,98	68,21	1,77	81,44	-	-
	Konifer ormanlar	1,40	0,13%	1,40	-	-	-	-	-	1,40	-
	Maki formasyonu	893,70	84,85%	-	12,62	375,53	421,44	84,11	-	893,70	-
	Meyve bahçeleri	49,11	4,66%	1,76	1,81	18,74	26,80	-	47,35	1,76	-
	Yapılı alanlar (Tip1)	22,24	2,11%	1,38	1,53	4,94	14,38	-	20,86	1,38	-
	Yapılı alanlar (Tip3)	0,78	0,07%	0,78	-	-	-	-	0,78	-	-
	<b>TOPLAM</b>	<b>1.053,27</b>	<b>100,00%</b>	<b>0,94%</b>	<b>1,66%</b>	<b>38,85%</b>	<b>50,40%</b>	<b>8,15%</b>	<b>150,43</b>	<b>902,84</b>	<b>-</b>

Yüzey akış miktarı 51-70 mm olan alanların büyük kısmının maki formasyonu ile örtülü olduğu, terk edilmiş / boş araziler, açık alanlar (Tip 1, 2 ve 3) ve konifer ormanların diğer arazi örtüleri olduğu ve hâkim HTG'nin D grubu olduğu görülmektedir. Bu alanlarda ortalama eğim, %20-45'tir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Yüzey akış miktarı 51-70 mm olan alanların yüzey akış miktarı-arazi kullanım tipi, eğim ve hidrolojik toprak grubu ilişkisi.

Yüzey Akış Miktarı	Arazi Kullanım Tipi		Eğim (%)					Hidrolojik Toprak Grubu			
			0-5	5-12	12-20	20-45	45+	B	C	D	
	Yüzölçümü (ha)	Yüzde (%)	Yüzölçümü (ha)					Yüzölçümü (ha)			
51-70 mm	Açık alanlar (Tip1)	71,68	5,73%	34,12	8,26	16,65	12,28	0,38	-	62,33	9,35
	Açık alanlar (Tip2)	15,54	1,24%	7,84	4,94	1,18	1,58	-	-	15,54	-
	Açık alanlar (Tip3)	2,06	0,16%	2,06	-	-	-	-	-	2,06	-
	Frigana formasyonu	63,28	5,05%	1,16	4,42	3,97	53,73	-	-	63,28	-
	Geniş yapraklı ormanlar	15,33	1,22%	0,40	0,90	4,79	8,28	0,96	-	-	15,33
	Karışık ormanlar	16,83	1,34%	16,83	-	-	-	-	-	-	16,83
	Konifer ormanlar	78,83	6,30%	-	0,54	7,28	71,01	-	-	-	78,83
	Maki formasyonu	773,46	61,78%	16,68	7,90	26,70	663,95	58,22	-	-	773,46
	Meyve bahçeleri	40,97	3,27%	-	2,21	11,80	26,97	-	-	-	40,97
	Tarım alanları	22,75	1,82%	0,09	1,57	12,13	8,97	-	22,75	-	-
	Yapılı alanlar (Tip1)	35,30	2,82%	3,92	5,21	15,50	10,49	0,17	-	35,30	-
	Yapılı alanlar (Tip2)	12,95	1,03%	5,55	0,23	2,43	4,74	-	8,91	4,04	-
	Yapılı alanlar (Tip3)	9,55	0,76%	7,53	-	0,74	1,27	-	3,72	5,83	-
	Terk edilmiş/Boş arazi	93,39	7,46%	16,02	42,57	14,60	20,20	-	-	93,26	0,13
<b>TOPLAM</b>	<b>1.251,93</b>	<b>100,00%</b>	<b>112,21</b>	<b>78,75</b>	<b>117,76</b>	<b>883,47</b>	<b>59,74</b>	<b>35,38</b>	<b>281,64</b>	<b>934,90</b>	
			<b>8,96%</b>	<b>6,29%</b>	<b>9,41%</b>	<b>70,57%</b>	<b>4,77%</b>	<b>2,83%</b>	<b>22,50%</b>	<b>74,68%</b>	

Yüzey akış miktarı 71-90 mm olan alanlarda ağırlıklı olarak yapılı alanların (Tip 1, 2, 3 ve 4) yayıldığı ve frigana formasyonunun varlığı görülmektedir. Bu alanlarda öne çıkan HTG, C grubudur. Ortalama eğimin ise; %5 ile %45 arasında dengeli bir şekilde dağıldığı saptanmaktadır (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Yüzey akış miktarı 71-90 mm olan alanların yüzey akış miktarı-arazi kullanım tipi, eğim ve hidrolojik toprak grubu ilişkisi.

Yüzey Akış Miktarı	Arazi Kullanım Tipi		Eğim (%)					Hidrolojik Toprak Grubu			
			0-5	5-12	12-20	20-45	45+	B	C	D	
	Yüzölçümü (ha)	Yüzde (%)	Yüzölçümü (ha)					Yüzölçümü (ha)			
71-90 mm	Açık alanlar (Tip2)	0,29	0,05%	-	-	0,04	0,25	-	-	-	0,29
	Açık alanlar (Tip3)	12,79	2,42%	7,09	2,75	2,57	0,38	-	-	12,79	-
	Frigana formasyonu	86,60	16,39%	1,35	0,87	43,69	40,69	-	-	-	86,60
	Tarım alanları	28,52	5,40%	7,27	2,84	7,28	11,13	-	-	25,08	3,44
	İnşaat alanları	0,57	0,11%	0,51	-	-	0,06	-	0,06	0,51	-
	Yapılı alanlar (Tip1)	11,95	2,26%	-	1,59	1,87	8,49	-	-	-	11,95
	Yapılı alanlar (Tip2)	111,12	21,03%	19,15	27,30	39,90	24,57	-	-	110,02	1,09
	Yapılı alanlar (Tip3)	152,52	28,86%	19,24	56,48	53,11	23,65	-	-	148,40	4,12
	Yapılı alanlar (Tip4)	94,19	17,82%	30,49	26,94	28,46	8,30	-	0,14	94,05	-
	Terk edilmiş/Boş arazi	4,59	0,87%	2,89	0,76	0,60	0,34	-	-	-	4,59
	Yol (Tip2)	4,78	0,90%	2,59	-	-	2,18	-	2,18	2,59	-
	Yol (Tip3)	20,50	3,88%	4,05	3,57	1,63	8,53	2,72	8,18	12,32	-
	<b>TOPLAM</b>	<b>528,41</b>	<b>100,00%</b>	<b>94,64</b>	<b>123,08</b>	<b>179,15</b>	<b>128,57</b>	<b>2,97</b>	<b>10,56</b>	<b>405,77</b>	<b>112,07</b>
				<b>17,91%</b>	<b>23,29%</b>	<b>33,90%</b>	<b>24,33%</b>	<b>0,56%</b>	<b>2,00%</b>	<b>76,79%</b>	<b>21,21%</b>

Yüzey akış miktarı 91-107 mm olan alanlarda yollar (Tip 1, 2 ve 3) ve yapılı alanlar (Tip 4, 5 ve 6) ile kayalık alanlar öne çıkan arazi örtüleridir. Bu alanlarda B tipi hidrolojik toprak grubu baskındır. Ortalama eğim %0-5, %12-20 ve %20-45 arasında dengeli olarak dağılmaktadır (Bkz. Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Yüzey akış miktarı 91-107 mm olan alanların yüzey akış miktarı-arazi kullanım tipi, eğim ve hidrolojik toprak grubu ilişkisi.

Yüzey Akış Miktarı	Arazi Kullanım Tipi			Eğim (%)					Hidrolojik Toprak Grubu		
				0-5	5-12	12-20	20-45	45+	B	C	D
	Yüzölçümü (ha)		Yüzde (%)	Yüzölçümü (ha)					Yüzölçümü (ha)		
91-107 mm	Kanala alınmış akarsular	34,87	4,33%	11,69	6,42	6,89	9,85	-	4,51	14,57	15,79
	Kayalık alanlar	102,87	12,78%	0,02	1,58	7,13	74,50	19,64	27,40	36,66	38,81
	İnşaat alanları	10,47	1,30%	5,20	1,64	1,05	2,59	-	-	10,16	0,31
	Yapılı alanlar (Tip4)	1,53	0,19%	1,14	0,14	0,23	0,02	-	-	-	1,53
	Yapılı alanlar (Tip5)	114,80	14,27%	66,42	18,45	22,86	7,07	-	-	113,04	1,75
	Yapılı alanlar (Tip6)	153,21	19,04%	95,34	35,58	15,22	7,07	-	-	148,34	4,87
	Taş ocakları	15,39	1,91%	-	-	-	15,39	-	-	0,00	15,39
	Yol (Tip1)	320,26	39,80%	22,12	4,29	252,06	41,79	-	19,80	262,66	37,79
	Yol (Tip2)	42,35	5,26%	35,17	4,53	1,65	1,00	-	-	40,81	1,53
	Yol (Tip3)	8,89	1,10%	0,98	0,12	2,43	5,35	-	-	-	8,89
<b>TOPLAM</b>	<b>804,63</b>	<b>100,00%</b>	<b>238,08</b>	<b>72,75</b>	<b>309,52</b>	<b>164,63</b>	<b>19,64</b>	<b>51,71</b>	<b>626,25</b>	<b>126,66</b>	
			<b>29,59%</b>	<b>9,04%</b>	<b>38,47%</b>	<b>20,46%</b>	<b>2,44%</b>	<b>6,43%</b>	<b>77,83%</b>	<b>15,74%</b>	

Özetle Bornova Çayı Havzası'nın yüzey akış miktarının yersel olarak ifade edildiği yüzey akış miktarı haritası analiz edilerek havzanın ortalama yüzey akışa geçen yağış suyu miktarının 74,03 mm olduğu, toplam yüzey akışa geçen yağış suyu miktarının ise 351.892 mm olduğu saptanmıştır. Havzada yüzey akışa geçen suyun hacmi ise; 2.717.841 m<sup>3</sup>tür (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Yüzey akışa geçen yağış suyu miktarı (m<sup>3</sup>) - arazi kullanım tipleri ilişkisi.

Arazi Kullanım Tipleri	Alan (m <sup>2</sup> )	Yüzey akışa geçen yağış suyu miktarı (m <sup>3</sup> )	Birim alandan yüzey akışa geçen yağış suyu miktarı (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	Birim alandan yüzey akışa geçen yağış suyu miktarı (mm)
Açık alanlar (Toplam)	1.251.643,51	78.247	0,063	62,52
Frigana formasyonu	2.315.628,56	137.019	0,059	59,17
Geniş yapraklı ormanlar	659.686,54	27.786	0,042	42,12
İnşaat alanları	110.429,11	10.210	0,092	92,46
Kanala alınmış akarsular	348.650,27	37.310	0,107	107,01
Karışık ormanlar	268.145,78	15.486	0,058	57,75
Kayalık alanlar	1.028.696,34	110.085	0,107	107,01
Konifer ormanlar	3.955.615,69	140.470	0,036	35,51
Maki formasyonu	24.194.211,84	962.018	0,040	39,76
Meyve bahçeleri	1.063.612,86	48.894	0,046	45,97
Su yüzeyleri	7.669,04	0,00	0,000	0,00
Tarım alanları	512.727,20	37.336	0,073	72,82
Taş ocakları	153.949,41	16.475	0,107	107,01
Terk edilmiş/boş araziler	993.485,17	67.559	0,068	68,00
Yapılı alanlar (Toplam)	7.291.455,86	615.973	0,084	84,48
Yollar (Toplam)	3.969.996,04	412.972	0,104	104,02
<b>TOPLAM</b>	<b>48.125.603,22</b>	<b>2.717.841</b>		

Çizelge 4.19 İBBÇDP arazi kullanım türlerinin mevcut arazi kullanım tipleriyle ilişkisi.

İBBÇDP Arazi Kullanım Türleri	Bornova Çayı Havzası arazi kullanım tipleri
<b>Kentsel yerleşik alanlar</b>	%57'si yapılı alanlar, %22'si yollar, %7'si terk edilmiş/boş araziler, %7'si açık alanlar ve geri kalan %7'si diğer arazi kullanım örtüleriyle kaplıdır.
<b>Kırsal yerleşme alanlar</b>	%61'i yapılı alanlar, %12'si yollar, %8'i maki formasyonu, %7'si frigana formasyonu, %6'sı çıplak kayalar, %4'ü tarım alanları ve %2'si meyve bahçeleri ile kaplıdır.
<b>Merkezi iş alanları</b>	%61'i yapılı alanlar, %18'i yollar, %12'si inşaat alanları, %6'sı açık alanlar, %3'ü kanala alınmış akarsulardan oluşmaktadır.
<b>Çalışma alanları</b>	%55'i yapılı alanlar, %30'u yollar, %11'i açık alanlar, %3'ü terk edilmiş-boş araziler ve %1'i inşaat alanlarından oluşmaktadır.
<b>Büyük alan kull. gerek. kamu kuruluş alanları</b>	%35'i maki, %27'si frigana formasyonu %14'ü yapılı alanlar, %5'i geniş yapraklı ormanlar, %9'u yollar, ve geri kalan %10'u diğer arazi kullanım örtüleriyle kaplıdır.
<b>Günöbirlik turizm tesis alanları</b>	%44'ü açık alanlar (Tip1), %27'si maki formasyonu, %24'ü yollar ve %5'i yapılı alanlar ile kaplıdır.
<b>Bölge parkları</b>	%63'ü maki formasyonu, %8'i konifer ormanlar, %7'si frigana formasyonu, %6'sı meyve bahçeleri ve geri kalan %16'sı diğer arazi kullanım örtüleriyle kaplıdır.
<b>Sağlık tesisi alanları</b>	%83'ü maki, %8'i frigana ve geri kalan %9'u diğer arazi kullanım örtüleriyle kaplıdır.
<b>Tarım alanları</b>	%49'u maki, %19'u geniş yapraklı ormanlar, %18'i meyve bahçeleri, %5'i tarım alanları, ile kaplı olup geri kalan %9'u ise diğer arazi kullanım örtüleriyle kaplıdır.
<b>Ağaçlandırılacak alanlar</b>	%76'sı maki, %8'i frigana, %5'i çıplak kayalar, %2'si meyve bahçeleri, %2'si karışık ormanlar ile kaplı olup geri kalan %7'si ise diğer arazi kullanım örtüleriyle kaplıdır.
<b>Orman alanları</b>	%53'ü maki formasyonu ve %43'ü konifer ormanlar ile kaplıyken geri kalan %4'ü ise diğer arazi kullanım örtüleriyle kaplıdır.
<b>Askeri alanlar</b>	%40'ı konifer ormanlar, %12'si maki formasyonu, %13'ü açık alanlar, %10'u yollar, %7'si frigana formasyonu, %6'sı diğer arazi örtüleriyle kaplıdır.
<b>Koruma alanları</b>	%70'i maki, %6'sı konifer ormanlar, %6'sı tarım alanları, %5'i frigana formasyonu, %3'ü meyve bahçeleri, %3'ü karışık ormanlar ve geri kalan %7'si diğer arazi örtüleriyle kaplıdır.
<b>Karayolları</b>	%51'i yollar, %16'sı terk edilmiş/boş araziler, %15'i açık alanlar, %9'u yapılı alanlar, %6'sı frigana formasyonu, geri kalan %3'ü diğer arazi kullanım örtüleriyle kaplıdır.

Çizelge 4.20. İBBÇDP arazi kullanım türlerinin mevcut arazi kullanım tipleriyle karşılaştırılması.

	Açık alanlar			Kanala alınmış akarsular	Su yüzeyleri	Kayalık alanlar	Frigana formasyonu	Geniş yapraklı ormanlar	Karışık ormanlar	Konifer ormanlar	Maki formasyonu	Meyve bahçeleri	Tarım alanları	İnşaat alanları	Yapılı alanlar						Terk edilmiş/Boş araziler	Taş ocakları	Yollar			
	Tip1	Tip2	Tip3												Tip1	Tip2	Tip3	Tip4	Tip5	Tip6			Tip1	Tip2	Tip3	
Kentsel yerleşik (meskun) alanlar	5,09	1,61	0,93	1,22	-	0,01	0,87	0,07	-	0,13	0,99	0,43	0,80	0,59	2,24	9,70	14,68	8,88	10,64	11,34	6,53	-	19,42	3,14	0,69	
Kırsal yerleşme alanları	0,26	0,09	-	-	-	5,84	6,68	2,07	-	-	7,80	0,75	3,96	-	27,99	24,48	8,73	-	-	-	0,22	-	9,55	0,88	0,70	
Merkezi iş alanları (MİA)	5,05	1,24	-	3,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,99	0,53	0,31	0,90	1,98	19,75	37,33	-	-	12,71	-	5,03	
2. ve 3. derece merkezler	8,42	1,68	0,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,63	0,86	-	0,74	2,55	4,90	12,71	34,51	2,51	-	14,02	14,67	0,95	
Büyük alan kull. gerektiren kamu kuruluş alanları	-	0,32	-	-	0,25	0,86	27,28	5,49	-	1,22	35,02	4,08	2,92	-	8,69	3,62	1,33	-	-	-	-	-	4,93	-	3,99	
Güntübirlik turizm tesis alanları	43,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27,29	-	-	-	-	-	-	-	0,50	4,60	-	-	23,77	-	-	
Bölge parkı /büyük kentsel yeşil alanlar	2,26	0,01	-	2,36	0,01	2,09	6,87	1,33	0,01	7,59	62,55	5,58	1,18	0,04	0,99	0,39	0,46	0,06	0,00	0,00	2,74	-	2,59	0,10	0,79	
Sağlık tesis alanları	0,20	-	-	-	-	1,80	8,20	2,30	-	-	82,80	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-	-	-	4,60	-	-	
Tarım alanları	-	-	-	-	-	1,58	4,29	18,90	-	-	49,23	18,15	4,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,97	-	1,36
Ağaçlandırılacak alanlar	0,10	-	-	0,11	0,01	4,79	7,75	-	1,59	0,56	76,45	2,08	1,32	0,03	0,85	0,37	0,22	0,01	-	0,01	0,10	1,30	1,77	0,25	0,33	
Orman alanları	-	-	-	-	-	1,20	1,00	0,88	-	42,62	52,60	0,09	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,17	-	0,31	
Askeri alanlar	2,25	0,58	10,36	0,56	-	0,63	6,59	-	0,38	39,80	12,06	2,65	3,09	-	-	4,13	1,16	1,39	1,68	2,28	0,15	-	9,08	-	1,18	
Koruma alanları	-	-	-	0,30	0,08	2,13	5,13	2,06	2,57	5,64	69,85	3,05	5,56	0,11	1,14	0,30	0,11	0,09	-	-	-	-	1,27	0,02	0,59	
Yollar	Karayolları	12,99	0,91	0,90	0,80	-	-	6,31	-	-	0,05	1,86	-	-	0,50	0,08	0,27	0,78	0,86	2,86	4,24	15,97	-	48,96	0,86	0,80
	Demiryolları																									



### 4.3.3. Kurgulanan arazi kullanım değişim senaryolarının yüzey akış miktarı üzerine etkileri

Kurgulanan 12 adet arazi kullanım değişim senaryosunun yüzey akış miktarı üzerine etkileri analiz edilmiştir. Senaryolar uyarınca mevcut arazi kullanımlarının yerini kurgu arazi kullanım tiplerinin alması durumunda ilgili İBBÇDP arazi kullanım türü özelinde ve Bornova Çayı Havzası'nda toplam yüzey akışa geçen yağış suyu miktarı (derinliği-Q) ve yüzey akışa geçen yağış suyu hacmi ( $Q_{vol}$ ) üzerindeki etkisi saptanmıştır (Çizelge 4.21). Bu kapsamda her bir arazi kullanım değişim senaryosu kendi özelinde değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelerden yola çıkılarak senaryoların Bornova Çayı Havzası'ndaki bütünleşik etkileri **kötümser** (Bütünleşik Senaryo 1) ve **iyimser** (Bütünleşik Senaryo 2) senaryo olmak üzere iki adet bütünleşik senaryo üzerinden değerlendirilmeye alınmıştır.

**Senaryo 1 (S1)** uyarınca İBBÇDP'na göre ağaçlandırılacak alan kararı bulunan alanlarda yer alan 913,18 ha'lık maki formasyonunun, orman (konifer veya karışık) alanına dönüşmesi durumunda ağaçlandırılacak alanlarda yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %20, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %18'lik bir artış olacağı öngörülmektedir. Söz konusu durumda havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %0,17, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %2,49'luk bir artış gözleneceği saptanmaktadır.

**Senaryo 2 (S2)** uyarınca İBBÇDP'na göre büyük kentsel yeşil alan kararı bulunan alanlarda yer alan 478,25 ha'lık maki formasyonunun, Tip1 olarak sınıflandırılan açık alana dönüşmesi durumunda büyük kentsel yeşil alanlarda yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %38, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %33'lük bir artış olacağı öngörülmektedir. Söz konusu durumda havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %0,53, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %2,64'lük bir artış gözleneceği saptanmaktadır.

**Senaryo 3 (S3)** uyarınca İBBÇDP'na göre orman alanı kararı bulunan alanlarda yer alan 402,96 ha'lık maki formasyonunun, orman (konifer veya karışık) alanına dönüşmesi durumunda orman alanlarında yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %20, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %19'luk bir artış olacağı öngörülmektedir. Söz konusu durumda havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %0,12, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %1,11'lik bir artış gözleneceği saptanmaktadır.

Çizelge 4.21. Arazi kullanım değişim senaryolarının yüzey akış miktarı üzerine etkileri.

Senaryo Kodu	İBBÇDP Arazi Kullanım Kararı	Kurgu kodu	Yüzölçümü (ha)	SENARYOLARIN İBBÇDP ARAZİ KULLANIM KARARI ÖZELİNDE ETKİSİ				SENARYOLARIN HAVZA GENELİNDE ETKİSİ			
				Q (mm)	Q <sub>vol</sub> (m <sup>3</sup> )	Q fark (%)	Q <sub>vol</sub> fark (%)	Q (mm)	Q <sub>vol</sub> (m <sup>3</sup> )	Q fark (%)	Q <sub>vol</sub> fark (%)
S1	Ağaçlandırılacak alan	Mevcut durum	913,18	3.088	378.743			348.804	2.339.099		
		S1.1		3.695	446.492	20	18	352.499	2.785.591	0,17	2,49
S2	Büyük kentsel yeşil alan	Mevcut durum	478,25	4.899	219.039			346993	2.498.802		
		S2.1		6.755	290.830	38	33	353.748	2.789.632	0,53	2,64
S3	Orman alanı	Mevcut durum	402,96	2.193	157.150			349.699	2.560.691		
		S3.1		2.622	187.450	20	19	352.321	2.748.142	0,12	1,11
S4	Tarım alanı	Mevcut durum	26,68	218	4.844			351.674	2.712.998		
		S4.1		786	17.473	261	261	352.460	2.730.471	0,16	0,46
S5	Kamu kuruluş alanı	Mevcut durum	36,21	625	22.020			351.267	2.695.822		
		S5.1		834	25.940	33	18	352.101	2.721.762	0,06	0,14
		S5.2		981	30.056	57	16	352.248	2.725.878	0,10	0,30
		S5.3		1.223	37.154	96	24	352.490	2.732.975	0,17	0,56
S6	Günübirlik turizm tesis alanı	Mevcut durum	1,86	86	805			351.806	2.717.036		
		S6.1		131	1.221	52	52	351.937	2.718.257	0,01	0,02
		S6.2		159	1.482	85	21	351.965	2.718.518	0,02	0,02
		S6.3		201	1.875	134	27	352.007	2.718.912	0,03	0,04
S7	Sağlık tesis alanı	Mevcut durum	67,49	400	32.976			351492	2.684.865		
		S7.1		563	46.916	41	42	352.055	2.731.781	0,05	0,51
		S7.2		658	55.201	65	18	352.150	2.740.066	0,07	0,82
		S7.3		796	68.454	99	24	352.288	2.753.319	0,11	1,31
S8	Merkezi iş alanı (MIA)	Mevcut durum	2,77	93	2.569			351.799	2.715.273		
		S8.1		101	2.784	9	8	351.900	2.718.057	0,00	0,01
		S8.2	1,17	214	684			351.678	2.717.157		
S8.3		397	1.172	86	71	352.075	2.718.329	0,05	0,02		
S9	Kentsel yerleşik alan	Mevcut durum	71,56	25.780	49.939			326.112	2.667.902		
		S9.1		29.575	56.733	15	14	355.687	2.724.635	1,08	0,25
		Mevcut durum	65,61	24.020	44.453			327.871	2.673.389		
		S9.2		20.846	38.521	-13	-13	348.717	2.711.909	-0,90	-0,22
S9.3	195,12	2.354	208.804			349.538	2.509.037				
S9.3		2.077	186.593	-12	-11	351.615	2.695.630	-0,08	-0,82		
S10	Kırsal yerleşme alanı	Mevcut durum	7,24	1.603	3.366			350.289	2.714.475		
		S10.1		2.165	4.475	35	33	352.454	2.718.949	0,16	0,04
S11	2. ve 3. derece merkezler	Mevcut durum	2,56	680	1.758			351.212	2.716.083		
		S11.1		991	2.534	46	44	352.203	2.718.617	0,09	0,03
		Mevcut durum	1,91	494	1.151			351.398	2.716.691		
		S11.2		416	965	-16	-16	351814	2.717.655	-0,02	-0,01
S12	Karayolları	Mevcut durum	10,32	1.040	7.095			350.853	2.710.746		
		S12.1		1.498	11.048	44	56	352.351	2.721.794	0,13	0,15
		Mevcut durum	30,44	963	32.576			350.929	2.685.266		
		S12.2		839	29.086	-13	-11	351.768	2.714.352	-0,04	-0,13
		Mevcut durum	8,14	3.473	4.958			348.419	2.712.884		
S12.3	6.314	8.713		82	76	354.733	2.721.597	0,64	0,14		

**Senaryo 4 (S4)** uyarınca İBBÇDP'na göre tarım alanı kararı bulunan alanlarda yer alan 26,68 ha'lık maki formasyonunun, tarım alanına dönüşmesi durumunda tarım alanlarında yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) ve yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %261'lik bir artış olacağı öngörülmektedir. Söz konusu durumda havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %0,16, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %0,46'luk bir artış gözleneceği saptanmaktadır. Senaryo üretilirken makilik alanın topoğrafyası ve eğiminin tarımsal faaliyetlere uygunluğu göz ardı edilmiştir.

**Senaryo 5 (S5)** uyarınca üç ayrı kurgu yapılmıştır. Buna göre; İBBÇDP'na göre kamu kuruluş alanı kararı bulunan alanlarda yer alan 36,21 ha'lık maki ve frigana formasyonunun, Tip1 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumunda (**S5.1**) kamu kuruluş alanlarında yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %33, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %18'lik bir artış olacağı öngörülmektedir. Söz konusu durumda havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %0,06, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %0,14'lük bir artış saptanmaktadır. Senaryo üretilirken makilik alanın topoğrafyası ve eğiminin yapısal alan inşaatı için uygunluğu göz ardı edilmiştir.

İBBÇDP'na göre kamu kuruluş alanı kararı bulunan alanlarda yer alan 36,21 ha'lık maki ve frigana formasyonunun, Tip3 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumunda (**S5.2**) ise; kamu kuruluş alanlarında yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %57, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %16'luk bir artış olacağı öngörülmektedir. Söz konusu durumda havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %0,10, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %0,30'luk bir artış gözleneceği saptanmaktadır. Senaryo üretilirken makilik alanın topoğrafyası ve eğiminin yapısal alan inşaatı için uygunluğu göz ardı edilmiştir.

İBBÇDP'na göre kamu kuruluş alanı kararı bulunan alanlarda yer alan 36,21 ha'lık maki ve frigana formasyonunun, Tip6 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumunda (**S5.3**) ise; kamu kuruluş alanlarında yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %96, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %24'lük bir artış olacağı öngörülmektedir. Söz konusu durumda havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %0,17, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %0,56'luk bir artış gözleneceği saptanmaktadır. Senaryo üretilirken makilik alanın topoğrafyası ve eğiminin yapısal alan inşaatı için uygunluğu göz ardı edilmiştir.

**Senaryo 6 (S6)** uyarınca üç ayrı kurgu yapılmıştır. Buna göre; İBBÇDP'na göre günübirlik turizm tesis alanı kararı bulunan alanlarda yer alan 1,86 ha'lık maki formasyonunun, Tip1 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumunda (**S6.1**) günübirlik turizm tesis alanlarında yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) ve yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %52'lik bir artış olacağı öngörülmektedir. Söz konusu durumda havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %0,01, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %0,02'lik bir artış gözleneceği saptanmaktadır.

İBBÇDP'na göre günübirlik turizm tesis alanı kararı bulunan alanlarda yer alan 1,86 ha'lık maki formasyonunun, Tip3 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumunda (**S6.2**) günübirlik turizm tesis alanlarında yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %85, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %21'lik bir artış olacağı öngörülmektedir. Söz konusu durumda havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) ve yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %0,02'lik bir artış gözleneceği saptanmaktadır.

İBBÇDP'na göre günübirlik turizm tesis alanı kararı bulunan alanlarda yer alan 1,86 ha'lık maki formasyonunun, Tip6 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumunda (**S6.3**) ise; günübirlik turizm tesis alanlarında yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %134, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %27'lik bir artış olacağı öngörülmektedir. Söz konusu durumda havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %0,03, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %0,04'lük bir artış gözleneceği saptanmaktadır.

**Senaryo 7 (S7)** uyarınca üç ayrı kurgu yapılmıştır. Buna göre; İBBÇDP'na göre sağlık tesis alanı kararı bulunan alanlarda yer alan 67,49 ha'lık maki formasyonunun, Tip1 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumunda (**S7.1**) sağlık tesis alanlarında yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %41, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %42'lik bir artış olacağı öngörülmektedir. Söz konusu durumda havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %0,05, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %0,51'lik bir artış gözleneceği saptanmaktadır.

İBBÇDP'na göre sağlık tesis alanı kararı bulunan alanlarda yer alan 67,49 ha'lık maki formasyonunun, Tip3 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumunda (**S7.2**) sağlık tesis alanlarında yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %65, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %18'lik bir

artış olacağı öngörülmektedir. Söz konusu durumda havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %0,07, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde (Q<sub>vol</sub>) %0,82'lik bir artış gözleneceği saptanmaktadır.

İBBÇDP'na göre sağlık tesis alanı kararı bulunan alanlarda yer alan 67,49 ha'lık maki formasyonunun, Tip6 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumunda (S7.3) ise; sağlık tesis alanlarında yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %99, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde (Q<sub>vol</sub>) %24'lük bir artış olacağı öngörülmektedir. Söz konusu durumda havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %0,11, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde (Q<sub>vol</sub>) %1,31'lik bir artış gözleneceği saptanmaktadır.

**Senaryo 8 (S8)** uyarınca iki ayrı kurgu yapılmıştır. Buna göre; İBBÇDP'na göre merkezi iş alanı (MIA) kararı bulunan alanlarda yer alan 2,77 ha'lık inşaat alanlarının, Tip6 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumunda (S8.1) MIA'larda yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %9, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde (Q<sub>vol</sub>) %8'lik bir artış olacağı öngörülmektedir. Söz konusu durumda havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %0,05, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde (Q<sub>vol</sub>) %0,01'lik bir artış gözleneceği saptanmaktadır.

İBBÇDP'na göre merkezi iş alanı (MIA) kararı bulunan alanlarda yer alan 1,17 ha'lık Tip1 olarak sınıflandırılan açık alanın, Tip6 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumunda (S8.2) MIA'larda yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %86, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde (Q<sub>vol</sub>) %71'lik bir artış olacağı öngörülmektedir. Söz konusu durumda havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %0,05, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde (Q<sub>vol</sub>) %0,02'lik bir artış gözleneceği saptanmaktadır.

**Senaryo 9 (S9)** uyarınca üç ayrı kurgu yapılmıştır. Buna göre; İBBÇDP'na göre kentsel yerleşik alan kararı bulunan alanlarda yer alan 71,56 ha'lık terk edilmiş/boş araziler ile inşaat alanlarının, Tip3 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumunda (S9.1) kentsel yerleşik alanlarda yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %15, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde (Q<sub>vol</sub>) %14'lük bir artış olacağı öngörülmektedir. Söz konusu durumda havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %1,08, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde (Q<sub>vol</sub>) %0,25'lik bir artış gözleneceği saptanmaktadır.

İBBÇDP'na göre kentsel yerleşik alan kararı bulunan alanlarda yer alan 65,61 ha'lık terk edilmiş/ boş arazilerin, Tip1 olarak sınıflandırılan açık alana dönüşmesi durumunda (**S9.2**) kentsel yerleşik alanlarda yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) ve yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %13'lük bir düşüş olacağı öngörülmektedir. Söz konusu durumda havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %0,90, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %0,22'lik bir düşüş gözleneceği saptanmaktadır.

İBBÇDP'na göre kentsel yerleşik alan kararı bulunan alanlarda yer alan 195,12 ha'lık Tip1 olarak sınıflandırılan yolların, Tip2 olarak sınıflandırılan yola dönüşmesi durumunda (**S9.3**) ise; kentsel yerleşik alanlarda yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %12'lik, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %11'lik bir düşüş olacağı öngörülmektedir. Söz konusu durumda havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %0,08, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %0,82'lik bir düşüş gözleneceği saptanmaktadır.

**Senaryo 10 (S10)** uyarınca İBBÇDP'na göre kırsal yerleşme alanı kararı bulunan alanlarda yer alan 7,24 ha'lık maki ve frigana formasyonunun, Tip1 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumunda kırsal yerleşme alanlarında yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %35, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %33'lük bir artış olacağı öngörülmektedir. Söz konusu durumda havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %0,16, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %0,04'lük bir artış gözleneceği saptanmaktadır.

**Senaryo 11 (S11)** uyarınca iki ayrı kurgu yapılmıştır. İBBÇDP'na göre çalışma alanı kararı bulunan alanlarda yer alan 2,56 ha'lık terk edilmiş/boş araziler ve inşaat alanlarının, Tip6 olarak sınıflandırılan yapılı alana dönüşmesi durumunda (**S11.1**) çalışma alanlarında yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %46, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %44'lük bir artış olacağı öngörülmektedir. Söz konusu durumda havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %0,09, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %0,03'lük bir artış gözleneceği saptanmaktadır.

İBBÇDP'na göre çalışma alanı kararı bulunan alanlarda yer alan 1,91 ha'lık terk edilmiş/boş arazilerin, Tip1 olarak sınıflandırılan açık alana dönüşmesi durumunda (**S11.2**) ise; çalışma alanlarında yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) ve yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %16'lık bir

düşüş olacağı öngörülmektedir. Söz konusu durumda havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %0,02, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %0,01'lik bir düşüş saptanmaktadır.

**Senaryo 12 (S12)** uyarınca üç ayrı kurgu yapılmıştır. İBBÇDP'na göre karayolu kararı bulunan alanlarda yer alan 10,32 ha'lık terk edilmiş/boş araziler ve inşaat alanlarını, Tip1 olarak sınıflandırılan yola dönüşmesi durumunda (**S12.1**) karayollarında yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %44, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %56'lık bir artış olacağı öngörülmektedir. Söz konusu durumda havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %0,13, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %0,15'lik bir artış gözleneceği saptanmaktadır.

İBBÇDP'na göre karayolu kararı bulunan alanlarda yer alan 30,44 ha'lık Tip1 olarak sınıflandırılan yolların, Tip2 olarak sınıflandırılan yola dönüşmesi durumunda (**S12.2**) karayollarında yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %13, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %11'lik bir düşüş olacağı öngörülmektedir. Söz konusu durumda havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %0,04, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %0,13'lük bir düşüş gözleneceği saptanmaktadır.

İBBÇDP'na göre karayolu kararı bulunan alanlarda yer alan 8,14 ha'lık Tip1 olarak sınıflandırılan açık alanların, Tip1 olarak sınıflandırılan yola dönüşmesi durumunda (**S12.3**) ise; karayollarında yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %82, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %76'lık bir artış olacağı öngörülmektedir. Söz konusu durumda havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %0,64, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %0,14'lük bir artış saptanmaktadır.

Yukarıdaki değerlendirmelerden yola çıkılarak üretilen senaryoların bir arada uygulanması durumunda Bornova Çayı Havzası'nda oluşturacakları bütünleşik etkiler, **kötümser (Bütünleşik Senaryo 1)** ve **iyimser (Bütünleşik Senaryo 2)** senaryo olmak üzere iki adet bütünleşik senaryo (Çizelge 4.22) üzerinden değerlendirilmeye alınmıştır.

**Bütünleşik Senaryo 1**'in (kötümser senaryo) uygulanması durumunda Bornova Çayı Havzası'nda yüzey akışa geçen yağış suyu miktarı (Q) 363.732 mm ve yüzey akışa geçen yağış suyu hacmi ( $Q_{vol}$ ) 2.944.170 m<sup>3</sup> olacaktır. Bu veriler,

havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %3,4, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %8,3'lük bir artış gözleneceğini işaret etmektedir (Bkz. Şekil 4.18).

**Bütünleşik Senaryo 2'nin** (iyimser senaryo) uygulanması durumunda Bornova Çayı Havzası'nda yüzey akışa geçen yağış suyu miktarı (Q) 348.516 mm ve yüzey akışa geçen yağış suyu hacmi ( $Q_{vol}$ ) 2.708.234 m<sup>3</sup> olacaktır. Bu veriler, havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında (Q) %1, yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde ( $Q_{vol}$ ) %0,4'lük bir düşüş gözleneceğini işaret etmektedir (Bkz. Şekil 4.19).

Bütünleşik Senaryo 2'nin Bütünleşik Senaryo 1 yerine tercih edilmesi durumunda 15.216 mm (%4,2) yüzey akışa geçen yağış suyunun (Q), 235.936 m<sup>3</sup> (%8) yüzey akışa geçen yağış suyu hacminin ( $Q_{vol}$ ) azalması söz konusudur.

Çizelge 4.22. Bütünleşik senaryoların kurguları.

<b>Bütünleşik Senaryo 1 (Kötümser Senaryo)</b>				
<b>Senaryo kodu</b>	<b>İBBÇDP AKK</b>	<b>Mevcut arazi kullanım tipi</b>	<b>Kurgu arazi kullanım tipi</b>	<b>Kurgu kodu</b>
<i>S1</i>	Ağaçlandırılacak alan	Maki	Konifer/karışık orman	<i>S1.1</i>
<i>S2</i>	Büyük kentsel yeşil alan	Maki	Açık alan (Tip1)	<i>S2.1</i>
<i>S3</i>	Orman alanı	Maki	Konifer/karışık orman	<i>S3.1</i>
<i>S4</i>	Tarım alanı	Maki	Tarım alanı	<i>S4.1</i>
<i>S5</i>	Kamu kuruluş alanı	Maki+frigana	Yapılı alan (Tip3)	<i>S5.2</i>
<i>S6</i>	Günübirlik turizm tesis alanı	Maki	Yapılı alan (Tip3)	<i>S6.2</i>
<i>S7</i>	Sağlık tesis alanı	Maki	Yapılı alan (Tip3)	<i>S7.2</i>
<i>S8</i>	Merkezi iş alanı (MIA)	Açık alan (Tip1)	Yapılı alan (Tip6)	<i>S8.2</i>
<i>S9</i>	Kentsel yerleşik alan	Terk edilmiş/boş arazi+inşaat alanı	Yapılı alan (Tip3)	<i>S9.1</i>
<i>S10</i>	Kırsal yerleşme alanı	Maki +frigana	Yapılı alan (Tip1)	<i>S10.1</i>
<i>S11</i>	2. ve 3. derece merkezler	Terk edilmiş/boş arazi+inşaat alanı	Yapılı alan (Tip6)	<i>S11.1</i>
<i>S12</i>	Karayolları	Açık alanlar (Tip1)	Yol (Tip1)	<i>S12.3</i>
<b>Bütünleşik Senaryo 2 (İyimser Senaryo)</b>				
<b>Senaryo kodu</b>	<b>İBBÇDP AKK</b>	<b>Mevcut arazi kullanım tipi</b>	<b>Kurgu arazi kullanım tipi</b>	<b>Kurgu kodu</b>
<i>S9</i>	Kentsel yerleşik alan	Terk edilmiş/boş araziler	Açık alan (Tip1)	<i>S9.2</i>
<i>S11</i>	2. ve 3. derece merkezler	Terk edilmiş/boş araziler	Açık alan (Tip1)	<i>S11.2</i>
<i>S12</i>	Karayolları	Yol (Tip1)	Yol (Tip2)	<i>S12.2</i>



katlanarak arttığını koymuştur. Araştırmaya göre; geçirimsiz alan yüzdesi yüksek olan yapıli alanlarda geçirimsiz alan miktarındaki %10'luk bir artış, yüzey akışında %18'lik bir artışa neden olmaktadır. Bu oran geçirimsiz alan yüzdesi düşük olan yapıli alanlarda %5 olarak saptanmıştır.

Geçirimliliği daha yüksek olan Tip 1, 2, 3 ve 4 yapıli alanların Atatürk, İnönü ve Kızılay Mahalleleri civarında yayıldığı, geçirimsizliği daha yüksek olan Tip 5 ve 6 yapıli alanların ise havzanın güney ucuna doğru Osmangazi, Manavkuyu, Adalet ve Mansuroğlu Mahalleleri civarında yayıldığı gözlenmektedir. Tip5 ve Tip6 yapıli alanların görüldüğü söz konusu mahallelerde yüzey akış potansiyeli daha yüksek olduğundan bu birimlerde sel riski diğerlerine göre daha yüksektir.

Açık alanların havzanın %3'ten daha azını temsil ediyor olması özellikle yapıli alanların yoğun olduğu bir diğer deyişle geçirimsiz alanlar ile örtülü güney kısmında yüzey akışa geçen yağış sularının tutulması bakımından olumsuz bir durum teşkil etmektedir. Parklar, refüjler, kavşaklar, herhangi bir amaçla tesis edilmiş çim alanlar, mezarlıklar gibi yeşil örtü ile kaplı olan ancak doğal vejetasyonu içermeyen tüm alanlar bu araştırma kapsamında yeşil alan sınıfında değerlendirilmiştir. Bu bağlamda Bornova Çayı Havzası'nda kentsel peyzaj incelendiğinde yeşil alanların, yapısal parseller arasında kalan cetvel artışı alanlar oldukları, parçacıl bir anlayışla, herhangi bir düzen gözetilmeden ilan edildikleri ve aralarında anlamlı bağlar olmadığı da görülmektedir (Coşkun Hepcan ve Hepcan, 2018). Bu durum kent ekosistemi bakımından olumsuz olduğu gibi yağış sularının sürdürülebilir bir anlayışla ele alınmasını da güçleştirmektedir. Bu kapsamda açık (yeşil) alanların yağış suyunun sürdürülebilir yönetimi bakımından ekolojik, ekonomik, estetik ve sosyal açılardan önemi ele alan pek çok çalışma bulunmaktadır (Benedict and McMahon, 2006; EPA, 2007; Echols and Pennypacker, 2008; Wolf, 2008; Zhang et al., 2012; Church, 2015).

Fletcher et al. (2015) araştırmasında, yeşil alanların yağış suyu yönetim stratejileri bakımından geleneksel gri altyapı sistemleri için destekleyici bir unsur olduğunu belirtirken Benedict and McMahon (2006) bu alanların birbiriyle bağlantılarının tesis edilmesinin ve olabildiğince büyük yeşil alan parçaları (yamalar) olarak bir araya gelmelerinin önemi üzerinde durmaktadır. Zhang et al. (2012)'in Beijing kenti kentsel yeşil alanlarında toplam 154 milyon metreküp yağmur suyunun depolandığını ve bunun kente ekonomik katkısının, 2009 yılı ekonomi parametrelerine göre, yaklaşık 200 milyon dolar olduğunu ortaya

koyduğu çalışması, yeşil alanların ekonomik değerini ortaya koyan çalışmalardan biridir. Zhang et al. (2015a) bir başka araştırmasında ise; Beijing kentinde 2000-2010 yılları arasında yaşanan 199 km<sup>2</sup>'lik yeşil alan kaybı ve yeşil alanların parçalanması sürecinde yıllık yüzey akış hacminin %6 artarak 198 milyon metreküp olduğunu aktarmaktadır.

Havzanın %2'sini oluşturan ve hâlihazırda terk edilmiş veya boş arazilerin (sahiplik durumları göz ardı edilerek değerlendirmeye alınmıştır), sürdürülebilir yağış suyu yönetim uygulamalarının hayata geçirilmesi için potansiyel alanlar olarak değerlendirmeye açık olduğu düşünülmektedir. Crauderueff et al. (2012) ve Kim et al. (2016), kent içindeki boş alanların genellikle kentin yeşil altyapısının bir parçası olduğunun göz ardı edildiğini belirttikleri araştırmalarında bu alanların taşıdığı çevresel ve ekonomik potansiyel kamusal yararların göz ardı edildiğine değinmektedir. Kim et al. (2016)'e göre; kent içindeki boş alanlar, sağlıklı, yaşanabilir ve sürdürülebilir kent yaşamı için önemli bir rol oynamakta olup yağış sularının yerleşim alanlarından uzaklaştırılarak sel riskinin azaltılması, yağış sularının filtre edilerek kalitesinin artırılması gibi işlevler sunmaktadır. Crauderueff et al. (2012) ise; belediyelerin yağış sularının yönetiminde gri altyapı önlemlerine başvurduğunu ve kent içindeki boş alanları, kent yaşamının kalitesini ve çevredeki gayrimenkullerin değerini düşüren, belediye bütçesi için yük olan alanlar olarak görme eğiliminde olduğunu bildirmektedir. Günümüzde bu anlayışın yerini, boş alanların yağış sularının yönetilmesi için potansiyel alanlar olarak değerlendirilmesinin aldığını ve bu alanların, kentlerin yağış suyu yönetim stratejileri kapsamında ele alındığını belirtmektedir.

Havzanın %8'ini kaplayan yolların yaklaşık %80'inin beton veya asfalt ile kaplı, en geçirimsiz sınıf olan Tip 1 ile kaplı olması ise yağış sularının yüzey akışa geçişine yol açan bir faktördür. Kentsel havzalarda sıkça rastlanan bu sorun ile ilgili olarak yapılmış olan araştırmalarda genellikle geçirimsiz malzeme ile kaplı olan konvansiyonel karayollarının çok miktarda yüzey akışa neden olmasının yanı sıra akışla birlikte kirletici yükleri taşıdığı ve deşarj olduğu su kaynağının ısınmasına yol açarak habitat bozulmalarına neden olabildiği ve akuatik bütünlüğe zarar verdiği de ortaya konulmuştur (May et al., 1997; EPA, 2005)

Bornova Çayı Havzası **hidrolojik toprak gruplarının dağılımı bakımından değerlendirildiğinde** havzada yüzey akış potansiyeli düşük, infiltrasyon ve su iletim hızı yüksek olan derin, iyi drenajlı, kum ve çakıllardan

oluşan A tipi hidrolojik toprak grubuna mensup topraklara rastlanmamaktadır. Bu durum, havzanın yağış suyunu yer altı su kaynaklarına iletmede en başarılı hidrolojik toprak tipinden yoksun olduğu anlamına gelmektedir. Diğer bir deyişle bu yapı yağış suyunun doğal döngüsü içinde hareket etmesi durumunda bile istenildiği ölçüde sürdürülebilir bir yağış suyu hareketi sağlayamayacaktır. Bu da bir anlamda havzayı yüzey akış suyu açısından dezavantajlı konuma getirmektedir. Havzanın yaklaşık dörtte birini (%27) kaplayan, yüzey akış potansiyeli düşük-orta, infiltrasyon ve su iletim hızı orta olan nispeten derin topraklardan oluşan B grubu hidrolojik toprak grubu, havzanın kuzeyinde, Bornova Çayı'nın doğduğu yüksek yamaçlarda yayılış göstermektedir. C grubu hidrolojik topraklar, havzanın yaklaşık olarak yarısını (%48) kaplamaktadır. Yüzey akış potansiyeli orta-yüksek, infiltrasyon ve su iletim hızı yavaş olan bu topraklar; havzada kentsel dokunun en yoğun olarak görüldüğü güney kısım başta olmak üzere, Bornova Çayı'nın Sakarya ve Kocaçay ana kollarının doğdukları yamaçlarda yayılış göstermektedir. Bu doğal durumun yüzey akış suyu açısından olumsuz sonuçların giderilmesi kentsel peyzaj içinde yağış suyu yönetimine ilişkin daha fazla önlemlerin alınmasını gerektirecektir. Havzanın dörtte birini kaplayan, yüzey akış potansiyeli yüksek, infiltrasyon ve su iletim hızı çok yavaş olan D grubu hidrolojik topraklar ise; Laka kolunun doğduğu yer ile Kocaçay ana kolunun orta kısımlarında yayılmaktadır.

Bornova Çayı Havzası **eğim durumu bakımından değerlendirildiğinde** ortalama eğimi %24,5 olan havzada, eğimi yüzde 45'ten fazla olan alanlar (%11) Bornova Çayı'nın Bostancık deresi ve Eğri dere kolları ile İkizgöl deresi ve Laka deresi kollarını oluşturan vadilerin yamaçlarıdır. Bu alanlarda yağış suyunun yüzey akışa geçme potansiyeli en yüksektir. Havzanın neredeyse yarısı eğimi yüzde 20-45 olan alanlardan oluşmaktadır (%45). Bu alanlar, ağırlıklı olarak havzanın kuzeyinde yayılmakta olup havzanın güneyinde ise yerleşim alanlarının bulunduğu alanın kabaca sınırlarını -diğer bir deyişle eşiğini- oluşturmaktadır. Eğimi yüzde 12-20 olan alanlar (%19) ile yüzde 5-12 olan alanlar (%12), Kayadibi mahallesinin kuzeyi, İnönü, Atatürk ve Kızılay Mahalleleri'nde görülmektedir. Son olarak havzanın %14'ünü temsil eden eğimi yüzde 0-5 arası olan alanlar ise; havzanın güneyinde yer alan Osmangazi, Manavkuyu, Mansuroğlu, Adalet Mahallelerinde yer almaktadır. Bu alanlar yağış suyunun yüzey akışa geçme potansiyeli bakımından en düşük olan ancak havzanın kuzeyinde yer alan yüksek eğimli arazilerden gelebilecek yüzey akışa geçen yağış suları tarafından oluşabilecek su taşkını, sel gibi risklere en açık olan alanlardır.

Ayrıca bu alanların, havzanın en geçirimsiz bölümü olduğu da göz önüne alınırsa bu risk artmaktadır.

Bornova Çayı Havzası'nda **yüzey akışa geçen yağış suyunun miktarı (derinliği-Q) incelendiğinde** havzada yüzey akış miktarının 0 ila 107 mm arasında değiştiği görülmektedir. Yüzey akış miktarının en az olduğu alanlar (Q=0-30 mm), havzanın kuzeyinde maki formasyonu, konifer ve geniş yapraklar ile örtülü olan, hidrolojik toprak tipi B grubu olan ve ortalama eğimi çok dik ve sarp alanlardır. Yüzey akış potansiyeli düşük-orta ve infiltrasyon hızı orta olan hidrolojik toprak grubuna mensup bu alanlarda yayılmış olan maki formasyonu, konifer ve geniş yapraklı ağaçlardan oluşan ormanların yağış suyunu kök ve yapraklarıyla tutarak hızla yüzey akışa geçmekten koruduğu, bu alanlarda yağış suyunun büyük kısmının yüzey akışa geçmeden infiltre olduğu, infiltre olmayıp yüzey akışa geçen suların da çok dik ve sarp eğim nedeniyle eğimi daha az olan bölgelere doğru hareket ettiği anlaşılmaktadır. Vojtek and Vojtekova (2016)'nın araştırmasında da benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Araştırmaya konu olan Vyčoma Havzası'nda (Slovakya) yüzey akış miktarının en az olduğu alanlar, havzanın güney ve güneydoğusunda yer alan orman örtüsünün B tipi hidrolojik toprak grupları üzerinde yayıldığı alanlar olarak belirtilmiştir.

Yüzey akış miktarı 31-50 mm arası olan alanlar havzanın kuzeyinde Kayadibi Mahallesi'nin kuzeyinde ve batısında, Eğri dere ve Bostancık derelerinin membasi mahalinde ve Laka Mahallesi'nin kurulduğu vadinin batı ve güney batı yamaçlarında maki ve frigana formasyonları ile örtülü olan, hidrolojik toprak tipi C grubu olan ve ortalama eğimi dik ve çok dik alanlardır. Bu alanlarda yayılmış olan maki ve frigana formasyonları yağış suyunu bir süreliğine tutarak hızla yüzey geçmekten korumakla beraber, toprağın yüzey akış potansiyelinin orta-yüksek ve infiltrasyon hızının yavaş olması dik eğime rağmen bu bölgede yüzey akış miktarını bir miktar artırmaktadır.

Yüzey akış miktarı 51-70 mm arası olan alanlar Eğridere Mahallesi'nin doğusu ve Laka Mahallesi'nin kuzeyinde ağırlıklı olarak maki formasyonu ile az miktarda konifer orman ve frigana formasyonu, terk edilmiş/boş araziler ile örtülü olan, hidrolojik toprak tipi D grubu olan ve ortalama eğimi çok dik alanlardır. Bu alanlarda yüzey akış miktarının diğer alanlara oranla yüksek olmasının nedeni, bu bölgenin doğal vejetasyon ile örtülü olmasına ve eğimin çok dik olmasına rağmen toprağın yüzey akış potansiyeli yüksek ve infiltrasyon hızı çok yavaş olan D tipi hidrolojik toprak grubuna mensup oluşudur.

Yüzey akış miktarı 71-90 mm arası olan alanlar Atatürk ve İnönü Mahalleleri'nde yer alan, büyük kısmı yapılı alanlar ile kaplanmış, hidrolojik toprak tipi C grubu olan ve ortalama eğimi orta ile çok dik arasında değişen alanlardır. Bu alanlarda yüzey akış miktarının diğer alanlara oranla yüksek oluşunun nedeni geçirimsiz yüzeyler ile örtülü yapılı alanlardır. Yarı geçirimli ve geçirimli yüzeyler ile örtülü olan diğer arazi kullanımlarının altında ise hidrolojik olarak yüzey akış potansiyeli orta-yüksek ve infiltrasyon hızı yavaş olan C tipi HTG bulunmaktadır. Bu nedenle yağış suyunun büyük kısmı infiltre olamayarak yüzeyde birikmekte ve yüzey akış miktarı artmaktadır.

Yüzey akış miktarı en çok alanlar ( $Q=91-107$  mm), havzanın güneyinde Osmangazi, Manavkuyu, Adalet ve Mansuroğlu Mahalleleri'nde yer alan, neredeyse tamamı yapılaşmış alanlar ve yollar ile kaplanmış, hidrolojik toprak tipi B grubu olan ve ortalama eğimin düz ve çok dik arasında değişen alanlardır. Bu alanlarda yüzey akış miktarının yüksek oluşunun en temel nedeni geçimsiz yüzeyler ile kaplanmış oluşudur. İnfiltrate olamayan yağış suyu yüzeyde birikir ve yüzey akışa geçer. Yüzey akış miktarının en çok olduğu bu alanlarda sel riski yüksektir. Bahsi geçen mahallelerde, ani ve şiddetli yağışlarda geçirimsiz yüzeyler üzerinde yağmur sularının hızla yüzey akışa geçtiği, kısa süreli sellerin yaşandığı deneyimlenmiştir. Vojtek and Vojtekova (2016) araştırmasında Vyčoma Havzası'nda yüzey akış miktarının 0-183,9 mm arası olduğunu bildirmiş ve yüzey akışın yüksek olduğu, akarsu vadisi kıyısında yayılan yapılı alanlarda sel olaylarının gözlemlendiğini aktarmıştır.

Havzada yüzey akışa geçen yağış suyu miktarına bakıldığında havzanın ortalama yüzey akışa geçen yağış suyu miktarının 74,03 mm olduğu, toplamda ise bu değer 351.892 mm olduğu görülmektedir. Yüzey akışa geçen suyun hacmi ise; 2.717.841 m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Bu miktar, havzada toprağın doygunluğa ulaştığı (ARC II koşulunda) ve artık toprak tarafından tutulamadığı andan itibaren yüzey akışa geçen suyu ifade etmektedir. Hesaplama yapılırken İzmir kenti yağış verilerini içeren abak kullanılmış ve yağış miktarı olarak, havzaya 10 yıl tekerrürlü 24 saatlik yağış değeri olan 113 mm esas alınmıştır.

Yüzey akışa geçen yağış suyu miktarının arazi kullanım tipleriyle ilişkisi incelendiğinde (Bkz. Şekil 4.6); yüzey akışa geçen yağış suyu hacmi en yüksek ilk üç arazi kullanım tipinin maki formasyonu (962.018 m<sup>3</sup>), yapılı alanlar (615.973 m<sup>3</sup>) ve yollar (412.972 m<sup>3</sup>) olduğu görülmektedir. Doğal vejetasyon örtüsü olan makiyle kaplı alanlarda yüzey akış potansiyelinin yüksek oluşu, bu alanların

havzada geniş yer (2419,42 ha-%50,27) kaplaması ve makiyle örtülü alanların havzanın yüksek eğimli yamaçları üzerinde yayılması ile açıklanmaktadır. Birim alanda yüzey akışa geçen yağış suyu hacmi incelendiğinde; bu alanların en düşük yüzey akış hacmine sahip olduğu ( $0,040 \text{ m}^3/\text{m}^2$ ) görülmektedir. Bu değer, yapılı alanlarda  $0,084 \text{ m}^3/\text{m}^2$ , yollarda ise  $0,104 \text{ m}^3/\text{m}^2$ 'dir.

Yüzey akışa geçen yağış suyu hacmi en düşük arazi kullanım tipinin ise; su yüzeyleri ( $0,000 \text{ m}^3$ ) olduğu görülmektedir. Bunun nedeni; araştırma kapsamında su yüzeylerinin doğal, geçirimli tabana sahip olduğu gerekçesiyle bu alanlarda eğri numarası değerinin  $CN=0$  kabulünün yapılmasıdır. Su yüzeylerinden sonra en düşük yüzey akış hacmi inşaat alanlarındadır ( $10.210 \text{ m}^3$ ). Bunun sebebi ise; bu alanların havzada alansal büyüklük açısından çok küçük bir yer ( $11,04 \text{ ha-%}0,23$ ) kaplıyor olmasıdır. En geçirimsiz arazi kullanım tiplerinden olan inşaat alanlarında birim alanda yüzey akışa geçen yağış suyu hacmi incelendiğinde; değer  $0,092 \text{ m}^3/\text{m}^2$  olduğu görülmektedir. Benzer şekilde taş ocaklarında da, havzada alansal büyüklük açısından çok küçük bir yer kaplıyor olmaları ( $15,39 \text{ ha-%}0,32$ ) nedeniyle, yüzey akış hacmi düşüktür ( $16.475 \text{ m}^3$ ). Ancak birim alanda yüzey akışa geçen yağış suyu hacminin en yüksek değer olan  $0,107 \text{ m}^3/\text{m}^2$  olduğu görülmektedir.

Bu gelişmeler ışığında arazi kullanım tiplerinde yağış suyunun yüzey akışa geçme potansiyelini birim alana düşen yüzey akış miktarı ( $\text{m}^3/\text{m}^2$ ) üzerinden değerlendirmenin daha sağlıklı sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Bu kapsamda kanala alınmış akarsular, kayalık alanlar ve taş ocaklarında oranın en yüksek olduğu, bu arazi kullanım tiplerini yollar ( $0,104 \text{ m}^3/\text{m}^2$ ), inşaat alanları ( $0,092 \text{ m}^3/\text{m}^2$ ) ve yapılı alanların ( $0,084 \text{ m}^3/\text{m}^2$ ) izlediği görülmektedir. Birim alana düşen yüzey akış miktarı geniş yapraklı ormanlar, maki formasyonu, konifer ormanlarda en düşüktür.

Tez çalışması kapsamında ulaşılan bu veriler, Alphan ve Coşkun Hepcan'ın (2019) İzmir ili Balçova ilçesi kentsel yeşil alanlarının yüzey akışa geçen yağış suyunu tutuma kapasitelerini hesapladıkları ve haritaladıkları araştırmanın verileri ile örtüşmektedir. NRCS Eğri Numarası Yöntemi ile yaptıkları çalışmada çeşitli amaçlarla kullanılan (parklar, mezarlıklar, refüjler, bitkilendirilmiş şeritler vb.) yeşil alanları içeren arazi kullanım sınıfları ile yapılı alanları hesaplamaya dâhil ettikleri çalışmalarında, ilçede yüzey akışa geçen yağış suyu miktarının  $2.014.313 \text{ m}^3$  olduğunu saptamışlardır. Bu miktar Bornova Çayı Havzası'nda yüzey akışa geçen yağış suyu miktarına ( $2.717.841 \text{ m}^3$ ) yakın bir miktardır. Alphan ve Coşkun

Planda askeri alan kararı bulunan alanların mevcutta ağırlıklı olarak doğal vejetasyon (konifer ormanlar, maki formasyonu, frigana ve karışık ormanlar) ile kaplı olduğu görülmektedir. Ülkemizde kent içinde kalan askeri alanlar, kentlerin en yeşil alanlarından olup parçalanmamış bütün yapıları ile yağış suyu yönetimi bakımından olduğu kadar kent ekolojisi bakımından da mevcut yapılarının korunması önemli alanlardır. Bornova Çayı Havzası'nda askeri alanlar, havzanın su mansabına yakın olan kuzey kısmında yer almaktadır ve bilindiği üzere ülkemizde askeri alanlar, özel bir yasa ile koruma altındadır Bu bağlamda planda askeri alan kararı bulunan alanların koruma altında olması, havzanın güneyinde ani sel baskınları riskini azaltan bir faktördür.

Koruma alanlarının mevcutta neredeyse tamamının doğal vejetasyon örtüsü (maki formasyonu, konifer ormanlar, frigana formasyonu, karışık ormanlar ve geniş yapraklı ormanlar) ile örtülü olduğu görülmektedir. Bu anlamda plan kararları ile mevcut arazi kullanım durumu örtüşmektedir. Bu alanların %6'sını oluşturan tarım alanları ile %3'ünü oluşturan meyve bahçelerinin de koruma altında olmaları yağış suyunun sürdürülebilir yönetimi bakımından önemlidir. Meyve bahçeleri olarak anılan alanlar zeytinliklerdir. Tarım alanları da havzanın kuzeyinde var olan kırsal yerleşimlerde yaşayanların tarımsal üretim ihtiyaçlarını karşılayan parsellerdir. Koruma alanı statüsü verilerek havzanın doğal bitki örtüsünün ve tarım deseni ile meyvelik sınıfı içerisinde yer alan zeytinliklerin uzun vadeli olarak koruma altına alınmış olması havzanın geçirimli arazi örtüsünün korunması anlamına geldiğinden yağış suyunun yeraltı kaynaklarını besleyebilmesi bakımından önem taşımaktadır. Ayrıca havzanın yeşil altyapısının sürdürülebilirliği bakımından da faydalı olacaktır.

Plan kararları ile mevcut durumun örtüşmemesi durumu da söz konusudur. Örneğin; planda karayolu olarak ilan edilmiş alanların ise yalnızca yarısı mevcut durumda yol olup geri kalan %30'u yağış suyunun sürdürülebilir yönetimi bakımından infiltrasyon potansiyeli yüksek olan terk edilmiş/boş araziler ve açık alanlardan oluşmaktadır. Bu bakımdan planda yol olarak ilan edilen alanlar mevcut durum ile tam olarak örtüşmemektedir.

Plan kararları ile mevcut arazi kullanım türünün örtüşmediği bir diğer alan ise; büyük alan kullanımı gerektiren kamu kuruluş alanlarıdır. Bu alanların %62'sinin doğal vejetasyon örtüsüyle kaplı olduğu görülmektedir. Yüzölçümü 58 hektar olan bu alan, tüm havzanın %1,2'si olsa da plan kararı gereği kamu kuruluşlarının inşa edilmesiyle yaklaşık 80 futbol sahası büyüklüğünde bir alanda

doğal vejetasyon örtüsünün kaybı söz konusu olacaktır. Eğri numarası en düşük sınıflardan olan diğer bir deyişle su tutma kapasitesi yüksek, yüzey akışa geçen yağış suyunu yavaşlatma becerisi yüksek bu arazi örtüleri, özellikle kent peyzajları içinde yağış suyu yönetimi bakımından çok değerlidir ve varlıkları yaşamsal önem arz etmektedir. Ayrıca havzanın kuzeyindeki doğal yapının bütünlüğü, ekolojik parametreler ve biyoçeşitliliğin sürekliliği açısından da büyük önem taşımaktadır.

Günübirlik turizm tesis alanı ilan edilen alanlar da plan kararları ile mevcut durumun örtüşmediği alanlardır. Plan kararlarının uygulanmasıyla yaklaşık 5 hektar bir alanda su tutma kapasitesi yüksek olan, hidrolojik durumları iyi olan Tip1 açık alanlar ve maki formasyonunun yapılı alana dönüşmesi söz konusu olacaktır. Havzada geçirimsizliğin artması, yüzey akışa geçen yağış suyunu hızlanmasına yol açacaktır.

Bölge parkı (Büyük kentsel yeşil alan) kararı bulunan alanların %80'e yakınının doğal vejetasyon örtüsü (maki formasyonu, konifer ormanlar, frigana formasyonu), meyve bahçeleri ve terk edilmiş veya boş araziler ile örtülü olduğu göz önüne alınarak bölge parkları için ayrılmış alanlar içinde mevcut durumda yaklaşık 472 hektar yer kaplayan maki formasyonunun hidrolojik durumu daha kötü ve ortalama geçirimsizlik durumu daha geçirimsiz olan bir sınıfa, diğer bir deyişle eğri numarası daha yüksek bir sınıfa dönüştürülmesi sürdürülebilir yağış suyu yönetimi açısından olumsuz bir eylem olacaktır.

Benzer şekilde planda sağlık tesisi alanı kararı verilen alanlarda bu kararın uygulamaya konulması, %90'ından fazlası doğal vejetasyon (maki formasyonu, frigana formasyonu, geniş yapraklı ormanlar) ile örtülü olan arazinin geçirimsiz yüzeyler ile kaplanmasına yol açacaktır.

Tarım alanı ilan edilen alanların %70'e yakını hâlihazırda maki formasyonu ve geniş yapraklı ormanlar ile örtülüdür. %20'ye yakını ise meyve bahçesi olarak sınıflandırılmış zeytinlik alanlardır. Bu alanların yalnızca %5'i mevcut durumda tarım alanıdır. Havza özelinde yağış suyunun sürdürülebilir bir anlayışla yönetimi esasından yola çıkarak yaklaşık 27 hektarlık maki alanının tarım arazisine dönüşümünün tüm havza genelinde yaratacağı etki çok büyük olmayacaktır. Ancak doğal vejetasyonun yerini eğri numarası daha yüksek olan diğer bir deyişle su tutma kapasitesi ve yüzey akışa geçen yağış suyunu yavaşlatma becerisi daha düşük bir örtü alacaktır. Bir başka yaklaşımla ise; doğal ekosistemin zarar görmesi



ve gerek ekolojik gerek ekonomik anlamda değerli olan zeytinliklerin yok edilerek tarım alanı olarak kullanılması söz konusudur.

Ağaçlandırılacak alanların ise mevcut durumda makilik alanlar ile örtülü olduğu görülmektedir. Ağaçlandırılacak alan olarak plan kararı verilmiş olan alanların yapılaşmaya açılmıyor oluşu havza için büyük önem taşımakla beraber, plan kararı gereği maki formasyonlarının bozulma riski, maki formasyonlarının yüzey akışa geçen yağış suyunu yavaşlatma kapasiteleri, ağaçlandırılmış bir alana göre daha yüksek olduğundan havzanın yağış suyu yönetimi stratejisi bakımından endişe vericidir. Akdeniz ikliminin doğal bitki örtüsü olan makilik alanlar, Bornova Çayı Havzası'nın yüksek eğimli kuzey kısmında yağış suyunu yavaşlatmak için en iyi araçlardan birisidir.

Plan kararlarına göre orman alanı ilan edilen alanlarda da benzer bir durum söz konusudur. Bu alanların büyük bir kısmı (%43) mevcut durumda zaten konifer ormanlar ile örtülüdür. Ancak %53'ünde maki formasyonu ile kaplıdır. Konifer ormanlar ve maki formasyonu sınıfları arasında eğri numarası bakımından çok büyük bir fark bulunmamasıyla birlikte makilik alanların bozulmaması ekosistemin sağlığı açısından başta biyoçeşitlilik olmak üzere önemlidir.

Bornova Çayı Havzası'nda **arazi kullanım değişim senaryolarının yüzey akış miktarı üzerine etkileri değerlendirildiğinde** Bornova Çayı Havzası'nda 12 adet arazi kullanım değişim senaryosu kurgulanmıştır. Ardından bu senaryolar, birlikte uygulanmaları durumunda havza genelinde yaratacakları potansiyel etkilerin kötümser ve iyimser oluşuna göre gruplandırılarak Bütünleşik Senaryo 1 ve Bütünleşik Senaryo 2 olarak ele alınmıştır.

**Bütünleşik Senaryo 1'e** göre İBBÇDP'nda ağaçlandırılacak alan, orman alanı, büyük kentsel yeşil alan, tarım alanı, kamu kuruluş alanı, günübirlik turizm ve sağlık tesis alanı ile kırsal yerleşme alanı kararı bulunan alanlardaki makilik alanların sırasıyla orman alanı, açık alan (Tip1), tarım alanı, yapıli alana (Tip3 ve Tip1) dönüşmesi öngörülmüştür. Ayrıca merkezi iş alanı ve karayolları kararı bulunan alanlardaki açık alanların (Tip1) yapıli alan (Tip6) ve yola (Tip1) dönüşmesi, kentsel yerleşik alan ve 2. ve 3. Derece merkezlerdeki terk edilmiş/boş araziler ile inşaat alanlarının yapılaşarak yapıli alana (Tip3 ve Tip6) dönüşmesi söz konudur. Bütünleşik Senaryo 1 kötümser senaryodur. Bahsi geçen dönüşümlerin olması, havzada yüzey akışa geçen yağış suyu miktarının %3,4 artmasına neden olacaktır. Bu oran küçük bir oran gibi gözükse de havza genelinde 11,84 cm'lik bir artış anlamına

gelmektedir. Yüzey akışa geçen yağış suyu hacmindeki %8,3'lük artış ise TÜİK'in 2016 yılına ait Belediye Su İstatistikleri'ne (TÜİK, 2016) göre, İzmir'de yaşayan 3.634 kişinin yıllık ortalama su tüketimini ifade etmektedir. Ayrıca bu artışın mevcut gri altyapıya ek bir yük getireceği de unutulmamalıdır.

İyimser senaryo olan **Bütünleşik Senaryo 2**'ye göre ise; İBBÇDP'nda kentsel yerleşik alan ile 2. ve 3. Derece merkezlerde yer alan terk edilmiş/boş arazilerin açık alana (Tip1), karayollarında Tip1 olan geçirimsiz yolların yarı geçirimli olan Tip2'ye dönüşmesi söz konusudur. Bahsi geçen dönüşümlerin olması, havzada yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında düşüş mümkün olacaktır. %1'lik bu düşüş, havza genelinde yağış suyu miktarının 3,3 cm azalması anlamına gelmektedir. Yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde beklenen düşüş ise %0,4'tür. Küçük bir oran gibi görünen bu değer, TÜİK'in 2016 yılına ait Belediye Su İstatistikleri'ne (TÜİK, 2016) göre, İzmir'de yaşayan 154 kişinin yıllık ortalama su tüketiminin karşılanma potansiyelini ifade etmektedir. Yaklaşık 98 ha alanda yani havzanın %2'sinde bir dönüşüm gerçekleşmesi halinde havza genelinde yüzey akışa geçen yağış suyu miktarında kayda değer bir azalma yaşanması söz konusudur.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bornova Çayı Havzası'nda yüzey akışa geçen yağış suyu miktarının, sürdürülebilir planlama ve tasarım kararlarıyla kontrol edilebilmesinin mümkün olup olmadığının sorgulandığı bu tez çalışmasında, havzada yüzey akışa geçen yağış suyu miktarının kontrol edilebilmesi için hayata geçirilebilecek peyzaj planlama stratejileri ortaya konulmuştur. Bu kapsamda öncelikle ortaya koyulan ana hedeflerden bir olan havzanın yıllık yüzey akış potansiyeli hesaplanmıştır. Havzadaki mevcut ve olası kentsel gelişim senaryolarının, yüzey akışa geçen yağış suyu miktarına olan etkisi ortaya konulmuş ve hedeflerden sonuncusu olan havzada yüzey akışa geçen yağış suyu miktarını azaltmak için planlama ve tasarım önerileri geliştirilmiştir.

Tez çalışması kapsamında, 48,13 km<sup>2</sup> yüzölçümü olan Bornova Çayı Havzası'nda "Eğri Numarası Yöntemi" (NRCS Curve Number (CN) Method)'ni temel alan "Eğim Entegrasyonlu CN Hesaplama Yöntemi" (The Modified NRCS CN Method) kullanılarak havzada 2.717.841,34 m<sup>3</sup> suyun yüzey akışa geçtiği hesaplanmıştır. Kent planları incelenerek mevcut arazi kullanımlarının plan kararları ile uyumu irdelenmiştir. 1/25.000 ölçekli İzmir Büyükşehir Bütünü Çevre Düzeni Planı kararları çerçevesinde Bornova Çayı Havzası için arazi kullanım değişim senaryoları üretilmiştir. Kötümser arazi kullanım değişim senaryosunun hayata geçmesi durumunda yüzey akış suyu hacminin %8,3 oranında artacağı, iyimser arazi kullanım değişim senaryosunun hayata geçmesi durumunda ise; %0,4 oranında düşeceği sonucu elde edilmiştir. Böylece giriş bölümünde dile getirilen araştırma sorusuyla uyumlu olarak, sürdürülebilir bir yağış suyu yönetim anlayışı ve bu anlayışın uzantısı olarak suya dayalı, akılcı, sürdürülebilir planlama öneri ve çözümleri geliştirilerek havzada yüzey akışa geçen yağış suyu miktarının kontrol edilmesinin mümkün olduğu ortaya konulmuştur.

Bornova Çayı Havzası'nda yapılan bu çalışmanın Bornova Ovası'nda akan Manda ve Arap Dereleri'nin havzaları için de yapılarak sistemin tamamında yüzey akışa geçen yağış suyunun hesaplanması, ovanın tamamında planlama kararlarının incelenmesi ve yağış suyu miktarının azaltılması için sürdürülebilir planlama ve tasarım önerilerinin geliştirilmesi, böylece mikro havza ölçeğinde yapılan bu çalışmanın ve önerilerin diğer mikro havzalar ile entegre edilerek alt havza ölçeğine taşınması gelecekte yapılması planlanan, bu çalışmada gerçekleştirilemeyen bir eylemdir. Tez çalışması kapsamında gerçekleştirilemeyen

ancak gerek bu çalışma kapsamında sunulan planlama ve tasarım önerilerinin hayata geçerek somutlaşmasına ve havzada yaşayan insanların yaşam kalitelerinin artmasına, sel baskını ve taşkın riskinin önlenmesine fayda sağlayacak bir diğer eylem ise; havzadaki mahallelere özgü sürdürülebilir yağış suyu yönetim stratejilerinin geliştirilmesi ve tasarım kriterlerinin belirlenmesidir.

Tez çalışması kapsamında yapılan havzada yüzey akışa geçen yağış suyu hesabının, Bornova Çayı çok yıllık akım ölçümleriyle karşılaştırılması tez çalışmasında yapılan hesapların güvenilirliği sağlayacak bir faktördür. Ancak Bornova Çayı için kurulmuş olan bir akış ölçüm istasyonu bulunmamaktadır. Mevcut imkânlar nedeniyle tez çalışmasında gerçekleştirilemeyen ölçümler ile hesaplamaların karşılaştırılması işinin ileride yapılacak araştırmalarda gerçekleştirilmesi çok daha hassas sonuçlar doğuracaktır.

Tez çalışmasında kullanılan Eğri Numarası Yöntemi, ülkemizdeki imkânlar dâhilinde toplanabilecek veriler ile sonuç veriyor olması, CBS ile entegre edilerek kullanılabilmesi, uzun yıllar önce geliştirilmesine rağmen günümüzde hala yüzey akışa geçen yağış suyu miktarı hesaplamalarında sıklıkla tercih edilmesi ve güncelliğini koruması, uygulaması kolay bir yöntem olması bakımından pratik bir yöntemdir.

Bornova Çayı membası da dâhil olmak üzere havzanın eğimi yüksek kuzey bölümünde yayılış gösteren ve havzanın yarısını örten **maki formasyonu**, havzada yağış suyunun yönetimi bakımından büyük önem taşımaktadır. Havzada yağış sularının akışa geçtiği üst kısımda, toprağın infiltrasyon hızını ve kapasitesini artırarak, suların bir kısmının yüzey akışa geçmeden tutulmasını sağlamakta böylece havzanın yapısal alanlarla kaplı olan, yüzey akış potansiyeli en yüksek güney bölümünde oluşması muhtemel yüzey akış miktarının düşmesini ve hızının azalmasını sağlamaktadır. Toprağa düşen yağmur suyunun heterojen bir mekânsal dağılım davranışı göstermesinde etkili olduğu bilinen (Garcia-Estringana et al., 2010; Sardans and Peñuelas, 2013) maki formasyonu, gerek kapladığı alanın genişliği, gerekse havzanın yüzey akış potansiyelini artıran en eğimli bölgesinde yayılıyor oluşu gibi nedenlerle yağış suyu yönetimi sürecinde Bornova Çayı Havzası'nda en kilit rolü oynamaktadır. Bu çerçevede, havzada makiler kadar geniş yer kaplamasa da doğal vejetasyon örtüsünden olan frigana formasyonu ile maki formasyonun yayıldığı alanlar olduğu haliyle korunmalıdır. Bu alanlarda plan kararlarında öngörülen ağaçlandırma çalışmaları yapılmasından kaçınılmalıdır. Bu konuda kent planlarını hazırlayan uzman ekibin içinde ekoloji,

bitki sosyolojisi, bitki materyali bilgisi olan peyzaj mimarları gibi başka uzmanların da bulunması şartı aranmalıdır. Maki formasyonu ile kaplı alanlardan elde edilecek başta biyoçeşitlilik olmak üzere ekolojik faydalar ile sel ve erozyon riskini azaltmak, yağış suyunu yönetebilmek gibi potansiyel afet risklerini azaltacak diğer faydaların çok üst düzeyde olduğunun bilinmesi gereklidir. Ayrıca maki bitki örtüsünün yalnızca çalılardan oluşmadığı, yerine göre *Olea europea* (Zeytin), *Arbutus andrachne* (Sandal) ve *Ceratonia siliqua* (Keçi boynuzu) gibi ağaççık ve ağaçların da bu örtüye dâhil olduğu göz önüne alınmalıdır. Kent planı kararlarının verilmesi aşamasında bütüncül havza yönetiminin gereği olan veri setleri ve analizlerinin karar üretim süreçlerine dâhil edilmesi bu anlamda çok önemlidir. Bu sayede örneğin maki örtüsünün kazınıp ağaçlandırma çalışması yapılarak suyun sürdürülebilir yönetimi bakımından değerli olan önemli bir vejetasyon tipinin kaybından kaçınarak, bitki örtüsünden yoksun, çıplak araziler varsa bu alanların ağaçlandırılması kararlarını üretmek ve plan kararı üretilen kentin geri kalan parçalarının da sel riskinden korunması mümkün olacaktır. Aslında asıl olan konunun ağaçlandırma değil “bitkilendirme” olarak görülmesi ve içinde pek çok bitki katmanını barındıran bitkilendirme çalışmalarının yapılmasıdır.

Çalışma kapsamında üretilen bulgular ışığında, İBBÇDP’ye göre ağaçlandırılacak alan plan kararı bulunan %76’sı maki, %8’i frigana formasyonu ile kaplı olan alanların, plan kararı gereği ağaçlandırılması durumunda bu alanlarda yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde %18’lik, havza genelinde ise %2,49’luk bir artış söz konusu olacaktır. Gerek yağış suyu yönetiminde makilik alanların yukarıda da bahsedilen rolü gerekse ekosistemin sürdürülebilirliği ve bütünlüğü açısından bu alanlarda herhangi bir ağaçlandırma çalışması yapılmamalıdır.

Havza genelinde metrekaresine düşen yüzey akış miktarı en düşük olan ( $0,04 \text{ m}^3/\text{m}^2$ ), bir başka deyişle infiltrasyon potansiyeli en yüksek olan arazi kullanım tiplerinden **konifer ormanlar ve geniş yapraklı ormanlar**, kapladıkları alan havza genelinde küçük olsa da yağış suyu yönetimi açısından ve ekolojik anlamda çok değerlidir. İBBÇDP kapsamında orman alanı plan kararı olan alanların %43’ü mevcut durumda konifer ormanlar ile kaplıyken, %53’ü maki formasyonu ile örtülüdür. Plan kararı gereği maki formasyonunun ormana dönüştürülmesi durumunda bu alanlarda yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde %19’luk, havza genelinde ise %1,11’lik bir artış söz konusu olacaktır. Bu çerçevede hâlihazırda konifer ve geniş yapraklı ormanların mevcut durumlarının devamlılığı sağlanmalı,

bu alanlar korunmalıdır. Maki formasyonu yok edilerek orman alanı yapılması durumunda yüzey akışın artacağı dikkate alınmalıdır.

Bornova Çayı Havzası'nın %15'ini kaplayan **yapılı alanların**, doğal vejetasyon örtüsü ile örtülü olan ve eğimi yüksek olan kuzey bölümüne doğru yayılmamış olması ve İBBÇDP plan kararlarına göre, yayılmayacak olması olumludur. Bu plan kararlarının değişmeyeceği varsayımıyla bunu söylemek mümkündür. Diğer taraftan havzadaki yapılı alanların yaklaşık olarak yarısı geçirimsizliği ortadan düşüğe doğru olan Tip 4, 5 ve 6 yapılı alanlardan oluşmaktadır. Bu çerçevede havzada kentsel dönüşüm çalışmaları yapılması durumunda, yağış sularının yüzey akışa geçme potansiyelini düşürmek amacıyla yapılı alanların geçirimsizliği daha yüksek olacak şekilde kurgulanması ve yeşil alan miktarının artırılması yağış suyu yönetimi stratejilerinden biri olarak ele alınabilir. Maalesef süregelen kentsel dönüşüm çalışmalarına bakıldığında bu bağlamda iyimser olmak mümkün değildir.

Hâlihazırda metrekarede yüzey akışa geçen yağış suyu hacmi yüksek olan ( $0,08 \text{ m}^3/\text{m}^2$ ) yapılı alanlarda sürdürülebilir yağış suyu yönetim uygulamalarının tesis edilmesi ise, en öncelikli yönetim stratejilerinden biridir. Bu konuda öncelik, yüzey akış potansiyeli daha yüksek olduğundan, sel riski diğerlerine göre daha yüksek olan, geçirimsizliği yüksek Tip 5 ve 6 yapılı alanların bulunduğu, Osmangazi, Manavkuyu, Adalet ve Mansuroğlu Mahallelerine verilmelidir. Bu mahallelerde yolların ve otoparkların beton, asfalt gibi geçirimsiz malzemelerle kaplı yüzeylerinin geçirimsiz döşemelerle değiştirilmesi, kaldırım veya yol kenarlarındaki su oluklarının çimle örtülü sığ hendeklere dönüştürülmesi, binaların tuğlayla kaplı çatılarının yeşil çatı uygulamalarıyla yenilenmesi, apartmanların bahçelerinde yağmur bahçelerinin tesis edilerek çatılardan gelen suların toplanması ve yeniden kullanılmasının teşvik edilmesi sürdürülebilir yağış suyu yönetim uygulamalarına örnektir.

Geniş yüzölçümüne sahip, yayılı kentleşmiş alanlar, vejetasyonla örtülü yüzeylerin yerini geçirimsiz yüzeylerin alması anlamına gelmekte ve bu da yağış suyunun önemli bir miktarının yüzey akışa geçmesine neden olarak (Zhang et al. 2012) suyun kontrolünü zorlaştırmaktadır. **Yeşil alan sistemleri** üzerindeki baskıları artıran bu durumda, yeşil alanlar, akışa geçen yağış sularının potansiyel drenaj alanları olarak görülmekte ve Zhang et. al.'e (2012) göre; yağış suyunun yüzey akış miktarını azaltma rolünü üstlenmektedir. Havzanın yaklaşık %3'ünü kaplayan açık alanların (yeşil alan sistemleri), parçacıl bir anlayışla, sistematik

olmayan bir yaklaşımla ilan edildikleri dikkate alınarak mevcut yeşil alanlar arası fiziksel bağların tesis edilmesi ve havzanın düz ve düzey yakın kesimlerinde dağılım gösteren bu alanlarda yüzey akışa geçen yağış sularının toplanması, biriktirilmesi, süzdürülmesi gibi amaçlara hizmet edecek yağış suyu yönetim uygulamalarının hayata geçirilmesi geçirimsiz yapıları alan stoğunun yükünü bir miktar hafifletecektir. Diğer bir deyişle yağış suyu yönetimi öncelikli bir yeşil altyapı tesis edilmesi yoluna gidilmelidir. Ayrıca açık-yeşil alanların niteliğinin iyileştirilerek yağış suyu yönetiminin bir parçası haline getirilmesi kadar önemli bir diğer konu da bu alanların yüzölçümünün mümkün olduğunca artırılmasıdır.

Havzada yeni yapılacak olan binalarda çatıların yeşil çatı olarak tasarlanması, binaların bahçesinde yağmur bahçeleri gibi uygulamalar yapılarak yağış suyu yönetimi programına dâhil edilmesi yerel yönetimlerin programına alınabilir. Kentsel dönüşüm buna fırsat yaratabilir. Ayrıca, havzadaki açık alanların büyük kısmı, C tipi hidrolojik toprak grubuna mensup olduğundan bu alanlarda yüzey akış potansiyelini düşürecek çalışmalar yapılmalıdır. Bu kapsamda açık alanlarda yapılacak bitkilendirme çalışmalarında, toprağın bünyesinin mevcut durumdan daha geçirimli olmasını destekleyecek bitki türleri kullanılabilir, bu alanlarda toprağın havalandırılmasına yönelik teknik çalışmalar yapılmalıdır.

Alphan ve Coşkun Hepcan (2019), yağış suyunun hızının azaltılarak, yer altı su kaynaklarının beslemesine olanak sağlamaları bakımından bitkilerin önemine değinerek kentsel yeşil alanlarda ani ve şiddetli yağışlarda akışa geçen yağış suyunun bir miktarının tutulması açısından ağaç, ağaççık, çalı ve yer örtücü türlerin bir arada, kademeli bir sistemde kullanılmasını önermektedir. Bu önlem ile daha çok yağmur suyunun yüzey akışa geçmeden yer altı ve yer üstü su kaynaklarına iletilmesi sağlanabilir.

Yeşil alanların yukarıda bahsedilen işlevlerini etkili olarak yerine getirilebilmesi bakımından yağış suyu yönetimi stratejilerinin oluşturulması ve uygulanması, önemlidir. Sel olaylarının kontrol edilmesinde, su kirliliği sorunlarının çözülmesinde (Barret et al., 1998; Shuman, 2004; Deletic, 2005; Hou et al., 2006; Zhang et al., 2012'den) ve su kıtlığı olaylarına karşı bir önlem olarak açık yeşil alanlar; yağışların toplanması, arıtılması (Beard and Green, 1994; Roy et al. 2000; Zhang et al.; 2012'den), drenajı ve yeniden kullanımı için ayrıca yeraltı su kalitesinin korunması (Gross et al., 1990; Carpenter et al., 1998;

Connellan, 2007; Zhang et al., 2012'den) amacıyla kentler ve kentliler için ileriye dönük olarak pek çok avantajlar sağlama potansiyeli taşımaktadır.

Kentsel alanlarda **terk edilmiş/boş arazilerin** ekonomik, ekolojik, sosyo-kültürel amaçlarla nitelikli açık alanlara dönüşmesi süreci gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde uzun yıllardır yaşanmaktadır (Morandé et al., 2010; Gardiner et al. 2013; Kremer et al. 2013; Drake and Lawson, 2014). Bu alanların, kentlilerin sosyal gereksinimleri ile kentlerin çevresel gereksinimlerini karşılamak üzere taşıdığı potansiyelden yararlanılmaktadır (Kremer and Hamstead, 2015). Örneğin I. ve II. Dünya Savaşları'nın yarattığı ekonomik buhran dönemlerinde kentlilerin bu alanları sebze-meyve yetiştirmek için kullandıkları (Drake and Lawson, 2014) bilinmektedir. Kentlerin ve kentlilerin kötü gün dostu ve gelecek yatırımı olan bu alanlar, kentsel alanlarda ekolojik üretkenliği, biyoçeşitliliği artırma, ekosistem servisleri sağlama gibi çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır (Gardiner et al. 2013; Kremer et al. 2013; Haase et al. 2014). Ayrıca, kentlerin gelişim modellerinde, gelişiminin öngörülen sınırlar dışına taşmasının önüne geçebilmek adına mevcut kentsel gelişim sınırları içindeki boş, terk edilmiş, kullanılmayan alanların potansiyel, öncelikli gelişim alanı olarak değerlendirilmesi teşvik edilmektedir (Accordino and Johnson, 2000). Bu alanların yağış suyu yönetiminde taşıdıkları potansiyel ise; son yıllarda fark edilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nde EPA'nın yasal düzenlemeleri doğrultusunda yağış suyunu yeşil altyapı çözümleriyle yönetmek için çalışmalar yapmaktadır. Bu kapsamda birçok eyalet, yağış suyu yönetim stratejisi olarak boş arazileri bitkilendirmektedir. Bu arazilerin yağış suyu yönetiminde kullanılmasının önünde mülkiyet, yasal ve ekonomik hususlar, bakım güçlükleri gibi engeller olsa da taşıdıkları potansiyel nedeniyle yağış suyu stratejilerinin bir parçası olmaktadır (Crauderueff et al., 2012).

Kentsel açık (yeşil) alanlar bakımından zengin olmayan (125,16 ha-%2,60) Bornova Çayı Havzası'nda terk edilmiş/boş arazilerin, yukarıda bahsedilen nedenlerle, potansiyel yağış suyu yönetim alanları olarak değerlendirilmesi önerilmektedir. Kalıcı, gri altyapı çözümleri kadar büyük ekonomik altyapı yatırımları gerektirmeyen sürdürülebilir yağış suyu yönetim uygulamalarının bu alanlarda tesis edilmesi stratejilerden bir olmalıdır. Araştırma kapsamında elde edilen bulgular, İBBÇDP'na göre kentsel yerleşik alan plan kararı bulunan alanlarda yer alan terk edilmiş/boş arazilerin Tip3 yapılı alana dönüşmesi durumunda bu alanlarda yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde %14'lük, havza genelinde ise %0,25'lik bir artış söz konusu olacaktır. Ancak terk edilmiş/boş araziler Tip1 açık alana dönüştürülürse yüzey akışa geçen yağış suyu hacmi %13



azalacaktır. Havza genelinde ise bu oran % 0.22 azalacaktır. Görüleceği gibi ter edilmiş boş arazilerin nitelikli, hidrolojik durumu iyi açık alanlara dönüştürülmesi, havzada yağış sularının sürdürülebilir yönetimi açısından olumlu olacaktır.

Havzadaki **yollar**, ağırlıklı olarak (%80) geçirimsiz malzeme kullanılarak döşenmiştir. Havzanın güneyinde yer alan kentsel yerleşim alanı içerisinde otopark alanları, konut bahçeleri gibi araç trafiğinin daha düşük yoğunlukta olduğu yerlerde geçirimli yüzey kaplama malzemelerinin seçilmesi önerilmektedir. Alphan ve Coşkun Hepcan'ın (2019) da değindiği üzere parklar, spor ve çocuk oyun alanlarında, kaldırımlar ve otoparklarda yüzey kaplama malzemesi olarak geçirimli olanların kullanımının tercih edilmesi, geçirimsiz malzemelerin, geçirimli olanlar ile değiştirilmesiyle yağış sularının yola açtığı su birikmelerinin önüne geçilebilir. Ayrıca geçirimli kaplama malzemelerinin tercih edilmesi, kısa vadede ekonomik açıdan yerel yönetimlere bir yük oluştursa da, uzun vadede ekonomik olarak gerek ekolojik gerekse gri altyapı tesisat, bakım-onarım dönütleri göz önüne alındığında daha ekonomik bir çözüm önerisi olacaktır. Trafik yoğunluğunun yüksek olduğu, kilit parke, çakıl taşı vb. malzemelerin kullanımının söz konusu olmadığı yollarda ise; uzun vadede daha ekonomik, gri altyapı tesislerine duyulan gereksinimi azaltan, daha çevreci, yağış sularının yeraltı sularını beslemesine olanak tanıyan ve bu süreçte yağış sularının taşıdığı kirlilik yükünü filtreleme yeteneği olan (Scholz and Grabowiecki, 2007; Imran et al., 2013; Kayhanian et al., 2019) geçirimli asfalt, geçirimli beton malzemeler kullanılabilir. Bu tercih, yüzey akışa geçen su miktarının azalmasını sağlayarak sürdürülebilir yağış suyu yönetim sürecinde olumlu bir etki yaratacak, yollarda yüzey akışa geçen yağış suyu hacminde %11'lik, havza genelinde ise %0,13'lük bir artış söz konusu olacaktır.

Havzada yer alan **taş ocağı**, birim alanda yüzey akışa geçen yağış suyu hacminin en yüksek olduğu ( $0,11 \text{ m}^3/\text{m}^2$ ) arazi kullanım tiplerinden biridir. Alansal büyüklük açısından çok küçük bir yer kaplıyor olması (15,39 ha-%0,32) nedeniyle, yüzey akış hacmi düşük ( $16.474,75 \text{ m}^3$ ) olsa da Laka mahallesi civarında makilik alanın içinde yer alan taş ocaklarının kapatılarak ekolojik yöntemlerle onarılması, gerek sürdürülebilir yağış suyu yönetimi açısından gerekse ekosistemin sağlığı açısından önemlidir.

Havzadaki **arazi kullanım tipleriyle ilgili sunulana önerilere ek olarak**, Bornova Çayı Havzası'nın sınırları içinde aktığı Bornova ve Bayraklı ilçeleri,

yağış sularının kanalizasyon sularından ayrı toplandığı, ayrık sistem olarak adlandırılan, yağmur suyu toplama kanallarının inşa edildiği pilot alanlardır. Bu çalışmalar, havzada yağış suyunun sürdürülebilir bir anlayışla yönetilmesinde büyük bir adımdır. Diğer taraftan, havzada yağış sularının yeraltına sızmasını, süzülmesini ve bu sırada temizlenmesini sağlayan ya da yağış sularının geçici veya kalıcı olarak toplandığı, biriktirildiği sürdürülebilir yağış suyu yönetim uygulamaları bulunmamaktadır. Yağış sularının bir kısmı parklar, refüjler, oyun alanları gibi kentsel yeşil alanlar, terk edilmiş/boş araziler ve diğer geçirimli ya da yarı geçirimli yüzeyler ile kaplı alanlardan yer altına sızmaktadır. Büyük bir kısmı ise yüzey akışa geçerek, yer altı ve yerüstü su rezervlerini besleyemeden bir alıcı kaynağa dökülmektedir. Üstelik bu uzun yolculuk boyunca yağış sularına karışan kirlilik yükü de alıcı su ortamlarına taşınmaktadır. Havzada sürdürülebilir yağış suyu yönetim uygulamalarının hayata geçirilmesi ve Alphan ve Coşkun Hepcan'ın (2019) da belirttiği gibi yağmur suyu toplama sistemi ile sürdürülebilir yağış suyu yönetim uygulamalarının bütünleştirilmesi sağlanmalıdır.

Bornova Çayı Havzası'nda yağış suyunun yerinde yönetilmesine imkân tanıyacak olan, yağış suyunu tutma, infiltre etme gibi mühendislik işlevlerinin yanı sıra estetik işlevlerini de yerine getirecek peyzaj tasarım çalışmalarının ürünü olan çok yönlü sürdürülebilir yağış suyu yönetimi uygulamalarının hayata geçirilmesi önerilmektedir. Bu kapsamda Bornova ovasına dökülen akarsuların havzaları, fiziki sınırları içerisinde kalan ilçelerin yöneticilerinin bir araya gelerek ortak bir yağış suyu yönetim modeli benimsemeli, ilçelerinin yağış suyu yönetim stratejileri belirlenmeli ve yağış suyu yönetimi uygulamaları tasarımı el kitapları hazırlanmalıdır. Konu hakkında sosyal kampanyalar yapılarak, konuyla ilgili ilçelerde yaşayan halkın sürece sunabilecekleri katkı hakkında bilgilendirilmesi sağlanmalıdır. Sürdürülebilir yağış suyu yönetim uygulamalarının mahalle ve ilçe ölçeğinde yerel yöneticiler tarafından, bina ve bahçe ölçeğinde yerel halk tarafından tesis edilmesi kısa vadede teşvik edilmeli, uzun vadede zorunluluk haline getirilmelidir. Burada ayrıca başta Bornova Çayı olmak üzere kentteki bütün derelerin betondan arındırılması çok önemle üzerinde durulması gereken bir konudur. Bu sadece yağış suyu anlamında değil başta yaban hayatı ve biyoçeşitlilik olmak üzere sayısız yararlar sağlayacaktır.

**Özetle;** Bornova Çayı Havzası'nda yağış sularının sürdürülebilir yönetimi açısından arazi kullanım tipleriyle ilgili olarak; yağış suyu tutma kapasitesi yüksek olan doğal vejetasyon örtüsünün korunması, parçalanması veya yok edilmesinin önlenmesi, açık (yeşil) alanlar (yeşil altyapı, ekolojik ağlar vb.

oluşturulması) arası bağlantılılığın sağlanması, sayılarının ve kapladıkları alanın artırılması, hidrolojik durumlarının iyileştirilmesi önerilmektedir. Yağış sularının sürdürülebilir yönetimi bakımından havza özelinde yüksek potansiyel taşıyan terk edilmiş/boş arazilerde -açık alanlarda da olduğu gibi- sürdürülebilir yağış suyu yönetim uygulamalarının tesis edilmesi, yüzey akış potansiyeli yüksek olan yapıları alanlar ve yollarda geçirimsizliğin artırılmasına yönelik çalışmalar yapılması ve bu alanlarda sel riskinin azaltılması önerilmektedir. Bu yaklaşım ayrıca kentimizin iklim değişikliğinin etkilerine karşı olan dayanıklılığını da arttıracaktır.

Yukarıda belirtilen öneriler araştırma kapsamında elde edilen bulgular ışığında ortaya koyulan, arazi kullanım kararlarına ilişkin önerilerdir. Konuyu parçadan bütüne giden bir hiyerarşi ile ele almak adına Bornova Çayı Havzası özelinden başlayarak Bornova ovası havzaları, İzmir kenti havzaları için yapılması gerekenler arazi kullanım kararlarının incelenmesinin ötesine geçmelidir. Bu nedenle yağış sularının sürdürülebilir yönetimini sağlamak üzere yasal, yönetsel, ekonomik, sosyo-kültürel öneriler ile peyzaj planlama süreçlerine ilişkin öneriler aşağıda sunulmuştur.

### **Yasal sorunlar ve çözüm önerileri**

Ülkemizde suyla ilgili çerçeve bir yasal düzenleme bulunmayışı, suyla ilgili mevzuatın çok parçalı ve sayıca fazla olması yağış sularının sürdürülebilir yönetimini sağlamak üzere yasal sorunların temelini oluşturmaktadır. Bu kapsamda hâlihazırda taslak halinde olan Su Kanunu'nun yürürlüğe girmesi sağlanmalıdır.

Kentlerde birleşik sistem kanalizasyon sistemlerinin, yağış suları ile kanalizasyon sularının ayrı taşındığı ayrık sistem sistemlere dönüştürülmesiyle ilgili yasal boşluklar bulunmaktadır. Yağış sularının yeniden kullanma potansiyeli taşıdığı göz önüne alınarak bu suların kanalizasyon sularından ayrı olarak taşınması ve arıtılarak yeniden kullanımının sağlanması gerekmektedir. Ayrıca yasal düzenlemeler yapılarak, su kaynaklarında kirlilik sorunu yaşanan bir ülke olarak, yüzey akışa geçen suların doğrudan alıcı su ortamları olan akarsu ve denizlere karışmasının ve yer altı sularına arıtılmadan karışmasının önüne geçilmeli ve hatta yağış sularının arıtılarak yeniden kullanılmasını (Clar et al. 2004, Zhang et al., 2012, Yiğit Avdan vd., 2015) teşvik edilmelidir. Bu kapsamda, Havza Yönetim Planlarının Hazırlanması, Uygulanması ve Takibi Yönetmeliği (Resmî Gazete, 2012) ile suyun verimli kullanımının, arıtılmış evsel atık suyun ve

yağmur sularının gerekli diğer şartları sağlaması kaydıyla sulamada yeniden kullanımlarının özendirilmesi konusu gündeme alınmış olmakla birlikte ilerleyen süreçte bu eylemin özendirilmesinin bir adım ötesine geçilerek zorunluluk olması sağlanmalıdır. Tasarruflu su teknolojilerinin kullanımının özendirilmesi ve sulamada verimliliği esas alan yöntemlerin kullanılması için Sürdürülebilir Yağış Suyu Yönetimi Uygulamaları'ndan yararlanılması mümkündür (Methods and Durran, 2003; Yiğit Avdan vd.,2015).

### **Yönetimsel sorunlar ve çözüm önerileri**

Su yönetiminde yetki ve sorumluluk sahibi olan kurum ve kuruluşlar arasında yetki çakışmaları, koordinasyon eksikliği yaşanmaktadır. Bu sorunu çözmek kolay olmasa da çatı oluşturacak bir idari yapı tesis edilerek suyun bütünsel yönetimi, planlaması, izleme ve denetleme işlerinin tek elden kontrol edilmesi sağlanmalıdır. 1970'te çevrenin korunması için faaliyetlerin tek elden takip edilmesi için kurulan ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA-Environmental Protection Agency) benzeri bir kuruluşun kurularak yukarıda bahsedilen yapıya entegre edilebilir. Ayrıca Muluk vd.'nin (2013) de belirttiği gibi su yönetimi sürecinde konuyla ilişkisi olan ajans, enstitü, havza, vakıf, STK'lar ve yerel halk olmak üzere tüm sektör ve temsilcilerinin süreçlere dâhil edilerek, görev ve sorumluluk almaları teşvik edilmeli, su yönetimi konusunda toplumsal farkındalık arttırılmalıdır.

Su kaynaklarına ilişkin verilerin farklı kurum ve kuruluşlar tarafından mükerrer üretimi, üretilen verilerde herhangi bir standardın bulunmaması, bazı verilerin sayısal ortamda yer alması (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019a) sorununun çözümü için ise; su veri tabanının oluşturularak üniversiteler, sivil toplum kuruluşları, diğer kurumlar ve halkın kullanımına açılması gerekmektedir. Soydan'ın (2013) da belirttiği gibi Yağış - Süre - Tekerrür Eğrisi Grafiği gibi bölgesel iklim koşullarına göre değişiklik gösteren temel başvuru kaynakları ulusal veri tabanında yer almalıdır. EPA'nın Ulusal Yağış Suyu Hesaplama Aracı (National Stormwater Calculator-NSC) adlı (EPA, 2019) sistemi ücretsiz erişime açıktır. ABD'de her eyalet için yıllık yağış suyu miktarı tahmini ve yüzey akış görülme sıklığını hesabı yapılabilen bu sistem örnek alınabilir. Bu aracın yerel toprak durumu, arazi örtüsü ve geçmiş yağış kayıtları verilerini, yukarıda bahsedilen ulusal veri tabanından elde edilmesi için entegrasyon sağlanması gerekir. Verileri kullanan araştırmacıların, ürettikleri araştırmalara ilişkin işlenmiş

veri, rapor, tez vb. ürünleri veri tabanına iletmesi, bilgi sisteminde geri besleme sağlanması teşvik edilebilir.

Yağış sularının yalnızca mühendislik çözümleriyle yönetilebileceği anlayışının terk edilerek yağış suyunun salt mühendislik gerektiren önlemler ile (ki dünyada bunun örnekleri çoktur) kontrol edilemeyeceğinin kabul edilerek çeşitli disiplinlerden uzmanların bir araya gelerek üretecekleri coğrafya, ekoloji, sosyoloji vb. temelli çözümlerin mühendislik bakış açısıyla buluşturulduğu, planlama ve tasarım süreçlerinin birlikte yürütülmesi konusunda bir anlayış geliştirilmelidir. Bahsi geçen verimli projelerin hayata geçirilmesi konusunda yurtdışında uzun zamandır yapılmakta olan uygulamaların olumlu örnek teşkil edeceği düşünülmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nden Portland (Portland Bureau of Environmental Services, 2016), New York (New York State Department of Environmental Conservation, 2015), Eugene (City of Eugene Public Works Department, 2014) kentlerinin yağış suyu yönetim çözümleri ve Tokuş Coşgun ve Özdemir'in (2017) sundukları yağmur suyu tutma yöntemleri örnek alınabilir.

Su yönetiminde yaygın bir şekilde, nicel bir mücadele yöntemi olarak, taşkın önleme amacıyla kent içinde akan derelerin yer altına alınması ve/veya beton kanallar içine alınarak ıslah edilmesi bir diğer önemli sorundur. Taşkınla mücadele zorlu bir iş olmakla beraber, arazi kullanım planlaması yapılırken su sistemlerinin dikkate alınmasını gerektirmektedir. Kent planlarının havza yönetim planlarıyla entegre edilmeden hazırlanmasının bir sonucu olarak kent içinde akan derelerin yer altına ve beton kanallar içine alınması taşkın önlemede etkili bir uygulama gibi gözükse de pek çok olumsuz sonuca yol açmaktadır. Kentlilerin su ile olan ilişkisini azaltmak veya yok etmek, kentlerden insanların ortak mirası olan suyun izini silmek, akarsuların ekosistemini bozmak, kentin su döngüsüne zarar vermek, suyu tutmak için inşa edilmesi gereken yapıların yüksek maliyetli oluşu gibi sosyal, kültürel, ekolojik, ekonomik sonuçlara yol açmamak için kent planlarının su sistemlerini merkeze alan bir yaklaşımla hazırlanması önem taşımaktadır. Bu iklim değişikliği etkileriyle mücadele etmek açısından da çok önemlidir.

Yönetsel sorunlardan bir diğeri de kentsel açık yeşil alanların yağış suyu yönetimindeki rolünün önemsenmemesidir. Zhang et al.'in (2015) de belirttiği gibi kentlerin yönetiminde söz sahibi olanların, kentsel yeşil alanların yağış suyu yönetimindeki potansiyelini yeniden keşfederek, yeşil alanların bilimsel bir

yaklaşım ile ele alınması ve yüzey akışa geçen yağış sularının nitel ve nicel yönden yönetiminde değerlendirilmesi gerekmektedir.

### **Sosyo-kültürel sorunlar ve çözüm önerileri**

Toplumun suyun sürdürülebilir kullanımı konusundaki farkındalığının yeterli seviyede olmaması su yönetiminde sosyo-kültürel sorunların başında gelmektedir. Bu çerçevede ulusal kampanyalar ve teşvik edici uygulamalar, ödüllerle ülke çapında suyun önemi ile ilgili farkındalık artırma çalışmaları yapılması, eğitim müfredatına su kaynaklarının korunmasına ve taşkınlara yönelik konular/dersler eklenmesi sağlanmalıdır.

Ayrıca su politikalarının belirlenmesi süreçlerine halkın ve STK'ların katılımı mümkün olmamaktadır. Su politikalarının belirlenmesinde katılımcı bir yaklaşım izlenmelidir.

### **Ekonomik sorunlar ve çözüm önerileri**

Gelişmekte olan ülkemizde karar alma süreçlerinde öncelik çoğunlukla ekonomik kalkınma odaklı olmaktadır. Üst ölçekli plan kararları alınırken ilgili bölgenin kalkınması, planların omurgasını oluşturmaktadır. Ekonomik gelişme, kalkınma, üst ölçekli planlarda karar mekanizmasını yönlendiren önemli bir etmen olmakla birlikte kültürel ve sosyal gelişmenin desteklenmesi, doğal varlıkların korunması ve durumlarının iyileştirilmesi gibi hususlar da plan kararlarını yönlendiren etmenler arasında yer almalıdır. Plan kararlarının üretilmesi sürecinde dayanağın salt kurumsal yatırım kararları oluşu, planların çok yönlülüğünü zedelemektedir. Ekonomik kalkınma, planlamanın en önemli unsurlardan biri olmakla birlikte, kalkınma hedeflerine ulaşabilmek adına alınan kararlar, su kaynaklarına etki eden arazi kullanımlarını etkileyebilmektedir. Söz konusu sürdürülebilir su yönetimi olduğunda bu konuya özellikle dikkat edilmelidir.

Ayrıca su yönetimi politikalarının eksikliğinin sonucu olarak, yüksek maliyetli su altyapısı uygulanmakta, su kirliliği ve hijyenik sorunlar ortaya çıkmaktadır. Sürdürülebilir yağış suyu yönetimi stratejilerinin uygulanması ile elde edilecek ekonomik kazanımlar bu kapsamda değerlendirilmeli, uzun vadede maliyet-etkin olan sürdürülebilir yağış suyu uygulamaları tercih edilmelidir. Örneğin Zhang et al. (2012) açık yeşil alanlar aracılığı ile yağış sularının yüzey akışa geçen miktarının azaltılmasının ekonomik yararlarını araştırmıştır.

Beijing’de kentsel yeşil alanlar tarafından tutulan 2493 m<sup>3</sup>/ha yağış suyunun 2009 yılında toplam ekonomik getirisinin yaklaşık 200 milyar dolar olduğunu ortaya koymaktadır.

### **Planlama sürecine yönelik sorunlar ve çözüm önerileri**

Ülkemizde sürdürülebilir su yönetimi süreçleri ve planlama süreçleri birlikte yürütülememektedir. Tarım ve Orman Bakanlığı’nın (2019a) da belirttiği gibi su kaynaklarına etki eden arazi kullanım kararlarıyla kalkınma kararları birbirlerinden bağımsız olarak alınmaktadır. Ülkemiz planlama pratiklerinde üst ölçekli planlarda alınan kararların, gerek yasal gerekse idari gerekçelerle alt ölçekli planlara yansıtılmaması durumu, su ile ilişkili plan kararlarında da görülmektedir. Bunların önüne geçilmesi için bütüncül planlama yaklaşımlarının benimsenmesi, ülkemizde hazırlanmaya başlanan Havza Yönetim Planları ile kent Nazım Planları’nın entegrasyonun sağlanması gerekmektedir.

Bunun yanı sıra üst ölçekli planlarda, akarsuların oluşturdukları havzalara ilişkin koruma geliştirme kararları bulunmakla birlikte bu havzaların ekolojik değer ve potansiyellerini göz ardı edilmekte, havzaların genellikle tarımsal değeri öne çıkmakta, su potansiyelleri tarımsal sulama suyu kaynağı özelinde değerlendirilmekte ve suyun verimli kullanımı yalnızca ekonomik gerekçelerle ilişkilendirilmektedir. Ülkemizde son yıllarda yayımlanan yasal yönetsel düzenlemelerle yaygınlaştırılması hedeflenen su-gıda-enerji-ekosistem ilişkisini temel alan havza esaslı sürdürülebilir su yönetiminin (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019a) benimsenmesi ve uygulanabilmesi için toptan bir anlayış dönüşümüne gereksinim vardır. Örneğin Ulusal Su Planı’nda (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019a) ortaya koyulan havza esaslı yönetim planlarıyla ulaşılmak istenen bütüncül su kaynakları yönetiminin başarılı olabilmesi için, hazırlanan planlarda havzaların sahip oldukları bitki örtüsü, yaban hayatı, özgün havza özellikleri nedeniyle taşıdıkları ekolojik değerlerinin değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Havzaların su potansiyellerini, öncelikli olarak, su döngüsüne kazandıracakları su miktarı olarak değerlendirmek ise; bahsi geçen havza esaslı sürdürülebilir su yönetiminin temelini oluşturmalıdır.

Planlama süreçleri ve su yönetimi ilişkisinde öne çıkan bir diğer konu ise; ülkemizde havza yönetim planlarının henüz tamamlanmamış olması, alt havza ve mikro havza yönetim planlarının olmayışdır. Planlama sürecinde havza ölçeğinde yapılan projeksiyonların, ölçek küçüldüğünde alt havza ve mikro havza

ölçeklerine indirilmemesi sorunu yaşanmaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın (2019a) bildirdiği üzere ülkemizin 25 nehir havzası için Havza Yönetim Planları'nın hazırlanma sürecinin 2023 yılında tamamlanması planlanmaktadır. Havza yönetim planlarını takiben alt havza ve mikro havzalar için de yönetim planı çalışmalarının yapılması, suya dayalı sorunların çözümü için gereklidir. Havzaların karakteristik özelliklerine göre çeşitlilik göstermesi, ülkemizin yağış rejiminin coğrafi bölgelere göre farklılık gösteriyor olması, nüfus yoğunluğu ve kentleşme desenlerinde görülen özgün durumlar dikkate alınarak alt havzalar ve mikro havzalar için de yönetim planlarının üretilmesi önem taşımaktadır. Yağış sularıyla in-situ ilgilenebilmek için, yüzey akışa geçen yağış sularını stratejik bir şekilde kullanabilmek, yönetebilmek, su kullanımında tasarruf edebilmek için kentler için yağış suyu master planları hazırlanmalıdır. Kentler ve hatta ilçeler için yağış suyu yönetimi stratejilerinin ayrı ayrı geliştirilerek, el kitapları ve uygulama kılavuzlarının hazırlanması, kentlilerin bilgisine sunulması yaygınlaştırılması uzun vadede hedeflenmelidir. Ayrıca belirlenecek stratejilerin kentlerin gelişme planlarının oluşturulma aşamasında dikkate alınması, uygulamada kontrol edilmesi ve gerekli ise düzeltmelerin yaptırılması, ardından ise izleme sürecinin devreye sokulması gerekmektedir. Örneğin Kanada'da yağış suyu yönetimi uygulamaları mülk ölçeğinde, mahalle ve havza ölçeğinde olmak üzere üç farklı ölçekte ele alınmaktadır. Her bir ölçek için farklı detaylarda stratejiler mevcuttur, önlemler ve yapılacak faaliyetler değişiklik göstermektedir (Marsalek and Schreier, 2009; Dhalla and Zimmer, 2010).

Ülkemizde ilgili kamu kurum ve kuruluşlarının kent, mahalle, sokak, bina ölçeğinde yağış suyu yönetimine ilişkin çalışmaları herhangi bir strateji veya ilkeler bütününe dayanmadan sürdürülmektedir. Yağış sularının havza ölçeğinde değerlendirilmesine ilişkin günümüzde çalışmalar başlamış olsa da kent, mahalle, sokak ve bina ölçeklerinde yaygın, organize ve planlı çalışmalar henüz bulunmamaktadır. Kent, mahalle, sokak, bina ölçeklerinde yağış sularının sürdürülebilir yönetim stratejileri oluşturulmalı ve uygulanmaları sağlanmalıdır (Şekil 6.1 ve Şekil 6.2). Kentler için üretilecek yönetim stratejileri, üst ölçekli plan kararlarından yola çıkılarak oluşturulan tasarım ilkeleri ve uygulama talimatları, yağış suyu yönetimi el kitapları üretilerek duyurulmalı, yaygınlaştırılmalı ve içeriklerine uyulması sağlanmalıdır. Bu kapsamda, Amerika Birleşik Devletleri'nden Portland (Portland Bureau of Environmental Services, 2016), New York (New York State Department of Environmental Conservation, 2015), Eugene (City of Eugene Public Works Department, 2014) kentlerinin yağış suyu yönetimi el kitapları örnek alınmalıdır.



## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Accordino, J. and Johnson, G.T.**, 2000, Addressing the vacant and abandoned property problem. *Journal of Urban Affairs*, 22(3):301–315.
- Ahmad, I., Verma, V. and Verma, M. K.**, 2015, Application of curve number method for estimation of runoff potential in GIS environment, 2<sup>nd</sup> International Conference on Geological and Civil Engineering (IPCBEE), 80, IACSIT Press, Singapore, 16-20 p.
- Ajmal, M., Moon, G., Ahn, J. and Kim, T.**, 2015, Investigation of SCS-CN and its inspired modified models for runoff estimation in South Korean watersheds, *Journal of Hydro-Environment Research*, 9(4):592-603.
- Alphan, H. ve Coşkun Hepcan, Ç.** ed., 2019, İklim Değişikliğine Dirençli Kentler İçin Bir Çerçeve: Yeşil Odaklı Uyarılama Kılavuzu, Pardus Yayınları, İzmir, 168 s.
- Balcı, A.**, 1967, Bornova Yağış Havzası'nda Drenaj Meseleleri Üzerinde Araştırmalar, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 130, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir, 85s.
- Bellot, J., Sanchez, J. R., Chirino, E., Hernandez, N., Abdelli, F., and Martinez, J. M.**, 1999, Effect of different vegetation type cover on the soil water balance in semi-arid areas of south eastern Spain. *Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere*, 24(4), 353-357 p.
- Benedict, M.A. and McMahon, E.T.**, 2006, Green Infrastructure, Island Press, Washington, DC. Berland, 299 p.
- Buchholz, T. A., Madary, D. A., Bork, D. and Younos, T.**, 2016, Stream Restoration in Urban Environments: Concept, Design Principles, and Case Studies of Stream Daylighting, 121-165, Sustainable Water Management in Urban Environments, Younos, T. and Parece, T. E. (Eds), Springer, Switzerland, 332 p.
- Burck, J., Hagen, U., Marten, F., Höhne, N. and Bals, C.**, 2018, “The Climate Change Performance Index: Results 2019”, [https://www.climate-change-performance-index.org/sites/default/files/documents/ccpi2019\\_results.pdf](https://www.climate-change-performance-index.org/sites/default/files/documents/ccpi2019_results.pdf) (Erişim tarihi: 25 Haziran 2019).

## KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Butler, D. and Davies, J. W.**, 2011, *Urban Drainage* (3<sup>rd</sup> Edition), Spon Press, Oxon, England, 625 p.
- Chirino, E., Bonet, A., Bellot, J. and Sánchez, J. R.**, 2006, Effects of 30-year-old Aleppo pine plantations on runoff, soil erosion, and plant diversity in a semi-arid landscape in South Eastern Spain. *CATENA*, 65(1), 19-29 p.
- Church, S. P.**, 2015, Exploring Green Streets and rain gardens as instances of small scale nature and environmental learning tools, *Landscape and Urban Planning*, 134, 229-240 p.
- City of Eugene**, 2014, *Stormwater Management Manual-Eugene*. City of Eugene, Oregon, Retrieved from <https://www.eugene-or.gov/477/Stormwater-Management-Manual>, 262 p.
- Clar, M., Barfield, B. J. and O'Connor, T.**, 2004, *Stormwater Best Management Practices Design Guide Volume 1 - General Considerations*, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-04/121.
- Coşkun Hepcan Ç. ve Hepcan Ş.**, 2018, Kentsel yeşil altyapı analizi: Bornova örneği, *Mediterranean Agricultural Sciences*, 31(37-43).
- Crauderueff, R., Margolis, S., Tanikawa, S.**, 2012, *Greening Vacant Lots: Planning and Implementation Strategies*, The Nature Conservancy: New York, NY, USA.
- Çankaya Belediyesi**, 2019, “Yaşar Kemal Parkı”, <http://www.cankaya.bel.tr/pages/556/YASAR-KEMAL-PARKI/>, (Erişim tarihi: 14 Eylül 2019).
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı**, 2018, "Yağmur Bahçesi Uygulama Kılavuzu", <https://webdosya.csb.gov.tr/db/mpgm/haberler/yagmur-bahces-230718-20180724082855.pdf>, (Erişim tarihi: 11 Eylül 2019).
- Çölleşme Erozyonla Mücadele Müdürlüğü**, 2011, “Ulusal Havza Veritabanı”, [http://www.cem.gov.tr/erozyon/AnaSayfa/ulusal\\_havza\\_veri\\_tabani.aspx?sf\\_lang=tr](http://www.cem.gov.tr/erozyon/AnaSayfa/ulusal_havza_veri_tabani.aspx?sf_lang=tr), (Erişim tarihi: 21 Haziran 2019).
- Delaware NEMO**, 2005, *Guide to Natural Resource-Based Planning*, Product of the Delaware NEMO (Nonpoint Education for Municipal Officials) Program, Delaware Sea Grant College Program, Newark, Delaware, Retrieved from <http://nemo.udel.edu/manual/Chap5Web.pdf>.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Dhalla, S. and Zimmer, C.**, 2010. Low Impact Development Stormwater Management Planning and Design Guide. Stormwater Guide. Toronto: Toronto and Region Conservation Authority.
- Dikmen, F.**, 2012, Dünyadaki ve Ülkemizdeki Su Yönetimi Mevzuatı ve İdari Yapılanmasının Kıyaslanarak İdealize Edilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 137 s (yayımlanmamış).
- Dizdar, M. Y.**, 1984, Küçük Havzalarda Yüzeysel Akışı Eğri Numarasının Tayini, Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Toprak Su Genel Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 749, Ankara, 37 s.
- Drake, L. and Lawson, L. J.**, 2014, Validating verdancy or vacancy? The relationship of community gardens and vacant lands in the U.S., *Cities*, 40(Part B), 133-142p.
- DSİ**, 2017, “Havzalara Göre Yıllık Ortalama Yüzeysel Su Potansiyeli”, <http://www.dsi.gov.tr/dsi-resmi-istatistikler/resmi-i-statistikler-2017/2017-y%C4%B1%C4%B1-verileri>, (Erişim tarihi: 21 Haziran 2019).
- DSİ**, 2019, “DSİ 2018 Yılı Faaliyet Raporu”, <http://www.dsi.gov.tr/docs/stratejik-plan/dsi-2018-faaliyet-raporu.pdf?sfvrsn=2>, (Erişim tarihi: 21 Haziran 2019).
- Echols, S., and Pennypacker, E.**, 2008, Stormwater management to artful rainwater design, *Landscape Journal*, 27(2), 268-290 p.
- Echols, S. and Pennypacker, E.**, 2015, Artful Rainwater Design, Island Press, Washington DC, 284 p.
- EPA**, 2005, National Management Measures to Control Nonpoint Source Pollution from Urban Areas, [https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/urban\\_guidance\\_0.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/urban_guidance_0.pdf), Erişim tarihi: 21.05.2019.
- EPA**, 2007, Reducing Stormwater Costs Through Low Impact Development (LID) Strategies and Practices, In EPA 841-F-07-006, Washington, DC: United States, Retrieved from [http://water.epa.gov/polwaste/green/costs07\\_index.cfm](http://water.epa.gov/polwaste/green/costs07_index.cfm), 30p.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- EPA**, 2017, Green Infrastructure in Parks: A Guide to Collaboration, Funding, and Community Engagement, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, EPA 841-R-16-112, 24p, [https://www.epa.gov/sites/production/files/2017-05/documents/gi\\_parkspalybook\\_2017-05-01\\_508.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2017-05/documents/gi_parkspalybook_2017-05-01_508.pdf) (Erişim tarihi: 23 Temmuz 2019).
- EPA**, 2019, National Stormwater Calculator Version 1.2.0.3, <https://www.epa.gov/water-research/national-stormwater-calculator> (Erişim: 11.07.2019).
- Eraydın, E., Coşkun, H. G. ve Ağralıoğlu, N.**, 2015, Eşen çayı havzası taşkın debisinin uzaktan algılama ve CBS yöntemleri kullanılarak akış eğri numaralarından belirlenmesi, The 3<sup>rd</sup> International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES), Universidad Polytechnica de Valencia, 3- 5 June 2015, Spain, 1677- 1686 p.
- ESRI**, 2015, ArcMap 10.3.1. Software, Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA.
- Feldman, A., Foti, R. and Montalto, F.**, 2019, Green infrastructure implementation in urban parks for stormwater management, *Sustainable Water Built Environ.*, 5(3): 05019003.
- Fletcher, T. D., Shuster, W., Hunt, W. F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., Trowsdale, S. Barraud, S., Semadeni- Davies, A., Bertrand-Krajewski, J., Mikkelsen, P. S., Rivard, G., Uhl, M., Dagenais, D. and Viklander, M.**, 2015, SUDS, LID, BMPs, WSUD and more-The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal*, 12(7), 525-542 p.
- Friends of Tanner Springs**, 2019, Park Design, <https://friendsoftannersprings.org/park-design/>, (Erişim tarihi: 14 Eylül 2019).
- Garcia-Estringana, P., Alonso-Blázquez, N., Marques, M. J., Bienes, R. and Alegre, J.**, 2010, Direct and indirect effects of Mediterranean vegetation on runoff and soil loss, *European Journal of Soil Science*, 61(2), 174-185 p.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Gardiner, M. M., Burkman C. E. and Prajzner, S. P.**, 2013, The value of urban vacant land to support arthropod biodiversity and ecosystem services. *Environmental Entomology*, 42, 1123–36 p.
- Gaynor Inc**, 2010, Cromwell Park, <http://www.gaynorinc.com/cromwell-park-shoreline-wa>, (Erişim tarihi: 23 Temmuz 2019).
- Gonzalez, A., Temimi, M., and Khanbilvardi, R.**, 2015, Adjustment to the curve number (NRCS-CN) to account for the vegetation effect on hydrological processes, *Hydrological Sciences Journal*, 60(4), 591-605 p.
- GreenWorks**, 2019, Tanner Springs Park, <https://greenworkspc.com/ourwork/tanner-springs-park>, (Erişim tarihi: 14 Eylül 2019).
- Haase, D., Haase, A. and Rink, D.**, 2014, Conceptualizing the nexus between urban shrinkage and ecosystem services. *Landscape and Urban Planning*, 132:159-169 p.
- Harita Genel Komutanlığı**, 1979, 1/25.000 Ölçekli Topografik Harita.
- Ho, C., Su, J. and Tong, J.**, 2001, The usage of GIS in stormwater management master plan. Proceedings of the 2001 World Water and Environmental Resources Challenges Congress - Bridging the Gap, Florida, 1-9 p.
- Hong, Y. and Adler, R.F.**, 2008, Estimation of global SCS curve numbers using satellite remote sensing and geospatial data, *International Journal of Remote Sensing*, 29(2):471-477 p.
- Hua, X. and Liu, Z.**, 2012, Urban Stormwater Landscape: Improvement and Integration, MSc Thesis, Wageningen University (unpublished).
- Huang, M. B., Gallichand, J., Wang, Z. and Goulet, M.**, 2006, A modification to the soil conservation service curve number method for steep slopes in the Loess Plateau of China. *Hydrol Process* 20:579-589 p.
- Imran, H. M., Akib, S. and Karim, M. R.**, 2013, Permeable pavement and stormwater management systems: A review. *Environmental Technology*, 34(18):2649-2656.
- İzmir Büyükşehir Belediyesi**, 2012a, İzmir Büyükşehir Bütünü Çevre Düzeni Planı (1/25000), İzmir.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- İzmir Büyükşehir Belediyesi**, 2012b, İzmir Büyükşehir Bütünü Çevre Düzeni Planı (1/25000) Açıklama Raporu, İzmir.
- İzmir Büyükşehir Belediyesi**, 2014, “Yeni hat, Yeni Hayat”. <http://www.izmir.bel.tr/HaberDetay/10355/tr>, İzmir Büyükşehir Belediyesi Resmi Web sitesi. (Erişim tarihi: 17.07.2016)
- İZSU**, 2016. “90 km'lik yeni yağmur suyu hattı yapılıyor”, <http://www.izsu.gov.tr/Pages/News.aspx?nwid=891#.V4uGiPmLRD8>, (Erişim tarihi: 17 Temmuz 2016).
- Kayhanian, M., Li, H., Harvey, J. T. and Liang, X.**, 2019, Application of permeable pavements in highways for stormwater runoff management and pollution prevention: California research experiences. *International Journal of Transportation Science and Technology*, <http://doi.org/10.1016/j.ijtst.2019.01.001> (Accepted 17 January 2019, In Press). Kim, G., Miller, P. and Nowak, D., 2016, The Value of Green Infrastructure on Vacant and Residential Land in Roanoke, Virginia, *Sustainability*, 8(296):1-15.
- Koçman, A.**, 1989, Uygulamalı Fiziki Coğrafya Çalışmaları ve İzmir – Bozdağlar Yöresi Üzerinde Araştırmalar, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No.49, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Kremer, P., Hamstead, Z. A. and McPhearson, T.**, 2013, A social–ecological assessment of vacant lots in New York City. *Landscape and Urban Planning*, 120:218-233 p.
- Kremer, P. and Hamstead, Z.**, 2015, Transformation of urban vacant lots for the common good: An introduction to the special issue, *Cities and the Environment (CATE)*, 8(2), Article 1, 1-6 p.
- Leopold, L. B.**, 1968, Hydrology for Urban Land Planning-A guidebook on the Hydrologic Effects of Urban Land Use, United States Department of the Interior, Geological Survey Circular 554, Washington, D.C., 18 p.
- Levi, S.** 2007, Yağış sularının sürdürülebilir yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 57 s. (Yayımlanmamış).

## KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Marsalek, J. and Schreier, H.**, 2009. Innovation in stormwater management in Canada: the way forward. Overview of the Theme Issue. *Water Quality Research Journal of Canada*, 44 (1), v-x p.
- May, C., Horner, R., Karr, J., Mar, B. and Welch, E.**, 1997, Effects of urbanization on small streams in the Puget Sound Lowland Ecoregion, *Watershed Protection Techniques*, 2(4):483-494 p.
- McFarland, A. R., Larsen, L., Yeshitela, K., Engidag, A. N. and Love, N. G.**, 2019, Guide for using green infrastructure in urban environments for stormwater management, *Environ. Sci.: Water Res. Technol.*, (5):643-659.
- Melenti, I. L., Keri, A. A. and Rusu, T.**, 2011, Soil Conservation Service Curve Number Method for Surface Runoff Estimation Using GIS Techniques in Roşia Poieni Mining Area (Romania), *ProEnvironment*, (4):240-246 p.
- Methods, H. and Durrans, S. R.**, 2003, Stormwater Conveyance Modeling and Design (First Edition), Haestad Press, Waterbury, USA, 688p.
- Mexia, T., Vieira, J., Principe, A. Silva, P., Lopes, N., Freitas, C. Santos-Reis, M., Correia, O, Branquinho, C. And Pinho, P.**, 2018, Ecosystem services: Urban parks under a magnifying glass, *Environ. Res.* 160: 469–478. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.10.023>.
- MGM**, 2018, “Resmi İstatistikler”, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=IZMIR> (Erişim tarihi: 08 Mayıs 2018).
- Morandé, F., Petermann, A. and Vargas, M.**, 2010, Determinants of urban vacant land: Evidence from Santiago, Chile, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 40:188-202 p.
- Muluk, Ç.B., Kurt, B., Turak, A., Türker, A., Çalışkan M.A., Balkız, Ö., Gümrükçü, S., Sarigül, G., Zeydanlı, U.**, 2013, Türkiye’de Suyun Durumu ve Su Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar: Çevresel Perspektif, İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği - Doğa Koruma Merkezi, 104s.
- Müftüoğlu, V. ve Perçin, H.**, 2015, Sürdürülebilir kentsel yağmur suyu yönetimi kapsamında yağmur bahçesi, *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 5(11):27-37.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Müftüoğlu, V.**, 2016, Kentsel tasarım rehberlerinin peyzaj mimarlığı açısından ekolojik çerçevede irdelenmesi üzerine bir yöntem araştırması, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 377s. (yayımlanmamış).
- New York State Department of Environmental Conservation**, 2015, New York State Stormwater Management Design Manual, <https://www.dec.ny.gov/chemical/29072.html> (Erişim tarihi: 18 Haziran 2017).
- NRC**, 2009, Urban Stormwater Management in the United States, The National Academies Press, Washington, DC, 610 p.
- NRCS**, 1999a, Module 104 - Runoff Curve Number Computations, Engineering Hydrology Training Series, [https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/stelprdb1082992.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1082992.pdf), (Erişim tarihi: 16 Kasım 2015).
- NRCS**, 1999b. Module 204 - Runoff Curve Numbers. Engineering Hydrology Training Series, [https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/stelprdb1083007.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1083007.pdf), (Erişim tarihi: 16 Kasım 2015).
- NRCS**, 1999c. Module 205 - SCS Runoff Equation. Engineering Hydrology Training Series, [https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/stelprdb1083015.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1083015.pdf), (Erişim tarihi: 16 Kasım 2015).
- Özdemir, H.**, 2007, SCS CN yağış-akış modelinin CBS ve uzaktan algılama yöntemleriyle uygulanması: Havran Çayı Havzası Örneği (Balıkesir). *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 5(2):1-12 s.
- Patil, J. P., Sarangi, A., Singh, A. K., and Ahmad, T.**, 2008, Evaluation of modified CN methods for watershed runoff estimation using a GIS-based interface, *Biosystems Engineering*, 100(1):137-146.
- Portland Bureau of Environmental Services**, 2016, City of Portland Stormwater Management Manual, <https://www.portlandoregon.gov/bes/64040> (Erişim tarihi: 03 Mart 2016).



## KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Portland Parks and Recreation**, 2019, “Tanner Springs Park”, <https://www.portlandoregon.gov/parks/finder/index.cfm?propertyid=1273&action=viewpark>, (Erişim tarihi: 13 Eylül 2019).
- Raymond, C.M., Berry, P., Breil, M., Nita, M.R., Kabisch, N., de Bel, M., Enzi, V., Frantzeskaki, N., Geneletti, D., Cardinaletti, M., Lovinger, L., Basnou, C., Monteiro, A., Robrecht, H., Sgrigna, G., Munari, L. and Calfapietra, C.**, 2017, An Impact Evaluation Framework to Support Planning and Evaluation of Nature-based Solutions Projects. Report prepared by the EKLIPSE Expert Working Group on Nature-based Solutions to Promote Climate Resilience in Urban Areas. Centre for Ecology & Hydrology, Wallingford, United Kingdom.
- Resmî Gazete**, 2011, Orman ve Su İşleri Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname.
- Resmî Gazete**, 2012, Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik.
- Resmî Gazete**, 2017, Yağmur Suyu Toplama, Depolama ve Deşarj Sistemleri Hakkında Yönetmelik.
- Sahu, R. K., Mishra, S. K. and Eldho, T. I.**, 2010, Comparative evaluation of SCS-CN-inspired models in applications to classified datasets, *Agricultural Water Management*, 97(5):749-756.
- Sardans, J. and Peñuelas, J.**, 2013, Plant-soil interactions in Mediterranean forest and shrublands: Impacts of climatic change. *Plant and Soil*, 365(1-2):1-33 p.
- Scholz, M., and Grabowiecki, P.**, 2007. Review of permeable pavement systems, *Building and Environment*, 42(11):3830-3836.
- SCNEMO**, 2005, “Best Management Practices (BMP)”, <http://www.scseagrant.org/scnemo/resources/bmp.htm> (Erişim tarihi: 06 Şubat 2015).
- Sezer, İ.**, 2002, İzmir’in Yağış Özellikleri, Günlük ve Standart Zamanlardaki Maksimum Yağışlarının Tekrarlama Süreleri ve Olasılıkları, İzmir Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Yayını, İzmir, 163 s.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Sharpley, A. N., and J. R. Williams**, eds. 1990, EPIC-Erosion/Productivity Impact Calculator: 1. Model Documentation, U.S. Department of Agriculture Technical Bulletin No. 1768, Springfield, VA, USA, 235 p.
- Sherwani, A., Aneesul, M. and Khursheed Alam, M.**, 2014, Runoff estimation of Aralamallige Watershed , Bangalore using remote sensing and GIS approach, *International Journal of Research Studies in Biosciences (IJRSB)*, 2:39-45 p.
- Sjöman, J. D. and Gill, S. E.**, 2014, Residential runoff - The role of spatial density and surface cover, with a case study in the Højeå river catchment, southern Sweden. *Urban Forestry and Urban Greening*, 13(2):304-314 p.
- Soydan, O.**, 2013, Antalya Konyaaltı bölgesi parklarının drenaj sorunlarının peyzaj mühendisliği kapsamında irdelenmesi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 212s. (Yayımlanmamış).
- Soydan, O. ve Benliay, A.**, 2016, Rainwater Harvesting for Urban Ecology: Mustafa Uysal Park Case, *Toprak Su Dergisi*, 5(1):47-54.
- Staddon, C.**, 2010, Managing Europe's water resources: 21<sup>st</sup> century challenges, Farnham: Ashgate, 290 p.
- Stephenson, D.**, 1981, Stormwater Hydrology and Drainage, Elsevier Scientific Publishing Company, The Netherlands, 276 p.
- Stockman, A.**, 2008, Water purificative landscapes-constructed ecologies and contemporary urbanism, Proceedings of the 45<sup>th</sup> WorldCongress of the IFLA 2008, Wageningen, 51-61p.
- Strom, S., and Nathan, K.**, 1993, Site Engineering for Landscape Architects (Second edition), Van Nostrand Reinhold, New York.
- Suppakittpaisarn, P., Larsen, L. and Sullivan, W. C.**, 2019, Preferences for green infrastructure and green stormwater infrastructure in urban landscapes: Differences between designers and laypeople, *Urban Forestry & Urban Greening*, 43 (2019) 126378.
- Tarım ve Orman Bakanlığı**, 2019a, “Ulusal Su Planı (2019-2023)”, <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Duyuru/168/5-Adet-Nehir-Havza-Yonetim-Plani-Ve-Ulusal-Su-Plani-Yururluge-Girdi> (Erişim tarihi: 24.06.2019).

## KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Tarım ve Orman Bakanlığı**, 2019b, “Organizasyon Şeması”,  
<https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Menu/26/Organizasyon-Semasi>  
(Erişim tarihi: 10.07.2019).
- Tarım ve Orman Bakanlığı**, 2019c, “Duyurular”,  
<https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Duyuru/168/5-Adet-Nehir-Havza-Yonetim-Plani-Ve-Ulusal-Su-Plani-Yururluge-Girdi> (Erişim tarihi: 21 Haziran 2019).
- Tokuş Coşgun, M. ve Özdemir, G.** ed., 2017, Yağmur Hasadı Uygulamalarına Griş Rehberi: İklim Değişikliğine Uyum Kapsamında Bir Çözüm Önerisi, Peyzaj Araştırmaları Derneği, Ankara, 66 s.
- Tomaselli, R.**, 1977, The degradation of the mediterranean maquis. *Ambio*, 6(6):356-362 p.
- TÜİK**, 2016, “Belediye Su İstatistikleri”, Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni Sayı:24874,  
<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=24874> (Erişim tarihi: 02 Mayıs 2019).
- TÜİK**, 2018, “Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi”,  
<http://tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> (Erişim tarihi: 09.07.2019).
- Türkiye Hazır Beton Birliği**, 2018, "Geçirimli Beton Uygulama Kılavuzu",  
[https://www.thbb.org/media/277182/thbb\\_gecirimli\\_beton\\_uygulama\\_k%C4%B1lavuzu.pdf](https://www.thbb.org/media/277182/thbb_gecirimli_beton_uygulama_k%C4%B1lavuzu.pdf), (Erişim tarihi: 11 Eylül 2019).
- UNEP-DHI Partnership, UNEP-DTU and CTCN**, 2017, Urban green spaces, Climate Change Adaptation Technologies for Water: A practitioner’s guide to adaptation technologies for increased water sector resilience, [https://www.ctc-n.org/sites/www.ctc-n.org/files/resources/urban\\_green\\_spaces.pdf](https://www.ctc-n.org/sites/www.ctc-n.org/files/resources/urban_green_spaces.pdf) (Erişim tarihi: 23 Temmuz 2019).
- Urban Ecology CMU**, 2019, Water Case Study: Tanner Springs Park,  
<https://urbanecologycmu.wordpress.com/2015/10/22/water-case-study-tanner-springs-park/>, (Erişim tarihi:14 Eylül 2019).
- USDA NRCS.**, 1986, Urban Hydrology for Small Watersheds, 2<sup>nd</sup> ed., Technical Release No. 55, Washington, DC., Retrieved from  
[https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/stelprdb1044171.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1044171.pdf).

## KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- USDA**, 1993, National Engineering Handbook, Section 4, Chapter 7, Hydrologic soil groups, USDA-NRCS Engineering Division, U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC., Part 630.
- Villarreal, E. L.**, 2005, Beneficial use of stormwater opportunities for urban renewal and water conservation, PhD Thesis, Department of Water Resources Engineering Lund Institute of Technology, Sweden, 31 p.
- Virginia Department of Conservation and Recreation**, 1999, Virginia Stormwater Management Handbook, Vol. 2, Ch. 4, Hydrologic Methods, Virginia. Ret. from <http://www.deq.virginia.gov/Portals/0/DEQ/Water/Publications/HndbkVolume2.pdf>
- Vojtek, M. and Vojteková, J.**, 2016, GIS-based approach to estimate surface runoff in small catchments: A case study, *Quaestiones Geographicae*, 35(3):97-116 p.
- Wahl, S.**, 2009, Stormwater Best Management Practices: A First Guide For Landscape Architects, MSc Thesis, SLU.
- Wolf, K. L.**, 2008, With plants in mind: Social benefits of civic nature, *Master Gardener*, 2(1):7-11 p.
- Yiğit Avdan, Z., Yıldız, D. ve Çabuk, A.**, 2015, Yağmur suyu yönetimi açısından yeşil altyapı sistemlerinin değerlendirilmesi, 2<sup>nd</sup> International Sustainable Buildings Symposium Proceedings, Ankara,733-740 p.
- Zhang, B., Xie, G., Zhang, C., and Zhang, J.**, 2012, The economic benefits of rainwater-runoff reduction by urban green spaces: A case study in Beijing, China, *Journal of Environmental Management*, 100:65–71 p.
- Zhang, B., Xie, G., Li, N., and Wang, S.**, 2015a, Effect of urban green space changes on the role of rainwater runoff reduction in Beijing, China. *Landscape and Urban Planning*, 140:8-16.
- Zhang, H., Chen, Y., and Zhou, J.**, 2015b, Assessing the long-term impact of urbanization on run-off using a remote-sensing-supported hydrological model, *International Journal of Remote Sensing*, 36(21):5336–5352.

## TEŞEKKÜR

Çalışmam boyunca yol gösteren, araştırma konumla yakından ilgilenen, birlikte çalışmaktan çok mutlu olduğum danışman hocam sayın Prof. Dr. Şerif HEPCAN'a teşekkürü bir borç bilirim. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Öğretim Üyesi sayın Doç. Dr. Çiğdem COŞKUN HEPCAN ve İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölüm Başkanı sayın Prof. Dr. Hayriye EŞBAH TUNÇAY'a tezimi izleyerek, sundukları değerli katkılarından dolayı teşekkür ederim. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü öğretim üyesi sayın Prof. Dr. Şerafettin AŞIK'a çalışmam boyunca yol gösterdiği ve çalışmamın bitişine yakın bir dönemde Tez İzleme Komitesi Üyesi olmayı kabul ettiği için teşekkür ederim. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölüm Başkanlığı'na çalışmamın yürütülmesinde sağladıkları fiziki olanaklar için teşekkür ederim.

Engin fiziki coğrafya bilgisini paylaşarak araştırma alanımı tanımama yardımcı olma nezaketini gösteren çok değerli hocam Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü emekli öğretim üyesi sayın Prof. Dr. Asaf KOÇMAN'a teşekkürlerimi sunarım. Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü Enerji Teknolojisi Anabilim Dalı öğretim üyesi sayın Dr. Öğr. Üyesi Hasan SARPTAŞ'a değerli vaktini ayırarak araştırma yöntemi belirleme sürecinde beni yönlendirdiği için, Ege Üniversitesi Eğitim Fakültesi Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Semra SÜDGİBİ'ye yağış verilerinin istatistiki değerlendirmesi sürecinde yol gösterdiği için çok teşekkür ederim.

Çalışmamı, 014-ZRF-043 no.lu proje ile maddi yönden destekleyen Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.

Son olarak; öğrenim hayatım boyunca desteklerini benden esirgemeyen değerli annem Nalân ÖZEREN ve değerli babam Ali Vedat Cevat ÖZEREN'e ne kadar teşekkür etsem az kalır. Uzun süren bu yolculukta sızlanmadan bana eşlik eden değerli eşim Mehmet ALKAN, teşekkür ederim. Kızım Güneş, aramıza hoş geldin. Bu süreçte en çok fedakârlığı yapan sana, en içten teşekkürlerimle.

28 / 06 / 2019

Merve ÖZEREN ALKAN

## ÖZGEÇMİŞ

### MERVE ÖZEREN ALKAN

Doğum Yılı : 1986  
Doğum Yeri : Üsküdar, İstanbul  
Sabit Telefon : (232) 311 1416  
E-Posta Adresi : merve.ozeren@ege.edu.tr

#### EĞİTİM BİLGİLERİ

**Doktora:** Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 2012-2019

**Yüksek Lisans:** Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 2010-2012

**Lisans:** Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 2004-2008

#### YAPTIĞI TEZLER

"Yeşil Altyapı Sistemi Kapsamında Meles Deltası ve Çevresinin Kurgulanması", Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Haziran, 2012.

#### YABANCI DİL

İngilizce

#### AKADEMİK UNVANLAR/GÖREVLER

Araştırma Görevlisi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 2009-Devam Ediyor.

#### DiĞER DERGİLERDE YAYINLANAN MAKALELER

Coşkun Hepcan Ç., Özeren Alkan M., "Quantifying the Biodiversity of Ege University Rectorship Garden", *The Problems of Landscape Ecology*, vol.XLIV, pp.89-98, 2017.

Coşkun Hepcan Ç., Özeren Alkan M., Hepcan Ş., Özkan M.B., "İzmir İli Metropol Kıyı İlçelerinin Peyzaj Yapı Analizi", *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, cilt.52, ss.353-362, 2015.

Malkoç True E., Kılıçaslan Ç., Özeren Alkan M., Küçükbaş E.V., "Geleneksel , Yarı Geleneksel Ve Modern Anlayışla Şekillenen Alışveriş Mekanlarının İzmir Örneğinde Analizi", *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, cilt.50, ss.213-222, 2013.

Özeren Alkan M., Kılıçaslan Ç., Malkoç True E., Küçükbaş E.V., "Açık hava alışveriş merkezlerinin tasarım kriterleri yönüyle değerlendirilmesi Forum Bornova Alışveriş ve Yaşam Merkezi örneği", *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, cilt.48, ss.255-264, 2011.

#### KİTAPLAR

Birişçi T., Sönmez Türel H., Özeren Alkan M., "Kültürpark'ın Ağaç, Ağaççık ve Çalıları", İzmir Büyükşehir Belediyesi, İzmir, 2017.

Küçükbaş E.V., Özkan M.B., Malkoç True E., Sönmez Türel H., Altuğ Turan İ., Özeren Alkan M., "Bergama Kentsel Dış Mekanlarının Yeterliliği Üzerine Bir Araştırma", Canoğlu Matbaa ve Reklam, İzmir, 2016.

Coşkun Hepcan Ç., Özeren Alkan M., Özkan M.B., "Ege Üniversitesi Rektörlük Bahçesi Bitki Atlası", Ege Üniversitesi Basımevi Müdürlüğü, İzmir, 2015.

## **HAKEMLİ KONGRE/SEMPOZYUM BİLDİRİ KİTAPLARINDA YER ALAN YAYINLAR**

Adıgüzel G., Hepcan Ş., Coşkun Hepcan Ç., Özeren Alkan M., "Nature-Based Solutions in Urban Landscapes The Urban GreenUP Project: A Case of Izmir, Turkey", ECSAC'18 3<sup>rd</sup> European Conference on Science, Art and Culture, Gazimağusa, Kuzey Kıbrıs Türk Cum., 12-14 Ekim 2018, pp.97-102.

Özeren Alkan M., Hepcan Ş., "Kent İçi Akarsu Koridorlarının Canlandırılması İzmir Kent Merkezi Örneği", TMMOB İzmir 2. Kent Sempozyumu - Kentine Sahip Çık, İzmir, 28-30 Kasım 2013, ss.839-849.

Coşkun Hepcan Ç., Özeren Alkan M., Hepcan Ş., "İzmir için Ekolojik Açından Sürdürülebilir Bir Kent Gelişim Senaryosu", TMMOB İzmir 2. Kent Sempozyumu - Kentine Sahip Çık, İzmir, 28-30 Kasım 2013, ss.805-813.

Özeren Alkan M., Kaplan A., "Yeşil Altyapı Sistemi Kapsamında Meles Deltası ve Çevresinin Kurgulanması", Peyzaj Mimarlığı 5. Kongresi - Dönüşen Peyzaj, Adana, 14-17 Kasım 2013, ss.278-289.

Kaplan A., Velibeyoğlu K., Kılıçaslan Ç., Özeren Alkan M., İnce İ., "Revisiting urban brownfield regeneration and Beyond within the Lens of Green Infrastructure Based Design and Management", Fábos Conference on Landscape and Greenway Planning - Paths to Sustainability, Massachusetts, A.B.D., 12-13 Nisan 2013, pp.109-117.

## **DESTEKLENEN PROJELER**

"New Strategy for Re-Naturing Cities through Nature Based Solutions-URBAN GreenUP", AB Çerçeve Programı Projesi, 730426, Araştırmacı, Devam Ediyor.

"Kent İçi Su Sistemlerinin Akarsu - Kullanıcı - Kent Etkileşimi Özelinde Değerlendirilmesi: İzmir Meles Deresi Örneği", BAP,FGA-2019-20521, Araştırmacı, Devam Ediyor.

"Kentsel Yeşil Alanların Ekosistem Servislerinin Hesaplanması: İzmir Örneği", BAP, 16-ZRF-012, Araştırmacı, Devam Ediyor.

"Kentsel Yaşam Kurgusu Bağlamında İzmir Kent Halkının Gününbirlik Rekreatyonel Mekân Kullanım Profiline Ortaya Konulması Üzerine Bir Araştırma", BAP, 17-ZRF-010, Araştırmacı, Devam Ediyor.

"Kentsel Peyzajlarda Yağış Suyu Yönetimine İlişkin Planlama ve Tasarım Önerileri Bornova İlçesi Örneği", BAP, 2014-ZRF-043, Araştırmacı, 2018.

"İzmir Kültürpark Alanındaki Bitkisel Materyallerin Tanımlanması, Korunması, Sürdürülebilirlik Açısından Önerilerin Hazırlanması", Diğer Kamu Kuruluşlarıncı Desteklenen Proje, Araştırmacı, 2017.

"Peyzaj Metrikleri Kullanılarak Kentsel Yeşil Altyapı Analizi Bornova Örneği", BAP, 2013-ZRF-014, Araştırmacı, 2016.

"Peyzaj İndeksleri Kullanarak Peyzaj Yapı Analizi İzmir İli Örneği", BAP, 11-ZRF-006, Araştırmacı, 2014.

"Bergama Kentsel Dış Mekânlarının Yeterliliği Üzerine Bir Araştırma", BAP, 11-ZRF-007, Araştırmacı, 2013.

## **ETKİNLİK ORGANİZASYONU**

3. Koruma ve Peyzaj Mimarlığı Sempozyumu, Düzenleme Kurulu Üyesi, Aralık 2015.

Peyzaj Mimarlığı II. Ulusal Öğrenci Sempozyumu, Danışma Kurulu Üyesi, Nisan 2012.

TMMOB Peyzaj Mimarları Odası Öğrenci Üye Kolu (PMOGenç) II. Öğrenci Kurultayı, Düzenleme Kurulu Üyesi, Haziran 2007.

## **EKLER**

**Ek 1:** Bornova İstasyonu 1967 – 2016 Yılları Arasında Yıllık Yağış Tutarları (mm)

**Ek 2:** Bornova İstasyonu 1967 – 2016 Yılları Arasında Günlük Maksimum Yağış Tutarları (mm)

**Ek 3:** Bornova İstasyonu 1967-2016 Yılları Arasında Aylara Göre Yağış Şiddeti Sınıflandırması





**Ek 1: Bornova İstasyonu 1967 – 2016 yılları arasında yıllık yağış tutarları (mm)**

YIL	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
1967	121,8	21,9	22,9	53,3	11,2	6,9	0,0	0,0	0,7	9,9	16,0	154,9	419,5
1968	177,4	75,5	57,2	1,0	18,6	7,3	0,0	0,0	30,1	31,2	82,4	103,3	584,0
1969	126,9	119,4	44,4	40,7	30,7	5,1	1,4	0,0	0,0	0,6	39,0	335,0	743,2
1970	61,8	170,6	80,7	40,3	15,3	11,8	0,2	0,0	1,5	55,4	73,3	98,5	609,4
1971	86,2	151,4	114,0	18,3	10,7	1,4	11,7	28,2	2,6	23,9	107,3	115,2	670,9
1972	18,0	62,9	42,8	38,2	65,1	0,0	0,1	1,7	5,3	109,1	30,5	3,8	377,5
1973	101,1	146,4	39,7	53,7	8,3	9,0	1,3	1,3	7,2	24,2	40,7	156,1	589,0
1974	19,6	130,3	128,2	30,2	24,2	0,4	0,0	2,1	7,3	57,5	114,2	118,1	632,1
1975	153,9	62,1	57,9	55,6	35,0	33,7	0,0	0,0	6,0	35,1	114,1	98,0	651,4
1976	32,8	54,7	48,8	80,6	45,3	10,3	39,9	0,5	1,0	226,3	85,8	104,4	730,4
1977	82,9	61,0	39,4	28,2	1,4	0,4	0,8	0,0	24,3	92,3	91,2	87,4	509,3
1978	229,7	149,9	107,2	97,7	42,0	2,6	0,0	0,0	80,2	58,3	33,6	26,8	828,0
1979	203,2	58,0	39,6	32,7	86,9	22,8	0,0	0,0	0,0	21,1	145,3	108,3	717,9
1980	170,1	49,5	79,0	44,9	42,4	14,7	1,1	0,0	0,0	5,2	133,2	157,0	697,1
1981	252,7	43,2	55,6	13,9	31,7	0,0	0,0	0,5	1,1	11,8	135,2	325,6	871,3
1982	48,5	54,4	69,7	124,5	64,5	0,0	1,9	0,0	0,0	87,1	59,6	117,4	627,6
1983	64,3	90,7	8,8	44,4	10,8	10,3	10,8	15,2	1,4	2,1	151,2	120,4	530,4
1984	184,9	91,5	104,4	129,5	0,2	3,4	8,0	0,6	0,0	0,0	63,8	45,5	631,8
1985	113,4	36,2	73,5	10,7	45,3	45,0	0,0	0,0	0,0	24,6	117,9	29,4	496,0
1986	258,6	126,4	31,6	34,0	25,3	29,4	0,0	0,0	5,2	22,5	19,0	70,4	622,4
1987	229,2	37,4	71,8	42,8	5,1	2,9	0,0	0,0	0,0	0,4	147,0	146,9	683,5
1988	32,8	93,6	169,1	14,9	6,8	0,4	0,0	0,0	0,4	1,9	90,8	118,7	529,4
1989	6,4	10,5	128,6	3,2	25,8	7,5	0,0	0,0	8,7	36,9	93,9	132,4	453,9
1990	4,7	58,5	24,7	52,5	1,8	0,9	0,0	1,1	5,2	13,1	18,4	252,0	432,9
1991	32,2	51,2	17,6	58,8	105,3	7,7	4,0	0,0	0,2	13,5	28,9	95,2	414,6
1992	1,1	13,0	81,6	30,0	13,9	15,5	1,3	0,4	0,0	5,9	104,7	94,1	361,5
1993	70,2	110,0	80,3	42,1	46,7	0,0	0,0	0,0	0,2	2,3	81,8	136,2	569,8
1994	41,4	82,5	52,1	49,5	32,6	2,7	0,0	3,5	0,0	61,5	86,0	86,4	498,2
1995	173,1	32,7	176,7	40,1	22,9	0,0	16,8	7,8	20,2	1,3	96,2	60,0	647,8
1996	16,1	129,8	37,6	69,9	11,3	0,1	0,0	0,1	67,6	11,4	66,5	138,1	548,5
1997	116,1	8,1	87,5	85,7	24,2	1,7	0,6	0,2	0,0	47,7	71,2	173,2	616,2
1998	133,6	52,8	71,8	29,6	113,6	0,0	1,7	0,0	37,6	100,4	195,0	103,3	839,4
1999	78,4	255,6	105,6	11,0	0,9	0,9	1,3	0,0	0,3	25,7	44,3	96,6	620,6
2000	79,3	92,2	79,4	62,3	2,6	0,0	3,0	0,0	0,0	63,0	115,4	33,0	530,2
2001	74,9	90,3	15,5	69,2	28,7	13,2	0,0	19,4	66,3	0,6	300,6	192,8	871,5
2002	51,8	33,0	94,0	45,1	16,7	0,1	9,5	0,0	49,5	54,8	107,4	140,3	602,2
2003	112,6	153,3	12,1	109,7	8,5	0,8	0,0	0,0	0,0	68,5	18,0	95,6	579,1
2004	189,1	26,8	12,9	29,6	10,7	1,6	1,8	0,0	0,0	1,6	72,6	45,7	392,4
2005	111,4	191,8	71,5	13,8	71,7	40,0	0,3	0,5	5,5	9,2	129,8	54,3	699,8
2006	56,5	97,5	129,6	27,0	0,0	19,2	0,0	0,0	133,5	88,8	46,7	7,9	606,7
2007	24,4	34,2	20,6	13,4	17,7	101,7	0,0	0,0	0,0	0,0	99,5	108,2	419,7
2008	31,4	6,4	50,7	57,8	4,0	0,0	0,0	0,0	20,4	15,3	72,1	97,6	355,7
2009	212,6	129,0	178,4	45,8	19,0	5,6	0,0	0,0	70,6	16,0	147,2	119,5	943,7
2010	139,0	175,4	18,4	13,9	20,4	55,2	0,0	0,0	5,8	199,2	0,0	0,0	627,3
2011	100,9	107,3	18,8	65,3	29,4	0,6	0,0	0,0	8,6	90,3	0,0	104,5	561,7
2012	127,7	128,2	34,7	105	86	19,9	0,0	0,0	0,0	22,1	56,9	218,2	798,7
2013	252,5	187	56,8	30,2	43,7	27,1	0,0	20,2	5,1	94,1	128,9	9,1	854,7
2014	149,9	14,8	106,4	132,2	15,3	48,5	1,0	3,8	10,6	91,1	31,2	249,3	854,1
2015	172,2	100,9	108,4	31,4	28,8	52,2	0,0	35,4	7,1	83,5	100,7	0,0	720,6
2016	232,9	84,9	122	28,4	37,1	2,8	0,0	0,4	8,6	0,3	123,8	20,2	661,4
ORT.	111,2	86,9	69,6	47,7	29,3	12,9	2,4	2,9	14,1	42,4	86,6	110,1	616,7
MAKS	258,6	255,6	178,4	132,2	113,6	101,7	39,9	35,4	133,5	226,3	300,6	335,0	943,7
YILI	1986	1999	2009	2014	1998	2007	1976	2015	2006	1976	2001	1969	2009

**Ek 2: Bornova İstasyonu 1967 – 2016 yılları arasında günlük maksimum yağış tutarları (mm)**

Yıl	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
1967	43,9	10,3	9	12,4	4,7	3,6	-	-	0,5	4,8	10,4	63,8	63,8
1968	33,2	32,8	18,4	0,4	7,1	2,9	-	0,0	13,1	11,7	29,8	37,1	37,1
1969	36,7	39,3	16,1	20,5	30,1	3,1	1,1	-	0,0	0,6	24,6	46,4	46,4
1970	26,1	27,6	35,3	18,5	5,2	9,9	0,2	-	1,5	20,7	39,7	32,8	39,7
1971	29,6	32,8	40,8	9,6	5,5	1,1	10,2	27	2	10,7	36,7	67,4	67,4
1972	11,8	25,1	24,1	19,2	43,6	0	0,1	1,2	4,7	29,9	24	3,8	43,6
1973	46,3	45,2	10,8	12,8	7,8	8,9	1,3	1,3	7,2	16,6	23,4	31,6	46,3
1974	7,1	55,1	52,3	6,4	9,8	0,4	0	1,8	7	16,6	41,5	26,1	55,1
1975	65,3	49,9	25,7	13,6	15,1	20,2	0	0	6	27	53,8	30,2	65,3
1976	11,8	35,6	30,2	24,3	36,8	7,1	39,3	0,5	1	119,5	36,7	41	119,5
1977	23,4	22,4	14,4	8,8	0,8	0,2	0,8	-	23,5	65,4	48,8	24,2	65,4
1978	46,2	27,9	41,6	41,1	26,1	2,1	-	-	30,5	23	18,8	9,2	46,2
1979	49,1	17,1	16,5	9,8	17,8	11,9	-	0	-	8,8	56,2	46,6	56,2
1980	30,4	29,3	31,7	19,8	31,9	8,6	1,1	-	-	2,5	46,4	25,3	46,4
1981	56,8	12,3	27,2	7,2	22,4	-	-	0,5	1,1	9,2	49,9	96	96
1982	27,6	32,1	21,2	51,6	33,4	-	1,6	-	-	41,1	29,7	27,4	51,6
1983	36,9	30,6	3,3	30,7	3,4	8,3	7	15,2	1,4	1,3	76	18,3	76
1984	55,5	32,6	32,3	38,5	0,2	2,8	8	0,5	-	-	21,3	10,1	55,5
1985	22,7	16,3	29,3	5,7	28,5	45	-	-	-	20,3	55	19,1	55
1986	45,6	31,1	27,9	18,9	22,1	17,2	-	-	4,7	15,6	15,3	27	45,6
1987	54,8	12,7	34,8	15,6	2,4	2,8	0	-	-	0,4	51,3	36	54,8
1988	23,3	45,6	35,5	4	6,8	0,4	-	-	0,4	0,8	32,1	19,1	45,6
1989	6,4	8,7	73,2	1,6	14,8	2,8	-	-	6	10,7	50,8	49,5	73,2
1990	4,1	40,3	24,7	16,7	1	0,7	-	1,1	4	9	8,9	47,9	47,9
1991	11,3	19,1	9	18,7	28,5	7,7	4	-	0,2	8,8	15,7	41,9	41,9
1992	1,1	4,8	28,6	11,8	5,7	10,6	1,3	0,4	-	4,6	56,2	31,2	56,2
1993	24,7	31,1	25,7	14,8	11	-	-	-	0,2	1,8	25,9	60,5	60,5
1994	14,6	19,9	26,3	21	20,6	1,7	-	3,5	-	38,9	29,4	26,4	38,9
1995	36,2	18,2	23,4	18,2	19,1	0	13,8	7,8	16,4	1,3	44,3	17,9	44,3
1996	5,7	33,1	15,2	40,7	7,7	0,1	-	0,1	29,7	6	27	27,7	40,7
1997	96,5	2	29,7	21,4	8,7	1	0,5	0,2	-	25,4	22,4	59,6	96,5
1998	72,2	22,9	20,9	10,8	52,3	-	1,7	-	23,2	27,6	40,2	18,5	72,2
1999	27,4	72,2	25,3	4,6	0,8	0,9	1,3	-	0,3	19,2	17,7	44,5	72,2
2000	23,7	27,9	31,4	14,3	1,9	-	3	-	-	35	62,5	11,5	62,5
2001	24,9	33,7	11,6	27,8	18	13,2	-	19,4	66,3	0,6	89,7	66,3	89,7
2002	15,9	14	30,4	14,6	11,2	0,1	6,3	-	22,5	14,3	36,3	35,5	36,3
2003	26,7	31,8	4,8	29,8	4	0,8	-	-	-	49,1	8,5	46,9	49,1
2004	41,7	18,1	11,8	11,7	6,9	1	1,8	-	-	0,7	22,2	17,5	41,7
2005	22,1	21,7	14,5	6,3	28,4	26,2	0,3	0,5	5,5	5,7	37,2	27,3	37,2
2006	15,8	32,4	37,1	14,7	-	17,4	-	-	112,9	47	23,7	3,6	112,9
2007	13,7	12,6	10,4	12,6	9,6	62,8	-	-	-	-	33,8	33,8	62,8
2008	16,4	6,2	16	25,2	2,8	-	-	-	16	14,8	19	39,4	39,4
2009	98	35,8	61,8	22,8	11	3,4	-	-	54,3	7,2	50,6	27	98
2010	32,6	55,6	9	13	19,8	31,2	-	-	5,2	88,6	-	-	88,6
2011	29,4	27,8	12,6	19,8	12,2	0,6	-	-	5,8	41,0	-	28,2	41,0
2012	50,8	29,8	13,0	33,2	41,0	18,4	-	-	0	21,8	31,8	83,6	83,6
2013	53,4	39,8	18,6	18,5	23,7	20,8	-	20,2	5,1	53,0	33,2	4,6	53,4
2014	45,6	5,9	27,6	43,7	9,0	19,6	1,0	3,8	10,2	66,3	22,0	52,6	66,3
2015	37,5	27,5	20,7	15,8	16,2	29,4	0	33,5	6,8	50,8	48,8	-	50,8
2016	86,0	33,0	29,9	20,4	18,3	2,8	-	0,4	6,6	0,2	83,0	11,4	86,0
<b>ORT.</b>	<b>34,4</b>	<b>27,8</b>	<b>24,8</b>	<b>18,3</b>	<b>15,6</b>	<b>9,8</b>	<b>4,1</b>	<b>6,0</b>	<b>13,6</b>	<b>22,8</b>	<b>36,7</b>	<b>34,4</b>	<b>60,4</b>
<b>MAKS.</b>	<b>98</b>	<b>72,2</b>	<b>73,2</b>	<b>51,6</b>	<b>52,3</b>	<b>62,8</b>	<b>39,3</b>	<b>33,5</b>	<b>112,9</b>	<b>119,5</b>	<b>89,7</b>	<b>96</b>	<b>119,5</b>
<b>YILI</b>	<b>2009</b>	<b>1999</b>	<b>1989</b>	<b>1982</b>	<b>1998</b>	<b>2007</b>	<b>1976</b>	<b>2015</b>	<b>2006</b>	<b>1976</b>	<b>2001</b>	<b>1981</b>	<b>1976</b>

- : Yağış olmadığını göstermektedir. 0,0: az yağış değerini ifade etmektedir.

**Ek 3:** Bornova İstasyonu 1967-2016 yılları arasında aylara göre yağış şiddeti sınıflandırması

Yağış Sınıfları	Değer	Aylar												Yıllık
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
0,1 - 10,0	Mutlak	363	337	328	317	227	100	34	21	79	195	259	385	<b>2645</b>
	Yüzde (%)	10,0	9,3	9,0	8,7	6,3	2,8	0,9	0,6	2,2	5,4	7,1	10,6	<b>72,8</b>
10,1 - 20,0	Mutlak	91	93	66	60	28	13	2	2	12	31	75	120	<b>593</b>
	Yüzde (%)	2,5	2,7	1,9	1,7	0,8	0,4	0,1	0,1	0,3	0,9	2,1	3,3	<b>16,5</b>
20,1 - 50,0	Mutlak	69	52	46	20	14	4	1	3	5	20	42	63	<b>347</b>
	Yüzde (%)	1,9	1,4	1,3	0,6	0,4	0,1	0,0	0,1	0,1	0,6	1,2	1,8	<b>9,4</b>
50,1 - 100,0	Mutlak	12	2	3	1	1	1	0	0	2	7	10	7	<b>46</b>
	Yüzde (%)	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,2	<b>1,2</b>
100,1 - üstü	Mutlak	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	<b>2</b>
	Yüzde (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>0,0</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>Mutlak</b>	<b>535</b>	<b>484</b>	<b>443</b>	<b>398</b>	<b>270</b>	<b>118</b>	<b>37</b>	<b>25</b>	<b>99</b>	<b>254</b>	<b>395</b>	<b>575</b>	<b>3633</b>