

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**KENTSEL TASARIM REHBERLERİNİN PEYZAJ MİMARLIĞI AÇISINDAN
EKOLOJİK ÇERÇEVEDE İRDELENMESİ ÜZERİNE
BİR YÖNTEM ARAŞTIRMASI**

Volkan MÜFTÜOĞLU


PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

**ANKARA
2016**

Her hakkı saklıdır


TEZ ONAYI

Volkan MÜFTÜOĞLU tarafından hazırlanan “Kentsel Tasarım Rehberlerinin Peyzaj Mimarlığı Açısından Ekolojik Çerçeve İrdelenmesi Üzerine Bir Yöntem Araştırması” adlı tez çalışması 22.12.2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Halim PERÇİN 

Jüri Üyeleri: 

Başkan : Prof. Dr. Halim PERÇİN
Ankara Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Şükran ŞAHİN
Ankara Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı 

Üye : Prof. Dr. Hülagü KAPLAN
Gazi Üniversitesi, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı 

Üye : Prof. Dr. Hayriye EŞBAH TUNÇAY
İstanbul Teknik Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı 

Üye : Prof. Dr. E. Figen İLKE
Ankara Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı 

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. İbrahim DEMİR
Enstitü Müdürü

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

22.12.2016



Volkan MÜFTÜOĞLU

ÖZET

Doktora Tezi

KENTSEL TASARIM REHBERLERİNİN PEYZAJ MİMARLIĞI AÇISINDAN EKOLOJİK ÇERÇEVEDE İRDELENMESİ ÜZERİNE BİR YÖNTEM ARAŞTIRMASI

Volkan MÜFTÜOĞLU

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Halim PERÇİN

Kentsel alanların ekolojik yönden sürdürülebilirliğinin sağlanmasında ve kentsel alanlarda yaşanan çevresel sorunların çözümünde etkili rol üstlenebilen kentsel tasarım rehberleri, oldukça sık tercih edilen tasarım uygulama araçlarıdır. Kentsel tasarım rehberleri; statik ve tekdüze yapıda olmadan, uygulama alanına özgü yerel özellikler göz önüne alınarak, kentsel alanlarda farklı amaç ve ölçekler için tasarımla ilgili meslek disiplinlerinin ortak hazırlamaları gereken tasarımı yönlendirici kaynaklardır. Bu çerçevede, peyzaj mimarlarının kentsel tasarım rehberlerinin hazırlanmasındaki başlıca rolü; kentsel ekolojinin sürdürülebilirliğini sağlayan çözümler geliştirmektir.

Kentsel ekolojinin en çok zarar gören bileşenlerinden su-yağmur suyu döngüsünün; hazırlanacak kentsel tasarım rehberi ile birlikte, yeni bir yerleşim alanı örneğinde ekolojik çözümlenmeleri ön planda tutan düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında ele alınarak yönetilmesi bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

Tez örnek alanı, Ankara Gölbaşı Yaylabağ Yaylaşehir toplu konut alanının doğal özellikleri özellikle de hidrolojik durumu, CBS yardımıyla detaylı bir şekilde ortaya konulmuştur. Alanın uygulama imar planı kararları ile hidrolojik özellikleri karşılaştırılmış ve ortaya çıkan çelişki alanlarına düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında entegre yönetim uygulamaları önerilmiştir. Önerilen entegre yönetim uygulamalarının detaylarına (boyutlandırma, tasarım faktörleri, bitki seçimi gibi) kentsel tasarım rehberinde yer verilmiştir.

Düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında entegre yönetim uygulamaları ile birlikte ele alınan örnek alanın, gelişim öncesi hidrolojik koşullarının korunarak devam ettirilmesinin; daha güvenli yaşam alanlarının ve örnek alanın su-yağmur suyu döngüsü sürdürülebilirliğinin sağlanmasında oldukça önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Aralık 2016, 360 sayfa

Anahtar Kelimeler: Kentsel tasarım rehberi, yağmursuyu yönetimi, düşük etkili gelişim, Ankara Gölbaşı Yaylabağ Yaylaşehir toplu konut alanı

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

A METHODOLOGICAL STUDY ON URBAN DESIGN GUIDELINES IN TERMS OF LANDSCAPE ARCHITECTURE ON ECOLOGICAL FRAMEWORK

Volkan MÜFTÜOĞLU

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Landscape Architecture

Supervisor: Prof. Dr. Halim PERÇİN

Urban design guidelines are frequently preferred as design implementation tools which ensure ecological sustainability of urban areas and claim effective role in the solution of problems that are encountered in urban spaces. Urban design guidelines are sources that provide a direction to the design which needs to be jointly prepared by different disciplines of professions by considering the local characteristics of the area of practice for different purposes on different scales in urban spaces without being static or uniform. In this framework, the basic role of landscape architects in preparing urban design guidelines is to develop solutions that enable sustainability of urban ecology.

The aim of this study is to manage the water-rainwater cycle which is one of the most harmed components of urban ecology with a low impact development approach and the urban design guideline that will be prepared by prioritising the ecological analysis in an example of new settlement area.

Natural characteristics of Ankara Golbasi Yaylabag Yaylasehir mass settlement area, especially the hydrology is revealed comprehensively via GIS. Implementary development plan of the area is compared with the hydrological characteristics; and, integrated management practices are suggested within the scope of low impact development approach for conflicting areas. Urban design guideline comprises of the details of the suggested integrated management practices (sizing, design factors, selection of plants etc).

The study revealed the consequence that it is significantly important to maintain the pre-development hydrological conditions for ensuring the sustainability of water-rainwater cycle and safer living spaces in the example area with integrated management practices under the scope of low impact development approach.

December 2016, 360 pages

Key Words: Stormwater management, low impact development, urban design guidelines, Ankara Golbasi Yaylabag Yaylasehir mass settlement area

TEŞEKKÜR

Doktora çalışmamın her aşamasında ilgi ve önerileri ile beni cesaretlendiren bu kapsamda desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, bilimsel düşünmeyi ve sabırla çalışmayı öğreten, birlikte çalışmaktan onur duyduğum değerli hocam Prof. Dr. Halim PERÇİN'e (Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı), doktora çalışmamın her aşamasında büyük katkıları bulunan ve yoğun tempoları içerisinde zaman ayırarak, tezimin bütün aşamalarında yardımcı olan Tez İzleme Komitesi üyelerim Prof. Dr. Şükran ŞAHİN'e (Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı) ve Prof. Dr. Hülagü KAPLAN'a (Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı),

Araştırmam boyunca her türlü imkânı sağlayan ve desteklerini hiç bir zaman esirgemeyerek rahat bir çalışma ortamı sağlayan Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Bölüm Başkanlığı ve bölümümüz tüm öğretim üyeleri, araştırma görevlileri ve idari personellerine,

Veri temini ve arazi çalışmaları sırasında her zaman desteklerini gördüğüm; Serkan HOŞGÖR'e, Nejat KÜÇÜKAHMET'e (SETTAR YAPI End. Tic. ve San. Ltd. Şti.), Alper KÖROĞLU'na, Abdullah AKAGÜNDÜZ ve Metehan KOYAŞ'a, S.S. Baş-Kent Özlem Konut Yapı Kooperatifleri Birliği'nden Osman KURT, Ergun GENÇ ve Asuman VEZİROĞLU'na, diğer yandan tez ile ilgili görüşlerine başvurduğum Doç. Dr. Alper Serdar ANLI ve Yrd. Doç. Dr. Levent TEZCAN'a ve son olarak da çalışmalarım süresince birçok fedakarlıklar göstererek beni destekleyen aileme en derin duygularla teşekkür ederim.

Volkan MÜFTÜOĞLU

Ankara, Aralık 2016

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	
ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Araştırmanın Gerekçesi ve Amaçları.....	5
1.2 Araştırmanın Kapsamı	6
1.3 Araştırma Sorusu ve Hipotezler	7
1.4 Araştırma Yöntemi ve Akış Planı.....	8
1.5 Araştırmadaki Kısıtlayıcılar	8
1.6 Kaynak Özetleri	9
2. KURAMSAL TEMELLER	19
2.1 Kentsel Tasarım	19
2.2 Kentsel Tasarım Uygulama Araçları	23
2.2.1 Kentsel tasarım kontrolleri.....	23
2.2.2 Kentsel tasarım programları	25
2.2.3 Kentsel tasarım planları.....	25
2.2.4 Kentsel tasarım politikaları	26
2.2.5 Kentsel tasarım rehberleri.....	27
2.2.6 Yurtdışı kentsel tasarım rehberi örnekleri.....	39
2.2.7 Yurtiçi kentsel tasarım rehberi örnekleri.....	47
2.3 Ekolojik Kentsel Tasarım.....	53
2.4 Ekolojik Kentsel Tasarım Kapsamında Gelişen Yeni Yaklaşımlar	56
2.4.1 Ekolojik yağmursuyu yönetimi	57
2.5 Düşük Etkili Gelişim Yaklaşımı Temel Planlama Kavramları	71
2.5.1 Alan planlama sürecine hidrolojinin entegre olması.....	71
2.5.2 Detaylara gereken özenin gösterildiği bir yönetim anlayışı.....	72
2.5.3 Kaynağında yağmursuyunun kontrol altına alınması	73
2.5.4 Basit (yapısal olmayan) yöntemlerin kullanımı	74
2.5.5 Çok işlevli bir peyzajın ve altyapının oluşturulması	74
2.6 Düşük Etkili Gelişim Yaklaşımı Alan Planlama Süreci	75
2.6.1 Geçerli imar planı ve diğer yerel mevzuatın tanımlanması.....	76
2.6.2 Korunan alanların ve gelişme sınırının belirlenmesi	78
2.6.3 Drenajı/Hidrolojiyi bir tasarım unsuru olarak kullanmak	80
2.6.4 Toplam Geçirimsiz Alanları En Aza İndirme/Azaltma	81
2.6.5 Bütünleşik Ön Yerleşim Planının Geliştirilmesi.....	84
2.6.6 Gelişim Öncesi Hidroloji ile Gelişim Sonrası Hidrolojinin Karşılaştırılması.....	90
2.6.7 Düşük Etkili Gelişim Alan Planının Tamamlanması	90
2.7 Düşük Etkili Gelişim Kapsamında Entegre Yönetim Uygulamaları (EYU)	92
2.7.1 Biyolojik tutma alanları (biyotutma alanları).....	99

2.7.2 Kuru kuyular (dry wells)	110
2.7.3 Filtre şeritleri (filter strips).....	111
2.7.4 Bitkilendirilmiş tamponlar (vegetated buffers)	112
2.7.5 Seviye dağıtıcılar (level spreaders).....	113
2.7.6 Çim örtü ile kaplanmış yağmur hendekleri (grassed swales).....	114
2.7.7 Yağmur varilleri (rain barrels)	117
2.7.8 Sarnıçlar (cisterns).....	118
2.7.9 İnfiltrasyon çukurları (infiltration trenches)	119
2.8 Çevreye Duyarlı Diğer Yönetim Uygulamaları.....	121
2.8.1 Yeşil çatılar (green roofs).....	121
2.8.2 Geçirimli döşemeler (porous pavements)	123
2.8.3 Yağmursuyu kaldırım uzantıları (stormwater bump-outs).....	125
2.9 Düşük Etkili Gelişim Hidrolojik Araçları	128
2.9.1 Düşük etkili gelişim hidrolojik değerlendirme adımları.....	129
2.9.2 Hidrolojik değerlendirme teknikleri.....	131
3. MATERYAL VE YÖNTEM	136
3.1 Materyal.....	136
3.2 Yöntem	138
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	157
4.1 Araştırma Alanına İlişkin Bulgular	157
4.1.1 İklimi.....	157
4.1.2 Topoğrafik yapısı.....	162
4.1.3 Jeolojik yapısı.....	168
4.1.4 Hidrolojik yapısı	169
4.1.5 Toprak yapısı	169
4.1.6 Arazi örtüsü birimleri	180
4.1.7 Geçirimsizlik durumu.....	184
4.1.8 Bitki örtüsü.....	191
4.1.9 Akarsu güç indeksi	193
4.1.10 Topoğrafik nemlilik indeksi	194
4.2 Araştırma Alanı (Gölbaşı Yaylabag Yaylaşehir) Toplu Konut Projesi.....	197
4.2.1 Konumu	198
4.2.2 Mülkiyet durumu.....	200
4.3 Araştırma Alanı Uygulama İmar Planı Kararları.....	200
4.3.1 Ulaşım	200
4.3.2 Ticaret alanları.....	201
4.3.3 Konut alanları.....	202
4.3.4 Sosyal donatı alanları	202
4.3.5 Yeşil alanlar.....	204
4.3.6 Açık alanlar	211
4.4 Araştırma Alanı Geleneksel Yağmursuyu Toplama Şebekesi Sistemi	216
4.5 Araştırma Alanının Gelişim Öncesi ve Sonrası Yüzey Akış Potansiyellerinin Düşük Etkili Gelişim Yaklaşımı Kapsamında Belirlenmesi	222
4.5.1 Araştırma alanı mikro havzalarının belirlenmesi	222
4.5.2 Araştırma alanı tasarım yağışının tespiti	226
4.5.3 Araştırma alanı yüzey akış miktarının tahmin edilmesi.....	231
4.6 Araştırma Alanının Gelişim Öncesi ve Sonrası Yüzey Akış Potansiyellerinin Karşılaştırılması	258

4.6.1 Yağmursuyu yönetimi kapsamında araştırma alanı çelişki alanlarının ortaya konulması	260
4.7 Araştırma Alanı Örnek Çelişki Alanlarının Düşük Etkili Gelişim Yaklaşımı Kapsamında Ele Alınması.....	263
4.7.1 Düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında 1 No.lu mikro havza için en iyi yönetim uygulamalarının seçimi	269
4.7.2 Düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında 19 No.lu mikro havza için en iyi yönetim uygulamalarının seçimi	272
4.8 Düşük Etkili Gelişim Yaklaşımı Çerçevesinde Gölbaşı Yaylaşehir Toplu Konut Alanı Yağmursuyu Yönetimi Kentsel Tasarım Rehberi	275
4.9 Yağmursuyu Yönetimi ile İlgili Farklı Ülkelerde ve Ülkemizdeki Mevzuat.....	300
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	306
KAYNAKLAR	320
EKLER.....	335
EK 1 En iyi yönetim uygulamaları için boyutlandırma parametreleri.....	336
EK 2 En iyi yönetim uygulamaları için önerilen bitki listeleri	337
EK 3 Yağmur bahçesinde kullanılabilir Ankara sucul ortam bitki listesi.....	355
ÖZGEÇMİŞ.....	357

KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BTG	Büyük Toprak Grubu
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
Corine	Coordination of Information of the Environment (Çevre Bilgilerinin Eşgüdümü)
DEG	Düşük Etkili Gelişim
EPA	Environmental Protection Agency (Amerika Çevresel Koruma Ajansı)
EYU	Entegre Yönetim Uygulamaları
EUEN	Eğime Uyarlanmış Eğri Numarası
HTG	Hidrolojik Toprak Grubu
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index (Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi)
SCS CN	Soil Conservation Service Curve Number
SüDS	Sürdürülebilir Drenaj Sistemleri
TOK	Toprak Özellikleri Kombinasyonu
TR55	Technical Release 55
TUBİVES	Türkiye Bitkileri Veri Servisi
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UA	Uzaktan Algılama
USDA	United States Department of Agriculture
YAEN	Yüzey Akış Eğri Numarası
YAS	Yeraltı Suyu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Kentsel tasarımın çok boyutlu yapısı (Schurch 1999, Şala 2013)	20
Şekil 2.2 Kentsel tasarımın kavramsal yapısı (Carmona 1996, Aydın-Türk 2006)	22
Şekil 2.3 Peyzaj ögesini korumak amacıyla alternatif yapı yerleşimi (Şala 2013)	44
Şekil 2.4 Kamusal ortak alan ve özel mülkiyet arasındaki yatay ve dikey ayırıcılar (Seattle Tasarım Rehberi sokak düzeyinde etkileşim bölümünden) (Anonymous 2013a)	46
Şekil 2.5 Kemeraltı kentsel tasarım rehberinde yer alan öneri donatı elemanları (Anonim 2002)	52
Şekil 2.6 Kentsel yüzey akış niteliği ve sağlık riski (Jamwal vd. 2006, Sharma 2008)	58
Şekil 2.7 Geleneksel drenaj sistemleri ile entegre edilmiş sürdürülebilir bir yağmursuyu yönetimi arasındaki fark (Sharma 2008)	59
Şekil 2.8 Su Duyarlı Kentsel Tasarım felsefesinin uygulanmasında yer alan adımlara genel bakış (Anonymous 2001a)	62
Şekil 2.9 Sürdürülebilir drenaj sistemleri uygulamaları (www.bgs.ac.uk, 2005a)	63
Şekil 2.10 Kentsel hidroloji ve gelişim öncesi koşullar, mevcut durum ve düşük etkili gelişim yaklaşımının karşılaştırılması (http://www.tankonyvtar.hu, 2003b)	68
Şekil 2.11 Uygulama yapılacak alanda korunan bazı özellikler (Anonymous 1999a)	78
Şekil 2.12 Kentleşme oranına bağlı olarak kent hidrolojisinin değişimi (Anonymous 1999a)	80
Şekil 2.13 Farklı yol ağı sistemlerinin döşeme uzunlukları (Geçirimsizlik farklı yol ağı seçenekleri ile yakından ilgilidir.) (Anonymous 1999a)	82
Şekil 2.14 Kentsel ve kırsal yerleşimlerde yer alan tipik yol kesitleri ve geçirimsizliğe etkisi (Anonymous 1999a)	83
Şekil 2.15 Uygun yol kesiti (Sırt çizgileri boyunca uzanan yollar doğal drenaj deseninin korunmasını ve kullanılmasını sağlamaktadır.) (Sykes 1989, Anonymous 1999a)	87
Şekil 2.16 Hafif eğime sahip bir alanda düşük etkili gelişim alan tesviye teknikleri (Anonymous 1999a)	89
Şekil 2.17 Tipik biyotutma birimi (plan ve kesit) (Anonymous 1999a)	102
Şekil 2.18 Kelebekleri çeken bitkisel tasarımıyla bir yağmur bahçesi örneği, plan ve kullanılan bitkiler, Piedmont, ABD (www.lowimpactdevelopment.org, 1999b)	109
Şekil 2.19 Tipik kuru kuyu kesiti (Anonymous 1999a)	110
Şekil 2.20 Tipik filtre şeriti (plan ve kesit) (Anonymous 1999a)	112
Şekil 2.21 Tipik taş dolgulu seviye dağıtıcı (Anonymous 1999a)	114
Şekil 2.22 Kuru yağmur hendeği plan ve kesiti (Anonymous 1999a)	115
Şekil 2.23 Islak yağmur hendeği plan ve kesiti (Anonymous 1999a)	116
Şekil 2.24 Tipik yağmur varili (Anonymous 1999a)	118
Şekil 2.25 İnfiltrasyon çukuru plan ve kesiti (www.stormwatercenter.net, 2000a)	120
Şekil 2.26 Ekstansif yeşil çatı katmanları (www.lid-stormwater.net, 2001b)	123
Şekil 2.27 Geçirimli döşeme kesiti (kilitli beton parke taş) (Anonymous 2013c)	124
Şekil 2.28 Sokak ortası yağmursuyu kaldırım uzantısı (Anonymous 2014b)	127

Şekil 2.29 Sokak köşesi (kavşak) yağmursuyu kaldırım uzantısı (Anonymous 2014b).....	127
Şekil 2.30 Rasyonel yöntem kapsamında konsantrasyon zamanının bulunmasını sağlayan nomogram (Güngör ve Erözel 1994).....	134
Şekil 3.1 Araştırma alanının Türkiye içerisindeki konumu (www.maps.google.com, 2000)	136
Şekil 3.2 Araştırmanın akış şeması	140
Şekil 3.3 Akış yönleri ve bu yönler göre hücre değerleri (Akkaya-Aslan vd. 2004)	143
Şekil 3.4.a. Sayısal yükseklik modeli ve yükseklik değerleri, b. Akış yönleri, c. Akış yönlerine göre hücre değerleri, d. Akış toplanma modeli (Akkaya-Aslan vd. 2004).....	144
Şekil 3.5 Dökülme noktalarının belirlenmesine bir örnek (http://courses.washington.edu, 1986a).....	145
Şekil 3.6 Yüzeysel yoğunlaşmış akış için geçiş süreleri tahmininde kullanılan ortalama akış hızları (Anonymous 1986b).....	155
Şekil 4.1 Araştırma alanı ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonları (Orijinal 2014).....	159
Şekil 4.2 Araştırma alanı olan Yaylabağ toplu konut alanı idari sınırı ve araştırma alanının ana drenaj havzası (Toplam drenaj alanı: 51,17 km ²).....	161
Şekil 4.3 Araştırma alanı drenaj havzası için üretilen eş yağış eğrileri (ölçeksizdir).....	161
Şekil 4.4 Ortalama alansal yağışı bulmak için kullanılan eş yağış eğrileri yöntemi (Algancı vd. 2009)	162
Şekil 4.5 Araştırma alanı topoğrafik yapı özellikleri (Orijinal 2015).....	165
Şekil 4.6 Araştırma alanı eğim analizi (Orijinal 2015).....	166
Şekil 4.7 Araştırma alanı bakı özellikleri (Orijinal 2015).....	167
Şekil 4.8 Araştırma alanı jeolojik yapı özellikleri (Orijinal 2015)	172
Şekil 4.9 Araştırma alanı hidrolojik yapı özellikleri (Orijinal 2015).....	173
Şekil 4.10 Araştırma alanı arazi kullanım kabiliyet sınıfları (Orijinal 2015)	174
Şekil 4.11 Araştırma alanı erozyon dereceleri (Orijinal 2015).....	175
Şekil 4.12 Araştırma alanı büyük toprak grupları ve toprak özellikleri kombinasyonu (Orijinal 2015)	176
Şekil 4.13 Araştırma alanı şimdiki arazi kullanım şekli (Orijinal 2015).....	177
Şekil 4.14 Araştırma alanı hidrolojik toprak grupları (Orijinal 2015).....	182
Şekil 4.15 Araştırma alanı arazi örtüsü birimleri (Corine) (Orijinal 2015)	183
Şekil 4.16 Su geçirimsizliği analizi yöntemi (Buuren 1994 ve Şahin vd. 2013'ten değiştirilerek)	184
Şekil 4.17 Araştırma alanının kayaç yapısı geçirimsizliği (Orijinal 2015).....	186
Şekil 4.18 Araştırma alanı jeolojik geçirimsizliği (Orijinal 2015).....	187
Şekil 4.19 Araştırma alanı toprak geçirimsizlik zonları (Orijinal 2015).....	189
Şekil 4.20 Araştırma alanı su geçirimsizliği (toplam geçirimsizlik zonu) (Orijinal 2015).....	190
Şekil 4.21 Davis'in (1965-1988) grid sistemi haritası (Aksay 2006'dan değiştirilerek).....	192
Şekil 4.22 Davis'e (1971) göre, Türkiye fitocoğrafik bölgeleri haritası (www.csb.gov.tr, 2009a).....	193

Şekil 4.23 Araştırma alanı akarsu güç indeksi (Orijinal 2015).....	195
Şekil 4.24 Araştırma alanı topoğrafik nemlilik indeksi (Orijinal 2015)	196
Şekil 4.25 Araştırma alanının konumu (Anonim 2010).....	199
Şekil 4.26 Araştırma alanının Ankara kent bütünündeki yeri (Anonim 2010).....	199
Şekil 4.27 Araştırma alanı ve yakın çevresi ulaşım bağlantıları (Anonim 2010)	201
Şekil 4.28 Araştırma alanı müstakil konut bahçesi örnek düzenlemesi (Anonim 2010)	208
Şekil 4.29 Araştırma alanı çok katlı konut bahçesi örnek düzenlemesi (Anonim 2010)	209
Şekil 4.30 Araştırma alanında yer alan 25 m genişliğindeki yollara bir örnek (Anonim 2010).....	212
Şekil 4.31 Araştırma alanında yer alan kent meydanı (Anonim 2010).....	213
Şekil 4.32 Araştırma alanı uygulama imar planı (Orijinal 2015).....	215
Şekil 4.33 Araştırma alanı yağmursuyu genel durum planı (Anonim 2013)	221
Şekil 4.34 Araştırma alanı akış yönü (flow direction) analizi (Orijinal 2015)	223
Şekil 4.35 Araştırma alanı akış toplanma (flow accumulation) analizi dökülme noktalarının (pour points) işaretlenmesi (Orijinal 2015).....	224
Şekil 4.36 Araştırma alanı mikro su toplama alanları (microwatershed) (Orijinal 2015).....	225
Şekil 4.37 Araştırma alanı yakın çevresinde bulunan beş istasyon ve tasarım yağışının hesaplanması	229
Şekil 4.38 Ankara meteoroloji istasyonu yağış-şiddet-süre-tekerrür eğrileri (Bozkurt vd. 2013).....	230
Şekil 4.39 Araştırma alanı mevcut durum (gelişim öncesi) eğri numaraları (Orijinal 2015)	238
Şekil 4.40 Araştırma alanı gelişim sonrası eğri numaraları (Orijinal 2015)	239
Şekil 4.41 Araştırma alanı 1., 2., 3. ve 4. derece çelişki alanları (Orijinal 2015).....	262
Şekil 4.42a. 1 No.lu mikro havza mevcut durum konsantrasyon zamanı hesabı için kullanılan en uzun akış yolu (L=1690 m), b. 1 No.lu mikro havza gelişim sonrası durum konsantrasyon zamanı hesabı için kullanılan en uzun akış yolu (L=1565 m).....	264
Şekil 4.43a. 19 No.lu mikro havza mevcut durum konsantrasyon zamanı hesabı için kullanılan en uzun akış yolu (L=1261 m), b. 19 No.lu mikro havza gelişim sonrası durum konsantrasyon zamanı hesabı için kullanılan akış yolları (L1=799 m, L2=425 m ve L3=178 m)	265
Şekil 4.44 Araştırma alanı mikro havzaları yağış akış/drenaj yönleri (Orijinal 2015).....	268
Şekil 4.45 1 No.lu mikro havza alan kullanım durumu (ölçeksizdir) (Orijinal 2015).....	269
Şekil 4.46 1 No.lu mikro havzada yer alan en iyi yönetim uygulamaları (Orijinal 2015).....	271
Şekil 4.47 19 No.lu mikro havza alan kullanım durumu (ölçeksizdir) (Orijinal 2015).....	272
Şekil 4.48 19 No.lu mikro havzada yer alan en iyi yönetim uygulamaları (Orijinal 2015).....	274
Şekil 4.49 Biyotutma alanı boyutlandırma parametreleri (1 No.lu mikro havza için)	278

Şekil 4.50 Biyotutma alanı boyutlandırma parametreleri (19 No.lu mikro havza için)	279
Şekil 4.51 Araştırma alanı örnek bir villa bahçesi yağmur bahçesi planı (Orijinal 2015).....	281
Şekil 4.52 Yağmur bahçesi boyutlandırma parametreleri (1 No.lu mikro havza için)	282
Şekil 4.53 Kuru yağmur hendeği kullanımı öncesi ve sonrası araştırma alanı 25 m genişlikli yol tip kesiti (Orijinal 2015).....	286
Şekil 4.54 Çim örtü ile kaplanmış kuru yağmur hendeği boyutlandırma parametreleri (1 No.lu mikro havza için)	287
Şekil 4.55 Çim örtü ile kaplanmış kuru yağmur hendeği boyutlandırma parametreleri (19 No.lu mikro havza için)	288
Şekil 4.56 Yağmur varili konumu (Orijinal 2015) ve iç detayları (www.directwatertanks.co.uk, 2012b)	291
Şekil 4.57 Yağmur varili boyutlandırma parametreleri (19 No.lu mikro havza için)	292
Şekil 4.58 Geçirimli döşeme boyutlandırma parametreleri (1 No.lu mikro havza için)	295
Şekil 4.59 Geçirgen döşeme boyutlandırma parametreleri (19 No.lu mikro havza için)	296

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Farklı Alanlardaki Kentsel Tasarım Rehberleri, Kapsamı ve Uygulama Örnekleri (Samur 2007, Kandemir 2010).....	29
Çizelge 2.2 Kentsel tasarım araçlarının benzerlik ve farklılıkları (Aydın-Türk 2006)	33
Çizelge 2.3 Ön tanımsal rehberler ile performans rehberlerinin karşılaştırılması (Elhan 2006'dan değiştirilerek)	38
Çizelge 2.4 Geleneksel kentsel tasarım ve ekolojik kentsel tasarım kavramlarının belli ölçütler doğrultusunda karşılaştırılması (Kaplan 1994).....	55
Çizelge 2.5 Yaygın olarak kullanılan imar bileşenleri (Anonymous 1999a).....	77
Çizelge 2.6 Alternatif imar seçenekleri (Anonymous 1999a).....	78
Çizelge 2.7 Alternatif yol düzenleri (Anonymous 1999a).....	88
Çizelge 2.8 Geleneksel yağmursuyu yönetim teknolojileri ile düşük etkili gelişim yağmursuyu yönetim teknolojilerinin karşılaştırılması (Anonymous 1999a)	91
Çizelge 2.9 Düşük etkili gelişim entegre yönetim uygulamalarının hidrolojik fonksiyonları (Anonymous 1999a).....	93
Çizelge 2.10 Entegre yönetim uygulamalarının kaydedilen kirletici giderme verimlilikleri (Anonymous 1999a).....	94
Çizelge 2.11 Entegre Yönetim Uygulamalarının Alan Sınırlayıcıları (Anonymous 1999a).....	97
Çizelge 2.12 Biyotutma Alanı Tasarım Bileşenleri (Anonymous 1999a)	101
Çizelge 2.13 Yağmur bahçesi boyut faktörleri (çatı ile yağmur bahçesi arasındaki mesafe 10 metreden az ise) (Doğangönül ve Doğangönül 2008).....	106
Çizelge 2.14 Yağmur bahçesi boyut faktörleri (çatı ile yağmur bahçesi arasındaki mesafe 10 metreden fazla ise) (Doğangönül ve Doğangönül 2008).....	106
Çizelge 2.15 Kuru Kuyu Tasarım Faktörleri (Anonymous 1999a).....	111
Çizelge 2.16 Filtre Şeritleri Tasarım Faktörleri (Anonymous 1999a).....	111
Çizelge 2.17 Çim Örtü ile Kaplanmış Yağmur Hendekleri Tasarım Faktörleri (Anonymous 1999a)	116
Çizelge 2.18 İnfiltrasyon Çukurları Tasarım Faktörleri (Anonymous 1999a).....	119
Çizelge 2.19 Üç ana geçirgen döşeme tipinin özelliklerinin karşılaştırılması (Anonymous 2013c).....	125
Çizelge 2.20 Arazi eğimine göre yüzey akış hızları (Güngör ve Erözel 1994).....	135
Çizelge 3.1 Araştırma kapsamında kullanılan materyaller, kullanım amaçları ve veri kaynakları	136
Çizelge 3.2 Hidrolojik toprak grupları ve özellikleri (Öztürk ve Batuk 2011, Şahin vd. 2013).....	147
Çizelge 4.1 Ankara'nın uzun yıllar (1954-2013) içinde gerçekleşen ortalama bazı iklimsel değerleri	158

Çizelge 4.2 Kriging yönteminde kullanılan meteoroloji istasyonları	160
Çizelge 4.3 Araştırma alanının eğim sınıfları ve alanda kapladıkları yüzdeleri	163
Çizelge 4.4 Araştırma alanı bakı analizi ve alanda kapladıkları yüzdeleri	164
Çizelge 4.5 Araştırma alanı arazi kullanım kabiliyet sınıfları ve alanda kapladıkları yüzdeleri	170
Çizelge 4.6 Araştırma alanı erozyon dereceleri ve alanda kapladıkları yüzdeleri	170
Çizelge 4.7 Büyük toprak grupları ve toprak özelliklerinin kombinasyonuna göre hidrolojik toprak grupları (Öztürk ve Batuk 2011'den değiştirilerek).....	178
Çizelge 4.8 Araştırma alanı arazi örtüsü birimleri ve alanda kapladıkları yüzdeleri	181
Çizelge 4.9 Araştırma alanının eğim durumuna göre jeolojik geçirimsizlik durumu (Karadağ ve Yıldız 2013)	185
Çizelge 4.10 Araştırma alanının eğim durumuna göre toprak geçirimsizlik durumu (Karadağ ve Yıldız 2013)	188
Çizelge 4.11 Toplam geçirimsizlik dereceleri (Karadağ ve Yıldız 2013).....	188
Çizelge 4.12 Araştırma alanı açık-yeşil alanları günlük su ihtiyaçları (Perçin 2010)	210
Çizelge 4.13 Arazi eğimine göre yağmursuyu kanalına giriş süreleri (tg)	217
Çizelge 4.14 Geleneksel yağmursuyu toplama sistemleri tasarım kriterleri (Ardıçlıoğlu 2014).....	218
Çizelge 4.15 Araştırma alanı yakın çevresinde bulunan istasyonlar ve yağış tekrarlanma süreleri (Anlı ve Öztürk 2011).....	228
Çizelge 4.16 Farklı koşullar için yüzey akış eğri numaraları (Anonymous 1986b).....	232
Çizelge 4.17 Büvet Deresi havzası gelişim öncesi ve sonrası yüzey akış miktarı hesaplama tablosu.....	240
Çizelge 4.18 Kaplum Deresi havzası gelişim öncesi ve sonrası yüzey akış miktarı hesaplama tablosu.....	245
Çizelge 4.19 Araştırma alanı mevcut ve gelişim sonrası durum yüzey akış miktarları arasındaki farklar	258
Çizelge 4.20 1 ve 19 No.lu mikro havzaların gelişim öncesi ve sonrası bazı hidrolojik özellikleri	267
Çizelge 4.21 Biyotutma alanları için önerilen yıllık bakım faaliyetleri (Anonymous 2013b).....	279
Çizelge 4.22 Yağmur bahçesi için rutin bakım faaliyetleri (www.bluewaterbaltimore.org, 2010c)	283
Çizelge 4.23 Kuru kuyu için rutin bakım faaliyetleri (Anonymous 2013f).....	284
Çizelge 4.24 Filtre şeritleri için rutin bakım faaliyetleri (Anonymous 2012a).....	285
Çizelge 4.25 Kuru yağmur hendeği için rutin bakım faaliyetleri (Anonymous 2014c)	289
Çizelge 4.26 Islak yağmur hendeği için rutin bakım faaliyetleri (Anonymous 1996).....	290
Çizelge 4.27 Yağmur varili/sarnıcı için rutin bakım faaliyetleri (Anonymous 2013g).....	292

Çizelge 4.28 İnfiltrasyon çukuru rutin bakım faaliyetleri (Anonymous 2013h).....	294
Çizelge 4.29 Geçirimli döşeme uygulamaları için önerilen bakım faaliyetleri (Anonymous 2013i).....	296
Çizelge 4.30 Yeşil çatılar için önerilen bakım faaliyetleri (Anonymous 2013j).....	298
Çizelge 4.31 1 ve 19 No.lu mikro havzalarda düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında uygulanan en iyi yönetim uygulamalarının değerlendirilmesi	299
Çizelge 4.32 Dünyada ve ülkemizde yağmursuyu kullanımına ilişkin olumlu kanun-yönetmelik ve teşvikler (Silkin 2014'ten değiştirilerek)	300
Çizelge 4.33 Ülkemizde yağmursuyu kullanımını etkileyen kanun ve yönetmelikler (www.mevzuat.basbakanlik.gov.tr , 2012b)	303



1. GİRİŞ

Doğası gereği sosyal bir varlık olan insanoğlunun, topluluk halinde ortak bir yaşam sürme güdüsü doğrultusunda birlikte yaşamlarını sürdürdükleri ve şekillendirdikleri “yaşam alanları” ortaya çıkmıştır. Tarih içerisinde insanların; sosyal, kültürel ve ekonomik ihtiyaçları ile birlikte biçimlenen kırsal ve kentsel karakterde yaşam alanları oluşmuştur. Özellikle sanayi devriminden sonra ortaya çıkan işgücü ihtiyacı sonucu kırsaldan kente yaşanan göçlerin artmasıyla birlikte, kentsel alanlar kırsal alanlara göre daha fazla tercih edilir olmuştur. Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal İşler Departmanı'nın 2014 yılında hazırladığı Dünya Kentleşme Olasılıkları isimli (United Nations Department of Economic and Social Affairs World Urbanization Prospects-The 2014 Revision) raporda; 1950 yılında toplam dünya nüfusunun (yaklaşık 2,55 milyar kişi) %30'unun (765 milyon kişi) kentsel alanlarda yaşadığı belirtilirken, 2014 yılında (yaklaşık 7,24 milyar kişi) bu oranın %54'e (3,91 milyar kişi) ulaştığı ve 2050 yılında ise (tahmini 9,55 milyar kişi) bu oranın %66'ya (6,30 milyar kişi) ulaşacağı ön görülmektedir (Anonymous 2014a). Raporda yer verilen büyüme rakamları değerlendirildiğinde, dünyadaki kentleşme hızının yadsınamaz boyutları da ortaya çıkmaktadır.

Günden güne kentsel alanlarda yaşayan insan sayısının katlanarak artması, kent ile ilgili olarak fiziksel, sosyal ve hukuksal sorunları da beraberinde getirmektedir. Kontrol dışında gelişen kentsel alanlarda; açık-yeşil alanların miktarının giderek azalması, çarpık yapılaşma, su ve hava kirliliği, tek tipleşme ve kimliksizleşme gibi sorunlarla karşı karşıya kalınmaktadır. Karşı karşıya kalınan bu sorunlar; insanlara benzer dinamik bir yapıda sürekli değişim içerisinde olan kentlerin, sürdürülebilir bir yapıda olmasını da engellemektedir.

Günümüzdeki mevcut planlama sistematigi ve mevzuat düzeni ile birlikte hızla gelişen ve bu çerçevede hızla birçok sorunla karşı karşıya kalan kentsel alanların sürdürülebilirliğinin sağlanması, yönetilmesi ve yönlendirmesi oldukça zordur. Sürekli gelişim ve değişim içerisinde olan kentsel alanların sorunlarını çözecek şekilde;

kaynakları koruyan, statik olmayan, toplumla birlikte yaşayan, katılımcı bir planlama ve mevzuat modelinin benimsenmesi oldukça önemlidir.

Bu bağlamda; kentsel alanlar hakkında etken veya edilgen tüm paydaşlar arasında multidisipliner bir çalışma ortamı gerektiren, yaşanabilir kentsel alanların oluşumu diğer bir deyişle, toplumun ihtiyaçlarına cevap verebilecek modern ve doğaya saygılı kentsel düzenlemelerin yapılması için bir şans olarak görülen ve esnek planlama mevzuatının oluşturulmasına da olanak tanıyacak “kentsel tasarım” kavramı ön plana çıkmaktadır.

Diğer yandan, son yıllarda giderek artan kentleşme hızı nedeniyle sıklıkla karşılaşılan ve kentsel ekolojiye (doğal ve kültürel bileşenlere) büyük zararlar veren çevresel sorunların kapsamlı çözümü adına, kentsel tasarımın bir adım ötesinde “ekolojik kentsel tasarım” kavramı benimsenmeye başlamıştır. Kentin doğal ve kültürel özelliklerinin korunarak geliştirilmesi ve gelecek nesillere aktarılması yani kentsel sürdürülebilirliğin sağlanması açısından, ekolojik kentsel tasarım önemli bir araçtır.

Kentsel sürdürülebilirliğin sağlanması, kentsel ekolojinin korunarak desteklenmesine doğrudan bağlıdır. Collins vd. (2000)’ne göre kentsel ekoloji; kentsel gelişimin ekolojik yaklaşım çerçevesinde planlanmasıdır (Karadağ 2009). Bu bağlamda, kentin doğal ve kültürel bileşenlerinin birbirleriyle ve insanlarla olan etkileşimlerinin, kentsel gelişimlerden en az zarar görmesi, ekolojik kentsel tasarım sürecinin doğru uygulanması ile mümkün olacaktır.

Bu kapsamda kentsel ekolojinin sürdürülebilirliği adına, kentsel tasarım ve/veya ekolojik kentsel tasarım proje ve uygulamalarının hayata geçirilmesi ve sürecin doğru yönetilmesi için çeşitli uygulama araçlarına ihtiyaç duyulmaktadır (Samur 2007). Söz konusu bu uygulama araçlarından en sıklıkla kullanılanların başında “kentsel tasarım rehberleri” gelmektedir. Kentsel tasarım rehberi; her alan için tek tip olmayan, uygulama alanına özgü, esnek ve tasarımlara yön verici, bütünleştirici nitelikte bir kentsel tasarım uygulama aracıdır. Kentsel tasarım rehberi, kentte yer alan farklı alanlar

ve çözüm bekleyen farklı ölçekteki sorunlar için hazırlanabilmektedir. Yerleşim alanı ölçeğinden, (bina mesafeleri, bina konumları, yeşil alan düzenlemeleri vb.) bir sokak düzenlemesinde yol kenarında kullanılacak bitkilere (tür seçimi, dikim detayları, standartları vb.) kadar farklı durumlar için tasarım rehberi hazırlanabilmektedir (Kandemir 2010). Kentsel tasarım rehberinin yurtdışındaki kullanım alanları incelendiğinde, kentsel alanlarla ilgili her ölçekteki uygulama için çok sık tercih edildikleri görülmektedir. Diğer yandan, ülkemizdeki kullanımının ise, ilgili mevzuat düzenlemeleri ile birlikte günden güne artarak gelişim gösterdiği gözlenmektedir. Bu bağlamda en belirgin mevzuat düzenlemesi “Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği” kapsamında olmuştur.

14.06.2014 tarih ve 29030 Sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği” onuncu bölüm kentsel tasarım projelerine dair esaslar, projenin hazırlanması başlığı altında yer alan 30. madde 7. fıkra; “Kentsel tasarım projesi doğrultusunda mekânın imge, anlam ve kimlik kazanmasını, estetik ve sanat değerinin yükseltilmesini, yapıların bir uyum içerisinde ve bütünlük oluşturacak şekilde düzenlenmesini amaçlayan ve mekânsal planlama sistematığı içerisinde uygulamaya yönelik kılavuz ve tavsiye niteliğinde kararları içerecek şekilde kentsel tasarım rehberi hazırlanır.” şeklindedir (www.mevzuat.basbakanlik.gov.tr, 2012b).

Bir uygulama alanı ve/veya bir sorun çözümü amacıyla oluşturulan kentsel tasarım rehberleri, kentsel tasarım ve ekolojik kentsel tasarım süreçlerinde olduğu gibi multidisipliner bir çalışma sonucu hazırlanmaktadır. Bu kapsamda, kentsel tasarım rehberinin oluşumunda bir peyzaj mimarının üstleneceği misyon; kentsel ekolojinin korunarak sürdürülebilirliğinin sağlanmasıdır.

Bu araştırmada; peyzaj mimarlığı çerçevesinde kentsel ekolojinin sürdürülebilirliğinin sağlanması temelinde, kentsel bir alan için oldukça önemli döngülerden olan su döngüsünün özellikle de yağış-yüzey akış döngüsünün yönetilmesi kapsamında, yeni bir yerleşim alanı örneğinde oluşturulan bir kentsel tasarım rehberi irdelenmektedir.

Araştırma kapsamında kent için önemli döngülerden biri olan yağış-yüzey akış döngüsü yönetiminin seçilmesinin başlıca nedeni; giderek betonlaşan kentlerimizde su kaynaklarının kirlenmesi, taşkın ve sel gibi sorunlarla sıklıkla karşılaşılması ve karşılaşılan bu sorunların giderilmesinde, ekolojik çerçevede yeni yerleşim alanı örneğinde yorumlanan bir kentsel tasarım rehberinin etkisinin ortaya konulmak istenmesidir.

Kentsel ekolojinin önemli öğelerinden biri olan su; yeryüzünde bir döngü içerisinde sürekli hareket halinde olan ve yaşamın devamlılığını sağlayan en değerli kaynaktır. Son yıllarda, iklim değişikliğiyle birlikte; su döngüsünde değişimler olmakta ve şiddetli hava olaylarına bağlı, taşkın ve sellerin daha sık oluşması ve etkilerinin artması veya tam tersi kuraklık, çölleşme gibi sonuçlarla karşı karşıya kalınmaktadır. Yaşanan bu olumsuz sonuçlarla birlikte, yerleşim alanları zarara uğramakta, tatlı su kaynakları kirlenmekte ve bununla birlikte su kalitesi de giderek düşmektedir. İklim değişikliğinin yanı sıra, sert yüzeylerin hakim olduğu kentsel yerleşim alanları da su döngüsünü olumsuz etkilemektedir. Su döngüsünün temel bileşenleri arasında yer alan yüzey akışı ve yer altı su beslenimi, çarpık gelişen yerleşim alanları tarafından bozulmaktadır. Plansız gelişim sonucu, kentsel açık-yeşil alanların hatalı yer seçimi ve/veya yetersizliği, yağmursuyunun hızla yüzey akışa geçerek alandan uzaklaşmasına ve çok az infiltrasyona neden olmaktadır. Bu durum, artan yüzey akış hacmine bağlı olarak vadi tabanlarında taşkın riskine ve yer altı suyu besleniminin engellenmesine neden olmaktadır. Öte yandan, aşırı nüfus artışıyla birlikte, artan su tüketimi de tatlı su kaynaklarını günden güne azaltmaktadır.

Söz konusu bu sorunlar nedeniyle kentsel alanlarda, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetiminin önemi ortaya çıkmaktadır. İklim değişikliğiyle birlikte düzensizleşen yağışların yoğun ve ani gerçekleşmesi, yerleşim alanlarında zemine ve çatıya düşen yağmursuyunun taşkınlara neden olmadan çok daha hızlı ve verimli şekilde tahliyesini gerektirmektedir. Söz konusu bu tahliyenin; geleneksel yöntemlerle yani yağmursuyunun drenaj kanallarıyla bir an önce alandan uzaklaştırılması yerine, yüzey akışını yavaşlatacak ve infiltrasyonu artıracak uygulamalarla gerçekleştirilmesi, sürdürülebilir yağmursuyu yönetimi açısından son derece önemlidir. Geleneksel yöntem

(drenaj kanalı, ızgara vb.) yanında geliştirilen yeni yağmursuyu yönetim modelleriyle (sürdürülebilir drenaj sistemleri, su duyarlı kentsel tasarım, düşük etkili gelişim vb.), yüzey akış azaltılarak bir yandan denge durumundaki doğal yapıya uygun olarak yer altı suyu besleniminin artırılması ve yerleşim alanlarının taşkın riskinden korunması sağlanırken, diğer yandan da fazla yağmursuyunun biriktirilerek alternatif bir su kaynağı olarak kullanılması gündeme gelecektir. Bu bağlamda, söz konusu bütün bu detayları içeren bir kentsel tasarım rehberinin hazırlanması, kentsel alanlarda su-yağmursuyu döngüsünün korunmasına büyük katkı sağlayacaktır.

Bu bağlamda yapılan araştırma kapsamında; seçilen örnek alan için doğa dostu yağmursuyu yönetimi modellerinden “düşük etkili gelişim” yaklaşımı benimsenerek, alana önerilen tasarım uygulamalarıyla ilgili bir kentsel tasarım rehberi altlığı oluşturulmuştur.

1.1 Araştırmanın Gerekçesi ve Amaçları

Kentsel tasarım ve ekolojik kentsel tasarım proje ve süreçlerini yönlendiren, kentte tasarımsal anlamda bütünleşmeyi sağlayan, uygulanacağı çevrenin yerel özelliklerini ve kimliğini koruyarak yansıtan bir kentsel tasarım rehberi, aynı zamanda ekolojik yönden kentin sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından da önemli bir fırsattır. Ülkemiz genelindeki kentsel tasarım rehberi örnekleri incelendiğinde; ekolojik sürdürülebilirlik ile ilgili çözümlerden çok, daha küçük ölçekli tasarımsal sorunlara (renk, malzeme seçimi, cephe kaplama çözümleri vb.) odaklanıldığı ve kentlerimizde kentsel tasarım rehberi kullanımının henüz gelişim aşamasında olduğu anlaşılmaktadır. Bu çerçevede; ülkemiz açısından, kentsel ekolojinin sürdürülmesine olanak sağlayan uygulamaları içeren örnek bir kentsel tasarım rehberi hakkında araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca kent için ekolojik yönden önemli bir döngü olan su döngüsünün, geleneksel yöntemler dışında yeni, doğaya saygılı alternatif bir yöntem olan düşük etkili gelişim yaklaşımı ile örnek bir yeni yerleşim alanı üzerinde yönetilmesi, kentsel alanlarda su döngüsünün en verimli şekilde devamlılığı adına bir gereklilik oluşturmaktadır.

Araştırmanın sonuçlarıyla birlikte kısa dönemde; araştırma örnek alanı için düşük etkili gelişim yaklaşımı kullanılarak, yağmursuyu yönetimi çerçevesinde sürdürülebilirlik yaklaşımı ile doğal değerlerin korunduğu, uygulamada etkin bir drenaj havza sisteminin oluşturulması amaçlanmaktadır.

Araştırmanın sonuçlarıyla birlikte uzun dönemde;

- Düşük etkili gelişim yaklaşımı ile birlikte geliştirilen yağmursuyu yönetim planının kentsel planlama ve tasarımda bir argüman olarak yer almasının sağlanması ve kentlerin su döngüsüne olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi,
- Düşük etkili gelişim modeli uygulamalarının yerleşim alanlarında yaygınlaştırılması ve bu kapsamda mevzuatta ve yönetmeliklerde yer alabilmesi konusunda gerekli bilimsel altlığın oluşturulması,
- Yağmursuyunun alternatif bir kaynak olarak kullanılmasının özendirilmesi ve yağmursuyu hasadının yaygınlaştırılması ve
- Kentsel tasarım rehberlerinin, kentsel alanlarda ekolojik ve sürdürülebilirlik çerçevesinde gerçekleştirilecek peyzaj uygulamaları ve standartlarını içermesi nedeniyle, kentsel alanlarda kullanımının yaygınlaştırılması ve yerel yönetimler tarafından kentsel uygulamalarda bir yön gösterici olarak kabul edilmesi amaçlanmaktadır.

1.2 Araştırmanın Kapsamı

Kentsel alanda yağmursuyu yönetimi kapsamında düşük etkili gelişim yaklaşımının yeni bir toplu konut alanı üzerinde uygulanması, bu bağlamda örnek alanının yüzey akış potansiyelinin mevcut ve proje sonrası durumunun ayrı olarak hesaplanarak ortaya konulması, her iki durumun karakteristiklerinin birbirleriyle karşılaştırılmaları ve sonuç olarak; örnek alan için kentsel ekolojinin devamlılığının sağlanması adına yağmursuyu yönetimi kapsamında bir kentsel tasarım rehberinin hazırlanması, bu araştırmanın kavramsal sınırlarını belirlemektedir. Ayrıca araştırmanın örnek alanı; yeni bir yerleşim alanı olması ve henüz uygulamaya geçilmemiş olması nedeniyle, Ankara Gölbaşı Yaylabağ Yaylaşehir toplu konut alanı olarak belirlenmiştir.

1.3 Araştırma Sorusu ve Hipotezler

Bu araştırmanın ana soru cümlesi; “Ülkemizde çeşitli ölçeklerde farklı konular için hazırlanan kentsel tasarım rehberleri, kentsel ekolojinin sürdürülebilirliği açısından yeterli midir?” şeklindedir.

Bu bağlamda araştırmanın hipotezi ise; “Kentsel tasarım rehberlerinin hazırlanmasında kentsel ekolojinin sürdürülebilirliği göz önünde bulundurulursa, daha sağlıklı, doğa dostu ve yaşanabilir kentsel alanlar elde edilmiş olur” şeklinde belirlenmiştir.

Araştırma kapsamında hipotezin sınanması amacıyla, kentsel ekolojik öğelerden en fazla ve en somut sorunlarla karşılaşılan su-yağmursuyu döngüsü temelinde, yeni bir yerleşim alanı üzerinde yağmursuyu yönetimi kapsamında kentsel tasarım rehberi örnekleme yapılmıştır. Bu bağlamda araştırma alt hipotezi; “Yerleşim alanı planlarının yapılırken, ekolojik süreçlerden biri olan yağmursuyu ve drenajı sürecinin dikkate alınmasıyla birlikte, su döngüsü olumlu yönde etkilenir ve daha güvenilir, sağlıklı çevreler elde edilir.” şeklinde belirlenmiştir.

Aynı zamanda;

- Şimdiye kadar yapılan yerleşim alanları planlarına dahil edilmeyen yağmursuyu sürecinin, bu araştırmanın sonuçlarıyla örnek alan planlamasına dahil edilecek olması,
- Yağmursuyu yönetimi kapsamında kullanılan düşük etkili gelişim yaklaşımı ve yönetim uygulamalarının, yerleşim alanı planları kapsamında ülkemiz için yeni kullanılıyor olması ve
- Araştırma örnek alanı için yağmursuyu yönetimi kapsamında bir kentsel tasarım rehberi altlığının hazırlanacak olması araştırmanın özgünlüğünü ortaya koyan unsurlardır.

1.4 Araştırma Yöntemi ve Akış Planı

Araştırmada öncelikle, kentsel tasarım rehberleri, yağmursuyu yönetimi, alternatif yağmursuyu yönetim yaklaşımları ve yüzey akış potansiyeli hesaplamaları ile ilgili olarak detaylı literatür araştırması yapılmıştır. Daha sonra alternatif yağmursuyu modellerinden belirlenen düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında, örnek alanla ilgili doğal ve kültürel veriler toplanmıştır. Toplanan veriler ışığında; gerekli haritalamalar yapılmış, örnek alanın mevcut ve gelişim sonrası hidrolojik durumu ayrıntılı bir şekilde ortaya konulmuştur. Bu kapsamda, alanın hidrolojik toprak yapısı ve kayaç geçirimsizliğine dayalı toplam su geçirimsizliği analizi de yapılmıştır. Daha sonra örnek alanın tasarım yağışı belirlenerek, gelişim öncesi ve sonrası durum için yüzey akış tahmin yöntemlerinden biri olan ve elde edilen verilerin de uygunluğu sebebiyle, TR-55 yöntemi kullanılarak yüzey akış hacimleri tahmin edilmiştir. Bulunan değerler karşılaştırılmış, diğer yandan da alanın uygulama imar planı ile toplam su geçirimsizliği haritası karşılaştırılarak, yağmursuyu yönetimi kapsamında çelişki alanları belirlenmiştir. Ortaya çıkan çelişki alanlarından örnekler seçilerek, düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında en iyi yönetim uygulamaları (yağmur bahçeleri, biyolojik tutma çukurları, çatı bahçeleri, yağmur varilleri ve geçirimli kaplama vb gibi) bu alanlar için önerilmiştir. Son olarak, örnek çelişki alanlarında önerilen en iyi yönetim uygulamaları için, yağmursuyu yönetimi kapsamında bir kentsel tasarım rehberi için altlık hazırlanmıştır.

1.5 Araştırmadaki Kısıtlayıcılar

Araştırma genelindeki kısıtlayıcı faktörlere aşağıda yer verilmiştir:

- Doğru veri bulma konusundaki zorluklar: Örnek alan yüzey akış miktarının tahmininde kullanılan tasarım yağışları için gerekli iklimsel verilerin elde edilmesindeki zorluklar, yüzey akış miktarının tahmininde önemli bir payı olan kar miktarı ile ilgili sağlıklı verilerin bulunamayışı vb.
- Ölçekler arasındaki geçişlerde yaşanan zorluklar: Ülkemiz veri tabanında farklı ölçeklerde yer alan verilerin karşılaştırılarak kullanılmasında, detay

farklılaşmalarının önlenmesi için uydu görüntülerinden ve arazi gezilerinden doğrulamalar yapılmıştır.

- Mevcut mevzuat düzeni ile ilgili kısıtlamalar: Yağmursuyunun kentsel alanlarda yeniden değerlendirilmesi, mevcut mevzuat kapsamında mümkün görünmemektedir (bk. 4.9).

1.6 Kaynak Özetleri

Araştırmanın temelinde yer alan konular ile ilgili olarak önemli bulunan birkaç çalışma; yöntem, ele alınan parametreler, yazar değerlendirmesi ve bulgular başlıkları altında detaylandırılarak analitik literatür özeti şeklinde verilmiştir.

Huang vd. (2006), “A modification to the Soil Conservation Service curve number method for steep slopes in the Loess Plateau of China” isimli çalışmalarında, yüzey akış tahmininde sıkça kullanılan eğri numarası yöntemine, eğim faktörünün nasıl dahil edilebileceği üzerinde durmuşlardır. Bu amaçla, eğim faktörünü eğri numarası yöntemine dahil eden mevcut yaklaşımları incelemişler ve Çin’in Loess platosunun eğimli yamaçlarını örnek olarak kullanarak, eğim faktörünü de içeren bir denklem geliştirmişlerdir.

Yöntem: Yüzey akış tahmini için standart eğri numarası yöntemi detaylandırılarak anlatılmış ve eğim faktörünün dahil edildiği çalışmalar ile karşılaştırılmıştır. Eğimin dahil edildiği çalışmalar doğrultusunda gözlemlenen ve tahmin edilen yüzey akış miktarları karşılaştırılmıştır. Örnek alan Çin’in Loess platosu üzerinde yeni bir denklem ortaya konulmuştur.

Ele alınan parametreler: Çalışma materyali olarak Çin’in Loess platosu kullanılmış ve alanın eğim, toprak yapısı, arazi örtüsü ve iklim (özellikle yağış) özellikleri belirlenmiştir. Örnek alanın eğim analizi detaylı bir şekilde yapılmıştır.

Yazar(lar) değerlendirmesi: Eğime uyarlanmış eğri numarası denklemi, gözlemlenen ve teorik eğri numarası değerleri ile eğim arasındaki ilişkiye göre geliştirilmiştir. Gözlenen ve tahmin edilen akış derinliği arasındaki farklılık eğimle birlikte artmıştır.

Eğime uyarlanmış eğri numarası yöntemi, Loess platosu için uygun bir yöntemdir ancak yöntemin doğrulanması ve diğer alanlar için geliştirilmesi gerekmektedir.

Bulgular: Örnek alanın 11 yıl boyunca iklimsel özellikleri gözlemlenmiştir. Örnek alan, yedi otlak alana ve iki kaba yonca kaplı alana bölünmüştür. Alanın eğim yüzdeleri %14-140 arasındadır. Yüzey akış, eğimle birlikte önemli ölçüde artmaktadır. Otlak alanlarda yüzey akış derinliği farklılıklarının %10'u, kaba yonca ile kaplı alanlarda ise %23'ü eğimle ilişkilidir. Yüzey akış derinliği, yedi bağımsız değişkenle analiz edilmektedir: eğim(yüzde), yağış derinliği(mm), yağış süresi (sa), ortalama yağış yoğunluğu (mm/sa), yüzey örtüsü (yüzde), 5 gün önceki yağış derinliği (mm) ve eğim uzunluğu (m). Araştırma kapsamında kullanılan yüzey akış eğri numarası yönteminin eğime uyarlanması konusunda bu çalışmadan yararlanılmıştır.

Levi (2007), "Yağış Sularının Sürdürülebilir Yönetimi" isimli çalışmasında, kentsel gelişimin sel baskınlarına ve su kirliliği üzerine olan etkilerini azaltmak için kullanılabilir sürdürülebilir çözümlerin araştırılması amaçlanmaktadır. Bu bağlamda, çalışmanın ana hedefini; yağış sularının etkin ve sürdürülebilir yönetimi oluşturmada ve İsveç Kristianstad Üniversitesi kampüsünde bir yağmursuyu yönetimi örnekleme yapılmaktadır.

Yöntem: Konu ile ilgili olarak literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada öncelikli olarak mevcut durum analizi (alan kullanımı, yağış miktarı, bitki örtüsü kaplama alanı vb.) yapılmıştır. Örnek alan üzerinde yüzey akış miktarı hesaplanarak en iyi yönetim uygulamalarından; yeşil çatı, su kanalları ve yapay sulak alanlar tasarlanmıştır. Tasarlanan uygulamalar üzerinde uygunluk değerlendirilmeleri yapılarak sonuç ortaya konulmuştur.

Ele Alınan Parametreler: Yağış miktarı, yüzey akış miktarı, geleneksel yağmursuyu toplama yöntemleri, en iyi yönetim uygulamaları

Yazar değerlendirmesi: Yağış sularının geleneksel yöntemler yerine doğal çözümlerle sürdürülebilirliğinin sağlanması, hem estetik yönden hem de fonksiyonel yönden oldukça önemlidir. Su kalitesinin sağlanmasının yanı sıra yer altı su seviyesinin iyileştirilmesi de yağış sularının etkin ve sürdürülebilir biçimde yönetilmesine bağlıdır.

Bulgular: Yapılan çalışmalar sonucunda, yeşil çatıların diğer en iyi yönetim uygulamaları ile birlikte göz önüne alındıklarında, yağış sonrası oluşan yüzey sularının

tutulmasında daha etkili oldukları görülmüştür. Su kanallarının boyutları bakımından çatılardan ve sızdırmayan yüzeylerden gelen su akışını taşıyabilecek durumda oldukları görülmüştür. Su kanalları aynı zamanda su kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla da kullanılabilir. Yapay olarak oluşturulan sulak alan sistemi, su kanallarından gelen yüzey akış sularını İsveç Helgean Nehri'ne iletecek özelliktedir. Bu çalışmadan, yağmursuyu yönetimi ile ilgili olarak geliştirilen yeni yaklaşımlar kapsamında yararlanılmıştır.

Özdemir (2007), "Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi" isimli çalışmada; Balıkesir ili sınırları içinde bulunan Havran Çayı havzasında meydana gelen taşkın ve heyelanlara ait risk analizi, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) yöntemlerinden faydalanılmaktadır. Havza ölçeğindeki risk yönetimi çalışmalarına temel oluşturacak bu çalışmada, havzadaki taşkın ve heyelanların farklı senaryolara göre ortaya çıkardığı riskler üzerinde durulmuştur.

Yöntem: CBS ve UA yöntemlerinin kullanıldığı bu çalışmada, sayısal veri tabanının ve bunlara ait sözel veri tabanının hazırlanması çalışmanın büyük ve önemli bir kısmını oluşturmuştur. Bunun yanında saha içinde gerek taşkınlar ve gerekse heyelanlar için arazi çalışmaları yapılmıştır. Yağış-akış modellemesi yapılırken, SCS Curve Number (Eğri Numarası Yöntemi) kullanılmıştır. Maksimum akım hesaplandıktan sonra taşkın sıklıkları bulunmuş ve taşkın haritalaması yapılmıştır.

Ele alınan parametreler: Geçmişte büyük taşkınlara neden olmuş, Balıkesir ili sınırları içinde yer alan Havran Çayı ve havzası hidrografik açıdan detaylı olacak şekilde, taşkın ve heyelan riski ile ilgili olan bütün fiziksel özellikleri ile birlikte ele alınmıştır.

Yazar Değerlendirmesi: CBS yazılımı içindeki Hec-GeoRAS ve HEC-RAS hidrolik yazılımları, taşkınların anlaşılması ve farklı senaryoların değerlendirilmesi açısından büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Risk analizi çalışmaları, üzerinde çalışılan alandaki farklı ve detay bilgilerin derlenmesi, işlenmesi ve değerlendirilmesini gerektirdiği için, bu tür çalışmaların disiplinler arası ortak çalışmalarla yapılması daha başarılı sonuçların elde edilmesini sağlayacaktır.

Bulgular: Havran Çayı havzası, taşkın ve heyelan afetlerinin meydana gelebileceği bir potansiyele sahiptir. Yağış-akış ilişkisiyle ortaya konmuş maksimum akım

değerlerinden elde edilen 5, 10, 25, 50, 100, 200, 1000 yıllık taşkın tekrarlama sıklıklarına göre, Havran Barajı, Havran Çayı üzerinde meydana gelecek taşkınların etkisini azaltsa da tamamen önleyememektedir. Havran Çayı taşkın sıklık analizleri ve bunlara ait modellemeler sonucunda, Havran Çayı yatağı üzerinde taşkınları önlemek için yapılan çalışmaların, Havran yerleşmesini taşkınlardan koruduğu anlaşılmıştır. 11 parametreye bağlı olarak oluşturulmuş heyelan duyarlılık analizinde İndeks metodu, heyelan duyarlılık metoduna göre daha doğru sonuçlar vermiştir. Bu çalışmadan, araştırma kapsamında kullanılan eğri numarası yönteminin geliştirilmesinde yararlanılmıştır.

Samur (2007), “Örnek Alan Eminönü-Sirkeci’de Kentsel Tasarım Rehberi Hazırlanması” isimli çalışmasında, kentsel tasarım ve tasarım rehberleri kavramlarının açıklanması, tasarım sürecinin işleyişi ve sonuç ürün olarak da örnek bir kentsel tasarım rehberinin hazırlanmasını amaçlamıştır.

Yöntem: Literatür araştırmasıyla, kentsel tasarım kavramı ve süreci, kentsel tasarım uygulama araçları, tasarım kontrol araçlarından kentsel tasarım rehberlerinin amacı ve kentsel tasarım rehberlerinin dünyadaki örnekleri ortaya konulmuştur. Örnek alan olan Eminönü-Sirkeci’nin tarihten günümüze tasarımsal anlamda gelişimi üzerinde durulmuş ve detaylı olarak kentsel tasarım projesi için analizler (ulaşım, esneklik, geçirgenlik vb.) yapılmıştır. Örnek alan Eminönü-Sirkeci için kentsel tasarım rehberi hazırlanmıştır.

Ele Alınan Parametreler: Kentsel tasarım, kentsel tasarım rehberleri, Eminönü-Sirkeci alan analizleri

Yazar Değerlendirmesi: Kentsel tasarım rehberlerinin, tasarım kontrolleri açısından önemli bir araç olduğunu vurgulamıştır. Kentsel tasarım rehberlerinin hazırlanmasında, yerel özelliklere ve kimliğe dikkat edilmesi gerekliliği üzerinde durmuştur. Yerel bir kimliğe ve tarihi bir dokuya sahip olan Eminönü-Sirkeci alanının seçilmesinde ve örnek kentsel tasarım rehberinin hazırlanmasında, alanın niteliklerinin günden güne kaybedilmesi etkili olmuştur. Örnek olarak hazırlanan kentsel tasarım rehberinin daha sonraki uygulamalar için güzel bir örnek oluşturacağı aşikardır.

Bulgular: Eminönü-Sirkeci örnek alanı kentsel tasarım rehberi; kentsel doku ve kimlik, mimari detaylar, sokaklar ve kamusal alanlar, taşıt ulaşım ve otoparklar, yaya ulaşımı ve kentsel peyzaj başlıklarından oluşmaktadır. Örnek alan Zone 0, Zone 1, Zone 2 ve Zone

3 olarak dört bölgeye bölünmüştür. Zone 0 bölgesi (kıyı bölgesi) yukarıda yazılan başlıklar çerçevesinde daha detaylı olarak ele alınmış ve tasarım yönlendiricileri oluşturulmuştur. Bu çalışmadan, araştırmanın kuramsal temeller bölümünde özellikle kentsel tasarım rehberleri ile ilgili olarak yararlanılmıştır.

Yalçın-Ercoşkun (2007), “Sürdürülebilir Kent İçin Ekolojik-Teknolojik (Eko-Tek) Tasarım: Ankara-Güdül Örneği” isimli çalışmada, geleceğin sürdürülebilir kenti için bir yaklaşım ortaya koymayı amaçlamıştır. Yazar çalışmada, küçük yerleşimlerin gelişme alanlarının tasarlanması ekolojik ve teknolojik (eko-tek) yaklaşımla yapılırsa, o yerleşimlerin ekolojik ayak izinin yükselme riskinin azalacağını savunmaktadır.

Yöntem: SWOT analizi, örümcek ağı analizi ve ekolojik ayak izi hesapları yapılmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak mekânsal ve sözel veriler ilişkilendirilmiş, tematik haritalar oluşturulmuş, analizler ve 3 boyutlu modellemeler yapılmıştır. Elek analizi ve yapılan sentezler doğrultusunda, eko-tek kent yerleşimi için uygun alan belirlenmiştir. Örnek alan için 6 ana konu başlığı altında bir eko-tek tasarım rehberi hazırlanmıştır.

Ele Alınan Parametreler: Ekolojik-teknolojik kentsel tasarım, sürdürülebilir kentler, ekolojik ayak izi ve kentsel tasarım rehberi

Yazar Değerlendirmesi: Ekolojiyi ve teknolojiyi esas alan tasarım yaklaşımının; yerleşimlerde enerjinin etkin kullanımını ve uzun vadede sürdürülebilirliğin sağlandığını vurgulamaktadır. Hazırlanan kentsel tasarım rehberi, yeni tasarımları ekolojik ve teknolojik yönden kontrol altına alarak stratejik kavram çerçeveleri oluştururken, esnek yapısıyla kentlilik ve ekoloji bilinci oluşturacaktır. Eko-tek tasarım yapılan alanlarda ekolojik ayak izini düşürmek mümkündür. Örnek alan olarak Ankara Güdül ilçesinin seçilmesinin nedeni, İç Anadolu’da ılıman bir iklime sahip olması ve eko-tek tasarım için uygun bir potansiyele sahip olmasındandır. Küçük yerleşimlere örnek olacak yer seçimi yapılmış ve tasarım için bir rehber oluşturulmuştur.

Bulgular: Alan için yapılan SWOT analizinde, fırsatlar sürdürülebilirlik potansiyelleri olarak ortaya çıkmıştır. Örümcek ağı analizi, Güdül’ün sahip olduğu doğal kaynakların fazlalığına dikkat çekmektedir. Güdül ilçe merkezi ekolojik ayak izinin yaklaşık olarak 1,8 gha/kişi olduğu ortaya koyulmuştur. Eko-tek tasarımla birlikte Güdül’de, bina alanı ayak izinde kişi başına %0,2 düşüş, yol alanı ayak izinde %0,001 düşüş, enerji alanı

ayak izinde ise %25 düşüş hesaplanmıştır. Sonuç olarak; %40-50 oranında ekolojik ayak izinin azaltılması mümkün olacaktır. Bu oranda oldukça yüksek bir ekolojik iyileşmedir. Bu çalışmadan, özellikle ekolojik kentsel tasarım ve kentsel tasarım rehberi konularında yararlanılmıştır.

Anlı (2009), “Ankara’da Meydana Gelen Yağmurların L Moment Yöntemleri ile Bölgesel Frekans Analizi” isimli çalışmasında; Ankara ilinde meydana gelen yağmurların L moment yöntemleri ile noktasal ve bölgesel frekans analizini gerçekleştirmiş ve yıllık olmayan geçen dizilerin ve yıllık maksimum dizilerin daha doğru sonuçlar verdiği ve Ankara ili noktasal ve bölgesel yağmur miktarları tahminlerinde kullanılabileceği sonucuna ulaşmıştır.

Yöntem: Ankara ili genelinde kurulu toplam 32 adet meteoroloji istasyonundan, kurulumlarından 2004 yılının sonuna kadar ölçülen günlük yağmur miktarları alınmıştır. Toplanan günlük yağmur verileriyle, noktasal ve bölgesel frekans analizi (L moment) gerçekleştirilmiştir. En uygun noktasal ve bölgesel olasılık dağılımları belirlenmiştir. Tahmin edilen miktarların doğruluğunun değerlendirilmesi (Monte carlo simülasyonu) yapılmıştır.

Ele Alınan Parametreler: Günlük yağmur, bölgesel frekans, yıllık maksimum yağmur, L moment ve gösterge taşkın

Yazar Değerlendirmesi: Küresel ısınma vb nedenlerle sayısı ve şiddeti artan taşkınların meydana gelmesiyle birlikte, ekstrem yağmurların büyüklüğü ve frekansı ile ilgili bilgi, su kaynaklarının planlanması ile taşkınların önlenmesindeki mühendislik tasarımlarında, şehir drenaj şebekelerinin tasarımında, tarım arazilerinin ve mansaptaki yerleşim yerlerinin taşkın ve kuraklıktan korunmasında, tarımsal su ihtiyacı sağlamada ve yüksek şiddetli yağışlardan kaynaklanan bitki örtüsünde meydana gelebilecek zarar azaltmada ve toprak kaybı tahminlerinde oldukça önemlidir. Bu araştırmada Ankara’da meydana gelen yağmurların hem istasyon hem de bölge bazında çeşitli sürelerde tekrarlanma tahminleri yapıldığından, şehirleşen bölgelerde taşkın zararlarının azaltılmasına yardımcı olacaktır. Noktasal ve bölgesel olarak elde edilen yağmur miktarlarından yararlanarak taşkın zararlarının azaltılması için uygun önlemler alınmalıdır.

Bulgular: Yıllık maksimum diziler, tikel süre dizileri, L momentler ve moment oranları ve olasılık dağılım parametreleri bulunmuştur. Analizlerde her veri seti için üç ve dört bölge durumlarına göre homojenlik sağlanmış ve uygun olan olasılık dağılımları kullanılarak gösterge taşkın yöntemi yoluyla çeşitli tekrarlanma sürelerinde (2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl) muhtemel bölgesel tasarım yağmur miktarları elde edilmiştir. Bu çalışmadan, araştırma yönteminin geliştirilmesinde ve tasarım yağışlarının tespit edilmesinde yararlanılmıştır.

Tekeli (2009), “Su Toplama Havzalarının Yağış-Akım İlişkilerinde, Yüzey Akışa Etki Eden Parametrelerin Belirlenmesi ve Farklı Yöntemlerin Örnek Havzalarda Uygulanması” isimli çalışmasında; İç Anadolu Bölgesinde yer alan dört adet havzada üç farklı yöntemle ait yüzey akış parametrelerinin belirlenmesi ve ilk nem tutulma katsayısının bölgedeki bu dört havzada geçerliliğinin araştırılması amaçlanmaktadır.

Yöntem: Havzalarda yağışı akıma çeviren ve su depolama sistemlerine gelebilecek olan yüzey akışları tahmin etmede kullanılan yüzey akış eğri numarası değerleri YAEN, S-Olasılık dağılım ve kısmi katkılı alan dağılım olmak üzere üç farklı yöntemle belirlenmiştir. Havzaların detaylı toprak serilerine göre belirlenmiş hidrolojik toprak grupları, arazi kullanım ve bitki örtüleri sayısallaştırılmış, Coğrafi Bilgi Sistemi ortamında YAEN’leri hesaplanmıştır. S-Olasılık dağılım yönteminde havzaların gözlenen yağış ve maksimum akım verileriyle önce % 10, % 50, % 90 olasılıkla potansiyel su depolama (S) değerleri hesaplanmış ve S değerleri kullanılarak YAEN’leri belirlenmiştir. Topraktaki ilk tutulma (Ia) miktarları zamansal ve hacimsel olarak iki farklı yaklaşımla hesaplanmış ve topoğrafik indeks değeriyle birlikte kısmi katkılı alan dağılım yöntemiyle YAEN’leri bulunmuştur. Yüzey akışa etkili olan ilk tutulma katsayısı (λ) dört adet havzada her bir bireysel olay için hesaplanmıştır. Havzaların üç farklı yöntemle göre yüzey akış tahminleri yapılmış ve sonuçlar gözlenen akış verileriyle karşılaştırılmıştır.

Ele Alınan Parametreler: İç Anadolu Bölgesinde yer alan Ankara-Güvenç, Haymana-Çatalkaya, Bilecik-Kurukavak ve Tokat-Uğrak olmak üzere dört adet su toplama havzası örnek alanlardır. Örnek havzaların toprak, arazi kullanımı, bitki örtüsü fiziksel parametreleri ile gözlenen yıllık yağış ve akım verileri kullanılmıştır.

Yazar Değerlendirmesi: Su kaynağının en iyi ve en ekonomik bir şekilde kullanılması gözlemlerin sağlıklı biçimde yapılmasına ve bilimsel olarak değerlendirilmesine bağlıdır. Elde yeterli ve uygun kullanılabilir verinin olmadığı durumlarda, ampirik yöntemler ile yapılan hesaplamalar yapıların boyutlandırılmasında istenmeyen hatalara neden olabilmektedir. Arazi kullanımı ve bitki örtüsü gibi alansal değişiklik gösteren havza karakteristiklerinin alansal dağılımının belirlenmesi; uzaktan algılama teknolojisinin su kaynaklarında önemli uygulama alanlarından birisidir. SCS yöntemi parametrelerinin CBS ortamında belirlenmesi, S depolama ve YAEN'lerin bu parametreler ile hesaplanması, yöntemin zayıf taraflarının ortaya konularak S- Olasılık dağılım ve kısmi katkılı alan dağılım yöntemlerinin YAEN formülüyle birlikte kullanılarak hem bu yöntemin kullanılabilirliğini artırmayı göstermesi, hem de gözlenmiş veriler, bu verilerin alansal katılımı ve topoğrafik indeks değerlerinin birlikte kullanımı ile yeni eğri numaraları bulma açısından bu çalışma su depolama yapılarının projelendirilmesinde karar vericiler için yararlı destek aracı niteliğindedir.

Bulgular: Kurukavak havzası hariç, diğer üç havzada YAEN ve S-Olasılık dağılım yöntemi bulunan YAEN'ler birbirleriyle uyumlu sonuçlar vermiştir. Kısmi katkılı alan dağılım yönteminde bulunan YAEN'leri dört havzada da diğer iki yöntemden farklı sonuçlar vermiştir. Bu yöntemde çalışılan dört havzada da S değerleri ıslak, kuru ve normal şartlara göre farklı gruplar oluşturmuştur. Gözlenen ve tahmin edilen yüzey akış değerleri arasındaki en yüksek ilişki dört havzada da S-Olasılık dağılım yönteminde bulunmuştur. Bu çalışmadan, araştırma kapsamında kullanılan eğri numarası yönteminin geliştirilmesi bağlamında yararlanılmıştır.

Kandemir (2010), "Kamusal Alan İçerisinde Mahalle Parkları ve Bir Mahalle Parkı Tasarım Rehberi Düşüncesi" isimli çalışmasında, kentler için önemli olan açık-yeşil alanların ve bu alanların en önemli yapı taşı olan park oluşumlarının irdelenmesi yapılmış ayrıca bir park tasarım rehberi çerçevesi oluşturulmaya çalışılmıştır.

Yöntem: Kent ve kamusal alan kavramı ve bu alanların tasarım ilkeleri değerlendirilmiştir. Kentsel açık-yeşil alanlar tanımlanarak, açık-yeşil alanların standartları, işlevleri ve planlama ilkeleri üzerinde durulmuştur. Kentsel açık-yeşil alanların önemli bir ögesi olan park ve mahalle parkı planlama, tasarım ilkeleri ve

standartları irdelenmiştir. Kentsel tasarım rehberleri üzerinde durularak, mahalle parkı için örnek bir tasarım rehberi hazırlanmıştır.

Ele Alınan Parametreler: Kentsel açık-yeşil alanlar açısından önemli bir konuma sahip olan parklar ve örnek bir tasarım rehberi oluşturulurken dikkat edilmesi gereken hususlar üzerinde durulmuştur. Çalışmanın temel konusu mahalle parklarıdır.

Yazar Değerlendirmesi: Mahalle ölçeğinde hazırlanan kentsel tasarım rehberi; bir mahalle parkının tasarlanmasında yönlendirici bir araç olarak ele alınabilir ve uygulanacağı ortamların sosyo-kültürel ve fiziksel özelliklerine göre çeşitlenerek tip uygulamalardan özgün uygulamalara geçiş fırsat tanıyabilmektedir. Açık-yeşil alanların sayılarının çoğaltılmasının yanı sıra, iyi tasarlanan ve kent ile iyi bir şekilde bütünleşen alanlar olmalarına da dikkat edilmesi gerekmektedir.

Bulgular: Açık-yeşil alanların kentler için önemi ve değeri, kentsel tasarım rehberlerinin tasarımı yönlendirebilecek bir araç olarak kullanılması ve tasarım rehberlerinin sınırlayıcılık yerine yenilik ve özgünlük getirmesi. Bu çalışmadan, kentsel tasarım rehberi oluşturulması kapsamında yararlanılmıştır.

Ebrahimian vd. (2012), “Runoff Estimation in Steep Slope Watershed with Standard and Slope-Adjusted Curve Number Methods” isimli çalışmalarında, standart eğri numarası ve eğime uyarlanmış eğri numarası yöntemlerinin; dik eğimli bir havzada yüzey akış derinliğinin tahmin edilmesindeki uygulanabilirliklerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla, eğim açısından çeşitlilik gösteren, İran’ın kuzeydoğusunda yer alan Kardeh havzasını örnek alan olarak belirlemişler ve seçilen fırtına olayları için yüzey akış derinliği tahmininde bulunmuşlardır. Çalışmanın sonucunda, standart yüzey akış yöntemini, eğime uyarlanmış eğri numarası yöntemini ve gözlemlenen yüzey akış değerlerini karşılaştırmışlardır.

Yöntem: Yüzey akış tahmini için standart eğri numarası yöntemi ve eğime uyarlanmış eğri numarası yöntemi kullanılmış, elde edilen sonuçlar gözlemlenen değerlerle karşılaştırılmıştır. Örnek alanın hidrolojik toprak grupları belirlenmiş ve arazi örtüsü verilerine göre her bir kullanım için eğri numarası atanmıştır. (Huang vd. 2006)’ya göre ortaya konulan eğim uyarlı eğri numarası denklemi kullanılarak yeni eğri numaraları tespit edilmiştir. Örnek alanda eğim derecelerinin sınıflandırılabilmesi amacıyla, ağırlıklı eğim ortaya konulmuştur. Sonuç olarak, çeşitli fırtına olayları için, standart eğri

numarası yöntemine göre yüzey akış derinliği, eğime uyarlanmış eğri numarası yöntemine göre yüzey akış derinliği ve gözlemlenen yüzey akış derinliği arasında karşılaştırmalar yapılmıştır.

Ele Alınan Parametreler: Çalışma için materyal olarak, İran'ın kuzeydoğusunda yer alan Kardeh havzası seçilmiştir. Örnek havzanın, eğri numarası yöntemi çerçevesinde değerlendirilmesi amacıyla, iklimsel değerleri, arazi kullanımı/yüzey örtüsü yüzdeleri(toplam alana oranı), toprak sınıfları ve eğim dereceleri belirlenmiştir.

Yazar (lar) Değerlendirmesi: Eğime uyarlanmış eğri numarası yöntemi, dik yamaçlı havzaların yüzey akış tahmini için uygun olduğu ortaya çıksa bile, standart eğri numarası yöntemi %55 doğruluk payı ile kullanılabilir. Standart eğri numarası yönteminin ABD'de % 5 ve altındaki eğimlerde bulunan tarım alanları için ortaya çıktığı belirtilmekte ve daha dik eğimli alanlar için yeni bir eşitliğin ortaya konulması üzerinde durulmaktadır.

Bulgular: Gözlemlenen ve tahmin edilen yüzey akış derinlikleri arasında pozitif korelasyon bulunmuştur ($r=0.56$, $P<0.01$). Tahmin edilen ve eğim uyarlı yüzey akış değerlerinin yaklaşık % 6-9'u, kaydedilen değerlerin %10'unda bulunmakta iken öte yandan tahmin edilen ve eğim uyarlı yüzey akış değerlerinin yaklaşık %37-43'ü, kaydedilen değerlerin %50'sinden fazla farklılık göstermektedir. Bu çalışmadan, eğri numaralarının belirlenmesi ve özellikle eğime uyarlanmış eğri numaralarının tespiti kapsamında yararlanılmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1 Kentsel Tasarım

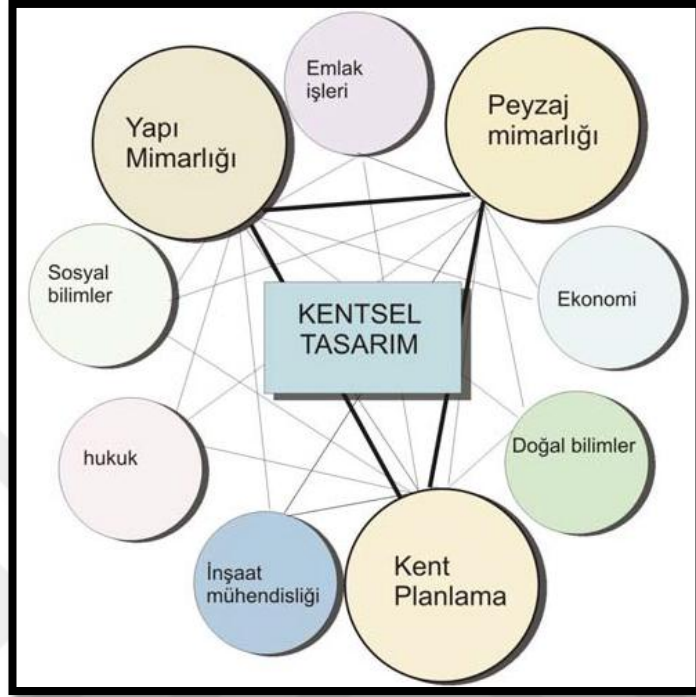
Kentsel tasarım kavramının temelinde mimarlık, kent planlama, peyzaj mimarlığı gibi birçok farklı disiplinin yer alması ve bu disiplinlerin birbirleriyle kesişmeleri nedeniyle, kentsel tasarım için çok çeşitli tanımlamalar yapılmaktadır. Bu bağlamda yapılan çeşitli tanımlamalar, kentsel tasarımın akıllarda tam yerini bulamamış bir kavram olarak kalmasına neden olmaktadır (Yavaş 2012).

Kentsel tasarım kavramı; içeriği, işlevleri ve tüm süreci ile birlikte bir bütün olarak ele alındığında, çevre ile ilgili meslekler arasında ortak bir zemin oluşturma ve bağlantı kurmada merkezi yeri olan, bütünleştirici bir disiplin olduğu görülmektedir. Multidisipliner çalışma, alanı bir bütün içinde ele alma, olayları ve potansiyelleri hayata geçirme ve toplam kaliteyi oluşturma gibi özellikleri de bu disiplinin ayırıcı yanları olarak ortaya çıkmaktadır (Karaman 1999, Yavaş 2012).

Kentsel tasarım çok etkenli, çok yönlü ve etki alanı geniş olan bir eylemdir. Ölçekler arası olan kentsel tasarım, tek bir disiplinin temeline dayalı olmak yerine, uzmanlaşma ve ekip çalışması gerektiren disiplinler arası bir kavramdır. Welming (1983)'e göre, "Kent tasarımlarının araçları; görsel form analizinden, algısal psikolojiye; trafik akış teorisinden, nakit akış teorisine; tasarım rehberlerinden, performans standartlarına kadar geniş bir çerçevedir. Hiç bir disiplin bunu tek başına başaramaz" (Ayataç 1999, Samur 2007). Bu kapsamda kentsel tasarımın çok boyutlu yapısı şekil 2.1'de gösterilmiştir. Diğer yandan, kentsel tasarım kavramı için yapılan çeşitli tanımlamalara aşağıda yer verilmiştir:

Karaman'a (2008) göre, "Kentsel tasarım, sosyal, ekonomik, politik, yönetsel, fiziksel ve son zamanlarda ekolojik yapısı sürekli değişim içinde olan insan yerleşmelerinin, yapıları çevresinin, farklı işlevlere sahip binaların ve bunları besleyen yaya ve trafik hareketlerinin, bunlar arasındaki açık alanların birbirleriyle ilişkilerini,

davranış ve kültürel tercihler ve ekolojik koşullar ışığında kentin büyük sistemi ile bütünleştirme tasarımı eylemidir” (Şala 2013).



Şekil 2.1 Kentsel tasarımın çok boyutlu yapısı (Schurch 1999, Şala 2013)

Llewellyn-Davies'e (2000) göre, "Kentsel tasarım mekân yaratma, çevresel sorumluluk, sosyal eşitlik ve ekonomik canlılık gibi pek çok konuyu barındırır (örneğin nitelikli, kimliğe sahip mekânların yaratılması). Kentsel tasarımın planlama, ulaşım politikaları, mimari tasarım, ekonomik gelişme, peyzaj ve mühendislik gibi alanlarla zorunlu bir bağı vardır. Özet olarak kentsel tasarım bir alan için vizyon yaratmak ve bu vizyona ulaşmak için becerilerin geliştirilmesini kapsayan geniş kapsamlı bir süreçtir" (Lang 2005, Şala 2013).

Bir diğer tanıma göre, DoE (1997) "Kentsel tasarım kamusal yapılar arasındaki, bina, sokak, meydan, park, su yüzeyi ve diğer kamusal yapılar, hareket izleri gibi yapılaşmış ve yapılaşmamış çevre arasındaki karmaşık ilişkileri inceleyen bir disiplin olmalıdır" olarak tanımlamaktadır (Lang 2005, Şala 2013).

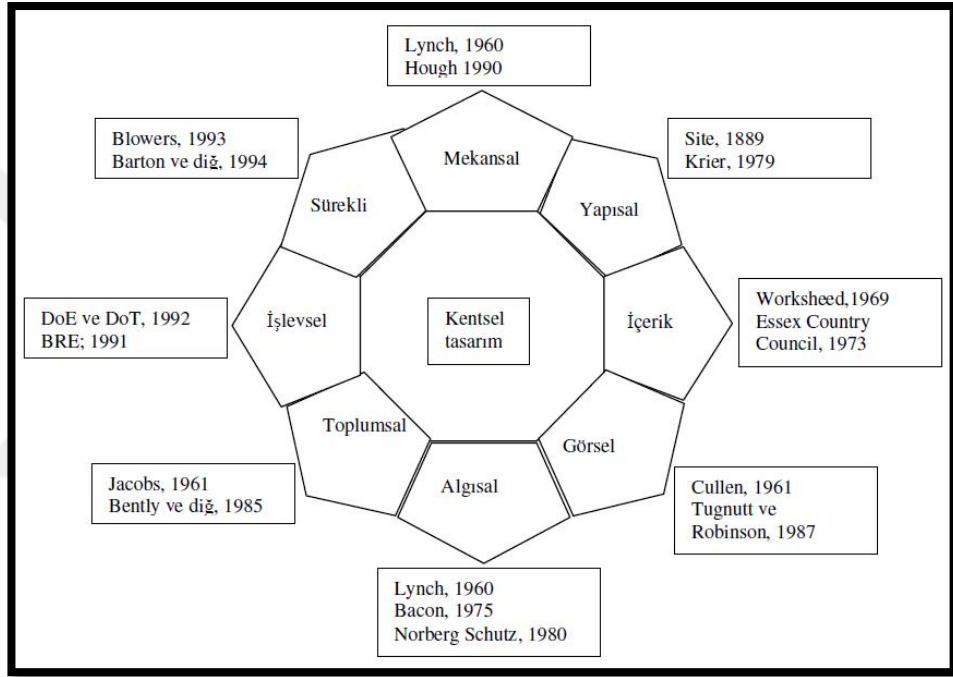
Kentsel tasarım; en yaygın biçimde tanımlandığı şekliyle, kent planlama ile mimarlık arasında gerek içerik gerekse ölçek açısından bir geçiş alanıdır. Parsel ölçeğinde ve kent bütünü ölçeğinde üç boyutlu tasarımların yapılması veya tasarım politikalarının ortaya konmasıdır (Lang 2005, Şala 2013).

Kentsel tasarım için yapılan yukarıdaki farklı tanımlara bakıldığında; fiziksel tasarım ve bu tasarımların karmaşık düzenini kurmanın yanı sıra, tasarımları gerçekleştirirken alanın sahip olduğu yerel özelliklerin (kent kimliğinde ön plana çıkan özellikleri), insanların yaşam şekillerinin-kültürlerinin, çevresel özelliklerin ve bunların birbirleri ile olan ilişkilerinin de ele alınmasının çok önemli olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, kentsel tasarımın fiziksel çevrenin biçimlendirilmesine müdahale ederken, kültürel, sosyal ve ekonomik boyutlar gibi birçok etkeni de kapsamakta olan bir disiplin olduğu sonucuna varılabilmektedir (Samur 2007).

Kentsel tasarım kavramını tam anlamıyla tanımlamak ve anlayabilmek için Carmona'nın (1996) kurduğu modele bakıldığında aynı zamanda kentsel tasarımın boyutlarını oluşturan bileşenlerin de ortaya konulduğu görülmektedir. Kentsel tasarımın bu bileşenleri: Morfolojik (morphological), mekânsal (spatial), bağlamsal (contextual), görsel (visual), algısal (perceptual), sosyal (social), işlevsel (functional) ve sürdürülebilir (sustainable) olmasıdır (Şekil 2.2) (Carmona 1996, Aydın-Türk 2006).

Kentsel tasarım kavramının geçmişten günümüze gelen süreç içerisinde gelişimi incelendiğinde; genellikle temel amacının kent ekonomisini iyileştirmek ve kent imajını güçlendirerek yatırımcıları kente çekmek olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, kentsel tasarım kavramı tanımlanırken, kenti paylaşan tüm insanların yaşam kalitesini yükseltmek ve birbirleri ile paylaşım içinde olacakları ortak alanlarda davranış ve çevre ilişkisini kurdurmak, yerel özellikleri tasarım ile bütünleştirerek kentli tarafından algılatmak ve benimsetmek, ayrıca bunları gerçekleştirirken de süreci yönetmek amacıyla olduğu göz ardı edilmemelidir (Yavaş 2012).

Kentte yaşayan insanların birbirleriyle ortak paylaşım içinde olacakları mekânlar, kentsel açık-yeşil alanlardır. Bu bağlamda, peyzaj mimarlarının kentsel tasarıma gösterdikleri ilginin sebebi, kentsel tasarımın; yüzey düzenlemeleri, ekolojik öğelerin belirlenmesi ve açık-yeşil alanların planlaması ve tasarımı gibi konularla da ilgili olmasındandır. Peyzaj mimarları özellikle açık-yeşil alanlar, ekolojik sürdürülebilirlik gibi konularda kentsel tasarım sürecinde önemli roller almaktadırlar (Samur 2007, Şala 2013).



Şekil 2.2 Kentsel tasarımın kavramsal yapısı (Carmona 1996, Aydın-Türk 2006)

Küreselleşme, bilgi toplumuna geçiş ve sürdürülebilirlik gibi kavramlar sonucu sürekli değişim ve gelişim süreci içinde olan günümüz kentleri ve kent çevreleri, Doğa-İnsan-Toplum ilişkilerinin etkileşimiyle sağlıklı bir mekânsal yapının kurulamadığı bir düzensizliğin ifadesi olmuşlardır. Bu bağlamda, kentsel mekânlarda bir bütünlük, uyum ve ölçek sağlamak ve günümüz kentlerinin sürekli değişen karakterlerinin doğru şekilde biçimlendirilmesi için kentsel tasarımın gerekliliği kaçınılmaz olmuştur (Aydın-Türk 2006).

2.2 Kentsel Tasarım Uygulama Araçları

Kentsel tasarımla birlikte, kentin karakterinin geri kazanılması veya korunması ve geleneksel dokunun kentli tarafından benimsenerek yaşatılmasının sağlanması amaçlanmaktadır. Bu amacın yanı sıra, kentsel tasarımda yaşam kalitesinin artırılmak istenmesi ile birlikte, kentli insanın yaşam çevresinin doğru bir şekilde düzenlenmesi de önemli bir kriter haline gelmektedir. Kentlerimizde yaşanan plansız uygulamaların yanında, imar mevzuatının ve bağlı olarak gelişen yönetmeliklerin getirdiği düzenlemelerin, kenti sürdürülebilir şekilde yaşanabilir ve planlı hale getirmesi beklenmektedir. Ancak birçok durumda, mevzuatta yer alan eksiklikler, mevzuat-uygulama farklılıkları ve kentin doğal-kültürel özelliklerinin yeterince dikkate alınmaması nedeniyle, her kentte benzer uygulamaların yapılmasına ve dolayısıyla tekdüze ve kimliksiz uygulamaların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Yavaş 2012).

Diğer yandan klasik imar uygulamalarının yanı sıra, kentsel tasarım uygulamaları ile birlikte; kentin doğal-kültürel ve özgün özelliklerinin korunarak sürdürülebilirliğinin sağlanması ve farklı karakterde yaşanabilir mekânlar oluşturulması amaçlanmaktadır. Bununla birlikte, kentsel tasarım projelerinin uygulanabilirliği hususunda çeşitli problemler yaşanmaktadır. Ortaya çıkan problemlerin ortak nedeni, tasarım sürecinin nasıl işleyeceği üzerinedir. Kentsel tasarım sadece bir proje ürünü olmanın da ötesinde kent için bir rehber niteliği taşımalıdır. Bu çerçevede, başından sonuna tasarım sürecinin yönlendirilebilmesi ve ortak bir tasarım dili oluşturulması bağlamında kentsel tasarım kontrollerine ihtiyaç duyulmaktadır (Yavaş 2012).

2.2.1 Kentsel tasarım kontrolleri

Mimarlık ve planlama disiplinlerinin merkezinde yer alan kentsel tasarım, her iki disiplin için de veriler sağlamak ve sonuç ürüne ulaşmak için gerekli politika ve programları ortaya koymaktadır. Kentsel tasarım projelerinin ve beraberindeki gerekli plan ve programların uygulamaya konulabilmesi için bazı uygulama araçlarına ihtiyaç

duyulmaktadır. Bu noktada uygulama araçları olarak kentsel tasarım kontrolleri ön plana çıkmaktadır (Samur 2007).

Kentsel tasarım kontrolleri, kentsel tasarım sürecine katkıda bulunan aktörlerin aralarında doğacak çatışmaları önlemekte ve aynı zamanda süreç içinde bir kontrol mekanizması görevi üstlenmektedir. Konuk (1999)'a göre; "kentsel tasarımın uygulama araçları olarak sunulan tasarım kontrolleri, bunların yanı sıra halk, mimar, planıcı ve yasal sorumlulara da (sürece ve sonuca dair) açıklamalar getirmektedir. Kentsel tasarım kontrolleri, geniş bir çerçevede planlama ortamından hareketle karar vericileri yönlendirmektedir"(Samur 2007).

Karaman (1999)'a göre; "tasarım kontrolleri, kendine özgü, nümerik, kavramsal, kuramsal, parametreleri olan bir tür performans değerlendirme çerçeveleridir" (Yavaş 2012). Lang (1994) "tasarım kontrollerini, tasarım hedeflerinin sentezi olarak tanımlarken, hedeflerini şöyle sıralamıştır:

- Ekolojik kümeleri korumak,
- Kamusal mekânları tanımlamak, belirlemek,
- Kullanımları kısıtlamak veya belirlemek,
- Bazı özel gelişmelere ağırlık vermek,
- Mevcut kaliteyi korumak,
- Kamusal sanatın doğasını ve yerini belirlemek, vurgulamak" (Samur 2007)

Kentsel tasarım kontrolleri; mekânsal sürekliliğin sağlanmasına katkıda bulunan bir süreçtir. Yöreye özgü doğal ve kültürel değerlerin tasarıma taşınmasına yardım eden tasarım kontrolleri, sıradan ve kalitesiz tasarımları engellerken, tasarımda standartları da belirlemektedir (Samur 2007).

Bu bağlamda, kentsel tasarımın uygulama aracı olan tasarım kontrolleri; tasarım programları, tasarım planları, tasarım politikaları ve tasarım rehberleri olmak üzere dört farklı başlıkta incelenmektedir (Samur 2007).

2.2.2 Kentsel tasarım programları

Lang'a (1994) göre "kentsel tasarım programları, mevcut çevreyi işlevsel ve estetik hale getirmek için hedeflenen kentsel düzen ve çevreyi tanımlamakta ve kentsel tasarım sürecinde bütüncül katkıların sürekliliğini sağlamaktadır" (Yavaş 2012).

Kentsel tasarım programları sonuçlara ulaşabilmek için gerekli olan yöntemi belirlerken, kentsel tasarım rehberleri ise bir karar mekanizması niteliğini taşımakta ve sınırlandırıcıları içermektedir. Sonuç olarak, başarılı bir tasarım sonucu için kademeli ve iyi kurgulanmış bir çalışma düzeni şarttır (Şala 2013).

2.2.3 Kentsel tasarım planları

Kentsel tasarım planları, fiziksel kent planları gibi tasarımcı tarafından üretilen planlardır. Bu kesin gösterimli planların içeriğinde, tanımlamalarla birlikte birçok detay ve yönlendiriciler de bulunmaktadır. Planlar, genel yapılanma biçiminin kurallarını ortaya koymaktadır. Öte yandan, kentsel tasarım planları; yapılarda kullanım, hacim, yükseklik, bina cephesi iyileştirilmesi ile ilgili konuları kapsarken, kamusal alanlarda ise ulaşım, yapılı çevrenin görünümü ve kimlik değerlerinin korunması ve sürdürülmesi gibi mimari tasarım, açık alan ve peyzaj düzenlemeleri konularını kapsamaktadır. Kentsel tasarım planları, kentin fiziksel formu, gelişme potansiyeli ve ihtiyaçları ile ilgili detaylı olarak ilgilenmektedir (Shirvani 1981, Çetiz 2000, Yavaş 2012).

Tekil ve bağımsız bir şekilde bütünden uzak olarak tasarlanan kentlerimizde, doğal ve kültürel özelliklere bağlı olarak gelişen kent kimliğinin giderek zayıflaması, kent içerisindeki üslup ve biçim uyumunun oldukça azalması gibi nedenlerle, kentsel tasarım planlarına olan ihtiyaç günümüzde oldukça artmıştır.

Bu çerçevede, kentsel tasarım planlarına örnek olarak; uygulandığı kentin değişimi ve gelişiminde önemli rol oynayan, kentlinin beklentilerine sadece sosyal, ekonomik ve

politik yönden değil aynı zamanda kentin görsel kalitesini de arttırarak karşılık veren, San Francisco kentsel tasarım planı verilebilir (Samur 2007).

Kentsel tasarım planı, San Francisco'nun kentsel tasarım amaçları için altlık temel oluşturmakta ve aynı zamanda konfor-rahatlık, görsel değerler, aktivite, görünüş, açıklık anlaşılabilirlik ve uygunluk, karakter-kimlik, boşlukların tanımlanması, çeşitlilik-kontrast, uyum ve bir arada olabilirlik gibi konuları da kapsamaktadır (Shirvani 1981, Çetiz 2000, Samur 2007).

2.2.4 Kentsel tasarım politikaları

Bir kentsel tasarım ürünü oluşturulmadan önce tasarım politikalarının belirlenmesi gerekmektedir. Kentsel tasarım politikaları projenin işleyiş biçimini, tarzını ve düşünce yapısını belirleyen bir süreçtir. Kentsel tasarım projesinin başarılı olması, doğru stratejide geliştirilmiş, proje sürecinin başından sonuna kadar her ayrıntısı düşünülmüş ve planlama ile tasarım arasında bir köprü görevi üstlenebilecek biçimde üretilmiş tasarım politikasına/larına bağlıdır (Şala 2013).

Shirvani (1984) tasarım politikalarını, “uygulama ve yatırım programlarının düzenleyici araçları ve uygulanacak tasarımlara gerekçeleri kapsayan dolaylı tasarım yöntemleri olarak tanımlamaktadır. Başka deyişle, kentsel tasarım politikaları tüm tasarım sürecinin başlıca çerçevesini oluşturmaktadır. Stratejiler de bu çerçevenin bir parçasıdır” (Yavaş 2012).

Tasarım politikalarının, kentin tasarımında hem farklı tekil ve büyük ölçekli projelerde hem de geniş bir alanda ortak bir dil oluşturma (tasarım rehberleri) çabalarında uygunluğu sağlama işlevi bulunmaktadır (Yavaş 2012).

Kentsel tasarım politikaları neler yapılabileceğini tanımlarken, belirsizlikleri ortadan kaldırmakta ve tasarımcı ve yatırımcılara yön göstermektedir. Ancak; politikaların

yönlendirme ve esneklik arasındaki dengeyi sağlaması gerekmektedir. Ayrıca tasarım politikaları oluşturulurken (Aydın-Türk 2006);

- Yasal ve kurumsal düzenlemelere uygun olmalıdır.
- Politikalar girişimciyi yerel yönetimlerin beklentisi konusunda yönlendirmeli, ancak gereksiz detay ve açıklamalardan kaçınmalı, açık, kolay anlaşılır, kapsayıcı ve özet olmalıdır.
- Politikalar hangi konunun öncelikli olduğunu belirlemelidir. Bu sebeple yerel problemlerin çözümüne öncelik tanınmalıdır.
- Tasarım politikaları zaman içerisinde dinamik ve değişimlere açık olmalıdır.
- Kentin kendine özgün tüm özelliklerini içerecek çeşitlilikte sunulmalıdır.
- Farklı alanlar için ortaya konulan politikalar, bütünde birbirleriyle tutarlı olmalıdır.
- Tasarım ve planlamanın bir bütün olduğu göz önüne alınarak, tasarım ve planlama ile ilgili politikalar birlikte ele alınmalıdır (Koç 1999, Aydın-Türk 2006).
- Mutlak korunması gereken bazı alanlarda koruma politikaları tasarım politikalarının yerini alabilmelidir (Aydın-Türk 2006).

Genel olarak, ülke ölçeğinde kentsel tasarımın yönlendirilmesi için bir tasarım politikasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu politikanın geçerli olabilmesi ancak geniş kapsamlı bir çerçeve yasaının oluşturulması ile olanaklıdır. Oluşturulacak bu çerçeve yasaının en önemli öğelerinden biri de tasarım rehberleridir. Tasarım rehberleri bir topluluğun en ayrıntılı tasarım politikalarının yer bulabileceği araçlardır (Yavaş 2012).

2.2.5 Kentsel tasarım rehberleri

Kentsel tasarım kontrol araçlarından biri olan kentsel tasarım rehberleri için, farklı kaynaklarda benzer tanımlamalar yapılmakta ve bu tanımlamaların ortak anahtar kavramları ise; tasarımı yönlendirme, standart ve ölçü verme, yöreye özgünlük ve başvuru kaynak çerçeve olmak kavramlarıdır.

Yüksel (1979)'e göre; “tasarım rehberleri, kentin ve kent parçalarının kontrolünü yönlendiren, ya da kentin bütünü için gerekli tasarım ölçütlerini içeren, yönlendiren, biçimlendiren kurallar bütünü” olarak tanımlanmaktadır (Aydın-Türk 2006).

Karaman (1991) tarafından bildirildiğine göre; tasarım rehberleri, “kentsel büyümenin getirdiği değişimleri disiplin altına almak, yeni tasarımları, kentsel yenileme gibi çalışmaları yönlendirmek amacıyla özellikle kent tasarımcı, kent plancısı, belediyeler ve diğer kent yönetim birimlerinin kullanmak durumunda oldukları kavram çerçevesindedir” (Aydın-Türk 2006).

Konuk (1991)'a göre; “tasarım rehberleri yapıldığı alan, bölge veya yöre için geçerli olabilecek tüm standartları, yöntem ve teknikleri açıkça ifade eden yönlendirici belgelerdir/kitaplardır. İmar planı notlarından daha gelişmiştir ve malzeme, üçüncü boyut, mimari gibi detaylara kadar da inebilmektedir” (Aydın-Türk 2006).

Madanipour (1996) tasarım rehberlerini, “tasarım konularıyla ilgili ek bilgi ve rehber olarak yerel planlama otoriteleri tarafından hazırlanan dokümanlardır” olarak ifade etmektedir (Aydın-Türk 2006). Tasarım kontrolünün uygulama araçlarından biri olan tasarım rehberleri, kentlerde imar planlarının ve diğer niceliksel standartların tamamlayıcısı olan ve en kapsamlı tasarım politikalarının yer aldığı araçlardır (Koç 1999, Aydın-Türk 2006).

Kentsel tasarım rehberleri;

- Ortaya konulan tasarım prensiplerini örneklemekte ve açıklamakta,
- Tasarımdaki başarısızlıkları tanımlamakta ve bu başarısızlıklardan kaçınmaya yardımcı olmakta,
- Yerel yönetimler arasında tutarlılık sağlamak ve
- Yerel özelliklere uygun tasarıma olanak tanımaktadır (Aydın-Türk 2006).

Tasarım rehberleri, içerik açısından birbirlerinden farklılıklar göstermelerine karşın, ele aldıkları konulara bakış açıları yönünden benzerlikler taşıyabilmektedirler. Tasarım

rehberlerinin ortak yönü ise, ortaya konan tasarım politikalarını uygulamaya geçirmeleridir (Aydın Türk 2006).

Kentsel tasarım rehberlerinin içeriği, farklı formatlarda ve ayrıntı/detay düzeyinde olabilmektedir. Alana özgü olma niteliği ile bağlantılı olarak, farklı alanların farklı özellikler taşımalarından dolayı bu farklılaşma kendiliğinden ortaya çıkmaktadır. Öte yandan, genellikle kentsel tasarım rehberlerinin hazırlama süreci birbirine benzemekte, bu süreçte öncelikli olarak ilgili politikalar sunulmakta, bu politikaları yönlendirecek ilkeler ortaya konmakta, mevcut formlar ve bu arada yerel kimliği oluşturan öğeler analiz edilmektedir (Samur 2007, Kandemir 2010). Quay (2003)'a göre, "bir rehber, yapılaşmış çevrenin tüm görünüşüyle ilgilenmekte; binaların, mekânların tasarımı, peyzaj ve ulaşım sistemlerini içeren her ölçekteki planlama ve tasarım objektiflerini kapsamakta; kapsadığı bölgede gelişmeyi yürüten otoriteler, uzmanlar ve bilhassa orada yaşayan toplumu yakından ilgilendirmektedir (Kandemir 2010). Tasarım rehberleri; güvenlik, yaya, iklime göre yönelme, engellilere dönük tasarım gibi belli bir temaya yönelik; kent merkezi, konut alanı, koruma alanı gibi dar veya geniş bir alana yönelik; ağaçlar, parklar, sokaklar, aydınlatma elemanları gibi kentin yalnızca özellikli alanlarına yönelik olabilmektedir (Çizelge 2.1) (Samur 2007, Kandemir 2010).

Çizelge 2.1 Farklı alanlardaki kentsel tasarım rehberleri, kapsamı ve uygulama örnekleri (Samur 2007, Kandemir 2010)

Farklı Alanlardaki Kentsel Tasarım Rehberleri	Kentsel Tasarım Rehberleri Kapsamı	Mekânda Uygulama Örnekleri
Bir Temaya Yönelik	Güvenlik	Aydınlatma, yer döşemesi, geçitler vb.
	Yayaya Dönük Tasarım	Kaldırım, yaya yolları, yaya geçitleri vb.
	Engellilere Duyarlı Tasarım	Yer döşemesi, rampalar, yönlendirme ve uyarma vb.
	İklime Göre Yönlendirme v.b.	Bina konumları, arkadlar vb.
Belirli Bir Alana Yönelik	Bir Kent Merkezi	Kent mobilyaları, meydanlar, ticaret alanları vb.
	Bir Konut Alanı	Otopark, yaya ve bisiklet bağlantı yolları, peyzaj vb.

Çizelge 2.1 Farklı alanlardaki kentsel tasarım rehberleri, kapsamı ve uygulama örnekleri (Samur 2007, Kandemir 2010) (devam)

	Tarihi Dokuda Bir Alan	Kimliğe uygun kent mobilyaları, meydanlar vb.
	Bir Göl veya Deniz Kıyısı	Peyzaj, rekreasyon, bisiklet yolları vb.
	Bir Kampus Alanı v.b.	Bina konumları, yaya ve bisiklet yolları, otopark, peyzaj vb.
Bir Kentin Yalnızca Belirli Bir Özelliğine Yönelik	Ağaçlar	Konumu, boyut ve miktarı, çeşidi vb.
	Parklar	Peyzaj, bitki seçimi, bisiklet ve yaya yolları, kent mobilyaları vb.
	Sokaklar	Yer döşemesi, aydınlatma, kent mobilyaları, kaldırım, araç yolları vb.
	Aydınlatma Elemanları vb.	Konumu, çeşidi, sayısı, vb.

Bir kentsel tasarım rehberinin içeriği biçimsel açıdan;

- Rehberin amacını,
- Rehberin nasıl kullanılacağını ve kim/kimler tarafından oluşturulduğu bilgisini,
- Tasarım rehberinin genel planlama ve tasarım politikalarıyla bağlantısını,
- Örnekleri, fotoğrafları ve planları,
- Rehber metninde açıklanmayan özel terimleri açıklayan bir ek terimler sözlüğünü ve
- Daha fazla bilgi için kullanılabilir kaynak referansları kapsamaktadır (Aydın-Türk 2006).

İçerik bakımından zengin bir biçimde hazırlanmış kentsel tasarım rehberleri, kolay anlaşılabilir ve hayata geçirilebilir düzeyde olduğu takdirde etkin olarak kullanılabilirlerdir. Bu çerçevede, kentsel tasarım rehberlerinin kentte yaşayan çeşitli yaş ve statüdeki her kesimi ilgilendirdiği ve kentlilerin paydaş oldukları göz ardı edilmemelidir. Uygulama imar planları veya ilgili yönetmeliklerin yanında, açık ve basit şekillerle anlatımın desteklendiği kentsel tasarım rehberleri, halkın katılımıyla da birlikte kentli bilincini oluşturma ve geliştirme potansiyeline sahiptir (Aydın Türk 2006).

Diğer yandan, kentsel tasarım rehberlerinin, kentsel alanlardaki her tasarımsal sorunu çözüme kavuşturacakları düşünülmemeli ve süreç içerisinde somutlaşan ve kullanıcılar tarafından benimsenen kentsel tasarım rehberlerinin daha başarılı olacakları unutulmamalıdır. Ayrıca; kentlerimizde henüz çok etkin bir biçimde kullanılmamış kentsel tasarım rehberlerinin nasıl uygulanabileceklerine dair tartışmaların genişletilmesi ve uygulamalardan elde edilen sonuçların paylaşılması yararlı olacaktır (Koç 1999, Aydın-Türk 2006).

2.2.5.1 Kentsel tasarım rehberlerinin ortaya çıkış süreci

1950’li yıllara doğru dünyada, kentleşme ve göç hareketinin hız kazanması ile birlikte kapsamlı planlama yaklaşımı gündeme gelmiştir. Bununla birlikte yeni gelişme alanları arayışları hız kazanmıştır. Daha sonraları 1960’ lı yıllarda, koruma kavramı da gündeme gelmeye başlamıştır. 1970’ler ile birlikte standart yaklaşımlara tepki olarak ortaya çıkan kentsel tasarım rehberleri yaygınlaşmaya başlamıştır (Şala 2013).

Tasarım rehberlerinin ilk olarak İngiltere ve Amerika’da kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Bu bağlamda, 1973 yılında İngiltere Essex Konut Alanları Tasarım Rehberi ortaya konulmuştur. Bu çalışma tasarım rehberleri adına atılan oldukça önemli bir adım olup, ‘yüksek kalitede tasarımlar’ düşüncesi benimsenmiştir. Kentsel mekânın kalitesinin artırılması, yerleşim karakterinin oluşturulması amacıyla hazırlanan Essex Konut Alanları Tasarım Rehberi, tasarım denetimi konusunda ortaya konulan ilk belge olarak değerlendirilmekte ve yazılı aynı zamanda görsel olarak ta yol gösterici örnek bir çalışma niteliği taşımaktadır. İkinci önemli adım ise, yine İngiltere çevre birimi tarafından 1976 yılında hazırlanan ve konutlarla birlikte yollar için de bir altlık oluşturan, ‘Konut Alanları için Standartların Önemi’ başlığında ‘Tasarım Bülteni 32’ çalışması olmuştur. Bu çalışmada mevcut standartlardaki eksikliklere değinilmiş ve daha esnek standartlara olan ihtiyaç gündeme getirilmiştir (Punter ve Carmona 1997, Şala 2013).

1980' li yıllarda tasarım rehberleri oldukça yaygınlaşmaya başlamış ve en önemli kentsel tasarım uygulama araçlarından biri haline gelmiştir. Bu dönemlerde, özgür tasarımlara vurgu yapılmış ve tasarımın göreceli olduğu üzerinde durulmuştur. Diğer yandan, bu dönemlerde ekolojik değerlerin korunması da önem kazanmıştır (Şala 2013). 1980'lerin sonuna doğru Amerika'da San Francisco kentinin planlanmasında ve yapılan uygulamalarda kullanılan kentsel tasarım rehberi başarılı bulunmuş ve yaşanabilir kent mekânları oluşturma konusunda oldukça faydaları görülmüştür (Kandemir 2010). 1993 yılında İngiltere'de yapılan Suffolk Kentsel Tasarım Rehberi de yenilikçi bir yaklaşımı gündeme getirmiş ve kentsel tasarımda mimariye daha çok öncelik tanınmıştır (Şala 2013).

Ayrıca İngiltere gibi bazı ülkelerde tasarım rehberlerinin yanı sıra “tasarım çerçevesi” ve “gelişme özeti” gibi araçlar da kullanılmaktadır. Bu araçlar, farklı ölçeklerde, statülerde veya kapsamda olabilmelerine rağmen birbirlerini de tamamlamaktadırlar. Yalnızca özel alanlarda kullanılabilen tasarım çerçeveleri aynı zamanda gelişme özetleri için de altlık oluşturmaktadırlar. Tasarım rehberleri, tasarım çerçeveleri ve gelişme özetleri ile ilgili farklılık ve benzerliklere çizelge 2.2'de yer verilmiştir (Aydın-Türk 2006).

90'larda hızlı değişim ve gelişimlerle birlikte, “sürdürülebilirlik” ve “katılımcılık” kavramları da gündeme taşınmaya başlanmış ve tasarım-süreklilik arasında bağlantı kurulmaya çalışılmıştır (Şala 2013). 1990'lı yıllara kadar olan süreçte tasarım rehberlerinin hazırlanması yerine, tasarım politikalarının oluşturulması daha öncelikli iken, 1990 sonraları tasarım rehberlerinin kent için yarattığı fırsatlar oldukça değerli bulunmaya başlanmıştır. Geçmişteki başarılı ve örnek teşkil eden uygulamalarıyla birlikte, kentsel tasarım rehberlerinin günümüzde de kentsel tasarım için başta gelen bir uygulama aracı olarak kullanımları ortaya çıkmaktadır (Samur 2007, Kandemir 2010).

Çizelge 2.2 Kentsel tasarım araçlarının benzerlik ve farklılıkları (Aydın-Türk 2006)

ARAÇLAR	Tasarım Rehberleri	Gelişme Özetleri	Tasarım Çerçevesi	FARKLILIKLAR
Tasarım Rehberleri		<ul style="list-style-type: none"> - Tasarım rehberleri; alan, nokta ve konu kapsamında daha geniştir. - Gelişme özetleri ise özel alanlar ve daha özel konularla ilgilidir. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tasarım rehberleri tasarım çerçevelerinden daha kapsamlıdır. - Tasarım rehberleri çerçevelerden farklı olarak 2-3 boyutlu model kullanımı yanında yazılı olarak ta ifade edilmektedirler. - Mülk sahipleri ve girişimciler çerçevelerin hazırlık aşamasında katılım sağlamaktadırlar. - Çerçeveler alan esaslı noktaları da kapsayabilmektedirler. 	
Gelişme Özetleri	<ul style="list-style-type: none"> - Rehber statüsündedirler. - Detaylı hazırlanmaktadır. - Yazılı ve 2-3 boyutlu olarak ifade edilmektedirler. - Gelişme planı için rehber niteliğindedirler. - Belediyenin çeşitli birimleri ve ilgili gruplar denetim-katılım sağlamaktadır. - Belediye meclisi onayıyla kabul edilmektedirler. 		<ul style="list-style-type: none"> - Çerçeveler belirli bir alan ve/veya nokta için hazırlanır, özetler yalnızca belirli bir nokta esaslıdır. - Gelişme özetleri yazılı olarak da ifade edilebilmektedirler. - İlgili gruplar dışında meclis üyeleri de gelişme özetlerine denetim-katılım sağlamaktadırlar. - Özetler çerçevelerden farklı olarak 2-3 boyutlu model kullanımının yanında yazılı olarak da ifade edilmektedirler. - Çerçeveler özetlere altlık oluşturmaktadırlar. 	
Tasarım Çerçevesi	<ul style="list-style-type: none"> - Rehber statüsündedirler. - Rehberler ve çerçeveler detaylı hazırlanmaktadır. - Gelişme planı için rehber niteliğindedirler. - Yerel otoriteler ve ilgili gruplar hazırlık aşamasına katılmaktadırlar. - İlgili gruplar denetim katılım sağlamaktadır. - Meclis onayıyla kabul edilmektedirler. 	<ul style="list-style-type: none"> - Rehber statüsündedirler. - Detaylı olarak hazırlanmaktadır. - Her ikisinde de yerel otoriteler, mülk sahipleri, girişimciler ve ilgili gruplar hazırlık ve denetim aşamalarında katılım sağlamaktadır. - Meclis onayıyla kabul edilmektedirler. 		
BENZERLİKLER				

2.2.5.2 Kentsel tasarım rehberlerinin amaçları ve ilkeleri

Günümüzde kentlerde oluşturulan tasarım şemalarında, estetiğin yanı sıra hem sosyal boyut hem de fiziki boyut dikkate alınarak hedef ve politikalar belirlenmektedir. Öte yandan, hazırlanan kentsel tasarım rehberleri ve diğer kentsel tasarım kontrol araçları da bu doğrultuda geliştirilmektedir. Kentsel tasarım rehberleri oluşturulurken ana amaç; kentsel gelişmenin kontrol edilebilmesi adına esnek tasarım prensiplerinin belirlenmesidir (Şala 2013).

Karaman (1991)'a göre; tasarım rehberlerinin amacı, “kentsel sorun alanlarına ilişkin projelerin sosyal ve fiziksel programlarını ve ifadelerini sistemleştirmek olarak da tanımlanabilmektedir” (Yavaş 2012).

Quay (2003), tasarım rehberinin amacını; “kentsel tasarımda yeni politikalar ortaya koymak değil tasarımda daha yüksek standartları geliştirmek; planlama sisteminde, tasarım için yer alan hükümet politikalarına paralel ve destekleyici nitelikte, teşvik edici ayrıntılar” olduğunu ifade etmektedir (Kandemir 2010).

Kentsel tasarımda tasarım rehberleri, belirlenen amaç ve hedeflerin hayata geçirilmesini sağlamakta ve tasarımların ana çerçevesini oluşturmaktadır. Tasarım rehberlerinin genelinin temelinde, kentsel tasarım ilkeleriyle paralel olan belli hedefler yatmaktadır. Bu hedeflere aşağıda özet şekilde yer verilmiştir (Şala 2013).

- a) Mekânın Karakteri-Kimliği: Kentsel alanlarda yer alan her mekân kendi geçmişinin izlerini taşımaktadır. Kimlik, kentsel mekânların sürekliliği açısından önemli bileşenlerden bir tanesidir. Farklı görseller, kentsel mekânların kimliğini oluştururken aynı zamanda mekânların akılda kalıcılığını da artırmaktadır. Bu sebeple, mekânların sürekliliğinin sağlanması için tasarım rehberleri oluşturulurken, mekânların kimliği doğru analiz edilmeli ve her süreçte dikkate alınmalıdır.
- b) Kapsam ve Devamlılık: Kentsel tasarım rehberlerinin hedeflerinden bir diğeri de, özel ve kamusal alanlar arasındaki ayrımın, daha güvenli ve algılanabilir mekânlar oluşturulması amacıyla belirginleştirilmesidir.

- c) Kamusal Mekânların Kalitesi: Kentsel kamusal mekânların daha çekici hale gelebilmesi için tasarım detay ve malzemelerinin uyumlu hale getirilmesi ve peyzaj öğelerinin dengeli bir şekilde tasarım alanına dağılımının sağlanması gerekmektedir.
- d) Hareket Kolaylığı: Ulaşım ile ilgili doğru çözümler ve alan içerisinde genel sirkülasyon ile ilgili kolaylıkların sağlanması mekânların daha çekici hale gelmelerini sağlayacaktır.
- e) Okunabilirlik: Doğru ve yerinde tasarımlarla (tasarımlarda yerelin hayata geçirilmesi ile olanaklıdır) birlikte oluşturulacak kolay okunabilir-anlaşılabilir mekânlar, ziyaretçilerde her zaman güven hissi uyandırmaktadır. Gerçekleştirilen tasarımlar ile oluşturulan doğru dokular ve görseller kentsel mekânını daha okunaklı kılmaktadır.
- f) Uyum: İçerisinde farklılıklar ve esneklikler barındıran kentsel mekânlar uyumun(birliktelik) yüksek olduğu alanlardır. Bu mekânlar değişen koşullara uyum sağlayabilen, yaşayan mekânlardır.
- g) Farklılık: Kentsel mekânlarda oluşturulacak farklılıklar, kullanıcılara seçim hakkı sağlamaktadır. Oluşturulan farklılıklarla monoton tasarımlardan da kaçınılmış olmaktadır.
- h) Ekolojik Bilinç: Tasarım sürecinde alanın ekolojik özelliklerini göz ardı etmemek sürdürülebilir yaşam alanları oluşturmak bakımından oldukça önemlidir. Kentsel alanlarda ekolojik dengeye önem vererek yapılan tasarımlar sürdürülebilir anlamda başarılı örnekler oluşturacaktır.

Yukarıda sıralanan bu hedefler, her kentsel tasarım rehberinin içeriğinde yer alması gereken ortak kriterleri oluşturmaktadır. Söz konusu bu hedefler, yaşanabilir bir çevrenin temel gerekliliklerinin başında gelmektedir (Şala 2013). Bu hedefler doğrultusunda, kentsel tasarım rehberlerinin; ortak kamusal alanların tanımlanması ve tasarımı, tarihi kentsel dokunun korunması ve gelecek nesillere aktarılması, kentsel gelişmenin yönlendirilmesi gibi farklı amaçları olabilmektedir (Yavaş 2012).

Koç (1999) tasarım rehberlerinin en belirgin olumlu özelliklerini ve amaçlarını şöyle sıralamaktadır (Yavaş 2012);

1. Tasarımların politikalarıyla bağlantılılığı ve amaçları açık biçimde sunma özelliği (ilkeler özelinde ve örnekler üzerinde tartışma),
2. Tasarımsal anlamda kentlilik bilinci oluşturma,
3. Alanın bütününde veya tek parsel ölçeğinde öneriler sunabilme,
4. Yerel özelliklere vurgu yaparak ön plana çıkarabilme.

Yukarıda sıralanan amaçlar doğrultusunda kentsel tasarım rehberlerinin, hem uygulama aşamasında hem de uygulama sonrası aşamalarda aşağıda açıklanan ilke ve hedefleri yakalayacak şekilde hazırlanmaları gerekmektedir. Özyayın ve Özyayın'a (2001) göre, bu hedef ve ilkeler (Yavaş 2012);

- a) Yerellik ve Strüktür: Her alanın geçmişten gelen bir dinamiğinin ve kimliğinin olduğu göz ardı edilmeden tasarım uygulamalarının gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Yapısal anlamda kentteki koruma alanlarının göz ardı edilmemesi ve yere özgü potansiyellerin kullanılması gerekmektedir.
- b) Geçirgenlik: Kent içinde yer verilen işlevlerin arasındaki ulaşımın kesintisiz olması tasarımsal anlamda da geçirgenlik sağlayacaktır. Bu bağlamda, kentsel tasarım rehberlerinde geçirgenliğin sağlanması önemlidir. Kentsel tasarım kapsamında yapılan yaya yolları, sokaklar ve meydanların birbirleriyle bağlantılı olması ve iyi tasarlanması kentsel geçirgenliğe katkı sağlayacaktır.
- c) Gelişme Fırsatları: Kentte meydana gelebilecek değişimlere ve dönüşümlere fırsat sağlayan ve ortaya çıkacak yeni ihtiyaçlara cevap veren rehberler olmalarına özen gösterilmelidir (Kandemir 2010).
- d) Aktivite Örüntüleri: Aktivite örüntüleri, aktivitelerin bir arada uyum içerisinde bulunması sonucunda oluşan sistemler anlamına gelmektedir. Kentsel tasarımda aktivite alanlarına yer verilmesi, kullanıcıların aktivite ihtiyaçlarını karşılamaları bakımından oldukça önemlidir.
- e) Okunabilirlik: Yapılacak tasarımların odağında insan ve buna bağlı olarak insan ölçeği olmalıdır. Kullanıcıların mekânları okuyabilmeleri, kolay algılamalarıyla doğru orantılıdır. Kentsel tasarım kapsamında kolay okunabilirlik sağlamak amacıyla, kentlerimizde odak, nirengi noktaları ve imaj öğeleri ortaya konulmalıdır.

- f) Kentsel Peyzaj: Tasarım rehberlerinde kentsel peyzaja uyumlu ve onu destekleyen, geliştiren kararlar alınması oldukça önemlidir. Kentin görsel boyutu olan kentsel peyzaj biçim, estetik, form gibi unsurlar içermeli ve kentsel mekânlar arasında bütünleyici bir şekilde geçişi sağlamalıdır.
- g) Kentsel Kalite: Tasarım rehberleri bir kentte sosyo-kültürel, ekonomik ve mekânsal boyutta kentsel kaliteyi artırmalıdır.

2.2.5.3 Kentsel tasarım rehberlerinin çeşitleri

Kentsel tasarım rehberleri küçük ölçeklerden (bölge ölçeği) büyük ölçeklere (parsel ölçeği) kadar farklı ölçek ve amaçlarla hazırlandıkları için kapsamaları oldukça geniştir. Farklı alanlarda hazırlanan kentsel tasarım rehberleri 3 başlık altında ele alınabilmektedir (Şala 2013).

- 1- Proje Yönelimli Tasarım Rehberleri: bu rehberler belirlenmiş bir alana ve ana temaya odaklanıp, tasarımın o ana tema paralelinde geliştirildiği rehberlerdir. Örnek olarak; tarihi dokunun ön planda olduğu bir alanda rehber geliştirilecek ise yerel kimliğe uygun kent mobilyaları, meydanlar ve kimliği bozmayacak düzenlemeler oluşturmak tasarım rehberinin ana temalarını oluşturacaktır.
- 2- Süreç Yönelimli Tasarım Rehberleri: Bu tip tasarım rehberlerinde tasarım alanından çok konuya odaklanılmakta ve hedefler doğrultusunda sürece dayalı tasarım yapılmaktadır. Örnek olarak yayaya yönelik tasarımlar veya kentsel açık-yeşil alan sistemini korumaya yönelik tasarımların yapılması verilebilir.
- 3- Bir kentin tamamı yerine yalnızca belli bir özelliğine yönelik tasarım rehberleri oluşturulmasında ise tek bir özel konuya odaklanılmaktadır. Örnek olarak yürüyüş alanlarının düzenlenmesi, donatı elemanlarının ele alınması veya sadece cadde üzerindeki ağaçlandırma kompozisyonunun dikkate alınması gibi.

Tasarım rehberleri, tasarım hedeflerine göre bir diğer sınıflandırmaya göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır (Şala 2013).

- 1- Ön Tanımsal (Kuralcı) Rehberler (Prescriptive Guides): Bu kapsamdaki rehberler sonuç ürününün temel özelliklerini ortaya koyarak, tasarımcının hangi sınırlar içerisinde kalması gerektiğini tanımlamaktadırlar (Yavaş 2012).
- 2- Performans (İşlemsel) Rehberleri (Performance Guides): Tasarım süreci sonunda sonuç ürün için gerekli performans özelliklerini ve proje etkilerinin değerlendirilebileceği ölçütleri ortaya koymaktadır (TAKS, iklim, gün ışığı, topografya ile ilişkiler vb gibi) (Karaman 2008, Şala 2013). Performans rehberlerinde, ön tanımsal rehberlere göre tasarımcılar daha özgür ve yaratıcı bir şekilde tasarımlar yapabilmektedir (Şala 2013).
- 3- Tavsiyeci Rehberler: İşlemsel ve ön tanımsal rehberlere göre bu rehberler sınırlayıcı olmak yerine tavsiye niteliği taşımaktadırlar. Tavsiyeci rehberler uyulması gereken herhangi bir yasal zorunluluğu içermemektedirler (Şala 2013).

Çizelge 2.3’de ön tanımsal (kuralcı) rehberlerle birlikte performans rehberleri karşılaştırılmaktadır.

Çizelge 2.3 Ön tanımsal rehberler ile performans rehberlerinin karşılaştırılması (Elhan 2006’dan değiştirilerek)

Ön Tanımsal (Kuralcı) Rehberler (Prescriptive Guides)	Performans (İşlemsel) Rehberleri (Performance Guides)
Sonuç ürünün temel karakteri tariflenmektedir.	Sonuç ürünün ortaya konulması için gereken performans tariflenmektedir.
Dayandırıldıkları tasarım kuralları kadar iyi ya da kötüdürler.	En önemli avantajları, tüm alan için belirli ölçüler getirmelerine rağmen, standart formlar oluşmasına izin vermemeleridir.
Tasarımcı yapılaşmış çevrenin ne çeşit bir dokusu olduğu konusunda çalışmaktadır.	Tasarımcının bireysel tasarım şeması üzerine kuruludur.
Yapı elemanlarına kadar ayrıntıda tanımlamalar içerebilirler ve belirli formları önermektedirler.	Kentsel tasarımın bireysel elemanlarının tasarımı tasarımcıya bırakılmaktadır.
Esneklikleri oldukça azdır.	Daha esnekler ve tasarımcının özgür bir şekilde yaratıcılığına izin vermektedirler.
Genellikle kontrol amaçlı kullanılmaktadırlar.	Değişken düşünceyi teşvik etmenin yanında, hedeflere ulaşılabilmenin sağlanması için daha çok gayret gerektirmektedir.
İlk gelişen tasarımları değerlendirmek, kolay olmaktadır.	İlk gelişen tasarımları değerlendirmek, daha zor olmaktadır.

2.2.6 Yurtdışı kentsel tasarım rehberi örnekleri

2.2.6.1 Toronto kenti kentsel tasarım rehberi

Kanada Toronto’da kentsel tasarım rehberleri, imar planında ve imar mevzuatında geçen kentsel tasarım hedeflerini netleştirmek için kullanılmaktadır. Hazırlanan kentsel tasarım rehberi, imar yasalarının gerçek hayata aktarılması süreci sırasında belediye tarafından göz önünde bulundurulmaktadır. Öte yandan, Toronto kentinin imar planı, kentsel tasarım rehberlerinin imar planının uygulama stratejisinin önemli bir parçası olduğunu vurgulamaktadır (Samur 2007).

Kanada Toronto kentsel tasarım rehberinin ana hedefleri olarak;

- Tüm yaşayanlar için yüksek kalitede yaşanabilir bir çevre yaratmak,
- Açık alanlar ve kamusal sokaklar ile yeni yerleşimler arasındaki ilişkiyi ortaya koymak ve artırmak,
- Bitkiler, sokak ağaçları, yapılar ve rekreasyon alanları gibi öğeleri ve önemli doğal öğeleri korumak,
- Gölgeleyen ve engellenen manzaraları en aza indirmek ve mevcut konutlarda açık alanlardaki görüş alanını artırmak,
- Servis alanlarının (otopark, yükleme ve çöp) kamusal sokaklar ve açık alanlardaki etkilerini en aza indirmek amacıyla birleştirmeye gitmek ve
- Gelecek kuşaklar için önemli ve yeterli altyapıyı sağlayabilmek olarak sıralanabilmektedir (Samur 2007).

Toronto kentsel tasarım rehberi farklı kapsamlarda hazırlanmıştır. Bu kapsam dahilinde;

- a) Bölge veya Alan Bazında Rehberler: Bu rehberler;
 - Gelişim ve içeriği,
 - Büyük yerleşimlerin ilerleyen aşamalarda nasıl gelişeceklerini ve düğüm noktalarını,
 - Bulvarlar veya büyük caddelerin belirli bir kesiminin gelişimlerini içermektedirler. Bu türdeki rehberler genellikle, resmi plan değişiklikleri, imar

planı değişiklikleri, parsel uygulamaları veya yerleşim planı kontrol uygulamaları göz önüne alındığı sırada oluşturulmaktadır (Anonymous 2009).

- b) Kent Geneli veya Özel Bina Gelişim Rehberleri: Bu rehberler, bütün kent genelinde uygulanan kentsel tasarım konuları üzerinedir. Bu rehberlerden bazıları sokak tasarımları, kamu güvenliği ve ulaşılabilirlik gibi konularla ilgilidir. Diğerleri ise, özel bina tipleri ve çevrelerinin tasarımında kullanılır. Örneğin; dolgu alanlarında yer alan konutlar, yüksek yapılar, arabaya servis yapılan yerleşimler, otopark alanları vb. gibi. Rehberler, yerleşim tasarımında ve bina formunda kamu yararını gözetmeyi ve hem yerelde hem de bütün kent genelinde iyi bir kentsel tasarımı başarmayı amaçlamaktadır (www.toronto.ca, 2002).

Toronto Kentsel Tasarım Rehberi kapsamında;

Bina yerleşimi ve düzenlemeleri için:

- Sokaktan geri çekme mesafeleri; ana cephelerin sokak ile paralel ve komşu binalarla aynı hizada konumlandırılması,
- Park etme; Toronto'daki mahallelerin sokak görünümünün karakterinin korunması ve yayaların çevrelerinin geliştirilmesi ihtiyacı ile park etme ihtiyacı arasında bir dengenin kurulması ve
- Servis ve kamu hizmetleri; binaların ve site planlarının düzenlenmesi ile servis işlerinin erişilebilir açık alanlardaki ve sokaklardaki etkilerinin en aza indirilmesi gerekmektedir (Samur 2007).

Bina formu açısından:

- Sokak ölçeği; sokaklarda ve açık alanlarda yeterli gün ışığı ve gökyüzü görünümünün sağlanması,
- Binaların seviye ve yükseklik ilişkisi; mevcut ya da doğal seviyeyi veya yer seviyesinin kullanılması ve komşuyla uyumlu şekilde bütünleştirilmesi,
- Bina cepheleri; yeni gelişimde ön cephelerin etkili olması ve iyi oranlanması ve komşu binalarla bütünleştirilmesi,
- Aydınlatma; binalar arasındaki en uygun mesafeye ulaşarak yeterli aydınlatma, görünüm ve mahremiyetin sağlanması,

- Konut içindeki doğal ışık açısından; yönelme ve bina duvarları ve pencereleri arasındaki alanın, günün farklı bölümlerinde ana oturma alanına gün ışığının ulaşabilmesi için yeterli olması ve
- Mahremiyet açısından; konut pencereleri ve balkonları yüz yüze gelmemeli veya birbirinden farklı yerlerde bulunmaları öngörülmektedir (Samur 2007).

Yayalar için rahat bir çevrenin oluşturulması kapsamında;

- Sokak görünümü gelişimi; sokak görünümü gelişiminin bitkilendirme, dekoratif döşeme ve aydınlatma içeren kamusal bulvarlarda ve konut arka bahçe çekme mesafelerinde sağlanması,
- Yaya konfor ve güvenliği; yeni gelişme alanları içerisinde ve çerçevesinde yaya konfor ve güvenliğinin sağlanması düşünülmektedir (Samur 2007).

2.2.6.2 Edinburhg kenti kentsel tasarım rehberi

Edinburgh kentsel tasarım rehberi dört ana başlıktan oluşmaktadır: (Samur 2007)

- 1- Makro Kent Ölçeği kapsamında; kentin ana girişleri, ana arterler ve eşikler, dünya kültür mirası kapsamında olan alanlar ve diğer koruma alanları, kent çevresindeki yedi tepe ve manzaraları, sınırlar, kenti çevreleyen yeşil kuşak ve kent formu içinde uzanan yeşil koridorlar, ana kamusal parklar ve kentsel açık alanlar, sahil şeridi, akarsular ve kanallar, kentin silueti, nirengi noktaları ve dokular ele alınmaktadır (Samur 2007).
- 2- Yerel Bölge Ölçeği kapsamında; geçmişle bağlar korunmalı ve koruma alanları yeniden kullanılmalı, yapılar çevresindeki öğeler ile uyumlu olmalı, yerel malzemeler kent genelinde kullanılmalı ve kamusal alanın kalitesi arttırılmalıdır. (Samur 2007).
- 3- Arazi/Sokak Ölçeği kapsamında; yapıların bütün cephelerinin uygun ve tutarlı detaylı çizimlerinin yapılması gerekmekte ve kent içindeki proporsiyonlar (birbirlerine göre oran orantı) ile uyumlu olunmalıdır. Kaliteli malzemeler kullanılmalı ve yapılarda geçmişe öykünen, doğal görünümlü özel ilişkiler kurulmalıdır. Yeni binalar yükseklikte uyumlu olmalıdır (Samur 2007).

- 4- Kamusal Alan Ölçeği kapsamında; yayaların alanın bütün parçalarında serbestçe dolaşabilmesi (geçirgenliğin artırılması), sokaklar ve geçişlerde yayaya öncelik verilmesi, yaya yollarında çeşitlilik sağlanması ve kamusal alanların okunabilir, kolay yön bulunabilir ve insan ölçeğini dikkate alan bir yapıda olmasına dikkat edilmelidir (Samur 2007).

Yukarıda açıklanan 4 ana başlığın haricinde Edinburgh kentinin tarihi dokusu ile ilgili olarak ta; yapı elemanları tasarlanırken geleneksel formların çağdaş malzemeler ile uyumunun sağlanması göz önünde tutulmalıdır (Samur 2007).

2.2.6.3 Seattle kentsel tasarım rehberi

Seattle kentsel tasarım rehberi; 1993 yılında ticari yapılar ve birçok ailenin oturduğu yerleşimler için hazırlanan, Amerikan tarzda kentsel tasarım rehberlerine örnek oluşturan en önemli çalışmalardan birisidir. Daha sonraki yıllarda bu rehber, gelişen kentsel özelliklerle birlikte yenilenmiştir (Şala 2013).

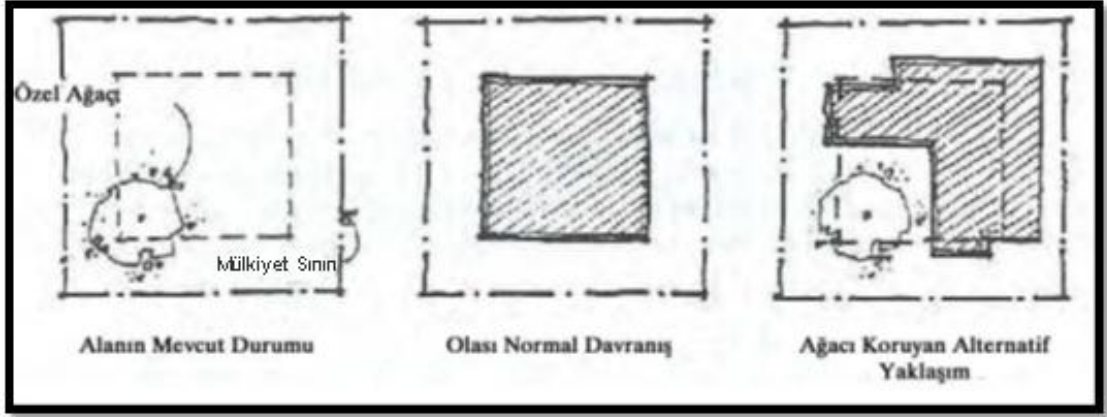
Yarım milyondan biraz daha fazla nüfusa sahip olan Seattle, 'Puget Sound' kentsel bölgesinin 1/3'ünü barındırmaktadır. Seattle kenti, 1889 yılında büyük bir yangın felaketi geçirmiş ancak kent kendini hızlı bir şekilde toparlayarak homojen bir dokuya ulaşmıştır. 1973 yılında kent komisyonu '2000 Yılı Seattle Hedefleri'ni yayınlamıştır. Yayımlanan bu hedeflerde öncelikli konular olarak; planlamada katılımın sağlanmasına ve aşırı yoğunluğun engellenmesine değinilmiştir. Bu hedefler çerçevesinde, 1982 yılında konut alanları için yeniden bölgeleme planı oluşturulmuştur. Bölgeleme planının ana hedefleri arasında; Seattle' ın eşsiz karakterini güçlendirip korumak, konut sayısının artırılması, yaya için daha çekici sokakların oluşturulması ve tasarım kalitesinin güçlendirilmesi yer almaktadır. Bölgeleme planının kentsel tasarım politikaları adı altında 7 alt hedefi belirlenmiştir: (Şala 2013)

1. Kent merkezi ile kentin sahip olduğu doğal özelliklerin (su yüzeyi, tepeler ve dağlar) arasındaki ilişkinin güçlendirilmesi,

2. Önemli kamusal manzara noktalarının korunması,
3. Sokak düzeyinde ve kamusal parklarda kaliteli ışık ve hava akımının sağlanması,
4. Yaya öncelikli yüksek kaliteli sokak mekânlarının oluşturulması,
5. Kent merkezinin karakterini oluşturan belli özelliklerin güçlendirilmesi,
6. Kent merkezi stratejik noktalarında yeni park ve açık-yeşil alanların oluşturulması,
7. Geçmişin izlerinin kaybolmaması adına eski önemli yapıların korunmasıdır (Punter 1999, Şala 2013).

1993 yılında hazırlanan Seattle kentsel tasarım rehberi, çok sade bir şekilde arazi kullanım ve peyzaj prensiplerini belirlemekte, kamusal alanlara özen göstermekte ve mimari elemanlar ile yapı malzemelerine değinmektedir. Ayrıca hazırlanan kentsel tasarım rehberinde, kentlilerin bir paydaş olarak sürece katılımına çok önem verilmiştir. Bu bağlamda, kentlilerin fikirlerinin önemsendiği bir proje geliştirme çabası söz konusu olmuş ve ‘Kendi Tasarım Rehberini Kendin Yarat’ isimli bir el kitabı dahi yayınlanmıştır (Punter 1999, Şala 2013).

1993 yılında birden çok ailenin oturduğu konutlar ve ticaret binaları için hazırlanan Seattle kentsel tasarım rehberinde; alan planlaması, yükseklik, kütle ve ölçek, mimari elemanlar ve materyaller, yaya çevresi ve peyzaj düzenlemeleri konuları ana başlıklardır. Alan planlaması bölümü altında; gerçekleştirilecek tasarımların, kentin doğal karakterine özellikle topoğrafyasına uygun olmasına dikkat çekilmiştir. Bu kapsamda, binaların birbirlerinin manzara görüş açılarını ve güneş alma durumlarını engellememesi adına topoğrafik özelliklere uygun yerleşimler önerilmiştir. Öte yandan, bina yerleşimlerinde mevcut bitki örtüsünün zarar görmemesi adına öneriler sunulmuştur (Şekil 2.3) (Punter 1999, Şala 2013).



Şekil 2.3 Peyzaj öğesini korumak amacıyla alternatif yapı yerleşimi (Şala 2013)

Konut alanları ve ticari yapılar için hazırlanan Seattle kentsel tasarım rehberinde, bina girişleri-otopark ve sokak düzeni arasında da öneriler sunulmuştur. Buna göre; sadece otopark alanından değil sokaktan da kolay algılanabilir bir giriş, yer verilecek peyzaj öğeleriyle birlikte daha güçlü hale getirilebilmektedir (Şala 2013).

Diğer yandan, kentte yer verilecek açık-yeşil alanların, kentlilerin ortak paylaşım mekânları olacağı üzerinde durulmuş ve binalara ortak avlular önerilmiştir. Otopark düzenlemelerinin; büyük alanları işlevsiz hale getirmelerinin önüne geçilmesi amacıyla, daha parçacıl ve küçük olarak çözümleri üzerinde durulmuş ve araç öncelikli olmak yerine yaya güvenliğini ön plana çıkaran yaklaşımların benimsenmesi önerilmiştir (Şala 2013).

Rehberin yükseklik, kütle ve ölçek bölümünde ise; mimari stile, detaylara, renk ve malzemelere, peyzaj öğelerinin yaratıcı bir şekilde kullanılmasına ve yaya geçiş mekânlarının peyzaj öğeleriyle birlikte düzenlenerek kademeli bir geçişin sağlanmasına yer verilmiştir. Her şeyden önce, alanın tarihi kimliğinin gerçekleştirilecek olan tasarımlar için bir referans olarak kullanılması üzerinde önemle durulmaktadır (Şala 2013).

Özet olarak; Seattle çok aileli konut alanları ve ticari yapıları için hazırlanan kentsel tasarım rehberinde, kent kimliğinin korunmasının yanında yoğunluğun dengeli yayıldığı

ve yayaların güvenle, rahat hareket edebileceği ve konforun yüksek olduğu kentsel mekânlar oluşturulması ana amaçtır (Şala 2013).

Öte yandan, yakın zamana bakıldığında, Seattle kenti planlama ve gelişim birimi tarafından, Aralık 2013 yılında “Seattle Tasarım Rehberi” yayınlanmıştır. Yayınlanan bu rehberin ana amacı; mimarinin, kentsel tasarımın ve kamusal alanların niteliklerinin başarılı projeler oluşturmak amacıyla tanımlanması ve özel projelere rehberlik etmek amacıyla bir araç olarak hizmet verebilmektir. Seattle tasarım rehberi iki ana bölümden oluşmaktadır. Birinci ana bölümün adı, genel durum ve alan özellikleridir. İkinci ana bölümün adı ise, kamusal yaşamdır (Anonymous 2013a).

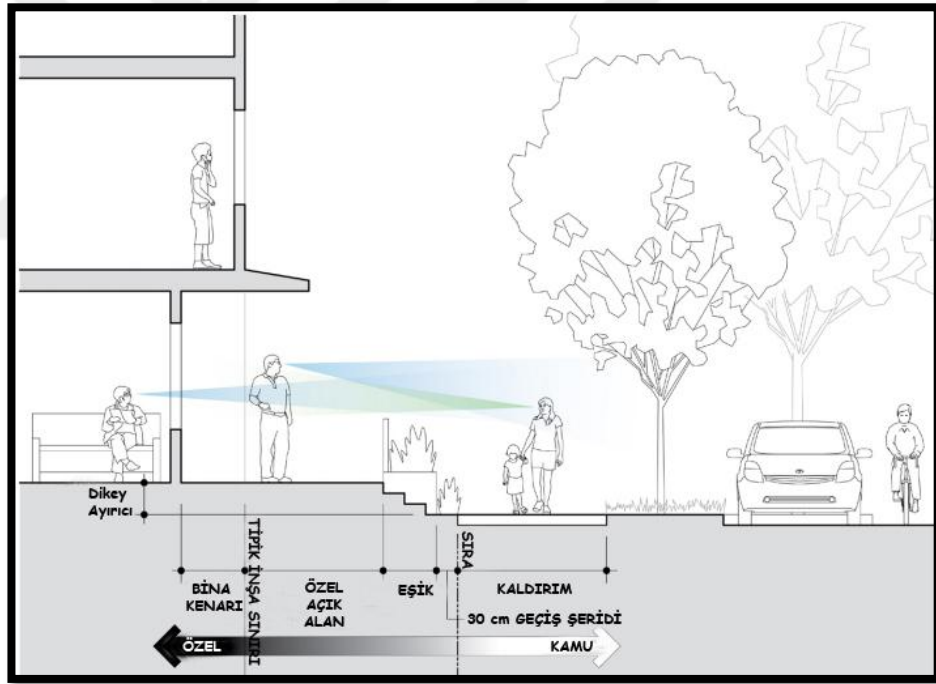
Seattle tasarım rehberinin birinci ana bölümü ilk alt bölümünde, doğal sistemler ve alan özellikleri ana başlığı altında; enerji kullanımı, güneş ışığı ve doğal havalandırma, topoğrafya, bitkiler ile doğal habitat ve son olarak ta su ve yağmursuyu yönetimi konuları yer almaktadır. Bu bölümde, doğal sistemlerin tasarım sürecinde kullanılmaları ve proje tasarımının başlangıç noktası olarak alanın ve yakın çevresinin özelliklerinin kabul edilmesi gereği üzerinde durulmaktadır (Anonymous 2013a).

Rehberin birinci ana bölüm ikinci alt bölümünde, kentsel desen ve biçim ana başlığı altında kentin konumu ve komşuluk ilişkileri, mücavir alanlar, sokaklar ve açık alanlar, bloklar arasındaki ilişkiler ve yükseklik, kütle ve ölçek konularına yer verilmiştir. Bu bölümde, çevredeki en çok istenilen formların, karakterlerin, sokak desenlerinin, bina cephelerinin ve açık alanların güçlendirilmesi üzerinde durulmaktadır (Anonymous 2013a).

Rehberin birinci ana bölüm son alt bölümünde ise, mimari içerik ve karakter ana başlığı altında; pozitif komşuluk ilişkilerinin vurgulanması ve yerel tarih ve kültür konularına değinilmektedir. Bu kapsamda mahallenin mimari karakterine katkıda bulunulması gereği üzerinde durulmuştur (Anonymous 2013a).

Rehberin ikinci ana bölümü olan kamusal yaşam başlığı altında, ilk alt bölüm olarak bağlantılılığa (açık alanlar ağı, yürüyüş yolları ve bağlantıları, dış mekân kullanımları ve aktiviteleri), ikinci alt bölüm olarak yürünebilirliğe (erişilebilirlik, güvenlik, hava durumundan korunma ve yönlendirme), üçüncü alt bölüm olarak sokak düzeyinde etkileşime (girişler, ticari alan kenarları ve yerleşim alanı kenarları) ve son alt bölüm olarak aktif ulaşım (giriş yerleri ve ilişkileri, bisikletliler için geleceği planlama ve transit taşıtlar için geleceği planlama) yer verilmiştir (Anonymous 2013a).

Rehberin genelinde çeşitli alanlarda gerçekleştirilecek tasarımsal yönlendirmelere ilişkin notlar, planlar, kesitler, detaylar ve fotoğraflar yer almaktadır. Rehber oldukça okunaklı ve olabildiğince rahat kullanımlıdır (Şekil 2.4) (Anonymous 2013a).



Şekil 2.4 Kamusal ortak alan ve özel mülkiyet arasındaki yatay ve dikey ayırıcılar (Seattle Tasarım Rehberi sokak düzeyinde etkileşim bölümünden) (Anonymous 2013a)

2.2.7 Yurtiçi kentsel tasarım rehberi örnekleri

2.2.7.1 İstanbul kentsel tasarım kılavuzu (rehberi)

İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı tarafından bazı kurum ve kuruluşlar tarafından Kasım 1989'da İstanbul Kentsel Tasarım Kılavuzu hazırlanmasıyla ilgili bir öneri istenmiştir. Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık-Şehir ve Bölge Planlama Bölümü Kentsel Tasarım Kılavuzu Çalışma Grubu tarafından hazırlanan öneri, İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı tarafından uygun görülmüş ve bu kılavuz ile ilgili çalışmalar 12 Kasım 1990'da, İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanı ve Yıldız Teknik Üniversitesi Rektörü arasında imzalanan protokol gereğince başlatılmıştır (Anonim 1992a).

İstanbul Kentsel Tasarım Kılavuzu on ana bölümden oluşmaktadır:

- 1- Makro Yaklaşım,
- 2- Reklam ve Tanıtıcı Levhalar,
- 3- Kentsel Mekânlar,
- 4- Kent Mobilyası,
- 5- Aydınlatma,
- 6- Renk,
- 7- Kent Akustiği,
- 8- Kentsel Yeşil Alanlar,
- 9- Bitkisel Ögeler,
- 10- Engelliler için Kentsel Tasarım

Birinci bölümde, makro yaklaşım gereği olarak, Kent Planlama/ Kentsel Tasarım bütünlüğünden söz edilmekte, İstanbul kentsel tasarım sürecine kuramsal yaklaşımlar koşulunda ne tür imaj öğeleri ve ölçütler (kriterler) ile yaklaşılması gerektiği açıklanmakta, İstanbul kentsel tasarım çalışmalarını yönlendirecek malzemenin (bilgi, harita) üretilmesi için metropol ölçeğinde yapılan incelemeler aktarılmakta, Kentsel Tasarım Kılavuzu'nun yaşama geçirebilmesi için gerekli örgütlenme önerisi sunulmaktadır (Anonim 1992a).

İkinci bölümde, açık hava reklamları ve tanıtıcı levhalar ile ilgili tasarım, yapım, üretim, yerleşim, bakım-onarım, aydınlatma konularında temel ilkelere yer verilmiş, örgütlenme ve uygulamaya ilişkin öneriler sıralanmıştır (Billboardlar ve ilan panoları ile ilgili çalışmalar, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Merkez Şubesi tarafından yapıldığı için bu kılavuz kapsamında yer almamıştır.) (Anonim 1992a).

Üçüncü bölüm kapsamı içinde yaya dolaşımı ve özellikleri, dış mekân oluşturucu öğeler olarak zemin öğeleri, çevreleyici öğeler ve üst örtü öğeleri gerek yapısal gerekse bitkisel olarak ele alınmakta ve incelenmektedir (Anonim 1992a).

Dördüncü bölümde, kent mobilyaları ile ilgili öğeler, tasarım faktörleri ve tasarım ölçütleri açısından incelenmekte ve oturma birimleri, bitki kapları, babalar, çöp kutuları, ağaç ızgaraları ve koruyucuları, bisiklet parkları, telefon kabinleri, posta kutuları, toplu taşıma durakları, su içme çeşmeleri, heykeller, saatler, yüzey ve servis öğeleri, bilgi ve işaret levhaları, yangın muslukları ve bayrak direkleri ile ilgili örnekler verilmektedir (Anonim 1992a).

Beşinci bölümde, tarihi ve mimari değeri olan yapılar, surlar, kafeler, park-bahçe ve benzeri yeşil alanlar gibi kentsel öğelerin aydınlatılması ile yol, meydan gibi dış aydınlatma konularına yer verilmiş, aydınlatma tekniği ve görsel izlenim yönlerinden konuya yaklaşmıştır (Anonim 1992a).

Altıncı bölümde ise, kentsel görüntüde gerek tek tek yapılar gerekse yapı ve çevresi ile etkileşim yönünden gündüz ve gece koşullarında renk kullanımında uyulması gereken ilkelere yer verilmiştir (Anonim 1992a).

Yedinci bölümde, kent akustiği bakımından özellikle günümüzde önemli bir çevre kirliliği sorunu olan gürültü konusuna değinilmiş, kentsel tasarımda gürültüye neden olan temel kaynakların gürültüsünün azaltılmasında önemli olan etkenlere yer verilmiştir (Anonim 1992a).

Sekizinci bölümde, kentsel yeşil alan kapsamı içinde; rekreasyon alanları, spor alanları ve çocuk oyun alanları tanım, gereksinim, ölçü ve donatıları açısından ele alınmakta ve incelenmektedir (Anonim 1992a).

Dokuzuncu bölümde, İstanbul ve çevresinde kullanılabilir bitkisel ögeler, ağaçlar, çalılar, tırmanıcı ve sarılıcı, senelik ve çok senelik bitkiler, özel kullanım (yol ağaçları, kent koşullarına dayanıklı bitki türleri vb. gibi) için listeler verilmektedir (Anonim 1992a).

Onuncu bölümde, engelliler için tasarım kavramları, engelli tipleri, tasarım ile ilgili detaylar, bitkilendirme, işaret bilgi levhaları ve rekreasyon esasları açıklanmaktadır (Anonim 1992a).

Her bölümün başında içerik, sonunda varsa harita ve ekler yer almaktadır. Bölümler arası bağlantılar gerek giriş bölümü gerekse makro yaklaşım bölümünde kurulmakta, ayrıca bölümlerde ilgili alt bölümlere ve görsel malzemeye atıflar yapılmaktadır. Kılavuzun geniş bir kapsamı olduğundan dolayı, seçilen sayfa düzeni ve kodlama tekniği ile atıflar sadeleştirilmeye çalışılmıştır. Bölümlerde yer alan görsel malzemenin (harita, şekil, çizelge) dizini ve yararlanılan kaynaklar kılavuzun sonuna eklenmiştir (Anonim 1992a).

Kentsel Tasarım Çalışma Grubu'nun İstanbul Kentsel Tasarım Kılavuzu'na yaklaşım politikası; değiştirilemez ve her yönden sınırlayıcı standartlar önermek değildir. Aksine, Kentsel Tasarım Çalışma Grubu,

- Ana ilkeleri saptayarak,
- Tasarım gereklerini sıralamak,
- Tasarım gereklerini ekonomik, güvenli, cazip çözümlere göre test etmek,
- Denetleme/değerlendirme komisyonlarını devreye sokmak yaklaşımıdır (Anonim 1992a).

İstanbul son 30 yıldır aldığı göçler ve önemli boyutlardaki yapısal dönüşümler nedeniyle sosyal ve ekonomik yapı değişikliklerinin tüm yansımalarını mekânda yaşayan bir büyükşehirdir. Bu sebeple, İstanbul Kentsel Tasarım Kılavuzu kentsel mekânda ayrıntılı bir düzenleme yöntemi yerine, çok boyutlu/değişkenli metropoliten yerleşme ortamında planlama ve uygulama ilkelerini,

- Genel ölçekte ve esnek bir yapıda belirleyen,
- İstanbul'un kentsel tasarımına planlama yöntemi açısından nasıl yaklaşılması gerektiği konusunda bilimsel ölçüler içinde bir sistem öneren,
- Kaybedilmeye başlanmış boyut-ölçek-hiyerarşi-oran-doku-mekân-detay-malzeme ilişkisi bakımından kentsel tasarım projelerini yönlendiren, bir tasarım rehberi olarak ele alınmıştır (Anonim 1992a).

Bu bakımdan İstanbul Kentsel Tasarım Kılavuzu içerik ve düzenleme özellikleri bakımından “süreklilik” özelliğine sahiptir. Kılavuzun öngördüğü standartlar sürekli olarak gözden geçirilerek gelişmeye açık bir biçimde, öneri ve tepkiler değerlendirilecek, böylelikle kılavuz zaman içinde teknoloji/bilgilenme/olanaklar doğrultusunda gelişecek ve kapsamı zenginleşecektir (Anonim 1992a).

İstanbul Kentsel Tasarım Kılavuzu,

- İstanbul'un bulunduğu coğrafi koşullara uygun,
- İstanbul'un bir dünya şehri olarak sahip bulunduğu değerlerle çelişmeyecek ölçütlerle,
- Yasal/yönetmelik çerçeveye altlık oluşturmak üzere hazırlanmıştır ve bu çerçevede kullanıma sunulmaktadır.

İstanbul Kentsel Tasarım Kılavuzu'nun rehberliğinde ele alınacak ekonomik, çevreye uygun ve İstanbul'a katkıda bulunacak tasarımların pratik sonuçlarının kısa bir zamanda alınması amaçlanmaktadır (Anonim 1992a).

Kentsel Tasarım Kılavuzu'nda ana amaç kentlilere daha rahat yaşam mekânları sağlamak, yeni bir planlama politikası ile İstanbul'a özgü olanı oluşturmaktır. Bu yeni politikanın amacı, bir planlama çerçevesi içinde tasarım becerisine açık çeşitli

yaklaşımlara ulaşmak, yaşanabilir çevreler oluşturmaktır. İyi tasarımlar eğer biçim ve gelişmeyi etkileyen faktörler göz önüne alınmadıysa her zaman iyi düzenlenmiş çevre görünüşleri vermemektedir. Kullanıcılar ile plancılar ve uygulamacılar arasında bağdaşma yoksa, zamanın ve zaten yetersiz olan kaynakların israfı söz konusu olmakta, yerleşmenin karakteristik özellikleri de olumsuz etkilenmektedir (Anonim 1992a).

Kentsel Tasarım Kılavuzu'nun yardımıyla, İstanbul'da kentsel tasarım çalışmalarını denetim altına almak, üretenler, uygulayanlar, denetleyenler ve belediye yetkilileri arasında sağlam bir temel kurmak amaçlanmaktadır (Anonim 1992a).

Kılavuz İstanbul'un yaşadığı hızlı kentleşme sürecinde,

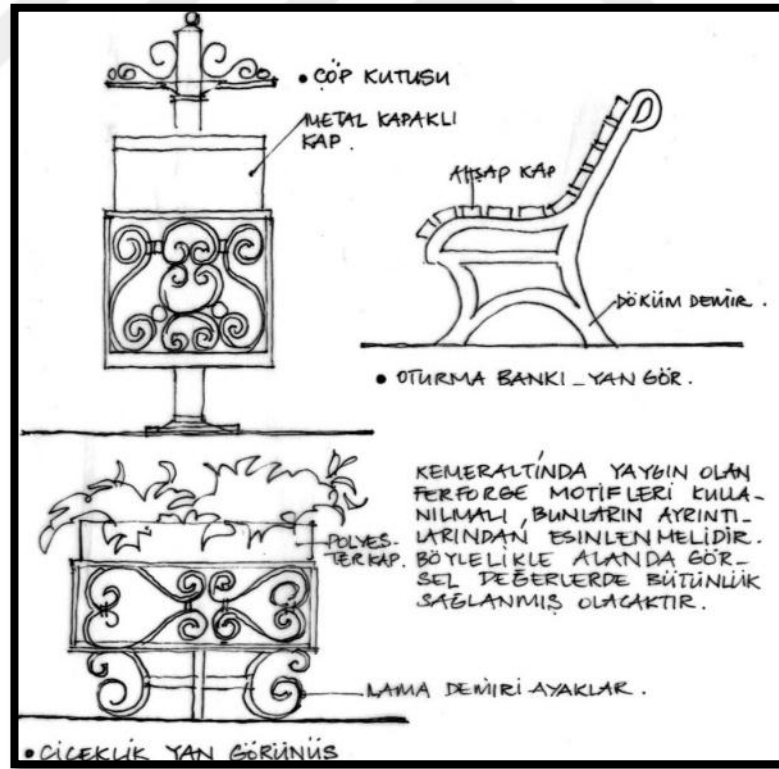
- Kent planlaması ile kentsel tasarım yaklaşımlarını bütünleştirmek,
- Kenti daha fazla çirkinleşmekten kurtarmak,
- Kentsel değerleri daha fazla yok olmaktan korumak,
- Kentin kimliğini korumak, yenilenen ve gelişen kısımlarına kimlik kazandırmak,
- İstanbullulara kentsel yaşamı çağdaş ölçülerde tanıtmak,
- Bu dünya şehrinin kültürel değerlerini yasa/yönetmelik düzeyinde koruma altına alacak düzenlemelere rehber oluşturmak için oldukça gereklidir (Anonim 1992a).

2.2.7.2 İzmir Konak Kemeraltı kentsel tasarım rehberi

İzmir Kemeraltı Koruma Amaçlı İmar Planı Revizyonu kapsamında tamamlanmış olan planlama çalışmalarının bir bölümü olarak hazırlanan ve İzmir Konak Belediyesi (işveren) ile Dokuz Eylül Üniversitesi adına Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü (müellif) arasında imzalanarak hazırlanan bu rehberdeki temel amaç; kentsel sit alanını içeren tarihi dokunun özelliklerinin korunarak geleceğe aktararak yaşatılması ve yeni yapılacak yapılarda da bu özelliklerin benimsenmesidir. Bu amaçla, kentsel sit alanı içerisindeki dokunun özgün elemanlarının saptanması ve uygulamada göz önünde bulundurulması temel hedeftir (Anonim 2002).

Kemeraltı Kentsel Sit Alanı içindeki tescilli veya tescilli olmayan, ancak cephe özellikleri yönünden dokunun ayrılmaz parçası niteliğindeki, birçok yapıda bulunan ve tekrar eden cumbalar, balkonlar, kepenkler, söveler, kapılar, pencereler, bacalar vb. öğeler, geleneksel dokunun önemli öğeleri arasındadır. Söz konusu bu öğelerin detayları incelendiğinde, fonksiyonel özellikler taşımalarının yanında, görsel olarak da dokuya önemli katkılar sağladıkları görülmektedir. Bu kapsamda, restore edilecek ya da yeni yapılacak yapılarda bir tasarım ve projelendirme ilkesi olarak bu detayların aslına uygun veya uyumlu olarak kullanılması hedeflenmelidir (Anonim 2002).

Hazırlanan rehber kapsamında, yeni yapılacak veya restore edilecek binaların cephe renklendirmelerinde kullanılacak renk çeşitliliğine karar verilmiş ve ayrıca kentsel sit alanı içerisinde kullanılacak donatı elemanları ile ilgili de öneriler sunulmuştur (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 Kemeraltı kentsel tasarım rehberinde yer alan öneri donatı elemanları (Anonim 2002)

2.2.7.3 İstanbul tarihi yarımada kentsel tasarım rehberi

İstanbul Büyükşehir Belediyesi İmar ve Şehircilik Daire Başkanlığı Tarihi Çevre Koruma Müdürlüğü tarafından hazırlanan bu rehber; İstanbul'un geleceğini planlayan 1/5000 ve 1/1000 ölçekli projelerin uygulamaya geçirilmesinde ihtiyaç duyulan verilerin daha ayrıntılı olarak detaylarda da ele alınması ve kullanıcıların hizmetine sunulması hedefine yönelik olarak hazırlanmıştır. Rehber; üniversite, koruma kurulu ve belediye arşivlerinden elde edilen projelerin sayısal ortama geçirilmesi şeklinde oluşturulmuştur (Anonim 2006).

Tarihi Yarımada Koruma bölgelerinde farklı tipolojik özellikler gösteren alanlarda, her tür tasarım ve uygulamayı yönlendirici, Tarihi Yarımada'nın tarihsel, kültürel, fiziksel ve doğal karakterine uygun, geleneksel mimari kimliğinin sürekliliğini esas alan, bölge özelliklerini yansıtarak ve koruyarak sürekli kılan ve canlandıran ölçütleri belirleyerek genel sınıflama envanteri bağlamında "Tarihi Yarımada Kentsel Tasarım Rehberi'ni" oluşturmak üzere çalışmalar yapılmıştır (Anonim 2006). Bu bağlamda Tarihi Yarımada'da yer alan tüm tarihi yapıların cephelerinin rölöveleri çıkarılmış ve kayıt altına alınmıştır. Tarihi Yarımada'da gerçekleştirilecek mimari projelerin kayıt altına alınan cephe özellikleriyle (cumbalı, söveli) karşılaştırılması ve alanın tarihi dokusuna uygun olmasının sağlanması, hazırlanan kentsel tasarım rehberinin ana amacıdır (Hacıoğlu 2010).

Sonuç olarak, Tarihi Yarımada için hazırlanan kentsel tasarım rehberinde cephe detayları gibi alt ölçeklerdeki detaylara değinilmiş ve mimari anlamda Tarihi Yarımada için bir bütünlük sağlanmaya çalışılmıştır.

2.3 Ekolojik Kentsel Tasarım

Ekolojik kentsel tasarım kavramı genel bir tanımlama ile, insanların ekolojik ihtiyaçlarını karşılamak üzere kent yaşamı içinde kaynakları koruyan politikaların üretilmesi sürecidir. Ekolojik kentsel tasarım uygulamaları, kentsel yaşam kalitesinin

arttırılmasında kullanılan bir araçtır. Bu bağlamda, ekolojik kentsel tasarımın öğeleri; doğayı göz önüne alan yapılaşma düzeninin sağlanması, tasarım sürecine paydaşların katılımı, doğaya yönelim, nitelikli yoğunluğun sağlanması, kent kimliği ve tarihinin korunması ve kentsel ekolojik süreçlerdir (Aklanoğlu 2009).

Kentsel çevre sorunlarına çözüm getirilmesi, konut alanları tasarımında ekolojik müdahaleyi dengeleyecek proje çözümleri, içme suyunun temizlenmesi ve dağıtımı, yağmursuyu yönetimi, verimli toprakların korunması, flora ve fauna için toprağın sürdürülebilir kalitesinin sağlanması ve kentsel ulaşımın kamu yararına toplu taşıma ile ilgili projeleri, kentsel tasarıma ekolojik yaklaşımın kavramsal çerçevesini oluşturmaktadır. Ekoloji ve tasarımı bütünleştiren bir bakış açısında, kent ekolojisinde merkezde yer alan insan, aynı zamanda kentsel tasarımın merkezinde de yer almakta; hatta tasarımı ve kentsel ekolojiyi koruma stratejilerini belirleyen esas kavram olmaktadır. Bu nedenle, ekoloji kentsel tasarımın vazgeçilmez bir bileşenidir. Ekolojik yaklaşımlı kentsel tasarım, birçok tasarımın bulunduğu bir forum olarak değerlendirilmeli ve çok güçlü bir iletişim-etkileşim, ortak dil ve yaratıcı düşünce gerektirdiği göz ardı edilmemelidir (Çubuk 1994, Aklanoğlu 2009).

Günümüzde kentlerimizde artarak devam eden çevresel sorunlar nedeniyle, kent genelindeki tasarımsal çözümlerle sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu bağlamda, kentsel ekolojik süreçlerin koruyucusu ve destekçisi olan ekolojik kentsel tasarımın benimsenmesi kentlerimizin geleceği açısından oldukça önemlidir. Konuk'a (1994) göre ekolojik tasarımda şu kurallar göz önünde bulundurulmalıdır:

- Her tür yapılanma alanı bir kentsel ekosistem bütünü içinde yer almalıdır.
- Yapılanma alanları her ölçekte kentin kritik sorunları ile ilişkilendirilmelidir.
- Bir yapılanma alanı, oluşacak problem ve fırsatların sorumluluğunu üstlenmelidir. Yani bu fırsatlar, yapının yakın çevresine vereceği sorun ve olanaklar kadar olacaktır.
- Ekolojik tasarım yapı ve çevresinde enerjiyi korumalı, atığı (katı atık, yüzey akış) azaltmalıdır.
- Yapılanma alanı, çevresinin biyolojik, hidrolojik, jeolojik ve mikro karakterinin farklılığını yansıtılabilmelidir.

- En önemlisi olarak ta geleneksel kent dokusu içinde var olan ekosisteminden yararlanmalı ve çevresel tasarımı kullanmalıdır (Badr 2012).

Ekolojik kentsel tasarım kavramı, son yıllarda artan çevre sorunlarına bağlı olarak, kentsel tasarım kavramından sonra ortaya çıkmıştır ve iki kavram arasında sürdürülebilirlik başta olmak üzere birçok farklılıklar bulunmaktadır. İki kavramın karşılaştırılması çizelge 2.4’te yapılmıştır.

Çizelge 2.4 Geleneksel kentsel tasarım ve ekolojik kentsel tasarım kavramlarının belli ölçütler doğrultusunda karşılaştırılması (Kaplan 1994)

GELENEKSEL KENTSEL TASARIM KAVRAMI VE ÖLÇÜTLERİ		EKOLOJİK KENTSEL TASARIM KAVRAMI VE ÖLÇÜTLERİ
Ana Eksen	Post-Modern Farklılık Eksenleri	
Mekânistik/Analitik		Holistik/sentez
İşlev		Performans
Ürün		Süreç
Makine estetiği/görsel estetik egemen tasarım	Dekorasyon	Tüm duyuşsal gereksinimleri karşılayan tasarım
Aşırı basitleştirme/rasyonelleştirme	Karşıtlık	Karmaşıklık çözümü
Yineleyici/ticaretleştirilebilen	Simgeci	Malzeme ayırt edici/seçici
Güç odaklı		Güç dağıtıcı
Eril dürtü/girişimcilik		Duyarlılık/diyalog
Anonim görüş ve beceri	Kişisel görüş ve beceri	Öznelleştirici ve destekleyici
Standartlaştırma/ Evrensel çözümler	Bağlamsalcılık	Küresel düşün, yerel çöz anlayışı
Önceden kestirilebilir	Kestirim gücülüğü	Önceden kestirilemez
Gelecekçilik	Tarihselcilik, gelenekçilik	Önem alıcılık
Yüksek teknoloji eğilimi		Düşük teknoloji eğilimi
Tek-amaçlı yapı		Çoklu amaçlı yapı
İçe bakan yapı/yalıtım		Dışa/doğaya açık yapı (mikroklima, pasif enerji vb.)
Doğaya egemenlik		Doğa ile uyum
Doğal çevreyi zorlama		Ekosistem duyarlı
Doğrusal geometri biçimleri		Serbest düzen geometri
Ulaşımında binek taşıtı/motor gücü+hız		Seçenek ulaşım türleri/Trafik azaltma
Fosil yakıt enerji		Seçenek enerji türleri
Standart yeşil alan		Sürekli/organik yeşil alan
Yüksek katlı yapılaşma+banliyö		Orta ve düşük yükselti yapılaşması/Çatı bahçeciliği
Arazi kullanım ayrıştırması		Arazi kullanım geçişliliği
Aktivite-kullanıcı ayrımı		Karma kullanım/çoklu kullanım
Bölgeleme /Kentsel parçalama		Kentsel bütünleştirme
Büyük ölçekli tasarım		İnsan-ölçekli tasarım

Ok (2005)'a göre; “ekolojik yaklaşım bir peyzaj elemanı, bir otobüs durağı, çöp kutusu, kırsal boş bir alanda bir havalimanı ya da bir endüstri yapısı, kent içinde bir konut yerleşmesi ya da gökdelen olsun; tasarımda ölçekleri ayırt etmeyen, ölçekler arası ilişkiyi göz ardı etmeyen bir yaklaşımdır” (Aklanoğlu 2009).

Bu bağlamda ekolojik kentsel tasarımın, üst ölçekli bölge planlamadan mimarlık ve peyzaj mimarlığı ölçeklerine aynı zamanda da endüstriyel tasarım ölçeğine kadar bütün planlama ve tasarım ile ilgili disiplinlerin bir arada çalışmalarını gerektiren bütüncül bir yaklaşım olduğu ortaya çıkmaktadır (Aklanoğlu 2009).

2.4 Ekolojik Kentsel Tasarım Kapsamında Gelişen Yeni Yaklaşımlar

Ekolojik kentsel tasarım çerçevesinde, Koçhan (2002)'a göre; mimarlıkta ekoloji ve sürdürülebilirlik ilkelerine dayalı tasarım uygulamaları; yeniden işlevlendirme, çevre duyarlı tasarım ve akıllı binalar olmak üzere üç ana başlık altında, diğer yandan peyzaj mimarlığında ekolojik tasarım uygulamaları; iklime uygun tasarım (design with climate), su etkin peyzaj tasarımı (water-efficient landscaping), enerji etkin peyzaj tasarımı (energy-efficient landscaping), sürdürülebilir tarım (permaculture), yeşil çatı ve yeşil duvar uygulamaları (green roof, green wall) ve alternatif yeşil alanların oluşturulması başlıkları altında toplanmaktadır (Aklanoğlu 2009).

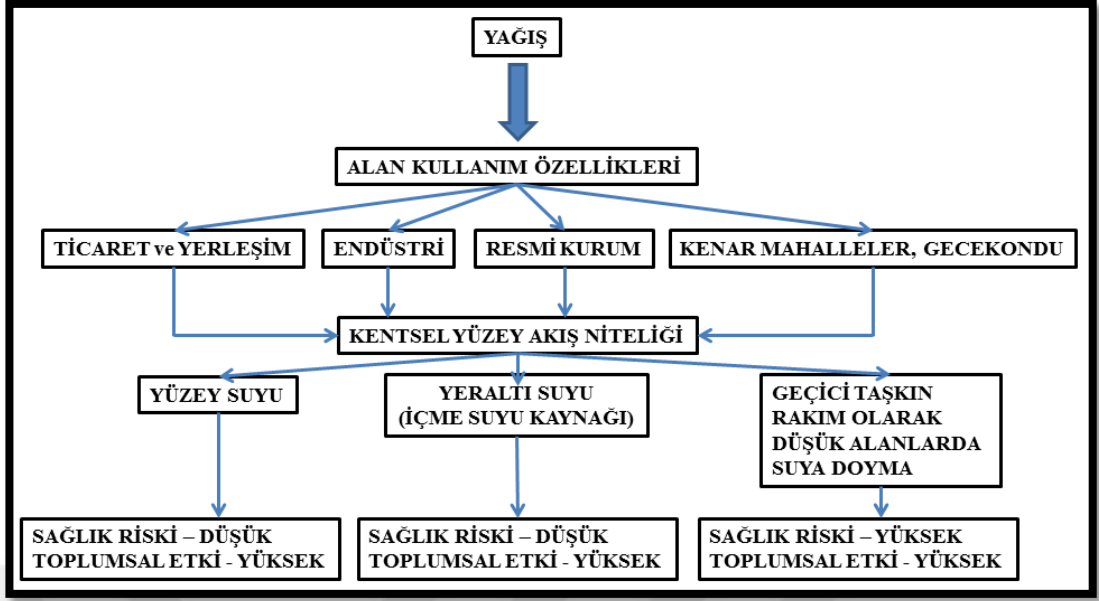
Hangi meslek disiplini olursa olsun, yapılan tasarımların merkezinde, ekoloji ve sürdürülebilir çevre kavramları bulunmaktadır. Ekolojik kentsel tasarımın amacı olan doğal özelliklere saygılı olma ve gelecek nesillere aktarma çerçevesinde, kentsel ekolojinin korunması ve bu doğrultuda doğal döngülerin (su döngüsü, karbon döngüsü, azot döngüsü) sağlıklı bir şekilde devam ettirilmesinin önemi oldukça büyüktür. Giderek daha çok betonlaşan kentlerimizde bu döngülerin özellikle su döngüsünün devamlılığının sağlanması sağlıklı ve yaşanabilir bir kent açısından önemlidir. Su döngüsünün bileşenleri olan yağış, buharlaşma, infiltrasyon ve özellikle yüzey akışların kontrolü, kentlerimizde yer alan kanal, rögar gibi yapısal, geleneksel drenaj çözümleriyle sağlanmaktadır. Son yıllarda önemli ölçüde etkisi hissedilmeye başlanan

küresel ısınma sonucu yağış rejimlerinde yaşanan aşırı dengesizlikler nedeniyle, kuraklık veya tam tersi sel ve taşkın olayları sıkça gözlemlenmektedir. Bu kapsamda, geleneksel drenaj çözümleri yüzey akışların kontrolünde yetersiz kalmakta ve kentsel ekoloji olumsuz yönde etkilenmektedir. Öte yandan ekolojik kentsel tasarım altında, kentlerde sürdürülebilir su yönetimi özellikle, taşkınlara sebep olabilecek yüzey akışların kontrol altına alındığı “ekolojik yağmursuyu yönetimi” ön plana çıkmaktadır.

2.4.1 Ekolojik yağmursuyu yönetimi

Yağmur ve kar erimesi sonrası meydana gelen yüzey akışların, çeşitli yapısal ve yapısal olmayan kontrol sistemleriyle birlikte, nicelik ve kalitelerinin yönetilmesine “yağmursuyu yönetimi” adı verilmektedir (www.epa.gov, 1990).

Doğal alanlarda, yağmur sonrası ve/veya kar erimesi sonrası oluşan yüzey akışların büyük bir kısmı, toprak tarafından infiltre edilmekte, kalan diğer kısmı ise doğal drenajla birlikte büyük su yüzeylerine katılmaktadır. İnfiltrate edilen yüzey akışlar, yer altı su kaynaklarını ve böylelikle akifer alanlarını beslemektedir. Öte yandan, su döngüsünün temel bileşenleri arasında yer alan yüzey akışı ve yer altı su beslenimi süreci, çarpık gelişen ve sert yüzeylerin hakim olduğu kentsel alanlar tarafından bozulmaktadır. Plansız gelişimler sonucu, kentsel açık-yeşil alanların hatalı yer seçimi ve/veya yetersizliği, yağmursuyunun hızla yüzey akışa geçerek alandan uzaklaşmasına ve çok az infiltrasyona neden olmaktadır. Bununla birlikte, kentlerde yer alan ayırık veya kanalizasyon sistemi ile birleşik geleneksel yağmursuyu toplama sistemleri de çoğu zaman yetersiz kalmakta ve sel, taşkın gibi sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Kentsel yüzey akış niteliği ve ortaya çıkardığı riskler şekil 2.6’da görülmektedir.

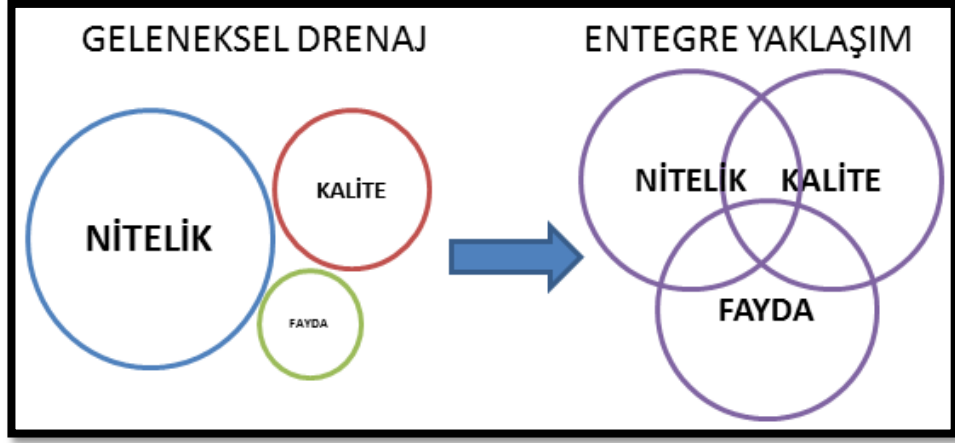


Şekil 2.6 Kentsel yüzey akış niteliği ve sağlık riski (Jamwal vd. 2006, Sharma 2008)

Kentlerde yüzey akışların çok hızlı bir şekilde rögarlara, drenaj hendeklerine ve kanalizasyona taşınarak uzaklaştırılması;

- Akış yönünde sellere,
- Akarsu kıyısında erozyona,
- Erozyon kaynaklı bulanıklığın (sediman birikmesiyle oluşan çamurluluk hali) artmasına,
- Habitat bozunumlarına,
- Akarsu akış hidrografının (belirli bir süre boyunca akarsu akış debisini gösteren grafik) değişmesine,
- Birleşik rögar taşmalarına,
- Altyapının zarar görmesine ve
- Kirlenmiş derelere, akarsulara ve denizlere sebebiyet verecektir (www.epa.gov, 1990).

Bu bağlamda, kentsel alanlarda yağmurun yararlı hale getirilmesi için sürdürülebilir yönetiminin önemi ortaya çıkmaktadır. Şekil 2.7’de geleneksel drenaj sistemleri ile entegre edilmiş sürdürülebilir bir yağmursuyu yönetimi arasındaki fark ortaya konulmuştur.



Şekil 2.7 Geleneksel drenaj sistemleri ile entegre edilmiş sürdürülebilir bir yağmursuyu yönetimi arasındaki fark (Sharma 2008)

Kentlerde sürdürülebilir bir yağmursuyu yönetimi, hem teknik hem de geleneksel açıdan yaklaşımlar sunmaktadır. Bu yaklaşımlar;

- Sel ve erozyon kontrolü,
- Kirleticilerin çevreye salınımını önlemek amacıyla tehlikeli maddelerin kontrolü (kaynak kontrolü),
- Yüzey sularını veya yer altı sularını kirletmeden önce kirleticilerin ortadan kaldırılması amacıyla yağmursuyu sistemlerinin planlanması ve uygulanması,
- Doğal su yollarının korunması veya rehabilite edilmesi,
- Yağmursuyunu yönlendirmek amacıyla, kentlerde mevcut bulunan drenaj yapıları (örneğin; borular, beton kanallar vb.) ile birlikte çalışacak çevre dostu çözümlerin de (örneğin; göller, hendekler veya yapay sulak alanlar vb.) ortaya konulması,
- Yağmursuyu yönetimi programlarına fon oluşturacak yaklaşımların geliştirilmesi,
- Eskiye altyapının değiştirilmesi veya bakımı için uzun vadeli varlık yönetiminin geliştirilmesi,
- Kapsamlı yağmursuyu yönetimi gerekliliklerini karşılamak amacıyla, mevcut yağmursuyu düzenlemelerinin revize edilmesi,
- Yağmursuyu ile ilgili mevcut yönetmeliklerin iyileştirilmesi ve yürürlüğe konulması,

- Su kalitesinin nasıl etkilendiği ve su kalitesini iyileştirmek için neler yapılabileceği hakkında toplumun eğitilmesi,
- Çözüm üretmek amacıyla sorunlar çok büyük hale gelmeden önce planlamanın yapılması, olarak sıralanmaktadır (Debo ve Reese 2002).

Ekolojik kentsel tasarım kapsamında sürdürülebilir yağmursuyu yönetimi ile ilgili olarak; Avustralya kökenli “Su Duyarlı Kentsel Tasarım (Water Sensitive Urban Design)”, İngiltere kökenli “Sürdürülebilir Drenaj Sistemleri (Sustainable Drainage Systems)” ve Amerika kökenli “Yeşil Altyapı (Green Infrastructure)” ile “Düşük Etkili Gelişim (Low Impact Development)” gibi yeni yaklaşımlar ortaya çıkmıştır. Söz konusu bu yaklaşımların temelinde, doğaya saygılı olma, doğal özellikleri ön planda tutma, koruma-kullanım dengesi gözetilerek sürdürülebilirliğin sağlanması gibi ortak kavramlar yer almakta ve birbirleri ile birçok noktada benzeşmektedirler (Bogunovich 2008).

2.4.1.1 Su duyarlı kentsel tasarım

Su duyarlı kentsel tasarım, kentsel su döngüsünün sürdürülebilir yönetimi için çeşitli en iyi planlama uygulamaları ve en iyi yönetim uygulamalarının bütünüdür. Su duyarlı kentsel tasarım, toplam kentsel su döngüsünde, kentsel gelişmenin negatif etkilerini sınırlayarak kentsel çevrelerin tasarımının daha “sürdürülebilir” olması ile ilgilidir. Su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı ilk olarak 1990’lı yılların başında Avustralya’da geliştirmeye başlanmıştır.

Su duyarlı kentsel tasarımda,

- Gelişme öncesi yağmursuyu akış rejimine, gerek kalite gerekse miktar bakımından daha yakın olarak eşleştirilme yapılmaya çalışılır,
- Hem suyun kaynaktan sağlanmasında hem de atık suların deşarjında (dışarıya aktarılmasında), su havzası arasında taşınan suyun miktarı azaltılır ve
- Kentsel alanlara düşen yağmursuyunun kullanımı en iyi şekilde sağlanmaktadır (Anonymous 2001a).

Su duyarlı kentsel tasarımda çok çeşitli yaklaşımlar olmakla birlikte, genel olarak

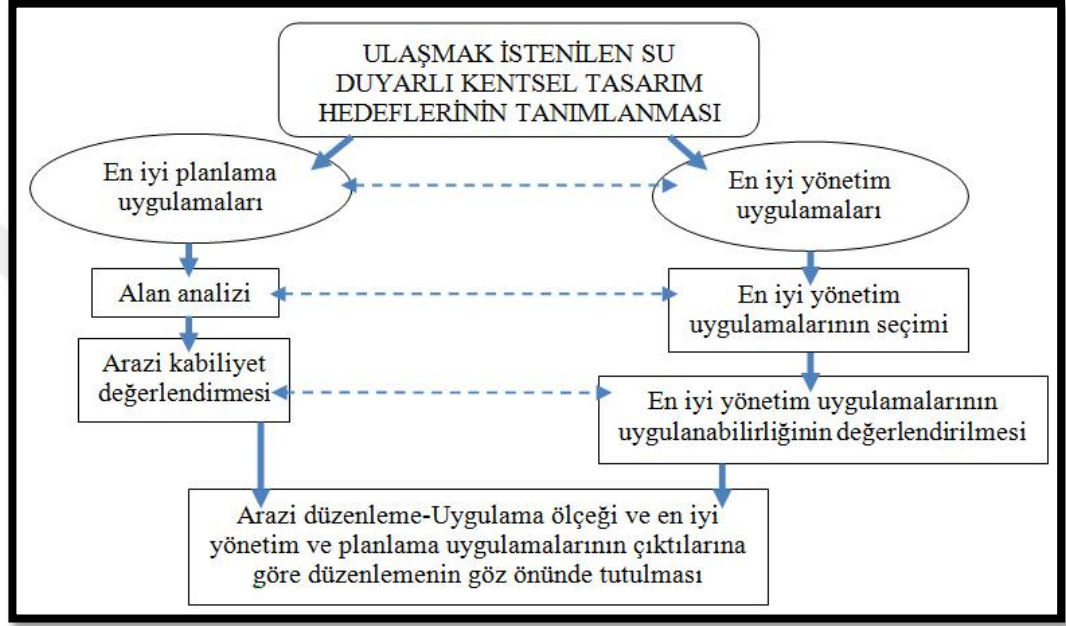
uygulanan yaklaşım yağmursuyu yönetimidir. Diğer yaklaşımlar, ev ölçeğinde su yönetimini (örneğin yağmursuyunun çatıdan toplanması ve kullanılması) ve su etkin peyzaj tasarımını kapsamaktadır. Su duyarlı kentsel tasarımın temel ilkeleri, “Kentsel Yağmursuyu: En İyi Pratik Çevresel Yönetim Rehberi” adlı kaynakta yer almaktadır (Anonymous 2001a). Bu kaynağa göre,

- 1- Kentsel su toplama havzası içinde doğal sistemlerin korunması (dereler, nehirler ve sulak alanlar): kentsel gelişmeler içinde kalan doğal su sistemlerinin korunması ve geliştirilmesi,
- 2- Peyzaja yağmursuyu işleyişinin entegre edilmesi: Gelişmelerin görsel ve rekreasyonel değerinin en fazla olduğu çoklu kullanım koridorlarının birleştirilmesi yoluyla peyzajda yağmursuyunun kullanılması,
- 3- Su kalitesinin korunması: Kentsel gelişmeden drene edilen su kalitesinin korunması,
- 4- Akışı ve pik akımları azaltmak: Geçirimsiz alanların azaltılmasıyla ve yerel su tutma önlemleriyle kentsel gelişmelerde pik akımların azaltılması,
- 5- Gelişim maliyetleri en aza indirilirken bir değer eklemek: Gelişimin drenaj altyapı maliyetinin en aza indirilmesi,

Whelans vd. (1994)’ne göre, su duyarlı kentsel tasarımın amaçları şu şekilde tanımlanmıştır:

- a) Su dengesinin yönetilmesi,
 - Uygun aküfer seviyesinin sürdürülmesi,
 - Gelişmiş alanlarda sel zararının önlenmesi,
 - Akarsu yataklarında, yüksek eğimlerde ve göl kıyılarında aşırı erozyonun önlenmesi,
- b) Su kalitesinin korunması ve mümkün olduğunca artırılması,
 - Su yoluyla taşınan sediment miktarının azaltılması,
 - Mevcut kıyı kenarı bitkilerinin korunması,
 - Yüzey veya yer altı su kaynaklarının kirlenmesinin en aza indirilmesi,
 - Kanalizasyondan kaynaklı kirleticilerin etkisinin en aza indirilmesi,
- c) Su tasarrufunun teşvik edilmesi,
 - İçilebilir su rezervi kullanımının ve yer değiştirmesinin en aza indirilmesi,

- Yağmursuyunun yeniden kullanımının teşvik edilmesi,
- Atıkların geri dönüşümünün ve yeniden kullanılmasının teşvik edilmesi,
- Sulama ihtiyaçlarının azaltılması,
- d) Suyla ilişkili çevresel değerlerin korunması,
- e) Suyla ilgili rekreasyonel değerlerin korunması.



Şekil 2.8 Su Duyarlı Kentsel Tasarım felsefesinin uygulanmasında yer alan adımlara genel bakış (Anonymous 2001a)

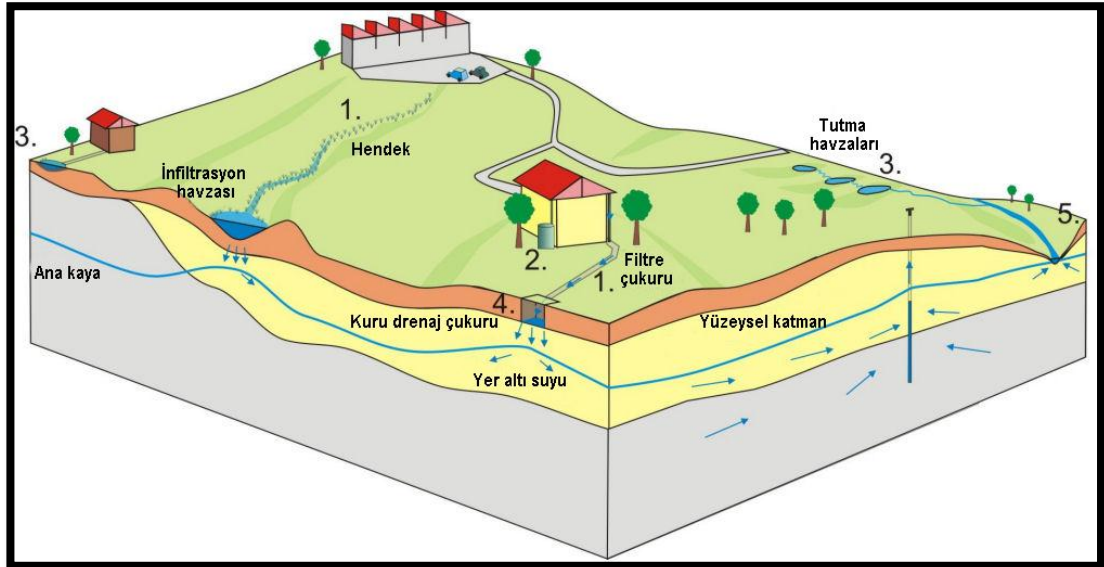
2.4.1.2 Sürdürülebilir drenaj sistemleri

Sürdürülebilir drenaj sistemleri (SüDS) boru ağları ve kanalizasyon sistemi yoluyla yakındaki su yüzeylerine yüzey sularının doğrudan yönlendirilmesine alternatif sağlayan drenaj çözümleridir. Bu kavram, yüzey sularının sürdürülebilir yönetimi amacıyla İngiltere ve yakın çevresindeki ülkelerde geliştirilmiştir. Sürdürülebilir drenaj sistemlerinde, doğal drenaj desenleri taklit edilerek, yüzey sularından kaynaklı sel risklerini azaltmak, su kalitesini artırmak ve çevrenin biyoçeşitlilik değerini ve kalitesini yükseltmek hedeflenmektedir. Sürdürülebilir drenaj sistemlerinde bu hedeflere ulaşılması; yüzey akış oranlarının düşürülmesi, su depolama kapasitesinin artırılması ve

su yüzeylerine kirlilik taşınımının azaltılması yoluyla mümkün olacaktır (www.bgs.ac.uk, 2005a).

Sürdürülebilir drenaj sistemleri yönetim dizisi aşağıdaki aşamaları içermektedir:

- **Kaynak kontrolü:** Sonradan kullanım (örneğin sulama için), depolama ve evapotranspirasyon (terleme ve buharlaşma) (örneğin yeşil çatılar) için çatılardaki yağış sularının tutulması yoluyla drenaj ağına giren su hacmi azaltılmaktadır.
- **Ön işlem:** Bu aşama, yüzey sularının su yüzeylerine veya aküferlere deşarjından önce kirleticilerden arınması için kullanılan bitkilendirilmiş hendekler (kanallar) veya filtre çukurlarının kullanımını içermektedir.
- **Tutma/alıkoyma:** Göletlerde, tutma havzalarında ve yapay sulak alanlarda yüzey sularının depolanması sağlanarak, su yüzeylerine deşarjı geciktirilmektedir.
- **İnfiltrasyon/süzülme:** Doğal su besleniminin (reşarjının) taklit edildiği infiltrasyon çukurları ve kuru drenaj çukurları kullanılarak, suyun toprak tarafından emilmesi sağlanmaktadır.



Şekil 2.9 Sürdürülebilir drenaj sistemleri uygulamaları (www.bgs.ac.uk, 2005a)

Sürdürülebilir drenaj sistemlerinde kullanılan uygulamalar şekil 2.9’da görülmektedir. Şekilde yer alan numaraların açıklamaları ise şöyledir: Yağış sırasında yüzeysel akışlar, hendekler ve filtre çukurları boyunca akar su içerisinde sürüklenen kirleticilerin uzaklaştırılması sağlanacaktır (1). Pik deşarj oranının geciktirilmesi ve düşürülmesi yoluyla yeniden kullanım için suyun depolanması (2). Tutma havzalarında suyun depolanması (3) veya infiltrasyon havzaları ve kuru drenaj çukuru kullanımıyla suyun yer altına infiltrasyonu (4). Sonuçta bu süreç, akarsulardaki su kalitesini artıracak ve pik deşarj oranını azaltacaktır (5)

Günümüzde iklim değişikliği ve nüfus artışı gibi çevresel sorunların karşısında, sürdürülebilir drenaj sistemleri gibi alternatif drenaj çözümlerine ihtiyaç artacaktır. Sürdürülebilir drenaj sistemlerinin tasarımları, araziye uygulanmaları, bakımları ve işletilmeleri için gerekli olan standartlara, İngiltere’nin 2010 yılı su ve taşkın yönetimi yasasında yer verilmiştir (www.bgs.ac.uk, 2005a).

2.4.1.3 Yeşil altyapı

Yeşil altyapı yaklaşımı; suyu yönetmek ve daha sağlıklı kentsel çevreler oluşturmak amacıyla bitki örtüsünü, toprağı ve doğal süreçleri kullanmaktadır. Bir kent veya ülke ölçeğinde yani daha üst ölçeklerde, yeşil altyapı kavramı; habitat, taşkın koruma, temiz hava ve temiz su sağlamak amacıyla doğal alanların birleştirilmesi anlamına gelirken, komşuluk düzeyinde veya arsa ölçeğinde yeşil altyapı kavramı, suyun depolanması ve infiltre olması yoluyla doğayı taklit eden yağmursuyu yönetimi sistemleri anlamına karşılık gelmektedir (<http://greenvalues.cnt.org>, 2010a).

Yeşil altyapı yeni bir terimdir ancak yeni bir fikir değildir. Yeşil altyapı yaklaşımının kökleri planlama ve koruma çabaları içerisinde yaklaşık 150 yıl öncesine dayanmaktadır. Yeşil altyapı yaklaşımının kökeninde iki önemli fikir bulunmaktadır: (1) parkları ve diğer yeşil alanları insanların yararı için birleştirmek ve (2) biyoçeşitliliği korumak ve habitat parçalanmasını önlemek amacıyla doğal alanların korunması ve birleştirilmesidir (Benedict ve McMahon 2002).

Yeşil altyapı kavramı “ekolojik ağ” kavramının bir alt birimi olarak ilk defa Amerika’da ortaya çıkmıştır. Çoğunlukla, “yeşil yol” kavramı ile olan benzerliklerinden dolayı birlikte anılmaktadırlar. Hem yeşil yol hem de yeşil altyapı kavramları, ekolojik ağ yaklaşımının birer alt birimleri olmakla birlikte, yeşil yol; doğrusallık ifade etmekte, açık alanlar boyunca rekreatif, kültürel, doğal ve ekonomik yararlar sağlamayı hedefleyen koridor sistemleri olarak ifade edilmektedir. Diğer yandan yeşil altyapı kavramı, bir açık-yeşil alan sistemi oluşturmayı hedeflemekte, kentsel yeşil omurga oluşturulmasında aktif rol oynamaktadır. Yeşil yol ve yeşil altyapı kavramlarının ortak noktaları ise, “bağlantılılık”tır (Tokuş ve Eşbah 2010, Özeren 2012).

Yeşil altyapı sistemleri; sulak alanlar, korular, su kanalları ve yaban yaşamı alanları, milli parklar, doğa koruma alanları, yaban yaşamı koridorları gibi korunan doğal alanları, ormanlar, çiftlikler gibi ticari olan korunan alanları ve parklar, yeşil yollar gibi korunan açık alanları kapsamakta ve birbirleriyle bağlantılılığı amaçlamaktadır (Benedict ve McMahon 2006, Özeren 2012).

Yeşil altyapı; doğal olarak yağmursuyunun yönetilmesi, taşkın riskinin azaltılması ve su kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla, açık alanların ve doğal alanların (yeşil yollar, sulak alanlar, parklar, orman ve doğal bitki örtüsü koruma alanları gibi) birbirlerine bağlandığı bir ağ sistemidir (<http://greenvalues.cnt.org>, 2010a). Bu yaklaşımın temel bileşenleri arasında; yağmursuyu yönetimi, iklim adaptasyonu, düşük ısıl gerilme, biyoçeşitliliğin artması, gıda üretimi, daha iyi hava kalitesi, sürdürülebilir enerji üretimi, temiz su ve sağlıklı toprağın yanı sıra kentlerde ve yakın çevrelerinde rekreasyon faaliyetlerinin geliştirilmesi yoluyla yaşam kalitesinin artırılması gibi insan merkezli işlevlerde yer almaktadır. Ayrıca yeşil altyapı, kentin çevresel, sosyal ve ekonomik refahı için ekolojik bir çerçeve de sağlamaktadır (<http://en.wikipedia.org>, 2006). Yeşil altyapı yaklaşımı geleneksel altyapı yaklaşımlarıyla karşılaştırıldığında, ilk kurulum ve bakım maliyetleri açısından genellikle daha az maliyetli olduğu görülmektedir. Ayrıca yeşil altyapı projeleri, alanların planlanması, bitkisel uygulamalarının yapılması ve bakımında bütün yaşayanları bir paydaş olarak kabul etmesiyle birlikte toplumsal bütünlüğü de teşvik etmektedir (<http://greenvalues.cnt.org>, 2010a).

Yeşil altyapı planlaması;

- İnsanların ve doğanın ihtiyaçlarının tanımlanması,
- Çevresel ve ekonomik faktörler arasında denge sağlamak amacıyla bir mekanizma oluşturulması,
- Bütüncül ve ekosistem tabanlı bir yaklaşım kapsamında büyüme yönetim aktivitelerinin ve farklı doğal kaynakların bütünleştirilmesi için bir çerçevenin oluşturulması,
- En çok ihtiyaç duyulan ve en uygun alanlara, hem yeşil alanların hem de kentsel gelişimin birlikte yer almasının sağlanması,
- Gelişim öncesinde, banliyö ve kırsal peyzajlarda hayati öneme sahip ekolojik alanların ve bağlantıların tanımlanması,
- Gelişmiş alanlarda doğal olarak işlevsel sistemlerin iyileştirilmesi ve geliştirilmesi için fırsatların tanımlanması,
- Gelecek için geniş ve birleştirici bir vizyon oluşturulması ve
- Koruma ve gelişimin birbirlerine karşı değil bir harmoni içerisinde planlanması gibi yararlar sağlamaktadır (Benedict ve McMahon 2002).

Öte yandan, açık alan planlamasında yeşil altyapı yaklaşımı;

- Kentsel yayılma ve peyzaj parçalanması ile ilişkili problemlerin tanımlanmasını,
- Su kalitesinin iyileştirilmesinin yerel ölçekte zorunlu hale getirilmesini,
- Tehlike altındaki türlerin korunmasını,
- Halk sağlığı ile ilgilenilmesini,
- Korunan yeşil alan (örneğin, parklar ve yeşil yollar) yakınındaki evlerin yeniden satış değerinin artmasını,
- Kent içindeki doğal alanların değerinin vurgulanmasını, kentsel yeniden canlandırmayı,
- Ülke, bölge ve toplumsal düzeylerde akıllı büyüme politika ve programlarının geliştirilmesini ve
- Çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliğin desteklenmesi amacıyla gelişim uygulamalarının tasarlanmasını sağlamaktadır (Benedict ve McMahon 2002).

Bu bağlamda günümüzde yeşil altyapı uygulamaları; maliyet-etkin çözümler sunması, enerji giderlerini azaltması, taşkınların yol açtığı hasarı ve maddi zararları azaltması ve halk-çevre sağlığını koruması bakımından daha çok tercih edilmektedir (Özeren 2012).

Yeşil altyapı yaklaşımının temel ilkeleri şunlardır:

- Yeşil altyapı, koruma ve gelişim için bir çerçeve olmalıdır.
- Gelişimden önce yeşil altyapı planı ve tasarımı yapılmalıdır.
- Bağlantılılık anahtar kavram olmalıdır.
- Yeşil altyapı birçok yetki alanı ve farklı ölçekler arasında işlev yapmalıdır.
- Yeşil altyapının temeli, arazi kullanım planlama teorileri ve uygulamaları ile bilim arasına oturtulmalıdır.
- Yeşil altyapının ciddi bir kamu yatırımı olduğu unutulmamalı ve
- Yeşil altyapı yaklaşımı, çeşitli paydaş gruplarını kapsamalıdır (Benedict ve McMahon 2002).

Yeşil altyapı yaklaşımı, düşük etkili gelişim prensiplerini desteklemek amacıyla daha geleneksel yağmursuyu kontrol elemanlarının yerine veya onlara ek olarak çok çeşitli peyzaj ölçeklerinde kullanılabilir. Yeşil altyapı yaklaşımı, düşük etkili gelişimin uygulanması amacıyla kontrol uygulamalarının kullanılması esasına dayanmaktadır. İki kavram arasındaki temel fark, düşük etkili gelişim kavramının gelişim öncesi hidrolojiyi korumak gibi çok özel bir hedefe sahip olmasıdır. Bu hedefle birlikte, düşük etkili gelişim yaklaşımında daha ayrıntılı hidrolojik analizlerin gerekli olduğu da ortaya çıkmaktadır. Bu gerekliliğin bir sonucu olarak, düşük etkili gelişim yaklaşımı uygulamalarına rehberlik etmek amacıyla, önemli miktarda teknik rehber geliştirilmiştir (Clar vd. 1998).

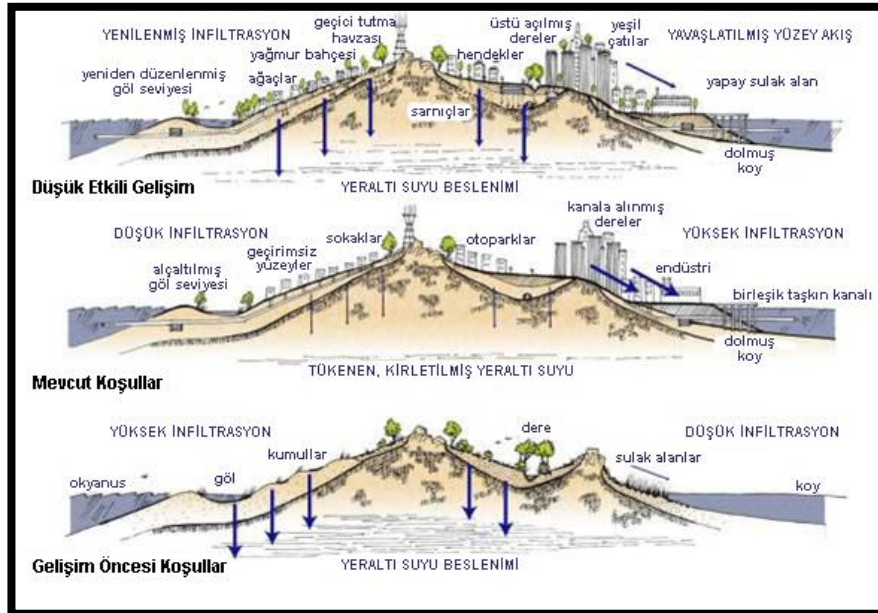
Yeşil altyapı yaklaşımı aynı odağa sahip değildir. Yeşil altyapı yaklaşımının odaklandığı nokta; tek başına yeşil altyapı uygulamaları tasarımı olmaktan ziyade, bir proje veya alan ölçeğinde konuya yaklaşmaktır. Bu durumla birlikte, gelişim öncesi alan hidrolojisini korumak ile ilgili olan düşük etkili gelişim hedefine ulaşmadan da, yeşil

altyapı yaklaşımı pratiklerini uygulamak mümkündür. Her iki kavram da kapsamlı ve başarılı bir uygulama için birleştirilmelidir (Clar vd. 1998).

2.4.1.4 Düşük etkili gelişim yaklaşımı

Düşük etkili gelişim, suyun bir alana nasıl girdiğine, alanda nasıl depolandığına ve alandan nasıl ayrıldığına odaklanan arazi geliştirmeye yönelik bir yaklaşımdır. Bu kapsamda arazi geliştirme; geçirimsiz yüzeylerin azaltılması, doğal bitki örtüsünün ve toprakların korunması ve kaynağında sel sularının yönetilmesi gibi düşük etkili gelişim uygulamalarını içermektedir (<http://nisquallyriver.org>, 2003a).

Kentleşme önemli ölçüde doğal hidrolojik döngüyü değiştirmektedir. Düşük etkili gelişimin kentsel alanlarda uygulanmasıyla birlikte, kentin hidrolojik döngüsünün iyileşmesinin yanında, estetik değerleri de artmaktadır. Düşük etkili gelişim yağmursuyunu bir kaynak olarak kullanır ve birleşik taşkın kanalı taşmalarını azaltır (Şekil 2.10) (<http://nisquallyriver.org>, 2003a).



Şekil 2.10 Kentsel hidroloji ve gelişim öncesi koşullar, mevcut durum ve düşük etkili gelişim yaklaşımının karşılaştırılması (<http://www.tankonyvtar.hu>, 2003b)

Düşük etkili gelişim yöntemlerinin temel hedefi; gelişim sonrası alan hidrolojisini, depolama, infiltre etme, buharlaşma ve yüzey akışı geciktirme gibi alan tasarım tekniklerini kullanarak gelişim öncesi alan hidrolojisine benzetmektir. Bu tekniklerin kullanımı, alan dışına giden yüzey akış sularının azaltılmasına ve yeterli yer altı su beslenimine yardımcı olmaktadır. Her yönüyle alan gelişiminin, alanın hidrolojik özelliklerini etkilemesinden dolayı, düşük etkili gelişim kontrol teknikleri temel olarak alan hidrolojisi üzerine yoğunlaşmaktadır (Anonymous 1999a).

Düşük etkili gelişimin temel hedefleri ve ilkeleri aşağıda sıralanmaktadır:

- Düşük etkili gelişim, alıcı suların (işlemden geçirdikten sonra sıvı ya da katı kirleticilerin içine boşaltıldığı sular) çevresel olarak korunması için geliştirilmiş bir teknoloji sağlamaktadır.
- Düşük etkili gelişim, çevresel açıdan duyarlı gelişimlerin teşvik edilmesi bakımından özendirici ekonomik önlemler sağlamaktadır.
- Düşük etkili gelişim, çevresel açıdan duyarlı alan planlama ve tasarımı geliştirmektedir.
- Düşük etkili gelişim, çevresel korumada katılımı ve halk eğitimini teşvik etmektedir.
- Düşük etkili gelişim, yapısal alanlarda çevrenin bilinçli şekilde kullanılmasına yardımcı olmaktadır.
- Düşük etkili gelişim yağmursuyu altyapı yapım ve bakım maliyetlerini azaltmaktadır.
- Düşük etkili gelişim; küçük ölçekli yönetim uygulamaları ve çok işlevli peyzaj özellikleri (biyolojik tutma alanları, hendekler ve koruma alanları) örneklerinde olduğu gibi, yağmursuyu yönetimi için yeni kavramlar, teknolojiler ve hedefler ortaya koymaktadır. Düşük etkili gelişim; alanın doğal hidrolojik fonksiyonlarını taklit etmekte ve büyük su yüzeylerinin ekolojik/biyolojik bütünlüğünü korumaktadır.
- Düşük etkili gelişim yenilikçi mühendislik uygulamalarına izin veren ve alan planlamada akıllı büyüme prensiplerini destekleyen yönetmeliklere esneklik sağlamaktadır.

- Düşük etkili gelişim; ekonomik, çevresel ve teknolojik uygulanabilirliği, mevcut yağmursuyu çözümlerinin uygunluğunu ve alternatif yaklaşımları tartışmaya teşvik etmektedir (Anonymous 1999a).

Düşük etkili gelişim, kentsel yağmursuyunu yöneten teknoloji tabanlı, kapsamlı bir yaklaşımdır. Drenaj alanlarının altına yerleştirilen masraflı toplama ünitelerine kıyasla düşük etkili gelişim, maliyet etkin peyzaj özelliklerini kullanarak her parsel için yağmursuyu çözümleri sağlamaktadır. Düşük etkili gelişimde kaynak kontrolü, geleneksel yağmursuyu yönetimine (boru ve toplama havuzu yağmursuyu yönetimi alan tasarımı) oranla oldukça farklıdır. Hidrolojik işlevler örneğin; infiltrasyon, tekerrür, deşarj hacmi ve yer altı suyu beslenimi, geçirimsizliği azaltılmış yüzeylerin kullanımı, işlevsel kazı-dolgu, açık kanal bölümleri, hidrolojik akış yollarının ayrılması ve biyotutma/filtre peyzaj alanlarının kullanımıyla korunabilmektedir. Ayrıca düşük etkili gelişim, yağmursuyu yönetim planında çok işlevli alan tasarımı elemanlarını da kapsamaktadır. Parsel ölçeğinde mikro depolama, işlevsel peyzaj düzenlemeleri, açık drenaj hendekleri, geçirimsizliğin azaltılması, eğimin azaltılması, yüzey akış ulaşım süresinin artırılması ve çukur depolaması gibi alternatif yağmursuyu yönetim uygulamaları çok işlevli bir alan tasarımı içerisine entegre edilebilmektedir (Anonymous 1999a).

"Entegre yönetim uygulamaları" olarak adlandırılan özel düşük etkili gelişim kontrol teknikleri; yağmursuyu yönetim kontrollerinin birçok küçük, ayırık üniteye alan boyunca entegre edilmesi yoluyla, yüzey akışı azaltmaktadır. Entegre yönetim uygulamalarının, her parselin küçük bir kısmında etkinin kaynağına yakın bir şekilde kullanılmalarıyla birlikte, yapısal yağmursuyu yönetim tekniklerine olan ihtiyaç azalacaktır. Bu süreç sayesinde gelişmekte olan alanlar; düşük etkili gelişim kontrol önlemlerinin dikkatli kullanımıyla birlikte, gelişim öncesi hidrolojik fonksiyonları korunmuş bir çevrenin ayrılmaz bir parçası olarak tasarlanabilmektedir (Anonymous 1999a).

Ayrıca düşük etkili gelişim tasarımları, akıllı alan tasarımı aracılığıyla önemli bir ölçüde gelişim maliyetlerini düşürmektedirler. Bu bağlamda;

- Geçirimsiz yüzeylerin (yollar), bordürlerin ve su toplama kanallarının azaltılması,
- Drenaj borularının kullanımının ve giriş yapılarının azaltılması ve
- Büyük boyutlu yağmursuyu toplama göletlerinin azaltılması veya elemine edilmesiyle birlikte maliyetler düşmektedir (Anonymous 1999a).

2.5 Düşük Etkili Gelişim Yaklaşımı Temel Planlama Kavramları

Düşük etkili gelişim teknolojisinin özünü tanımlayan birkaç temel kavram, başarılı ve çalışır bir plan oluşturmak amacıyla, alan planlama sürecine dahil edilmelidir. Bu temel kavramlar aşağıda sıralanmaktadır (Anonymous 1999a).

- Alan planlama sürecine hidrolojinin entegre olması,
- Detaylara gereken özenin gösterildiği bir yönetim anlayışı,
- Kaynağında yağmursuyunun kontrol altına alınması,
- Basit (yapısal olmayan) yöntemlerin kullanımı ve
- Çok işlevli bir peyzajın ve altyapının oluşturulmasıdır (Anonymous 1999a).

2.5.1 Alan planlama sürecine hidrolojinin entegre olması

Düşük etkili gelişim teknolojisinde, alan drenajı için kullanılan geleneksel yaklaşım, doğal drenaj işlevlerini taklit eder hale çevrilmektedir. Düşük etkili gelişim; hızlı ve etkili bir alan drenajının yerine, alanın doğal hidrolojik fonksiyonlarını korumak amacıyla çeşitli planlama araçları ve kontrol uygulamalarına dayanmaktadır. Düşük etkili gelişim tekniklerinin uygulanması; hidrolojik yönden işlevsel bir peyzajın oluşturulması, detaylara özen gösterilen yönetim uygulamalarının kullanımı, etkinin azaltılması ve infiltrasyon kapasitesinin, depolamanın ve daha uzun konsantrasyon zamanının devamını sağlayan etkin geçirimsizliğin azaltılmasıyla sonuçlanmaktadır (Anonymous 1999a).

Alan planlama sürecine hidrolojinin entegre olması; hidrolojiyi etkileyen hassas alanların (örn; akarsular ve tampon bölgeleri, taşkın yatakları, sulak alanlar, dik

yamaçlar, yüksek geçirimsizlikteki topraklar ve orman koruma bölgeleri) tanımlanması ve korunması süreci ile başlamaktadır. Bu süreçle birlikte, hidrolojiye saygı duyulan ve ilk adım olarak hidrolojik etkilerin en aza indirildiği bir “gelişim planı” ortaya çıkmaktadır. Söz konusu bu gelişim planı; önemli doğal hidrolojik özellikleri koruyarak, alan üzerinde en az hidrolojik etkiye sahip bir plan özelliğindedir (Anonymous 1999a).

Mevcut arazi geliştirme ve yerleşim planları, arazideki bütün geçirimsiz alanların birbirleriyle bağlantısının kesilmesi, en aza indirilmesi ve azaltılması amacıyla daha sonradan değerlendirilmektedir. Düşük etkili gelişim yaklaşımı ise, doğrudan bağlantılı geçirimsiz yüzeylerin en aza indirilmesi amacını taşımaktadır. Biyolojik tutma alanları, artan akış izleri, infiltrasyon çukurları, drenaj hendekleri, tutma alanları ve diğer birçok uygulamalar, söz konusu bu geçirimsiz alanların kontrolünde ve bölünmesinde kullanılmaktadır. Sonuç olarak; hidrolojik yönden entegre olmuş işlevsel bir yerleşim planı; gelişim öncesi hidrolojiyi korumanın yanında, estetik değerleri artırmakta ve ek peyzaj özelliklerinin getirilmesiyle birlikte rekreasyonel olanaklar da sağlamaktadır (Anonymous 1999a).

2.5.2 Detaylara gereken özenin gösterildiği bir yönetim anlayışı

Düşük etkili gelişim kavramının doğru uygulanabilmesi için anahtar kelime, küçük ölçekli düşünmektir. Küçük ölçekli, ayrıntılı olarak düşünme; kontrol edilecek alanın büyüklüğü (örneğin; mikro havzalar), kontrol uygulamalarının (mikro teknikler) büyüklüğü, kontrol uygulamalarının konumlandırılması ve kontrol altına alınacak tasarım yağışlarının sıklığı ve büyüklüğü ile ilgili olarak tasarımcılar için farklı bir yaklaşım gerektirmektedir. Küçük alt havzalarda, ortak alanlarda ve konut alanlarında uygulanan ayrıntılı yönetim teknikleri; bütün alan boyunca dağıtılmış bir yağmursuyu kontrolü sağlamaktadır. Bu teknikler; infiltrasyon, çukur depolama, yağmursuyunu tutma ve konsantrasyon zamanında artmanın da yer aldığı, alanın en önemli hidrolojik işlevlerini koruma adına önemli fırsatlar sunmaktadır. Sözü edilen ayrıntılı yönetim teknikleri; “Entegre Yönetim Uygulamaları (EYU)” olarak adlandırılmaktadır (Anonymous 1999a).

Ayrıntılı yönetim tekniklerinin diğer kazanımları ise;

- Daha önceden kullanılmış ve alan koşullarına uyum sağlamış kontrol uygulamalarının çok geniş bir aralığının kullanılabilmesi,
- Kontrol uygulamalarının kullanılmalarıyla birlikte, hacim kontrolü ve gelişim öncesi yer altı suyu beslenme işlevlerinin devamlılığının sağlanması,
- Konut ölçeğinde kullanılan kontrol uygulamalarının peyzaja, geçirimsiz yüzeylere ve alanın doğal özelliklerine entegre olmalarının sağlanması ve
- Maliyet-etkin tasarımların ve halkın katılımının sağlanmasıyla, arazi geliştirme ve uzun dönemli bakım masraflarının azaltılması, olarak sıralanmaktadır (Anonymous 1999a).

2.5.3 Kaynağında yağmursuyunun kontrol altına alınması

Gelişim öncesi hidrolojik işlevlerin eski haline döndürülmesinin kuralı, ilk başta hidrolojik etkilerin en aza indirilmesi ve sonra oluşum kaynağına daha yakın alan kullanım faaliyetlerinin hidrolojik etkilerinin azaltılmasıdır. Doğal hidrolojik işlevler örneğin; tutulma, çukur depolama ve infiltrasyon gelişmemiş bir alan boyunca eşit ve düzenli bir şekilde yayılmışlardır. Bu işlevlerin, boru çıkışlı bir yağmursuyu yönetimi yaklaşımı ile kontrol altına alınmaları veya eski haline döndürülmeleri oldukça zordur. Bu nedenle, bu hidrolojik işlevlerin dengelenmesi veya yenilenmesi, etkinin olduğu nokta veya kaynağa mümkün olduğunca yakın uygulanmalıdır. Bu bağlamda, bütün alana yayılmış bir kaynak kontrol stratejisi, alan boyunca kullanılan ayrıntılı yönetim uygulamaları ile gerçekleştirilmektedir. Yayılmış kontrol stratejisi, düşük etkili gelişim kavramının yapı taşlarındandır (Anonymous 1999a).

Bu yaklaşımın önemli derecede maliyet faydaları da bulunmaktadır. Genellikle, en ekonomik ve basit çözümler içeren yağmursuyu yönetim stratejileri; kaynağında yüzey akışın kontrol altına alınması yoluyla başarıya ulaşmaktadır. İsale sisteminin veya iyileştirme yapılarının maliyeti, kaynaktan uzaklaştıkça artmaktadır (Anonymous 1999a).

2.5.4 Basit (yapısal olmayan) yöntemlerin kullanımı

Geleneksel olarak birçok yağmursuyu yönetimi çalışmasında, büyük boru çıkışlı sistemler üzerinde odaklanılmış ve küçük basit çözümlerin göz ardı edildiği bir yaklaşım benimsenmiştir. Basit çözümler veya sistemler, peyzajın hidrolojik fonksiyonlarının korunmasında daha etkili olma potansiyeline sahip olmakla birlikte, geleneksel mühendislik üniteleri üzerinde (örneğin, biriktirme göletleri veya beton iletim kanalları) dikkate değer kazanımlar sunmaktadır. Bazı durumlarda, düşük etkili gelişim tekniklerinin geleneksel yağmursuyu kontrolleri ile birlikte kombine edilmeleri gerekmektedir (Anonymous 1999a).

Düşük etkili gelişim tekniklerinin kullanılması ile birlikte, beton ve çelik gibi klasik mühendislik materyallerinin kullanımı azalacaktır. Doğal bitkiler, toprak ve çakıl gibi materyallerin kullanıldığı düşük etkili gelişim sistemleri; mühendislik sistemlerine göre daha doğal görünümlü ve peyzajla daha kolay uyum sağlayan sistemlerdir (Anonymous 1999a).

Ayrıca; küçük, alan üzerine yayılmış, mikro ölçekli kontrol sistemlerinden biri veya birkaçının, alan kontrol stratejisinin bütününe başarısızlığa uğratmadan devre dışı kalabiliyor olması, önemli bir teknik kazanımdır. Alan boyunca bu sistemlerin peyzajla bütünleştirilmeleri; doğal hidrolojik fonksiyonların taklit edilmesi ve estetik değerlerin alana getirilmesi bakımından daha fazla fırsatlar sunmaktadır. Toplum ve özel mülk sahipleri tarafından, peyzajla bütünleşen küçük sistemlerin benimsenerek kullanılması ev sahipleri, belediye ve diğer yönetim birimleri için kayda değer oranda bakım-onarım tasarrufları ile sonuçlanacaktır (Anonymous 1999a).

2.5.5 Çok işlevli bir peyzajın ve altyapının oluşturulması

Düşük etkili gelişim; yüzey akışın kaynağında kontrol edildiği ve ayrıntılı ölçekte yönetildiği, çok işlevli peyzaj özellikleri ile yağmursuyu kontrollerinin birleştirildiği yenilikçi alternatif bir yaklaşım sunmaktadır. Düşük etkili gelişim ile birlikte; her kentsel peyzaj veya altyapı özelliğinin (çatı, sokaklar, otoparklar, yürüyüş alanları ve

yeşil alanlar), uzun ve kısa süreli yağmurun tutulması, filtrasyon veya yüzey akış kullanımı vb. işlevler açısından çok işlevli olacak şekilde tasarımları yapılabilmektedir (Anonymous 1999a).

Düşük etkili gelişim kapsamında, çok işlevsel bir uygulamaya en iyi örnek olarak, biyotutma alanları gösterilebilir. Bu alanları oluşturan her bir ögenin, yağmursuyu yönetimi açısından önemi bulunmaktadır:

- Biyotutma alanlarında kullanılan bitki örtüsü; ekolojik, hidrolojik ve habitat fonksiyonu ile birlikte yüzey akış sularının tutulmasını sağlamakta,
- Ağaç örtüsünün hemen altında bulunan tutma alanı; yüzey akış için kısa süreli olarak depolama sağlamakta,
- Organik döküntü veya malç tabakası; su depolama ve kirleticilerin uzaklaştırılmasını sağlamakta ve
- Bitkisel toprak; yüzey akış infiltrasyonu, çok sayıdaki süreçler yoluyla kirleticilerin uzaklaştırılması, yer altı suyu beslenimi ve bitkisel materyalle birlikte terleme-buharlaştırma sağlamaktadır (Anonymous 1999a).

Herhangi bir alan kullanımı için düşük etkili gelişimin uygulanması; alan kullanımına özgü çok işlevli peyzaj özellikleri dahilinde, yüzey akışın önlenmesi, kısa ve uzun süreli olarak tutulması, kullanılması ve iyileştirilmesi amacıyla çok çeşitli yolların geliştirilmesidir (Anonymous 1999a).

2.6 Düşük Etkili Gelişim Yaklaşımı Alan Planlama Süreci

Alan planlama, farklı unsurlardan oluşan iyi yapılandırılması gereken bir süreçtir. Bu süreç içerisinde düşük etkili gelişim kavramlarının benimsenmesi, gelişim öncesi hidrolojik koşulların daha iyi taklit edilmesine ve hidrolojik yönden işlevsel bir peyzaj oluşturmaya olanak sağlamaktadır. Düşük etkili gelişim kavramları; hidrolojiyi bir tasarım odağı gibi ele alarak, geçirimsizliğin azaltılması, geçirimsiz yüzeylerin bağlantısının kesilmesi, akış izlerinin artırılması ve ayrıntılı yönetim kontrollerinin

tanımlanmasını içermektedir. Bu bağlamda, düşük etkili gelişim yaklaşımının alan planlama süreci adımları aşağıda verilmektedir. (Anonymous 1999a).

- Geçerli imar planı (alan kullanım ve parselasyon planı) ve diğer yerel mevzuatın tanımlanması,
- Korunan alanların ve gelişim sınırının belirlenmesi,
- Drenaj/hidrolojinin bir tasarım unsuru olarak kullanılması,
- Alandaki toplam geçirimsiz alanların en aza indirilmesi,
- Ön alan yerleşim planının entegre edilmesi,
 - Geçirimsiz alanlarla doğrudan bağlantılı alanların en aza indirilmesi,
 - Drenaj akış izlerinin değiştirilerek artırılması,
- Gelişim öncesi ve sonrası hidrolojinin karşılaştırılması,
- Düşük etkili gelişim alan planının tamamlanması.

2.6.1 Geçerli imar planı ve diğer yerel mevzuatın tanımlanması

Planlama süreci kapsamında imar planları; büyüme ve kentleşme arasında işlevsel ve görsel bir bağ kurulması amacıyla çerçeve altlık sağlamaktadır. İmar planları kapsamında, kentsel tasarım hedeflerinin karşılanması amacıyla gelişmekte olan bir alanın, alan kullanımı ve fiziksel karakteri önceden tayin edilmektedir. Yaygın olarak kullanılan imar bileşenleri çizelge 2.5’de yer almaktadır. İmar gereksinimleri; gelişim şekli ve yoğunluğunu düzenlemek, araç yolu genişlikleri, park etme standartları ile drenaj gereksinimlerini belirlemek ve doğal kaynak koruma alanlarını tanımlamak için kullanılmaktadır (Anonymous 1999a).

Çizelge 2.5 Yaygın olarak kullanılan imar bileşenleri (Anonymous 1999a)

İMAR GEREKLİLİĞİ	AMAÇ
Alan kullanım sınırlandırması	Ayrı konut, ticari ve endüstriyel kullanım ve/veya bu kullanımların birleşim yüzdesini belirlemek
PARSEL YERLEŞİM GEREKLİLİKLERİ	
Eşit büyüklükte veya benzer biçimli parseller	Konut kullanımı ve mahalleler arasında uyumun sağlanması
En küçük parsel boyutları	Konut kullanımları ve mahalleler arasında uyumun sağlanması
Bina ön cephesi gereklilikleri	Yerleşim bölgeleri arasında ek ayırım sağlanması; erişim
Ön, arka ve yandan sabit çekme mesafeleri	Yerleşim ve kenar boşlukları arasında ek ayırım sağlanması, yerleşim bölgeleri arasında uyumun sağlanması; binalar yoluyla kontrol kapsamı
YOL YERLEŞİM GEREKLİLİKLERİ	
Yol genişliği	Araç ve yaya güvenliğinin sağlama alınması ve kamu tesis giderlerinin önlenmesi
Yol dönüşleri	Yangın güvenlik risklerini önlemek, yeterli yangın güvenlik aracı erişiminin sağlanması
Kaldırımlar ve yaya geçitleri	Araç ve yaya güvenliğinin sağlama alınması ve kamu tesis giderlerinin artmasının önlenmesi
Konut ve ticari gelişim	Araç ve yaya güvenliğinin sağlama alınması ve kamu tesis giderlerinin artmasının önlenmesi
Ortak veya paylaşımlı tesisler	Örneğin; paylaşımlı septik sistemler veya yollar gibi bakımı yapılmayan tesislerden meydana gelecek çevresel veya güvenlik risklerini engellemek
DRENAJ ve TESVİYE	
Bordürler/oluklar ve rögarlar	Alan dışında yer alan suyun, sokakların ve binaların üzerindeki gelişimin aşırı yükünün önlenmesi
Yağmursuyu nitelik ve nicelik yapıları	Alan dışında yer alan suyun, sokakların ve binaların üzerindeki aşırı yükünün önlenmesi
Yararlı drenajı teşvik etmek amacıyla kazı-dolgunun yapılması	Drenaj nedeniyle ortaya çıkan toprak erozyonu sorunlarının önlenmesi

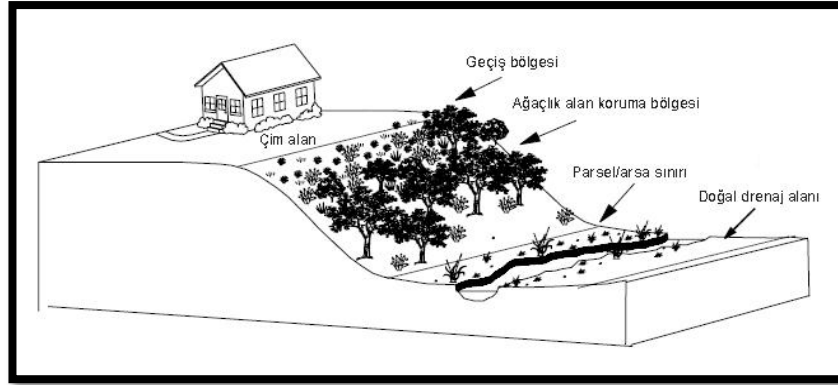
İmar yönetmelikleri genelde esnek olmayan ve belirli alan planlama değişkenlerine ilişkin gelişim olanakları için sınırlandırıcı bir yapıda olmaktadır. Diğer yandan, düşük etkili gelişim yaklaşımı; kentsel büyümenin engellenmediği bir alanın çevresel hedeflerini karşılayan, bir dizi esnek imar seçeneklerini içermektedir. Bu seçeneklerin kullanımı, imar ve alt düzenlemelerinin sürecine, çevresel duyarlılığın eklenmesini sağlamaktadır. Alternatif imar seçenekleri çizelge 2.6’ da özetlenmektedir (Anonymous 1999a).

Çizelge 2.6 Alternatif imar seçenekleri (Anonymous 1999a)

İMAR SEÇENEKLERİ	SAĞLANAN İŞLEVLER
Bölge çakıştırma	Mevcut imar seçenekleri kullanılır ve ek düzenleyici standartlar sağlanır.
Verimlilik esasına dayalı imar seçeneği	Alan fonksiyonlarının korunmasına dayalı genel hedeflere göre gelişen esnek imar seçenekleri sağlanır.
Teşvik esasına dayalı imar seçeneği	Çevresel korumanın sağlanması amacıyla, daha fazla esnekliğe olanak sağlayacak şekilde imar kısıtlamaları üzerinde uzlaşa sağlanır.
Geçirimsizlik esasına dayalı çakıştırma imar seçeneği	Alt bölüm yerleşim seçenekleri toplam alan geçirimsizlik sınırlarına dayalıdır.
Su havzası esasına dayalı imar seçeneği	Önceden belirlenmiş bir havza kapasitesine veya hedefine ulaşmak için yukarıdaki ilkeler bir arada kullanılır.

2.6.2 Korunan alanların ve gelişme sınırının belirlenmesi

İmar ve altbölüm düzenlemeleri analiz edildikten sonra, düşük etkili gelişim yöntemi kapsamında değerlendirilecek alan için bir gelişim sınırı belirlenmelidir. Bu belirleme; korunmuş alanlar, kullanılan alanlar, topoğrafik özellikler, mevcut alt drenaj hatları ve alanın diğer özellikleri tanımlanarak yapılmaktadır. Düşük etkili gelişim yönteminin uygulanacağı alan içerisinde korunacak özelliklere örnek olarak; sulak alanlar, taşkın yatakları gibi su kenarı bölgeleri, orman koruma bölgeleri ve önemli mevcut ağaçlar, dik yamaçlar ve yüksek geçirimli erosif topraklar verilebilmektedir (Şekil 2.11). Korunan bu özellikler çakıştırma yoluyla haritaya aktarılmaktadır (Anonymous 1999a).



Şekil 2.11 Uygulama yapılacak alanda korunan bazı özellikler (Anonymous 1999a)

2.6.2.1 Alan kazanma ve tesviye sınırlarının azaltılması

Temizleme ve tesviye sınırları gelişimin yönlendirildiği alan ile doğrudan ilişkilidir. Bu gelişim alanı; bütün geçirimsiz alanları (araç ve yaya yolları, çatılar gibi), geçirimli alanları (kademelendirilmiş çim alanlar gibi) ve açık drenaj sistemlerini kapsamaktadır. Mevcut arazi örtüsü üzerindeki hidrolojik etkileri en aza indirmek amacıyla, hidrolojik işlev açısından daha düşük değere sahip veya bozulmalara daha az hassas olan alanlarda, gelişim alanları yer almalıdır. Örneğin; çorak killi topraklardaki gelişim, ormanlık kumlu topraklardaki gelişime göre daha az hidrolojik etkiye sahiptir. Gelişim alanları, en azından akarsular, taşkın yatakları, ıslak alanlar ve dik yamaçlar gibi hassas alanların dışında yer almalıdır (Anonymous 1999a).

2.6.2.2 Alanın parmak izinin kullanılması

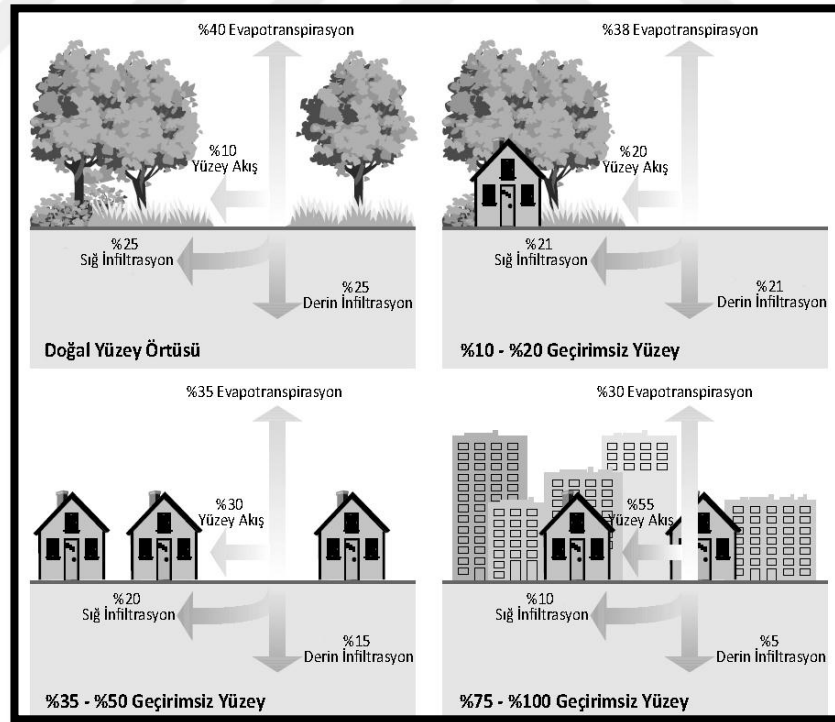
Alanın parmak izi; mevcut bitki örtüsünün ve toprakların en az zarar görmesine dayalı bir alan kazanma ve alan gelişimi yöntemini ifade etmektedir. Alan parmak izinin (en az zarar teknikleri) kullanılmasıyla birlikte, alan kazanma ve tesviye sınırları azaltılacak ve dolayısıyla hidrolojik etkiler en aza indirgenecektir. Arazi örtüsü üzerindeki etkiler, aşağıda örneklenen en az zarar teknikleri yoluyla azaltılabilmektedir (Anonymous 1999a).

- Son derece yüksek geçirimsizliğe sahip toprakların asfaltlanmasının ve sıkıştırılmasının azaltılması,
- İnşaat kullanım hakkı ve malzeme depolama alanlarının boyutlarının azaltılması ve projenin inşaat aşamasında gelişim sınırı kapsamında yığınların konumlandırılması,
- Mevcut ağaçların alandan kaldırılmalarını önlemek amacıyla, bina düzeninin ve tesviye (kazı-dolgu) işlemlerinin yapılması,
- Döşemeli yüzeylerin toplam alanının azaltılması yoluyla geçirimsizliğin en aza indirgenmesi,
- Alan üzerinde toprak sıkışmasını önlemek ve geçici inşaat malzemeleri deposunu sınırlandırılmak amacıyla, olası en küçük bozulmuş alanın belirlenmesi ve işaretlenmesi,

- İnfiltrasyonun artırılması ve yüzey akışın azaltılması amacıyla, mümkün olduğunca geçirimsiz alanların bağlantılarının kesilmesi ve
- Dağınık akış yollarını sağlamak amacıyla mevcut topoğrafya ve topoğrafyayla ilişkili drenaj sisteminin korunmasıdır (Anonymous 1999a).

2.6.3 Drenajı/Hidrolojiyi bir tasarım unsuru olarak kullanmak

Hidrolojik yönden işlevsel bir peyzaj oluşturmak için alan hidrolojisinin değerlendirilmesi ve anlaşılması gerekmektedir. Şekil 2.12’de görüldüğü gibi kentleşme ve artan geçirimsiz yüzeyler büyük ölçüde gelişim öncesi hidrolojiyi değiştirmektedir. Geçirimsiz alanlardaki bu artış, doğrudan suların toplandığı sistemler üzerindeki etkinin artması ile de bağlantılıdır. Alan geliştirmeye bağlı olarak ortaya çıkan bu etkileri azaltmak için hidrolojik değerlendirmeleri ve mekânsal alan yerleşim seçeneklerini göz önünde tutan düşük etkili gelişim alan planlaması kullanılmalıdır (Anonymous 1999a).



Şekil 2.12 Kentleşme oranına bağlı olarak kent hidrolojisinin değişimi (Anonymous 1999a)

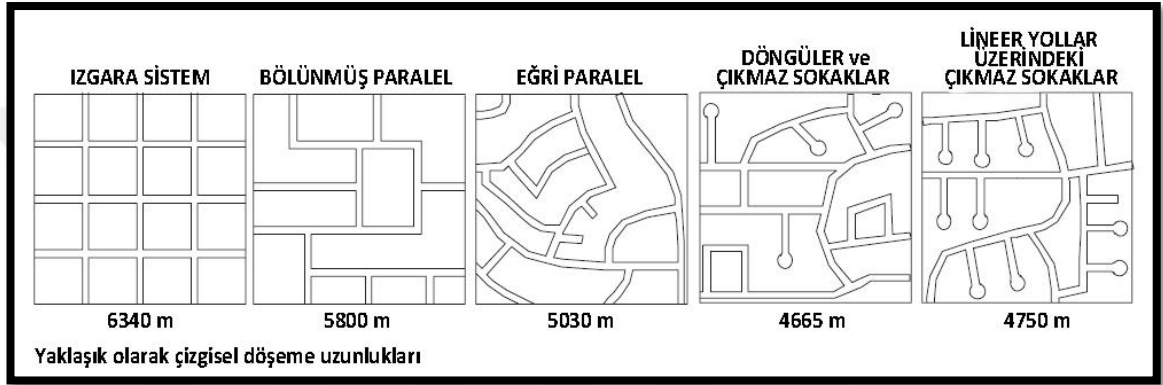
Hidrolojik değerlendirme işlemleri, düşük etkili gelişim yüzey akış potansiyelini en aza indirmek ve gelişim öncesi konsantrasyon zamanını (toplanma zamanı) korumak için kullanılabilir. Bu işlemler; alan koşullarının belirlenmesi ve kullanılabilmesi amacıyla, düşük etkili gelişim alan planlama sürecine dahil edilmelidir (Anonymous 1999a).

Alan yerleşiminin mekânsal organizasyonu da oldukça önemlidir. Yüzey topoğrafyasından bağımsız olarak çalışan ve suyu yer altında saklayan bir boru toplama sisteminin aksine, açık bir drenaj sistemi esasına dayanan düşük etkili gelişim; doğal yüzey şekilleri ile birlikte çalışmakta ve alan planlamada önemli bir tasarım unsuru haline dönüşmektedir. Düşük etkili gelişim yağmursuyu yönetimi drenaj sistemi; yaya yolu düzeni ile parklar, çocuk oyun alanları ve olası şantiyeler için en uygun alanları ortaya koyabilmektedir. Drenaj sistemi; gelişimin ayrılmaz bir parçası olan kentsel formların, alanın doğal özellikleri ile birlikte, estetik yönden daha iyi bir ilişki kurarak birbirleri ile entegre olmalarına yardımcı olmaktadır. Entegre olmuş bir alan planı, alanı tamamlamakla birlikte aynı zamanda pahalı drenaj yapılarının yapımını ve hafriyat işlerini de azaltarak gelişim maliyetlerinde de kazanç sağlamaktadır (Anonymous 1999a).

2.6.4 Toplam Geçirimsiz Alanları En Aza İndirme/Azaltma

Gelişim sınırının haritalanması aşamasında, trafik deseni, yol düzeni ve ön parsel düzeni de göz önünde bulundurulmalıdır. Alan geçirimsizliğine sebep olan en büyük kaynak, tüm trafik dağıtım ağıdır (Yollar, kaldırımlar, ev ve cadde arasındaki yollar ve otopark alanları). Geçirimsiz alandaki değişiklikler, yüzey akışını, beslenme değerlerini ve alan hidrolojisini etkilemektedir. Düşük etkili gelişimin uygulandığı alanlarda, geçirimsizliğin yönetilmesinde, yol ve otopark alanı döşemesinin katkısı, alan planlama ve tasarım sürecinin en önemli bileşenlerinden biridir. Geçirimsiz yüzeylerde toplam yüzey akış hacminin azaltılmasında çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler;

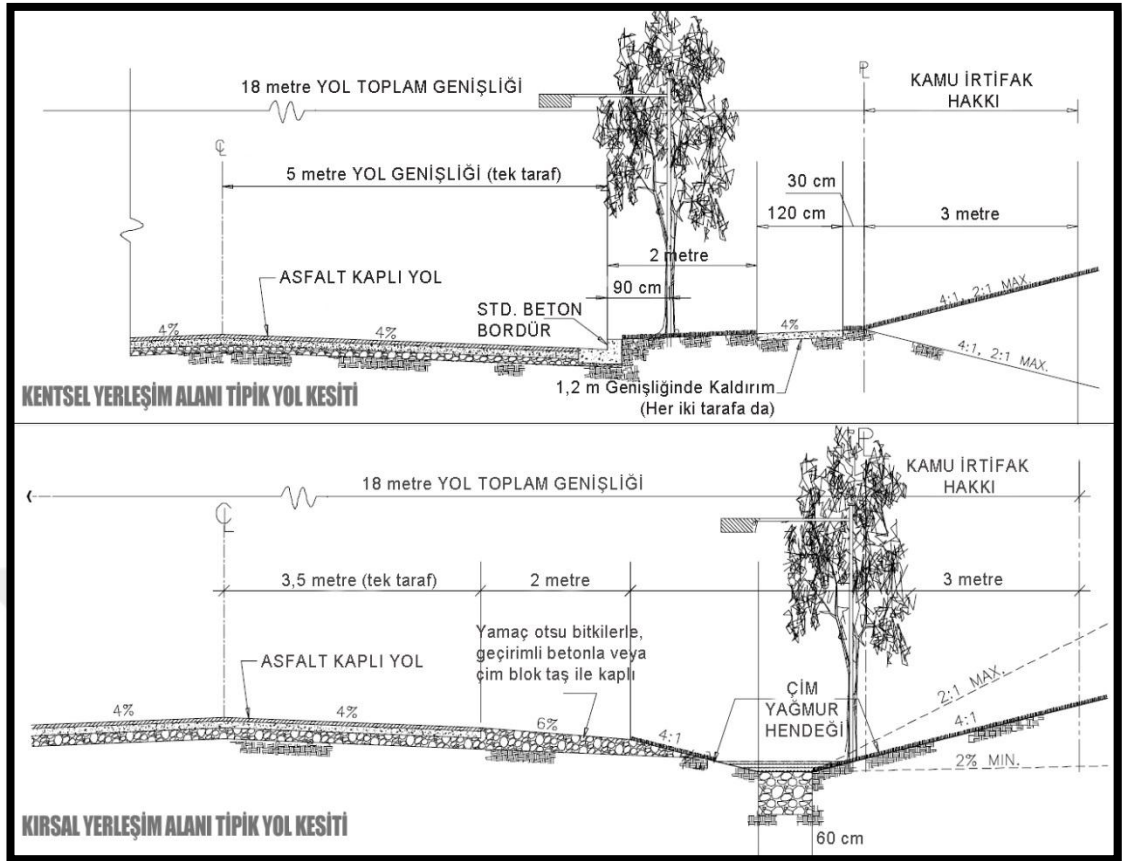
Alternatif Yol Ağı Dokusu: Yol düzeninin, toplam geçirimsizlik ve alan hidrolojisi üzerine çok önemli etkileri bulunmaktadır. Şekil 2.13'te yaklaşık olarak toplam yol kaplaması uzunluğu gösterilmektedir. Yaklaşık yol kaplama uzunluğu 6340 m olan çizgisel uzunlukta tipik bir ızgara ağ sisteminden, 4665 m çizgisel uzunlukta döngülü ve çıkmaz sokaklı bir yol ağı sistemine kadar, geçirimsizlik farklılık göstermektedir. Alternatif bir yol ağı dokusunun seçimi, toplam geçirimsizliğin %26 oranında azalmasıyla sonuçlanabilmektedir (Anonymous 1999a).



Şekil 2.13 Farklı yol ağı sistemlerinin döşeme uzunlukları (Geçirimsizlik farklı yol ağı seçenekleri ile yakından ilgilidir.) (Anonymous 1999a)

Dar Yol Kesitleri: Toplam alan geçirimsizliğini azaltmada; kazı dolgu işlemleri ve alan temizliği kadar yol kesitleri genişliğinin azaltılması da bir alternatif olarak kullanılabilir. Şekil 2.14'te kentsel yerleşim alanında yer alan tipik bir yol kesiti ve kırsal yerleşim alanında yer alan yol kesiti görülmektedir. Yol genişliği her iki yol kesitinde de 18 m civarındadır. Birinci kesitte yol kaplamasının genişliği bordür ve olukta dahil olmak üzere 10 m'dir. Birinci kesit yerine ikinci kesitin kullanılmasıyla birlikte, yol kaplamasında %30'a kadar bir azalma sağlanarak 10 m yerine 7 m yol kaplaması kullanılmış olacaktır (Anonymous 1999a).

İkinci kesit, bordür ve oluk kullanımını; inşaat maliyetlerinin azaltılması ve yol kenarı bitkilendirilmiş hendeklerin kullanılmasıyla birlikte ortadan kaldırmaktadır (Anonymous 1999a).



Şekil 2.14 Kentsel ve kırsal yerleşimlerde yer alan tipik yol kesitleri ve geçirimsizliğe etkisi (Anonymous 1999a)

Ana yolların tek tarafında yer alan kaldırımların azaltılması: Toplam alan geçirimsizliği, ana yolların tek tarafındaki kaldırımların sınırlandırılması ile de düşürülebilmektedir. Bazı durumlarda, kaldırımlar veya yaya yolları diğer bütün yol yüzeylerinden kaldırılabilir (Anonymous 1999a).

Sokak üzeri park etmenin azaltılması: Sokak üzerinde tek taraflı parkın azaltılması veya sokak üzerindeki parkın tamamen kaldırılması; yol yüzeylerinin azaltılması ve bununla birlikte, tüm alan için geçirimsizliğin %25 ile 30 oranında azaltılması için iyi bir fırsattır (Sykes 1989, Anonymous 1999a). Sokak üzerinde çift taraflı park etmek, her parsel için yeterli park yeri sağlamak amacıyla genellikle gereksiz olmaktadır. Örneğin; Sykes (1989)'a göre; sokağın her iki tarafına da park edilmesi, konut başına 4,5 ile 6,5 araba için alan sağlamaktadır (Anonymous 1999a).

Çatılar: Çatılar, alan geçirimsizliğine katkıda bulunmaktadır. Yapının tabanda oturduğu alanının parsele oranı olan taban alanı katsayısı veya kısaca TAKS, genellikle arsanın çatı geçirimsiz alanını belirlemektedir. Konutun tipi, şekli ve büyüklüğü çatı geçirimsizliğini etkilemektedir (Anonymous 1999a).

Konut ile cadde arasındaki yollar: Toplam alan geçirimsizliğini azaltmak için planlanması gereken bir diğer özellik ise, konut ile cadde arasında kalan yollardır. Bu amaçla aşağıda yer verilen teknikler kullanılabilir:

- Özellikle hassas alanlarda eğer mümkünse, konut ile cadde arasındaki yolun diğer konut alanlarıyla paylaşımlı olarak kullanılması,
- Konut ile cadde arasında kalan yolun genişliğinin 2,75 m ile sınırlandırılması (tek ve paylaşımlı kullanımlarda)
- Konut ile cadde arasındaki yol uzunluğunu azaltmak amacıyla, bina çekme mesafelerinin azaltılması,
- Konut ile cadde arasındaki yolda ve otopark alanında, yüzey akışı azaltan ve yüzey akış ulaşım süresini artıran geçirimsiz döşemeler veya çakıl kullanılmalıdır (Anonymous 1999a).

2.6.5 Bütünleşik Ön Yerleşim Planının Geliştirilmesi

Alanın gelişim sınırı tanımlandıktan ve toplam alan geçirimsizliği en aza indirildikten sonra, bütünleşik bir ön yerleşim planı; gelişim öncesi ve sonrası hidrolojik analizlerin karşılaştırılmasını ve hidrolojik yönden işlevsel bir alan oluşturmayı sağlamaktadır. Bu bağlamda, ön plan aşamasından kesin plan aşamasına geçerken yapılan işlemler aşağıda açıklanmaktadır. Bu işlemler; geçirimsiz alanların bağlantısını kesmenin yanı sıra, gelişim öncesi yüzey akış konsantrasyon (toplanma) zamanının mümkün olduğunca gelişim sonrasında da korunmasını sağlayacak drenaj akış yollarının bazı tekniklerle değiştirilmesini de hedeflemektedir (Anonymous 1999a).

Doğrudan Bağlantılı Geçirimsiz Alanların En Aza İndirilmesi: Toplam alan geçirimsizliği en aza indirildikten ve ön yerleşim planı geliştirildikten sonra, çevresel

yararlar elde edilmekte ve mümkün olduğunca geçirimsiz alanların bağlantısının kesilmesiyle birlikte, hidrolojik etkiler de azaltılmaktadır. Bu durumun gerçekleşmesi için;

- Çatı drenajının bağlantısının kesilmesi ve akışın bitkilerle kaplı alanlara yönlendirilmesi,
- Asfaltla kaplı alanlardan örneğin araç yollarından gelen akışların stabilize, bitkilerle kaplı alanlara yönlendirilmesi,
- Geniş asfaltla kaplı yüzeylerden akış yönlerinin dağılması,
- Bitkilerle kaplı alanlar boyunca sığ akışın (yüzey üzerinde yağmursuyu yüzey akışının yavaş ve sığ olması) teşvik edilmesi,
- Geçirimsiz alanların doğal sistemlere, bitkilendirilmiş tampon alanlara, doğal kaynak alanlarına veya geçirimli topraklara drenajlarının sağlanması amacıyla dikkatli bir şekilde yer seçimlerinin yapılması gerekmektedir (Anonymous 1999a).

Drenaj Akış Yollarının Değiştirilmesi/Arttırılması: Konsantrasyon veya akış toplanma zamanı (T_C), hidrolojik alan koşulları ile bağlantılı olarak, bir sağanak olayı için pik deşarj oranını belirlemektedir. Alan ve altyapı bileşenleri konsantrasyon (toplanma) zamanını etkilemektedir. Bu bileşenler: (Anonymous 1999a)

- Seyahat (ulaşım) mesafesi (akış yolu),
- Zemin yüzeyinin ve/veya su yüzeyinin eğimi,
- Yüzey pürüzlülüğü,
- Kanal biçim, kalıp ve malzeme bileşenleridir.

Konsantrasyon zamanını kontrol eden ve etkileyen teknikler, akış yönetimi yoluyla birlikte, düşük etkili gelişim yaklaşımına dahil edilebilmektedir. Bu teknikler:

- Yüzeyden sığ akışların mümkün olduğu kadar artırılması,
- Akış yollarının arttırılması ve uzatılması,
- Alan ve parsel eğimlerinin genişletilmesi ve düzleştirilmesi,

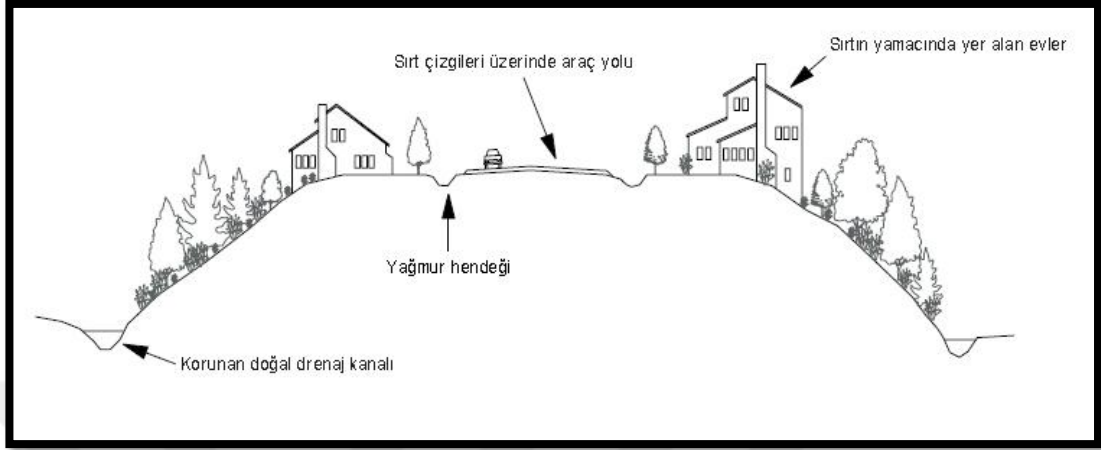
- Açık hendek (yoğun dayanıklı çim ile kaplı toprak kanallar) sistem kullanımlarının mümkün olduğunca artırılması,
- Alan ve parsel bitkilendirmelerinin artırılmasıdır (Anonymous 1999a).

Yüzeyden sığ akış: Yüzeyden sığ akış mesafesinin mümkün olduğunca uzatılması ve gelişim sonrası konsantrasyon (toplanma) zamanı akış yolu boyunca ağaçlık alan zararlanmalarının en aza indirilmesi amacıyla, alan tesviye edilmelidir. Bu uygulama, yüzey akış ulaşım zamanını artırdığı gibi konsantrasyon (toplanma) zamanını da artıracaktır. Sonuç olarak, pik deşarj oranı azalacaktır. Doğal drenaj desenlerine karşı tesviye edilmiş alanlardaki akış hızı, toprak erozyonunu önlemek amacıyla mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır. Genellikle tavsiye edilen akış hızı aralıkları, saniyede 60 cm ile 150 cm arasındadır. Akışlar; yoğunlaşmış yüzey akışı sığ akışa çevirmek için tasarlanan seviye dağıtıcılarla veya yaklaşık 9 m genişliğinde, yüzey akışın yayılabileceği düz bir çim alan oluşturma yoluyla yavaşlatılabilmektedir (Anonymous 1999a).

Akış Yolu: Yüzeysel akışın akış yolunun artırılması, infiltrasyonu(sızma) ve ulaşım zamanını da arttırmaktadır. Düşük etkili gelişim yaklaşımının hedeflerinden biri de; çatılardan ve yollardan gelen yüzey akışın açık hendek drenaj sistemlerine ulaşması için gerekli zamanın artırılması amacıyla, yüzeyden sığ akışın sağlanmasıdır. Bu hedefi gerçekleştirmek amacıyla tasarımcılar; çatılardan ve yollardan gelen yüzey akışı biyotutma ünitelerine, infiltrasyon çukurlarına, kuru kuyulara veya yüzey akışın toprağa geçmeden önce yakalanması esasına dayalı olarak konumlandırılan sarnıçlara yönlendirmektedir. Bunlara ek olarak, yüzey akışın ulaşım uzunluğunu ve yüzey pürüzlülüğünü artırmak amacıyla, stratejik parsel tesviyesi de tasarlanabilmektedir (Anonymous 1999a).

Alan ve Parsel Eğimleri: Dik eğimli alanlar boyunca yol inşa etmek, bir alandaki toprak zararlanmalarını artıracaktır. İyi bir yol düzeni tasarımı, dik eğimler yerine tesviye eğrilerini takip eden ve sırt çizgileri boyunca uzanan yollardır (Şekil 2.15). Dik eğimler genellikle, yoğun kazı ve dolgu işlemleri de gerektirmektedir. Çizelge 2.7'de eğimin parsel düzenine nasıl dahil edileceği ile kazı-dolguyu ve doğal drenaj yolu üzerine olan

etkileri mümkün olduğunca azaltan yol tasarımları hakkında öneriler görülmektedir (Anonymous 1999a).



Şekil 2.15 Uygun yol kesiti (Sırt çizgileri boyunca uzanan yollar doğal drenaj deseninin korunmasını ve kullanılmasını sağlamaktadır.) (Sykes 1989, Anonymous 1999a)

Alternatif yol düzeni seçenekleri; çıkmaz sokak (cul-de-sac) uzunlukları ve bir alanın mevcut sırt çizgilerine ve drenaj desenine dayalı olan toplayıcı sokaklar ve bu sokaklara bağlanan yan sokak düzenlerinin belirlendiği yol planlarına dayanmaktadır.

- Parçalara ayrılmış sırtlarla birlikte dalgalı eğime sahip alanlar için birden çok kısa çıkmaz sokaklar dışında toplayıcı sokaklarda kullanılmakta ve
- Düz eğimli alanlarda ise değişken ızgara desenleri kullanılmaktadır. Doğal drenaj yollarının ve diğer doğal kaynak koruma alanlarının korunması amacıyla kullanılan ızgara sistemi bazı alanlarda kesilebilmektedir (Anonymous 1999a).

Parsel eğimleri, infiltrasyonun(sızma) ve yüzey akış ulaşım zamanının artırılması amacıyla en az kazı-dolgu yaklaşımı ile birlikte düzleştirilmektedir (Şekil 2.16). Konut yerleşimleri için düşük etkili gelişim uygulamaları, bina yüzey alanı dışındaki parsel alanına uygulanmaktadır. Toprağın infiltrasyon kapasitesini mümkün olduğunca yükseltmek amacıyla, parsel alanında toprak sıkışmasından kaçınılmalıdır. Söz konusu infiltrasyon alanları; geçirimsiz (örneğin; çatılar ve yollar gibi) yüzeylerdeki yüzey akış

ulaşım zamanını dūřürmek amacıyla hidrolojik açıdan birbirleriyle bağlantılı olabilmektedir (Anonymous 1999a).

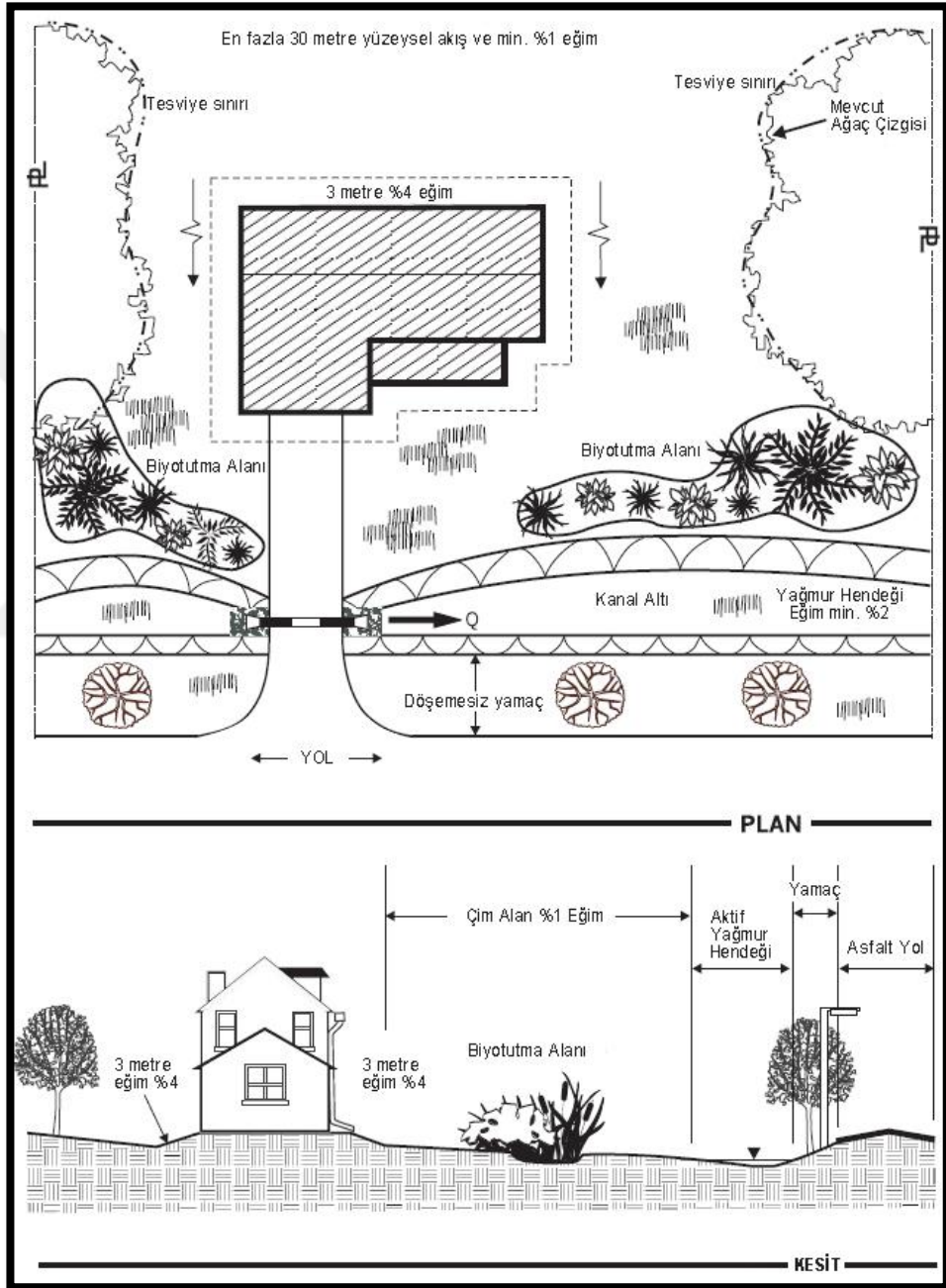
Çizelge 2.7 Alternatif yol dūzenleri (Anonymous 1999a)

Alanın Eğimi	Alan ve Yol Dūzeni Seçenekleri
%0-4	Bu alanlarda, tesviye eęrilerine paralel olacak řekilde yollar ve dūz parseller birlikte kullanılmaktadır. Villa tipi dūz ayak konut birimleri tercih edilmektedir.
%4-8	- Bu eęime sahip alanlarda tesviye eęrilerine paralel olacak řekilde yollar ve eęimli parseller birlikte kullanılmaktadır. Basamaklı giriře sahip konut birimleri veya kottan giriřli konut birimleri tercih edilmektedir. - Bu tūr alanlarda tesviye eęrilerine dik olacak řekilde yollar, yan yana ayrı dūzeylerde yer alan konut birimleri ile birlikte kullanılmaktadır.
%8-11	Bu eęime sahip alanlarda tesviye eęrilerine dik olacak řekilde yollar ve eęimli parseller birlikte kullanılmaktadır. Yan yana ayrı dūzeylerde yer alan konut birimleri tercih edilmektedir.
>% 11	Bu eğime sahip alanlar, konut parselleri için kolaylıkla tercih edilmeyecek alanlardır.

Açık Hendekler: Dūřük etkili gelişim tasarımlarında, daha geleneksel yağmur drenaj sistemleri yerine çok işlevli açık drenaj sistemleri kullanılmaktadır. Taşkın problemlerini hafifletmek ve geleneksel yağmur drenaj sistemlerine olan ihtiyaı azaltmak amacıyla, bitkilendirilmiş veya çimlendirilmiş açık drenaj sistemlerinin, parseller ve yol boyu arasında birincil yūzey akış taşıyan birimler olmaları sağlanmalıdır. Açık drenaj sistemleri içerisinde yūzeysel akışın hızının ve miktarının mūmkūn olduğunca azaltılması amacıyla, parsel alanı tesviye edilmelidir. Yūzeysel akışın ulaşım zamanının ve miktarının ihtiyaç duyuldukça azaltılması amacıyla, teraslama ve infiltrasyon kontrolleri kullanılmalıdır (Anonymous 1999a).

Alan ve Parsel Bitkilendirmeleri: Tesviyesi yapılmıř alanların yeniden bitkilendirilmesi, alanda aęaçlandırma yapılması veya mevcut bitki örtüsünün korunması; ek tutma alanlarının saęlanması, yūzey akıř hacminin azaltılması ve ulařım zamanının artırılmasının yanı sıra ek yūzey pūrūzlülüęü de oluřturarak pik deřarj oranını azaltmaktadır. Yūzey akıř hacmi ve pik oranların dūřürülmesi için yeni tutma

alanlarının elde edilmesi amacıyla, mevcut bitki örtüsü veya ormanlık alanlarla birlikte bitkilendirilmiş tampon alanların birbirlerine bağlanması gerekmektedir. Bu kapsamda, çevre estetiğini artırma ve habitat koridoru oluşturma gibi yararlar da sağlanmış olmaktadır (Anonymous 1999a).



Şekil 2.16 Hafif eğime sahip bir alanda düşük etkili gelişim alan tesviye teknikleri (Anonymous 1999a)

2.6.6 Gelişim Öncesi Hidroloji ile Gelişim Sonrası Hidrolojinin Karşılaştırılması

Düşük etkili gelişim alan planlama sürecinin bu aşamasına geçildiğinde, alan planlama çalışmalarının önemli bir kısmı tamamlanmış olmaktadır. Tasarımcı bu aşamada, hidrolojik analizler yardımıyla, gelişim öncesi alan hidrolojisi ile gelişim sonrası alan hidrolojisini karşılaştırmaktadır. Hidrolojik analiz; alan planlama süreci tarafından ortaya konulan kontrol düzeyinin ölçülmesini sağlamasının yanı sıra, entegre yönetim uygulamalarının (EYU) kullanımı yoluyla gerekli ek kontrol düzeyinin ölçülmesini de sağlamaktadır (Anonymous 1999a).

2.6.7 Düşük Etkili Gelişim Alan Planının Tamamlanması

Düşük etkili gelişim alan planının tamamlanması, genellikle bir dizi tekrarlayan tasarım adımları içermektedir. Hidrolojik değerlendirme sonuçlarına dayalı olarak, düşük etkili gelişim alanının ek yağmursuyu kontrol gereksinimleri belirlenmelidir. Bu gereksinimler, alan boyunca dağıtılan entegre yönetim uygulamalarının (EYU) kullanımıyla karşılanmaktadır. Alan gereksinimlerinin, sadece entegre yönetim uygulamalarının kullanımıyla karşılanamaması durumunda, geleneksel yağmursuyu yönetim tekniklerinin (örneğin; su tutma göletleri) kullanılmasıyla birlikte, ek yağmursuyu kontrolleri sağlanmalıdır. Düşük etkili gelişim önlemleri ve geleneksel kontrol karma kullanımı “hibrid (melez) sistem” olarak adlandırılmaktadır. Geleneksel yağmursuyu yönetim teknolojileri ile düşük etkili gelişim yağmursuyu yönetim teknolojilerinin karşılaştırılması çizelge 2.8’de verilmektedir (Anonymous 1999a).

Gelişim öncesi hidroloji hedeflerinin yerine getirilmesinden sonra; tip detayları, plan notları, yol enkesitleri, alan kesitleri ve gerekli notlar alan planına dahil edilerek süreç tamamlamalıdır (Anonymous 1999a).

Çizelge 2.8 Geleneksel yağmursuyu yönetim teknolojileri ile düşük etkili gelişim yağmursuyu yönetim teknolojilerinin karşılaştırılması (Anonymous 1999a)

Hidrolojik Parametre	Geleneksel	Düşük Etkili Gelişim
Alan İçerisinde		
Geçirimsiz Örtü	Etkili drenajı elde etmek amacıyla teşvik edilmektedir.	Etkileri azaltmak için mümkün olduğunca alansal olarak küçültülmektedir.
Bitkisel/Doğal Örtü	Etkili alan drenajını geliştirmek amacıyla azaltılmaktadır.	Gelişim öncesi hidrolojiyi koruma amacıyla mümkün olduğunca artırılmaktadır.
Konsantrasyon Zamanı	Kısaltılmıştır, drenaj verimliliği bir yan ürün olarak azaltılmaktadır.	Yaklaşık olarak gelişim öncesi koşullara yükseltilmekte ve mümkün olduğunca büyütülmektedir.
Yüzey Akış Hacmi	Akış hacminde kontrol edilemez büyük artışlar olmaktadır.	Gelişim öncesi koşullar kontrol altında tutulmaktadır.
Pik Deşarj	Gelişim öncesi tasarım yağışları kontrol altında tutulmaktadır. (2 yıllık)	Gelişim öncesi koşullar bütün yağışlar için kontrol altında tutulmaktadır.
Yüzey Akış Frekansı	Özellikle küçük sıklıktaki yağışlar için büyük ölçüde artmaktadır.	Gelişim öncesi koşullar bütün yağışlar için kontrol altında tutulmaktadır.
Yüzey Akış Süresi	Tüm yağış olayları için artmaktadır. Çünkü akış hacmi kontrol altında değildir.	Gelişim öncesi koşullar kontrol altında tutulmaktadır.
Yağış Çıkarımları (Tutulma, İnfiltrasyon(Sızma), Çukur Depolama)	Bütün durumlar için büyük azalma görülmektedir.	Gelişim öncesi koşullar korunmaktadır.
Yer altı Suyu Beslenimi	Azalma görülmektedir.	Gelişim öncesi koşullar korunmaktadır.
Alan Dışında		
Su Kalitesi	Kirletici yüklerde azalma görülmektedir. Ancak yağış olayları için sınırlı kontroller, tasarım deşarjına göre daha azdır.	İlerlemiş kirletici yük azalmaları ve yağış olayları için tam denetimler, tasarım deşarjına göre daha azdır.
Alıcı Sular	Şiddetli etkileri belgelenmiştir. Kanal erozyonu ve bozulmalar, sediment birikmesi, azalmış daimi akım ve habitat uygunluğu azalmış veya ortadan kalkmıştır.	Akarsu ekolojisi gelişim öncesi koşullarda korunmaktadır.
Akıntı Yönünde Taşkın	Pik deşarj kontrolü, kontrol yapısı altındaki taşkını acil olarak azaltmaktadır. Ancak diğer yandan, eklenerek artan etkiler ve üst üste binen hidrograflar (Bir akarsuyun belli bir kesiminde suyun yıl içinde veya belli bir zamandaki akım durumunu gösteren grafik) yoluyla, akıntı yönündeki taşkın riskini arttırabilmektedir.	Gelişim öncesi koşullar kontrol altında tutulmaktadır.

2.7 Düşük Etkili Gelişim Kapsamında Entegre Yönetim Uygulamaları (EYU)

Düşük etkili gelişim teknolojisi; gelişim sonrası istenilen hidrolojik koşulları elde etmek amacıyla, entegre yönetim uygulamaları (EYU) olarak adlandırılan mikro ölçekli ve alana dağıtılmış yönetim tekniklerini kullanmaktadır (Anonymous 1999a).

Düşük etkili gelişim alan planlama süreci, önemli ölçüde gelişimin hidrolojik etkilerini azaltmaktadır. Alan planlama teknikleri uygulandıktan sonra, gelişim öncesi hidrolojik durumun yakalanması amacıyla, bazı ek uygulamalar gerekli olmaktadır. Bu bağlamda, entegre yönetim uygulamalarının kullanımı, ek hidrolojik kontroller (pik deşarj ve yüzey akış hacmi gibi) getirmekte ve gelişim öncesi yüzey akış hacminin korunmasını sağlamaktadır. Düşük etkili gelişim yaklaşımına uygun en iyi yönetim uygulamaları;

- Biyotutma birimleri (yağmur bahçesi vb)
- Kuru kuyular
- Filtre/tampon şeritleri ve diğer çok işlevli peyzaj alanları
- Çimlendirilmiş hendekler, biyotutma hendekleri ve ıslak hendekler
- Yağmur varilleri
- Sarnıçlar ve
- İnfiltrasyon çukurlarıdır.

Entegre yönetim uygulamalarının seçim ve tasarım süreci, hidrolojik teknikler kullanılarak tanımlanan kontrol hedefleriyle başlamaktadır. Entegre yönetim uygulamalarının seçim ve tasarım sürecini 6 aşamada açıklamak mümkündür: (Anonymous 1999a).

Aşama 1: Gerekli Hidrolojik Kontrollerin Tanımlanması: Düşük etkili gelişim yaklaşımlarının hedefi; alanın gelişim öncesi hidrolojik sistemini taklit etmek ve böylelikle gelişim öncesi yüzey akış hacmini, pik yüzey akış oranını ve frekansını (sıklık) korumaktır. Bu hedef doğrultusunda, entegre yönetim uygulamaları seçilmektedir. İnfiltrasyon, deşarj hacmi ve sıklığı, yer altı suyu beslenimi gibi hidrolojik fonksiyonlar, entegre yönetim uygulamalarının tanımlanmasında ve

seçiminde temel özellikler haline gelmiştir. Yüzey akış hacmi, pik deşarj, deşarj süresi ve sıklığı, yer altı suyu beslenimi ve su kalite parametrelerini içeren hidrolojik fonksiyonlar; çeşitli tasarım parametreleri açısından ölçülebilmektedir. Gelişim öncesi koşullar için bu tasarım parametreleri ölçüldüğünde, belirli bir alan için gerekli olan hidrolojik kontrollerin tanımlanması ve değerlendirilmesi gerçekleşmiş olmaktadır (Anonymous 1999a).

Aşama 2: Alan Fırsatları ve Kısıtlamalarının Değerlendirilmesi: Düşük etkili gelişim kavramı, alan planlama etkilerinin yönetiminde yenilik ve yaratıcılığı teşvik etmektedir. Bu aşamada, entegre yönetim uygulamalarının getirilmesiyle birlikte, fırsatlar ve kısıtlayıcılar açısından alan değerlendirilmektedir. Çizelge 2.11’de entegre yönetim uygulamalarının alan kısıtlayıcıları özet olarak verilmektedir (Anonymous 1999a).

Aşama 3: Aday Uygulamaların Elenmesi: Alan fırsatları ve kısıtlamalarının değerlendirmesine bağlı olarak, mevcut entegre yönetim uygulamaları arasında bir karşılaştırma yapılmaktadır. Belirli bir alan için uygun olmayan entegre yönetim uygulamaları, ileri değerlendirmeler dışında tutulmaktadır. Eleme yapılırken; hem alan kısıtlamaları (Çizelge 2.11) hem de entegre yönetim uygulamalarının çizelge 2.9’da tanımlanan hidrolojik ve su kalitesi fonksiyonları göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca çizelge 2.10’da düşük etkili gelişim kapsamında entegre yönetim uygulamaları tarafından sağlanan, kayıt altına alınmış su kalitesi yararlarının bir özeti de sunulmaktadır (Anonymous 1999a).

Çizelge 2.9 Düşük etkili gelişim entegre yönetim uygulamalarının hidrolojik fonksiyonları (Anonymous 1999a)

Hidrolojik fonksiyonlar	Biyo tutma alanı	Kuru kuyu	Filtre/ Tampon Şeritler	Çim Örtü ile Kaplanmış Yağmur Hendekleri	Yağmur varili	Sarnıç	İnfiltrasyon Çukurları
Tutma/durdurma	Y	Yok	Y	O	Yok	Yok	Yok
Çukur depolama	Y	Yok	Y	Y	Yok	Yok	O
İnfiltrasyon	Y	Y	O	O	Yok	Yok	Y
Yer altı suyu beslenimi	Y	Y	O	O	Yok	Yok	Y

sarnıçlar, kuru kuyular, infiltrasyon çukurları, çimlendirilmiş yağmur hendekleri ve diğer uygulamalar) daha fazla veya daha az kullanma seçeneği bulunmaktadır. Alan gereksinimleri, alan estetik değerleri ve yapım maliyetleri gibi tasarım faktörleri tüm karar alma sürecinde etkilidir (Anonymous 1999a).

Aşama 6: Gerekirse Geleneksel Kontrollerin Tasarımı: Herhangi bir nedenle belirli bir alan için geliştirilen hidrolojik kontrol hedefleri entegre yönetim uygulamaları kullanılarak elde edilemezse, bazı geleneksel kontrolleri eklemek gerekli olabilmektedir. Düşük geçirimli topraklar, yüksek taban suyu seviyesi veya çok hassas alan kullanımları (ticari, endüstriyel alanlar) gibi bazı alan kısıtlayıcıları entegre yönetim uygulamalarının kullanımını engellemektedir. Bu gibi durumlarda, entegre yönetim uygulamaları alanda mümkün olduğu kadar kullanılmalı ve daha sonra geriye kalan hidrolojik tasarım hedeflerinin karşılanması için geleneksel kontroller (geçici veya uzun süre tutma uygulamaları (göletler gibi)) tercih edilmelidir (Anonymous 1999a).

Entegre yönetim uygulamaları (EYU) seçilirken yukarıda tanımlanan 6 aşamanın haricinde, tasarımcıların değerlendirmesi veya göz önünde bulundurması gereken faktörler şunlardır: (Anonymous 1999a)

- Toprak yapısı,
- Eğimler,
- Yer altı su düzeyi,
- Yapı temellerine yakınlık,
- Maksimum derinlik ve
- Bakım masrafları

Düşük etkili gelişim entegre yönetim uygulamaları, parsel ölçeğinde tasarlanmaktadır. Bu yaklaşım, doğal çevre ile parselin bütünleşmesini sağlamanın yanında, boru çıkışlı yüzey akış kontrolünün sağlanması amacıyla gerekli büyük merkezi parsellere olan ihtiyacı da ortadan kaldırmaktadır. Düşük etkili gelişim kapsamında entegre yönetim uygulamaları;

- Toprak içerisine yüzey akışın infiltrasyonu yoluyla yer altı suyu beslenimini,
- Yüzey akışın; sürekli depolama veya daha sonra tahliyesi için sürekli veya geçici olarak tutulmasını,
- im rt ile kaplanmış hendeklere ve tampon şeritlere doğru yüzey akışın yavaş yavaş taşınmasıyla birlikte, kirleticilerin okertilmesi ve tutulmasını,
- Son olarak, evre düzeni yapılmış olan alanlara birden çok işlev getirilmesini sağlamaktadır. (Parsel leğinde veya ticari alan ölçeğinde entegre yönetim uygulamalarıyla sağlanan hidrolojik kontrol aynı zamanda kentin yeşil alan ihtiyaını karşılamakta ve kentin estetik değerini artırmaktadır.) (Anonymous 1999a).



Çizelge 2.11 Entegre Yönetim Uygulamalarının Alan Sınırlayıcıları (Anonymous 1999a)

	Biyolojik Tutma Alanları	Kuru Kuyu	Filtre/Tampon Şeritleri	Hendekler: Çim örtü ile kaplanmış hendekler, infiltrasyon hendekleri, ıslak hendekler	Yağmur Varilleri	Sarnıç	İnfiltrasyon Çukurları
Gerekli Alan	En az yüzey alanı aralığı: 5-20 m ² En az genişlik: 1,5-3 m En az uzunluk: 3-6 m En az derinlik: 0,6-2,4 m	En az yüzey alanı aralığı: 0,75-1,85 m ² En az genişlik: 0,6-1,2 m En az uzunluk: 1,2-2,4 m En az derinlik: 1,2-2,4 m	En az uzunluk: 4,5-6 m.	Taban genişliği: En az 0,6 m, en çok 1,8 m	Bir etken değildir.	Bir etken değildir.	En az yüzey alanı aralığı: 0,75-1,85 m ² En az genişlik: 0,6-1,2 m En az uzunluk: 1,2-2,4 m
Toprak	İnfiltrasyon oranı >0,69 cm/saat olan geçirimli topraklar önerilmektedir. Toprak sınırlamaları alt dren uygulaması ile birlikte aşılabilir.	İnfiltrasyon oranı >0,69 cm/saat olan geçirimli topraklar önerilmektedir.	Geçirimli topraklar daha iyi performans göstermekle birlikte, toprak özellikleri bir sınırlandırıcı değildir.	Geçirimli topraklar daha iyi hidrolojik performans göstermekle birlikte, toprak özellikleri bir sınırlandırıcı değildir. Hendek tipi seçimi, toprak geçirimlilik oranına göre yapılmaktadır.	Bir etken değildir.	Bir etken değildir.	İnfiltrasyon oranı >1,32 cm/saat olan geçirimli topraklar önerilmektedir.

Çizelge 2.11 Entegre Yönetim Uygulamalarının Alan Sınırlayıcıları (Anonymous 1999a) (devam)

Eğim	Genellikle bir sınırlandırma olmamakla birlikte, tasarım göz önünde tutulmalıdır.	Genellikle bir sınırlandırma olmamakla birlikte, tasarım göz önünde tutulmalıdır. Kuru kuyular, yapısal birimlerin aşağı yönünde konumlandırılmalıdır.	Genellikle bir sınırlandırma olmamakla birlikte, tasarım göz önünde tutulmalıdır.	Hendek yamaç eğimleri: 3:1 veya daha düz, boyuna eğim: en az %1, en çok eğim izin verilen hızlara bağlıdır.	Genellikle bir sınırlandırma olmamakla birlikte, varil açık boşaltım sisteminin yeri tasarlanırken göz önünde tutulmalıdır.	Bir etken değildir.	Genellikle bir sınırlandırma olmamakla birlikte, tasarım göz önünde tutulmalıdır. İnfiltrasyon çukurları, yapısal birimlerin aşağı yönünde konumlandırılmalıdır.
Yer altı Su Düzeyi/ Ana Kaya	Önerilen 0,6-1,2 m boşluğun üzerinde yer altı su düzeyi/ ana kaya	Önerilen 0,6-1,2 m boşluğun üzerinde yer altı su düzeyi/ ana kaya	Genellikle bir kısıtlama yoktur.	Genellikle bir kısıtlama yoktur.	Genellikle bir kısıtlama yoktur.		0,6-1,2 m boşluk
Yapısal Birimlere Yakınlık	Yapısal birimlerden aşağı yönde en az 3 m mesafe önerilmektedir.	Yapısal birimlerden aşağı yönde en az 3 m mesafe önerilmektedir.	Yapısal birimlerden aşağı yönde en az 3 m mesafe önerilmektedir.	Yapısal birimlerden aşağı yönde en az 3 m mesafe önerilmektedir.	Bir etken değildir.		Yapısal birimlerden aşağı yönde en az 3 m mesafe önerilmektedir.
En Fazla Derinlikleri	Toprak tipine bağlı olarak 0,6-1,2 m derinlik	Toprak tipine bağlı olarak 1,8-3 m derinlik	Uygun değil	Uygun değil	Uygun değil		Toprak tipine bağlı olarak 1,8-3 m derinlik
Bakım	Düşük bakım ihtiyacı, bahçe sahibi rutin peyzaj bakımına dahil edebilir.	Düşük bakım ihtiyacı	Düşük bakım ihtiyacı, rutin peyzaj bakımı	Düşük bakım ihtiyacı, rutin peyzaj bakımı	Düşük bakım ihtiyacı		Yüksek düzeyde bakım ihtiyacı

2.7.1 Biyolojik tutma alanları (biyotutma alanları)

Biyolojik tutma veya kısaca biyotutma alanları, yüzey akışın yönlendirildiği sığ bir derinliğe sahip, bitkilendirilmiş çukurlar olarak tanımlanmaktadır. Yüzey akış sularının kirleticilerden ve sedimentlerden ayrılması nedeniyle bu alanlar, biyolojik tutma alanları olarak isimlendirilmektedir. Bu alanlarda yağmur suları veya bir başka deyişle, yüzey suları birkaç gün boyunca tutulmakta ve bu süre içerisinde yer altına filtrelenerek süzülmesi gerçekleşmektedir. Biyolojik tutma alanları; çim tampon şerit, kum yatak, göllenme alanı, organik tabaka veya malç tabakası, bitkisel toprak ve bitkilerden oluşmaktadır. Kum, toprak ve organik materyal karışımı ile birlikte yüzeyinde yer alan malç tabakasıyla birlikte oluşan filtreleme katmanı, biyotutma alanlarının temel bileşenidir. Yağmur yağdığı anda, yüzey akış geçici olarak biyotutma alanının malç tabakası üzerinde 15 cm'den 30 cm'ye kadar göllenir ve daha sonra hızlı bir şekilde katmanlar arasında filtrelenmektedir. Filtrelenen yüzey akış, yer altı drenaj sisteminde toplanıp, yağmursuyu drenaj sistemine geri döndürülmektedir. Yer altı drenaj sistemi, biyotutma alanının altında, çakıl tabakanın içerisine yerleştirilen perfore delikli bir boru ile oluşturulmaktadır. Bu şekilde, yer altı drenaj sistemi ile birlikte oluşturulan biyotutma ünitesi, "biyotutma filtresi" olarak adlandırılmaktadır (Anonymus 2013b).

Ayrıca biyotutma alanları; geçirgen bir toprak yapısına ve düşük bir yer altı su seviyesine sahip olan yer altı suyu kirlenme riskinin de düşük olduğu alanlarda, yüzey akışın doğrudan toprağa infiltre olması şeklinde de tasarlanabilmektedir. Toprağa sızdırılma şeklinde tasarlanan biyotutma alanları, yer altı su seviyesinin beslenmesi açısından oldukça önemlidir. Bu çerçevede, yer altı drenaj sistemi olmadan tasarlanan veya alt kısmında yüzey akış depolama haznesi bulunan biyotutma alanları "biyotutma havzası" olarak adlandırılmaktadır. Öte yandan, konut ölçeğinde uygulanan küçük ölçekli mikro biyotutma alanlarına "yağmur bahçesi" adı verilmektedir (Anonymus 2013b).

Biyotutma alanları, yüzey akışın azaltılması, filtrasyonu, biyolojik nakli ve mikrobiyal aktivitesi için iyi bir ortam oluşturmakta ve yüksek kirleticilerin ortadan kaldırılmasında da katkılar sağlamaktadır (Anonymus 2013b).

Bir alanda biyotutma alanı tasarımı yapılırken, göz önünde tutulması gerekli en önemli tasarım faktörü ölçektir. Çeşitli ölçeklerdeki biyotutma alanlarını 3 başlık altında incelemek mümkündür.

- 1- Mikro biyotutma alanları veya yağmur bahçeleri: Küçük ölçekli alanlarda, örneğin; müstakil konutların bahçelerinde, çatı veya yol yakınlarında tasarlanan ve yüzey akış düzenlemelerinde kullanılan biyotutma alanlarıdır. Bu alanlara doğru yüzeysel akış, genellikle sığ akış şeklinde gerçekleşmektedir (Anonymus 2013b).
- 2- Biyotutma havzaları: Biyotutma havzaları genellikle otoparklar ve yoğun kullanım alanları olan ticari alanlar gibi ortak kullanım alanlarının çatılarına yakın yerlerde tercih edilmektedir. Bu alanlara doğru yüzeysel akış, sığ akış veya konsantre akış şeklinde gerçekleşmektedir.
- 3- Kentsel biyotutma alanları: Bu ölçekteki biyotutma alanları gelişmiş kentsel alanlarda, örneğin; genişletilmiş ağaç altlarında, bordür uzantılarında, refüjlerde veya yol boyunca yer verilen bitkisel düzenlemelerin yakınında yer almaktadır.

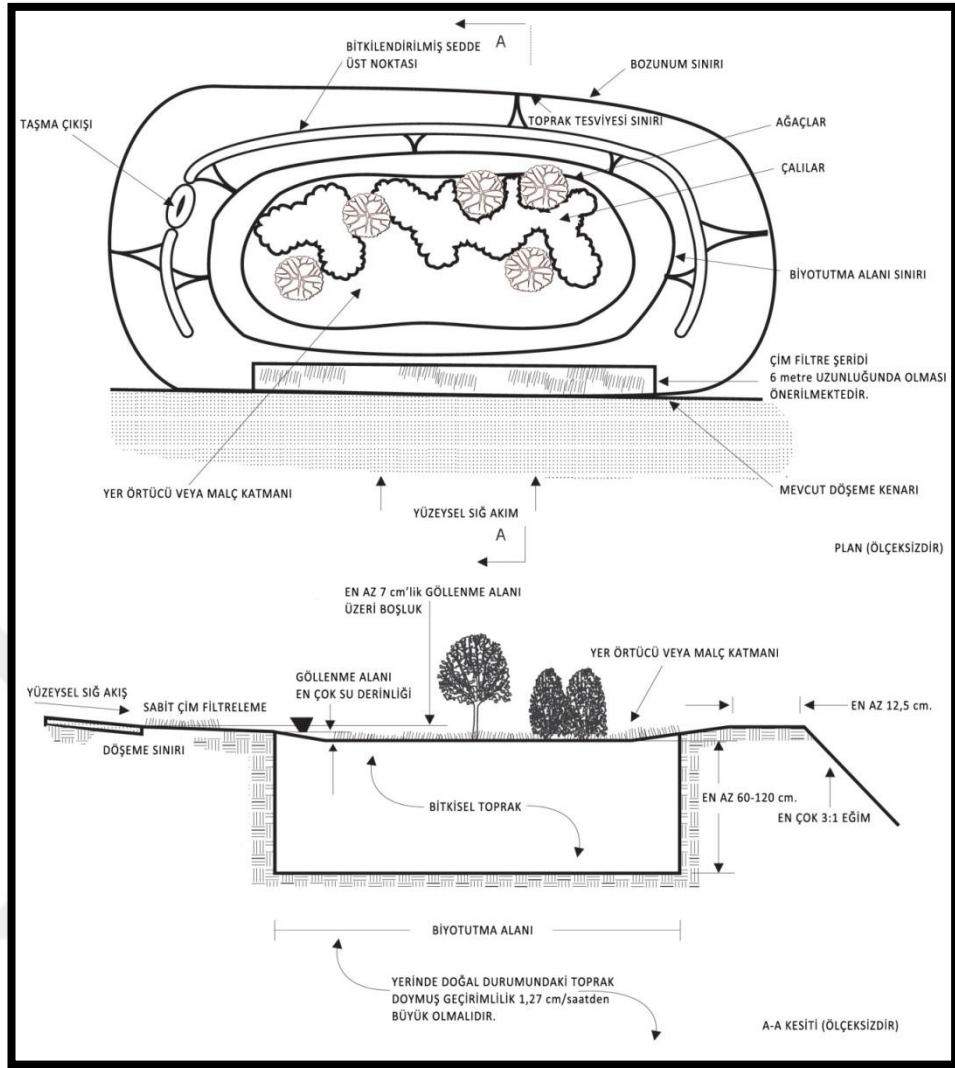
Biyotutma alanlarının ana bileşenleri; (Şekil 2.17)

- Ön işlem alanı (İsteğe bağlı),
- Göllenme alanı,
- Yer örtücü katmanı,
- Bitkisel toprak,
- Yerinde doğal durumundaki toprak,
- Bitki materyali,
- Giriş ve çıkış kontrolleri ve
- Bakımdır.

Biyotutma alanlarının ana bileşenlerinin tasarımında dikkat edilecek hususlar aşağıdaki çizelge 2.12’de belirtilmiştir (Anonymous 1999a).

Çizelge 2.12 Biyotutma Alanı Tasarım Bileşenleri (Anonymous 1999a)

Ön işlem alanı	Birikinti hacmi veya askıdaki materyal oranı önemli miktarda beklenenin üzerinde ise, otopark ve ticari alanlarda ihtiyaç duyulabilmektedir. Çim tampon şerit veya bitkilendirilmiş yağmur hendeği, yaygın olarak kullanılan ön işlem alanlarıdır.
Göllenme alanı	Genellikle 15 cm. derinliğe kadar sınırlıdır.
Yer örtücü alanı	5 cm'lik tam gelişmiş malç tavsiye edilmektedir.
Bitkisel toprak	Derinlik 120 cm. Toprak karışımı; kum, killi kum ve verimli toprak Kil içeriği \leq %10
Yerinde doğal durumundaki toprak	İnfiltrasyon oranı \geq 1,27 cm/saat ise yer altı drenajı yapılmaz, ancak infiltrasyon oranı \leq 1,27 cm/saat ise yer altı drenajının yapılması gereklidir.
Bitki materyali	Doğal bitki örtüsünde yetişen türler, en az 3 tür
Giriş ve çıkış kontrolleri	Erosif olmayan akım hızları (15 cm/sn.)
Bakım	Rutin peyzaj bakımı gereklidir.
Hidrolojik tasarım	Yerel yönetim tarafından belirlenmelidir.



Şekil 2.17 Tipik biyotutma birimi (plan ve kesit) (Anonymous 1999a)

2.7.1.1 Mikro biyotutma alanları (micro bioretention) veya yağmur bahçeleri (rain gardens)

Yağmur sularının herhangi bir işleme tabi tutulmadan yönlendirildiği ve üzerinde suya dayanıklı yerli yurtlu veya yabancı yurtlu bitkilerin yetiştirilebildiği alanlara “yağmur bahçeleri” adı verilmektedir. Oluklardan gelen yağmur suları doğrudan bu alanlara yönlendirilerek, tüm alanın su ile kaplanması sağlanmaktadır. Yağmur bahçelerinde, yağmurla birlikte su yüksekliği artmakta ve bir göllenme oluşmaktadır. Bu göllenme miktarı; yağmurun şiddetine, toprağın infiltrasyon oranına, bitki örtüsüne ve yağmur bahçesinin yapısına bağlı olarak değişmektedir. Genellikle yağmur hızının, toprağın

infiltrasyon hızından fazla olmasından dolayı, ilk etapta genellikle 5-10 cm'lik bir göllenme oluşmaktadır. Toprağın infiltrasyon oranına bağlı olarak göllenme tüm yağmur boyunca kalabilmekte ve daha sonra su yavaşça yağmur bahçesinin tabanından süzülmetedir (Doğangönül ve Doğangönül 2008).

Yağmur bahçeleri yerleşim alanlarında, artan yüzey akıştan kaynaklanan sorunların hafifletilmesi ve yeraltı suyunun zenginleştirilmesi amacıyla geliştirilmiş lokal drenaj çözümleridir. Yağmur bahçeleri, kentsel alanlara hem fonksiyonel yönden hem de estetik yönden birçok katkılar sağlamaktadır. Maliyet yönünden uygulanmaları oldukça kolay olan yağmur bahçelerinin bu bağlamda sağladıkları yararlar;

- Atık su kanalına gidecek olan yağmur sularını toplayarak, üzerinde yetişen bitkilerin doğal olarak sulanmasını sağlamak,
- Yeraltı suyunu beslemek,
- Bahçede oluşabilecek göllenme ve drenaj problemlerini doğal olarak çözüme kavuşturmak,
- Yağmursuyu içerisindeki kirletici yabancı maddeleri arındırmak,
- Güzel estetik bir görünüm sağlamak ve
- Biyolojik aktiviteyi artırarak kuşlar, kelebekler gibi birçok hayvana doğal yaşam ortamı oluşturmaktır (Doğangönül ve Doğangönül 2008).

Öte yandan; yağmur bahçelerinin sorun oluşturabilecek bazı özellikleri ile ilgili açıklamalara aşağıda yer verilmiştir.

- Göllenme: Yağmur bahçeleri sadece yağış anında ıslak ve göllenme durumunda olan ve iki yağmur arasında kuruyan alanlardır. Sürekli belirli bir derinliği olan su yüzeyleri olarak değerlendirilmemelidir.
- Sivrisinekler için uygun yetiştirme ortamı: Yağmur bahçelerinin doğal yapısı, sivrisineklerin üremesi için uygun ortamların oluşumunu engellemektedir. Sivrisineklerin yağmur bahçelerine yerleşerek larvalarını bırakmaları için gereken süre, 7 ile 12 gün arasındadır. Bununla birlikte, yağmur bahçelerinde su, yağmur esnasında göllenip, birkaç saat içerisinde süzülerek infiltre olmaktadır. Öte yandan, sivrisinekler larvalarını daha çok pis sulara ve atık su kanallarına bırakmaktadır. Yağmur bahçeleri ise suyun ağır metallere arındığı, temiz

ortamlardır. Hatta insanları rahatsız etmeyen ve sivrisinekleri kovan diğer canlıları barındırmaları nedeniyle insanları rahatlatıcı ortamlar sağlamaktadırlar.

- Bakım: Yağmur bahçelerinin bakımı, özellikle bitkiler gelişmeye başladıktan sonra oldukça kolay olmaktadır.
- Maliyet: Bahçe sahiplerinin kendilerinin uygulayabilecekleri yağmur bahçelerinin maliyeti oldukça düşüktür. Ancak, yağmur bahçelerinde kullanılan yabancı yurtlu bitkiler maliyeti artırmaktadır (Doğangönül ve Doğangönül 2008).

A) Yağmur Bahçelerinin Planlanması: Yağmur bahçelerinde çatıdan gelen su ile birlikte bahçe yüzeyinden gelen yağış suları da biriktirilebilmektedir. Bu kapsamda, yağmur bahçelerinin yer seçimi yapılırken, aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir;

- Yağmur bahçeleri, saçak kenarından en az 3 metre kadar uzağa konumlandırılmalıdır. Böylelikle yağmur oluğundan alınan suyun, yapının temelini zarar vermemesi sağlanmış olmaktadır.
- Yağmur bahçeleri, varsa septik sistemlerin üzerine ya da yakınlarına kurulmamalıdır.
- Önceden mevcut olan düşük kotlara ya da üzerinde sürekli su bulunduran ve infiltrasyon hızı düşük olan alanlara yapılmamalıdır. Mümkünse güneş ışığını direk alan açık alanlar seçilmeli, gölgede kalan ağaç altları kullanılmamalıdır.
- Düz alanlar yerine hafif veya az eğimli alanlar seçilmeli ve hatta kazılacak çukurda çıkarılacak olan toprak, alt tarafta kullanılacak olan tampon için kullanılmalıdır (Doğangönül ve Doğangönül 2008).

Yağmur bahçesinin yer seçimi için özellikle yapının ve peyzaj alanının durumu dikkate alınmalıdır. Ön görülen yağmur bahçesinin çevresi ve bina ile uyumunun nasıl olacağı önceden tasarlanmalıdır. Uygun yer belirlendikten sonra, yağmur bahçesinin boyutları da netleştirilmelidir (Doğangönül ve Doğangönül 2008).

Yağmur bahçelerinin boyutları belirlenirken dikkat edilmesi gereken husus; yağış ve yağışla gelen su miktarıdır. Bu sebeple, genellikle yağmur bahçeleri 10 ile 30 m² boyutları arasında değişmektedir. 10 m²'den küçük yağmur bahçeleri de tasarlanabilir

ancak istenilen bitki deseni oluşturulamaz. Diğer yandan boyutların 30 m² 'yi geçmesi durumunda, kazı işlemleri güçleşmekte ve tesviye zorlaşmaktadır. Özetle, bir yağmur bahçesinin boyutları; istenilen derinliğe, toprağın özelliklerine, bitkilere ve alan ile çatıdan gelecek suyun miktarına bağlıdır (Doğangönül ve Doğangönül 2008).

Yağmur bahçelerinin derinliği; genel olarak 10 ile 20 cm arasındadır. 20 cm'den derin yağmur bahçelerinde göllenme daha fazla olmakta ve geç süzülme gözlenmektedir. 10 cm'den daha az derinliğe sahip yağmursuyu bahçelerinde ise, gelen aşırı suyun biriktirilememesi tehlikesi bulunmaktadır. Yağmur bahçelerinin derinliğini belirleyen en önemli özellik, uygulanacak bahçenin eğimidir. Eğer, eğim az olursa çok toprak kazılmakta ve ön taraf ile kenarlara yığılmaktadır. Öte yandan, eğim çok olursa, az toprak kazılarak istenilen hacim kazanılmaktadır. Bu bağlamda, hafif veya az bir eğim aranmalı ve kazı işlemi kolaylaştırılmalıdır. Yağmur bahçesi uygulanan alanın eğimi optimum % 10 civarında olmalıdır. Eğime bağlı olarak derinlik ise aşağıda verilen yüzdelik eğimlere göre değişmektedir (Doğangönül ve Doğangönül 2008).

- Eğim % 4'ten az ise, derinlik 7-12 cm arasında olmalıdır.
- Eğim % 5-7 arasında ise, derinlik 15-18 cm arasında olmalıdır.
- Eğim %8-12 arasında ise, derinlik 20 cm olmalıdır.

Yağmur bahçesinin yeri, büyüklüğü ve derinliği seçildikten sonra zemindeki toprağın cinsi araştırılmalı ve kumlu, siltli ya da killi zemin olarak sınıflandırılmalıdır. Kumlu ya da siltli topraklar üzerine yapılacak yağmur bahçeleri, killi topraklardan daha hızlı suyu iletceklerinden, killi toprak üzerindeki yağmur bahçelerinden alan olarak daha küçük olabilmektedir (Doğangönül ve Doğangönül 2008).

Yağmur bahçesine drene olan alan dikkatli bir şekilde hesaplanmalıdır. Yağmur bahçesine drene olan alan büyüdükçe yağmur bahçesinin boyutları da büyüyecektir. Eğer yapılacak yağmur bahçesi, binadan 10 metre veya daha uzak ise, alan ne olursa olsun istenilen miktarda su, yapılan yağmur bahçesine gelmeyebilir. Böyle durumlarda, çatıdan inen yağmur oluşu yeraltından gömülü bir şekilde yağmur bahçesinin girişine kadar uzatılmalıdır (Doğangönül ve Doğangönül 2008).

Yağmur bahçesi uygulanacak alanın toprak tipi ve yağmur bahçesi derinliğine bağlı olarak bir boyut faktörü ortaya konulmaktadır. Boyut faktörü belirlenirken; yağmur bahçesi bina çatısından 10 metre ya da daha az mesafede konumlandırılacak ise çizelge 2.13, diğer yandan yağmur bahçesi ve bina çatısı arasındaki mesafe 10 metreden fazla ise çizelge 2.14 kullanılmalıdır. Belirlenen boyut faktörü ile drenaj alanı çarpılarak, tavsiye edilen yağmur bahçesi alanı bulunmaktadır (Doğangönül ve Doğangönül 2008).

Çizelge 2.13 Yağmur bahçesi boyut faktörleri (çatı ile yağmur bahçesi arasındaki mesafe 10 metreden az ise) (Doğangönül ve Doğangönül 2008)

Zemin cinsi	7-12 cm derinlik	15-18 derinlik	20 cm derinlik
Kumlu	0,19	0,15	0,08
Siltli	0,34	0,25	0,16
Killi	0,43	0,32	0,20

Çizelge 2.14 Yağmur bahçesi boyut faktörleri (çatı ile yağmur bahçesi arasındaki mesafe 10 metreden fazla ise) (Doğangönül ve Doğangönül 2008)

Zemin cinsi	Tüm derinlikler için boyut faktörü
Kumlu	0,03
Siltli	0,06
Killi	0,10

Belirlenen yağmur bahçesi alanı eğer 30 m²'den fazla ise, alanın uygun yerlerinde birden fazla yağmur bahçesi uygulamasının yapılması tavsiye edilmektedir (Doğangönül ve Doğangönül 2008).

B) Yağmur Bahçelerinin Uygulanması: Yağmur bahçelerinin tasarımı (derinlik, genişlik, eğim, yer seçimi vb.) kapsamlı ancak uygulaması oldukça kolay olmaktadır. Yağmur bahçelerinin her zaman bahar aylarında yapılması tavsiye edilmektedir. Bahar aylarında hem kazı işleri hem de bitkilendirme daha kolay yapılabilmektedir (Doğangönül ve Doğangönül 2008).

Yağmur bahçesi kazı alanından çıkarılan toprak kesinlikle alandan uzaklaştırılmayarak, yağmur bahçesinin alt tarafında oluşturulacak olan "tümsek"te kullanılmak üzere

ayrılmalıdır. Oluşturulacak bu tümsek, sedde görevi yaparak yağmurla gelen suyun tutulması işlevini görmektedir. Yağmur bahçesi için kazılan çukurda, zeminin geçirgen olmasına ve çukurun yan yüzeyleri ile oluşturulan tümseğin geçirimsiz olmasına dikkat edilmelidir. Tümseğin zamanla aşınmasını önlemek amacıyla, üzerine kırma taş ve daha büyük taşlar konulabilmekte veya çim ekilmektedir. Çimin yerine susuzluğa daha dayanıklı yer örtücüler (*Vinca major* L., *Vinca minor* L. veya *Dichondra repens* J.R. Forst. & G. Forst.) de kullanılabilir (Doğangönül ve Doğangönül 2008).

Küçük ölçekli yağmur bahçelerinde yağmur oluğu çok yakında ve gelen suyun hızı yüksek ise, yağmur bahçesi girişinde aşınmalar ve zararlanmalar görülebilmelerinden dolayı, giriş noktasına suyun hızını kesmek amaçlı kırma taşlarla bir hız kesme alanı oluşturulmalıdır (Doğangönül ve Doğangönül 2008).

C) Yağmur Bahçelerinin Bitkisel Tasarımı: Yağmur bahçelerinin bitkisel tasarımında ve bitki seçiminde, aşağıda yer verilen maddelere özen göstermek gerekmektedir.

- Köklerinin suya toleransı yüksek olan bitkiler seçilmeli, genellikle bir veya iki yıllık yerli yurtlu bitkiler tercih edilmelidir. Ayrıca, yağmur bahçelerinin farklı ortam koşulları sebebiyle, bitkilerin hem aşırı suya hem de aşırı kuraklığa dayanıklı ve bununla birlikte kirletici maddelere olan toleransı da yüksek olan türlerden seçilmesine özen gösterilmelidir (www.lowimpactdevelopment.org, 1999b).
- Doğal bitki örtüsünde yetişen bitkiler, bakım rahatlığı ve kolay adapte olabilmeleri özellikleri sebebiyle tercih edilmelidir.
- Büyük ağaçlara yağmur bahçelerinin içerisinde değil, kenarında yer verilmesi daha uygun olacaktır (www.lowimpactdevelopment.org, 1999b).
- Bitkiler yağmur bahçesine bir grid ağı oluşturularak 20'şer cm aralıklarla gruplar halinde dikilmelidir.
- Her bir bitki için, bitki yayılımının iki katı kadar bir çukur hazırlanmalı ve bitki çukura yerleştirildikten sonra düzgün büyüebilmesi amacıyla geçici bir dönem dikey yönlendirme çubukları kullanılmalıdır. Daha sonra çukur toprakla doldurularak, hava boşluğu kalmayacak şekilde zemin sıkıştırılmalıdır.

- Bitki dikimini takiben, bitkilere zarar vermeden 5 cm kalınlığında tüm yağmur bahçesini kaplayacak şekilde kırma çakıl taş serilebilir.
- Dikimi takiben tüm alanın 2 veya 3 cm kadar su ile kaplanacak şekilde sulanması gerekmektedir.
- Her iki haftada bir yağmur bahçesi kontrol edilerek, bitki gelişimleri gözlenmeli ve yabancı otlar ayıklanmalıdır (Doğangönül ve Doğangönül 2008).

Yağmur bahçelerinin bitkisel tasarımı, çeşitli fiziksel ve estetik koşullara göre değişiklik göstermektedir. Öncelikli olarak yağmur bahçeleri, gün ışığı alma açısından; güneşli, yarı gölge ve gölge alanlarda yer alan yağmur bahçeleri olarak sınıflandırılmaktadır. Öte yandan, fiziksel şartlar açısından yağmur bahçelerinin; girişte yer alan yağmur bahçeleri, kenarlarda yer alan yağmur bahçeleri, bahçeyi bölme işlevi olan yağmur bahçeleri, çit oluşturan yağmur bahçeleri ve perdeleyici yağmur bahçeleri olacak şekilde bitkisel tasarımları yapılırken; estetik açıdan ise güzel kokulu yağmur bahçeleri, kelebek çeken yağmur bahçeleri ve kuşlar için yağmur bahçeleri olarak sınıflandırılmakta ve bitkisel tasarımları yapılmaktadır. Şekil 2.18’de güneşli alanda yer alan ve kelebek çekme etkisi amacıyla bitkisel tasarımı yapılmış bir yağmur bahçesi örneği yer almaktadır (www.lowimpactdevelopment.org, 1999b).

D) Yağmur Bahçelerinin Bakımı: Yağmur bahçelerinin başlangıçta birkaç yıl için belirli aralıklarla yabancı ot bakımı özenle yapılmalıdır. Diğer yandan; yağmur bahçesinin rutin bakımı, bütün bahçe bakımı ile birlikte bahçe bakım takvimine göre yapılabilmektedir (Doğangönül ve Doğangönül 2008).

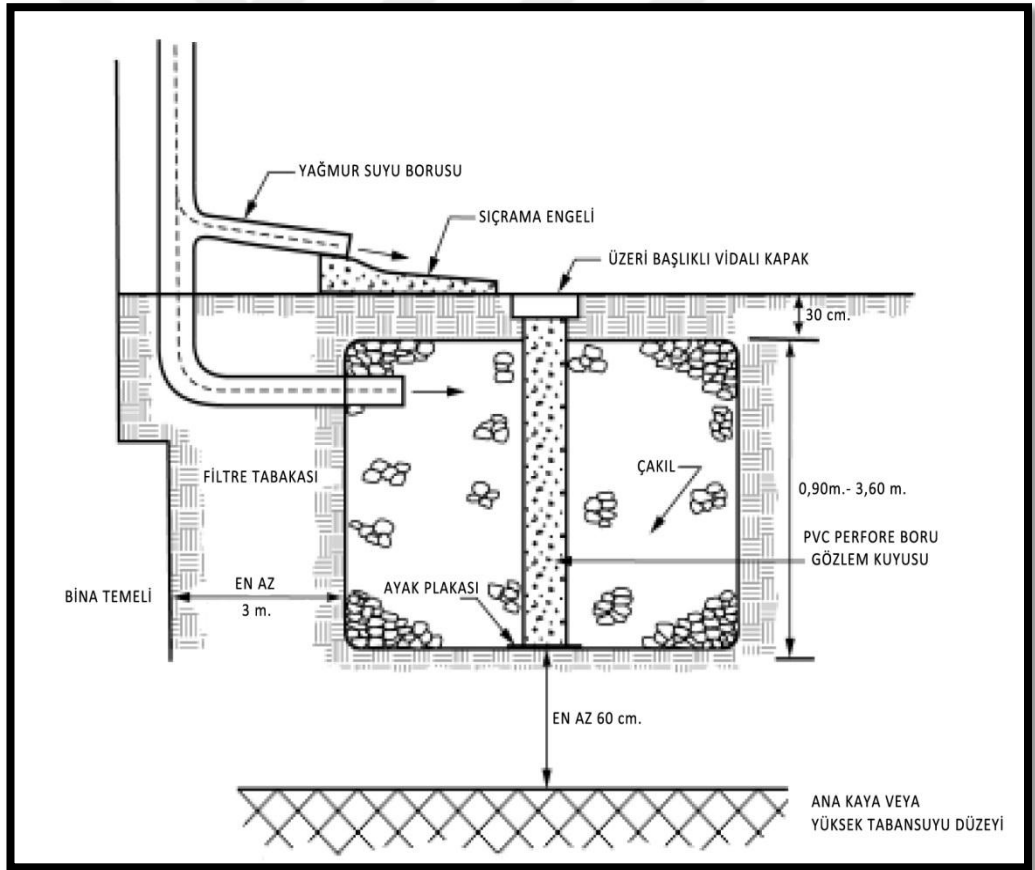
A	<i>Chelone glabra</i> L.		F	<i>Thelypteris palustris</i> Schott	
B	<i>Iris versicolor</i> L.		G	<i>Oenothera fruticosa</i> L.	
C	<i>Amsonia tabernaemontana</i> Walter		H	<i>Ilex decidua</i> Walter	
D	<i>Lobelia cardinalis</i> L.		I	<i>Aster novae-angliae</i> L.	
E	<i>Amsonia hubrichtii</i> Woodson		J	<i>Chelone lyonii</i> Pursh	

Şekil 2.18 Kelebekleri çeken bitkisel tasarımıyla bir yağmur bahçesi örneği, plan ve kullanılan bitkiler, Piedmont, ABD (www.lowimpactdevelopment.org, 1999b)

2.7.2 Kuru kuyular (dry wells)

Kuru kuyular, agrega ve genellikle ince çakıl veya taş dolgunun kullanıldığı kazılmış küçük çukurlardır. Kuru kuyular genellikle, bina çatılarından gelen yüzey akışın kontrolü için kullanılan infiltrasyon sistemleridir (Şekil 2.19). Kuru kuyuların bir başka özel uygulama şekli ise; yüzey akışın direk olarak toplandığı, geliştirilmiş toplama çukuru olarak kullanılmalarıdır (Anonymous 1999a).

Kuru kuyular, adsorpsiyon (yüzeyde toplama), yakalama, filtreleme ve bakteriyel bozunum gibi toprak infiltrasyonu ile ilgili olan süreçlerde önemli iyileştirmeler sağlamaktadır (Anonymous 1999a).



Şekil 2.19 Tipik kuru kuyu kesiti (Anonymous 1999a)

Çizelge 2.15 Kuru Kuyu Tasarım Faktörleri (Anonymous 1999a)

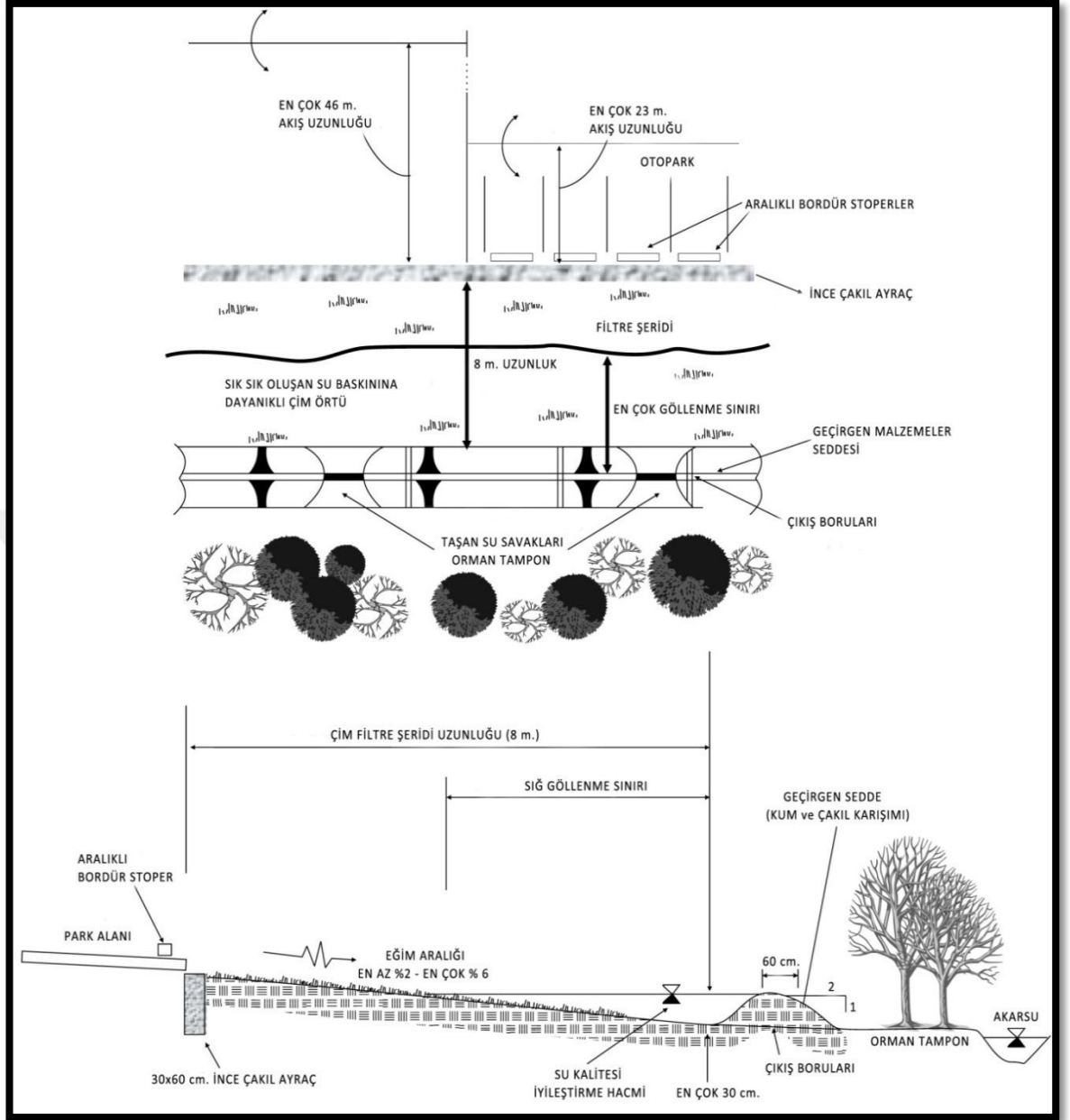
Toprak geçirirliiliği	$\geq 7 - 13$ mm/saat
Depolama süresi	3 gün içerisinde boşalacak şekilde tasarlanmalıdır.
Dolgu alanı	Temiz agrega $\geq 37,5$ mm $\leq 76,2$ mm, etrafı filtre tabakası ile çevrili olmalıdır.
Yüzey akış filtreleme	Çatı üzerine konumlandırılacak süzgeçlerle; yağ, yüzebilir organik materyaller ve çökelebilir katı maddelerin kuru kuyuya girmeleri önceden engellenmelidir.
Çıkış yapıları	Kuyu kapasitesini aşabilecek yüzeysel akış belirlenmeli ve miktara göre değerlendirme yapılmalıdır. Sabit bir kanala giden taşma sistemi veya erosif olmayacak akış koşullarını sağlayan tedbirlerin alınmış olduğu üstü açık bir su yolu ile, fazla yüzey akışa bir çözüm getirilmelidir.
Gözlem kuyusu	10 cm.'lik PVC boru, zeminle aynı hizada yapılan ayak ve üzeri başlıklı vidalı kapak gözlem kuyusunu oluşturan elemanlardır.
Kuyu derinliği	0,90 m.-3,60 m.
Bakım	Periyodik olarak bakım yapılmalıdır. Başlangıçta 3 ayda bir, daha sonraları yıllık bakım yapılmalıdır.
Hidrolojik tasarım	Yerel yönetim tarafından belirlenmelidir.

2.7.3 Filtre şeritleri (filter strips)

Filtre şeritleri; kirlilik kaynağı alanlar ile su birikintisini toplayıcı bir sistem çıkışı arasında yer alan ve genellikle çim gibi yakın büyüyen bitkilerle oluşturulmuş alanlardır. Filtre şeritleri, diğer yağmursuyu kontrol uygulamaları için bir çıkış veya ön işlem alanları olarak ta kullanılmaktadır (Anonymous 1999a).

Çizelge 2.16 Filtre şeritleri tasarım faktörleri (Anonymous 1999a)

Tasarım yağışları	Yerel yönetim tarafından belirlenmelidir.
Drenaj alanı	Filtre şeritlerinin en çok drenaj alanı, geçirimli yüzeyler için 46 m.'nin ve geçirimsiz yüzeyler için 23 m.'nin yüzeysel akış limitlerine bağlıdır.
Eğim	En az eğim= %1, En çok eğim= alan koşullarına göre belirlenmelidir.
Akış	Filtre şeritleri sadece yüzeysel akışları kontrol etmek için kullanılmalıdır. Deşarj, saniyede 0,099 m ³ 'ü aşmamalıdır.
Uzunluk ve boyut	Filtre şeritlerin boyutları, gerekli işlem hacmine göre belirlenmelidir. Tavsiye edilen en az uzunluk ise; 6 m.'dir.
Bakım	Rutin peyzaj bakımı gereklidir.



Şekil 2.20 Tipik filtre şeriti (plan ve kesit) (Anonymous 1999a)

2.7.4 Bitkilendirilmiş tamponlar (vegetated buffers)

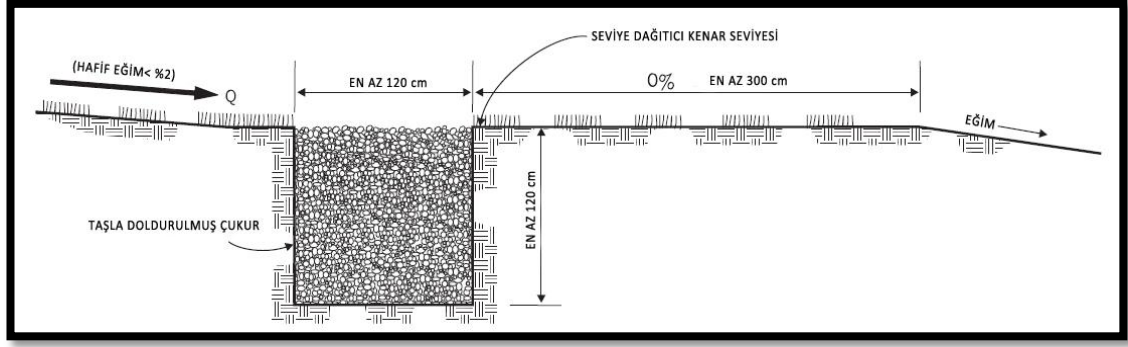
Bitkilendirilmiş tamponlar, su kaynakları, sulak alanlar, ağaçlık alanlar veya yüksek erozyon riski bulunan topraklar gibi hassas alanların etrafında, doğal olarak yetişen veya dikim uygulamasıyla oluşturulan bitki şeritleridir. Bitkilendirilmiş tamponlar, hassas alanları korumanın yanında;

- Sediment ve sediment kaynaklı kirleticileri toplayarak, yüzey akışın etkilerinin azaltılmasına yardımcı olmakta,
- İnfiltrasyon sağlamakta ve
- Geniş alanlar üzerinde yüzey akışlarını yavaşlatmakta ve dağıtmaktadır (Anonymous 1999a).

2.7.5 Seviye dağıtıcılar (level spreaders)

Seviye dağıtıcı; konsantre olmuş (yoğun) yüzey akışı, sığ akışa çeviren ve erozyonu önlemek amacıyla, eğim genişliğinde düzgün olarak yayılmış tipik bir çıkış noktası tasarımıdır (Şekil 2.21). Kıırma taşlarla doldurulmuş sığ bir çukur, seviye dağıtıcıların tipik bir örneğidir. Seviye dağıtıcılar; sığ yüzey akışının kademelendirilmiş çim alanlardan biyolojik tutma ünitelerine ve geçiş alanlarına iletilmesi için kullanılmaktadır. Ayrıca, otoparklardan ve diğer geçirimsiz alanlardan infiltrasyon alanlarına yüzey akışın dağıtılması için de kullanılabilirler (Anonymous 1999a).

Çıkış noktasının, yüzey akışını karşıladığı alan, düzgün eğimli ve erozyona duyarlı olmamalıdır. Çıkış noktasının ağzının tamamen sabit bir seviyede ve kanal oluşumunu engellemek için bozulmamış toprakta yapılmasına özel önem gösterilmelidir. Beklenen yüzey akışlara bağlı olarak, çıkış noktasının ağzı boyunca erozyona dirençli bir hasır örgü gerekli olabilir. Ayrıca, erozyon potansiyelini en aza indirmek amacıyla, sertleştirilmiş yapılar, sert çim çitler ve bitişik dağıtıcılar (küçük bir dizi halinde yüzey akışı bölmek amacıyla) alternatif tasarımlar olarak kullanılmaktadır. Sığ yüzey akış, ilave yüzey akış tutmayı sağlamak ve konsantrasyon zamanını artırmak amacıyla, bitki örtüsü açısından zengin olan alanlar üzerinde (özellikle çim alanlar üzerinde) kullanılmalıdır (Anonymous 1999a).

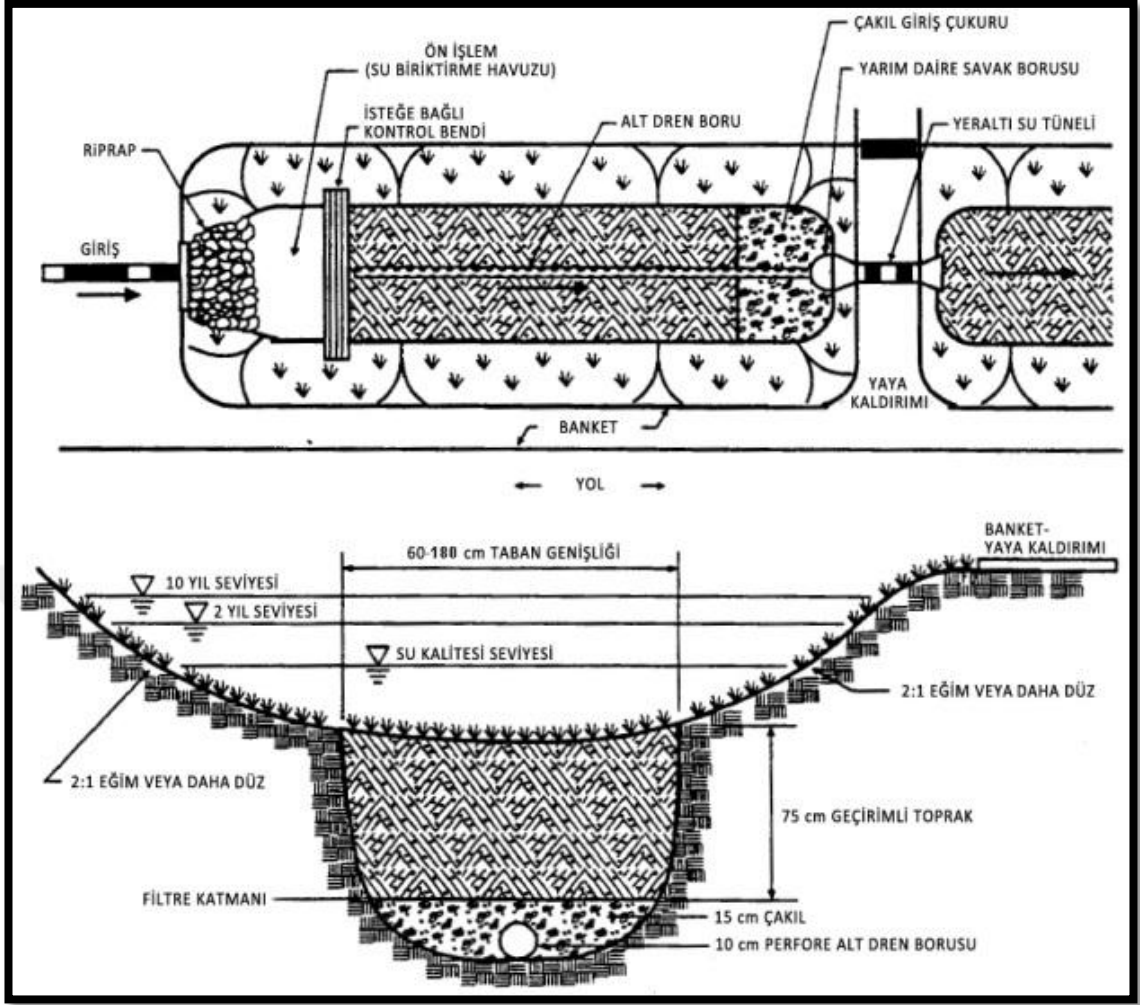


Şekil 2.21 Tipik taş dolgulı seviye dağıtıcı (Anonymous 1999a)

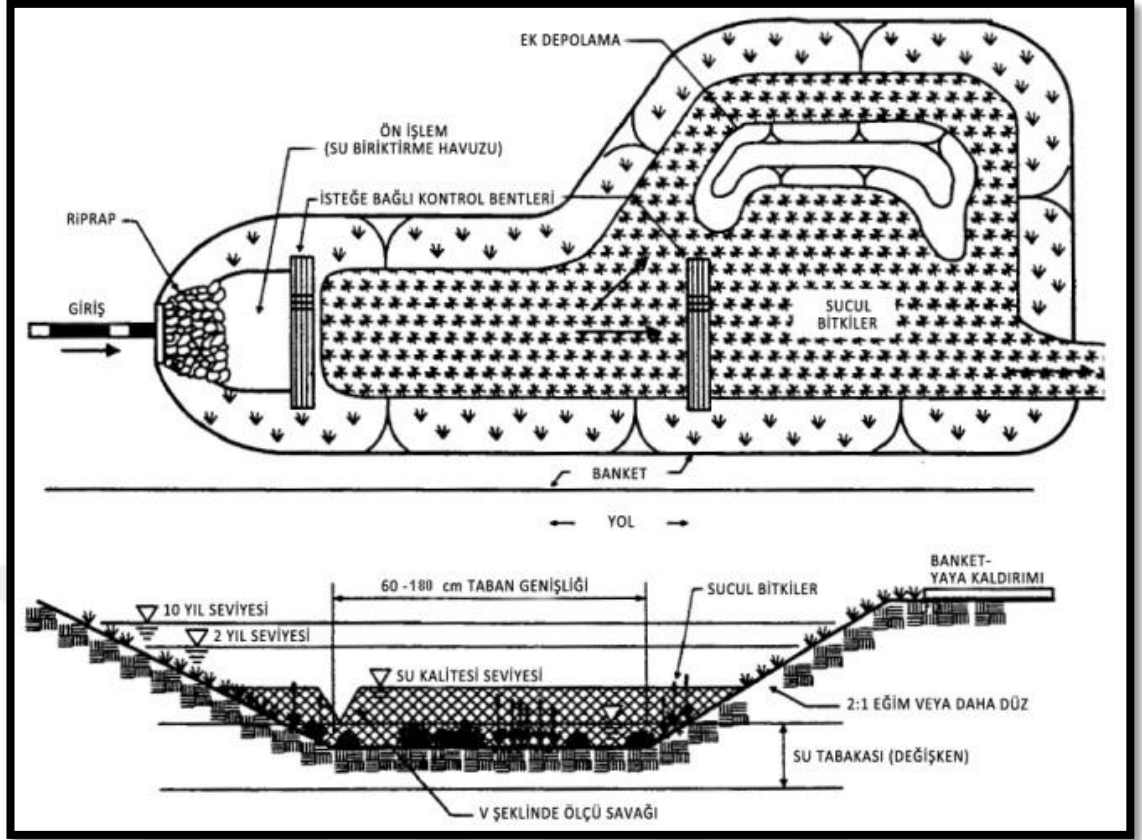
2.7.6 Çim örtü ile kaplanmış yağmur hendekleri (grassed swales)

Yağmur hendeği tasarımı; yüzey akışını yollardan ve yolla kaplı arazi parçalarından uzağa taşımak olan çim örtü ile kaplı kanalları ve basit drenaj çözümlerini içermektedir. Çeşitli hidrolojik faktörlere göre yağmur hendeklerinin performansları yeniden optimize edilmektedir. Bu amaçla kullanılan, 2 tip çim örtü ile kaplanmış yağmur hendeği vardır (Anonymous 1999a).

- **Kuru yağmur hendeği:** Yağmursuyunun infiltrasyonunu kolaylaştırarak hem miktar kontrolü (hacim) hem de kalite kontrolü sağlamaktadır. Kuru yağmur hendekleri genellikle, düşük yoğunluklu yerleşim projelerinde veya çok küçük geçirimsiz alanlar için kullanılmaktadır (Şekil 2.22).
- **Islak yağmur hendeği:** Pik debinin düşürülmesi ve suyun akıntı yönünde deşarjından önce su kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla, doğal büyümenin (bitkiler için) ve kalma süresinin (yüzey akışların) kullanıldığı hendek tipi, ıslak yağmur hendekleridir. Islak yağmur hendeklerinde tipik olarak, sürekli su içerisinde kalmaya toleranslı bitkiler kullanılmaktadır. Genellikle ıslak yağmur hendekleri, düşük kotta veya düz arazide yer alan karayolu tasarımları üzerinde tercih edilmektedir (Şekil 2.23).



Şekil 2.22 Kuru yağmur hendeği plan ve kesiti (Anonymous 1999a)



Şekil 2.23 Islak yağmur hendeği plan ve kesiti (Anonymous 1999a)

Çizelge 2.17 Çim örtü ile kaplanmış yağmur hendekleri tasarım faktörleri (Anonymous 1999a)

Tasarım yağışları	Yerel yönetim tarafından belirlenmelidir.
Kanal kapasitesi	Hendek, tasarım yağışlarının pik debisini iletecek büyüklükte olmalıdır.
Toprak	Toprak geçirimsizliği (infiltrasyon oranı), kuru veya ıslak hendek kullanımına göre belirlenmektedir. Kuru hendekler için kullanılan toprağın tavsiye edilen infiltrasyon oranı, saat başına 0,7-1,27 cm'dir.
Kanal biçimi	Tavsiye edilen biçim trapezoidal (ikizkenar yamuk şeklinde) veya parabolik biçimdir.
Taban genişliği	En az 60 cm, en çok 180 cm
Kenar eğimleri	3:1 veya yassı
Kanal boyuna eğimi	En az % 1, en çok % 6
Akış derinliği	Su kalite iyileştirmesi için 10 cm.

Çizelge 2.17 Çim örtü ile kaplanmış yağmur hendekleri tasarım faktörleri (Anonymous 1999a) (devam)

Manning's n değeri	Su kalite iyileştirmesi için; 0,15 (derinlik < 10 cm.), 0,15-0,03 (derinlik 10 cm.- 30 cm. arası) ve 0,03 (derinlik en az 30 cm)
Akış hızı	Su kalite iyileştirmesi için saniye başına 30 cm., 2 sene tekerrürlü tasarım yağışı için saniye başına 150 cm.
Kanalın uzunluğu	10 dakikalık kalma süresi boyunca gerekli uzunluk
Su kalitesi	Çim örtü ile kaplanmış yağmur hendeklerinin kirleticilerin uzaklaştırılması yönünden etkinlikleri çizelge 2.9'da özetlenmiştir.
Bakım	Rutin peyzaj bakımı gereklidir.

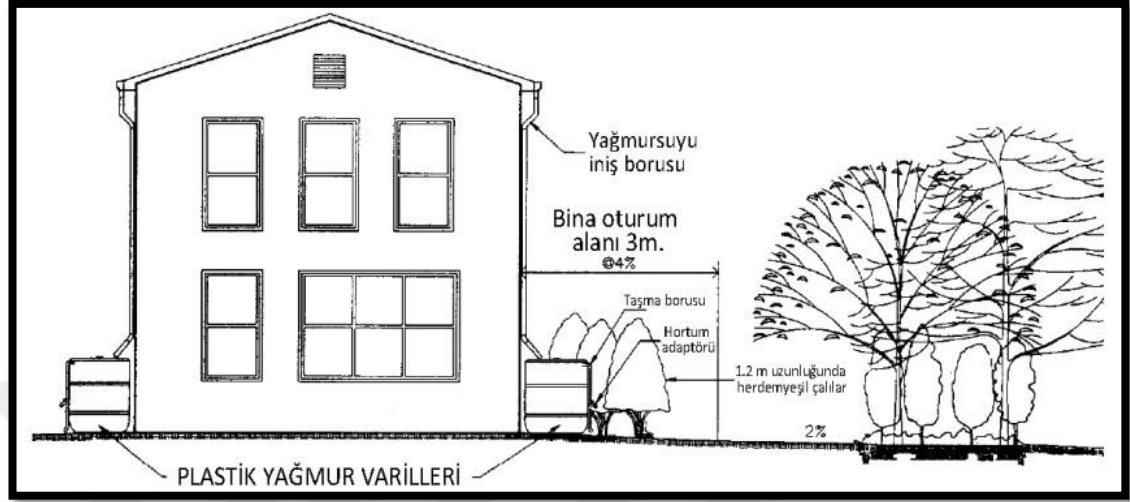
2.7.7 Yağmur varilleri (rain barrels)

Yağmur varilleri, hem yerleşim alanlarında hem de ticari/endüstriyel alanlarda uygulanabilen, etkili, düşük maliyetli ve kolay bakılabilir yüzey akış tutma araçlarıdır. Yağmur varillerinin çalışma prensibi, önceden belirlenmiş çatı yüzey akış hacmini tutarak, sürekli bir depolama sağlamaktır. Depolanan yüzey akış suyu, bahçe ve çim alan sulamak amacıyla daha sonraları kullanılmaktadır (Anonymous 1999a).

Yağmur varilleri yapının köşelerine, yağmursuyu iniş borularının çıkışına konulmaktadır. Çatıdan toplanan yağmursuyu, oluklar (tıkanmasını önlemek amacıyla filtre perdeler kullanılabilir) ve yağmur boruları yoluyla yağmur varillerine aktarılmaktadır. Yağmur varillerinin üzerinde; sulamada (damla sulama veya hortumla sulama) kullanmak üzere bir çıkış musluğunun bulunması ve toplanan yağmursuyu miktarının kapasiteyi aşması durumunda, tahliye amaçlı bir taşma borusunun da yer alması gerekmektedir. Ayrıca taşma borusu büyük yağmurlarda, çatıdan toplanan fazla yüzey akış miktarının, yağmur variline girmeden uzaklaştırılmasını da sağlamaktadır. Yağmur varillerinin tasarımında, taşınabilir olmalarına, çocuk korumalı kapaklarının bulunmasına ve su girişlerinde sivrisinek üremesine engel filtrelerin kullanılmasına dikkat edilmelidir (Anonymous 1999a).

Yağmur varillerinin boyutlandırılmalarında, çatının yüzey alanı ve yağış miktarı göz önünde tutulmalıdır. Örneğin; yaklaşık 160 litre kapasiteli bir yağmur varili, yüzey alanı

yaklaşık olarak 12,5 m² olan bir çatıdan, 1,27 cm'lik bir yüzey akış depolama sağlamaktadır (Anonymous 1999a).



Şekil 2.24 Tipik yağmur varili (Anonymous 1999a)

2.7.8 Sarnıçlar (cisterns)

Yağmursuyu akış sarnıçları, daha çok yer altı depolama tanklarında yüzey akış biriktirilmesini sağlayan ve genellikle çatılar için kullanılan su yönetim araçlarıdır. Yağmursuyu sarnıçları, suyun yeniden kullanımını sağlamalarının yanı sıra su koruma ve su kullanım maliyetlerinin azaltılmasında da yararlar sağlamaktadır (Anonymous 1999a).

Sarnıçlar, yerleşim alanları, ticari alanlar ve endüstriyel alanlarda da kullanılabilir. Çatının boyutları, drenaj alanının geçirimsizlik miktarı, artan yüzey akış hacmi ve pik debi oranlarına bağlı olarak, ticari veya endüstriyel alanlarda kullanılan sarnıçların kapasiteleri yerleşim alanlarında kullanılanlara göre daha büyük olmalıdır. Yerleşim yerlerinde kullanılan sarnıçlar yağmur borusu altına her konut için ayrı olarak yerleştirilebileceği gibi birkaç konut için kullanılabilen depolama hacmi büyük ortak bir sarnıç sistemi de oluşturulabilmektedir. Konutlarda kullanılan

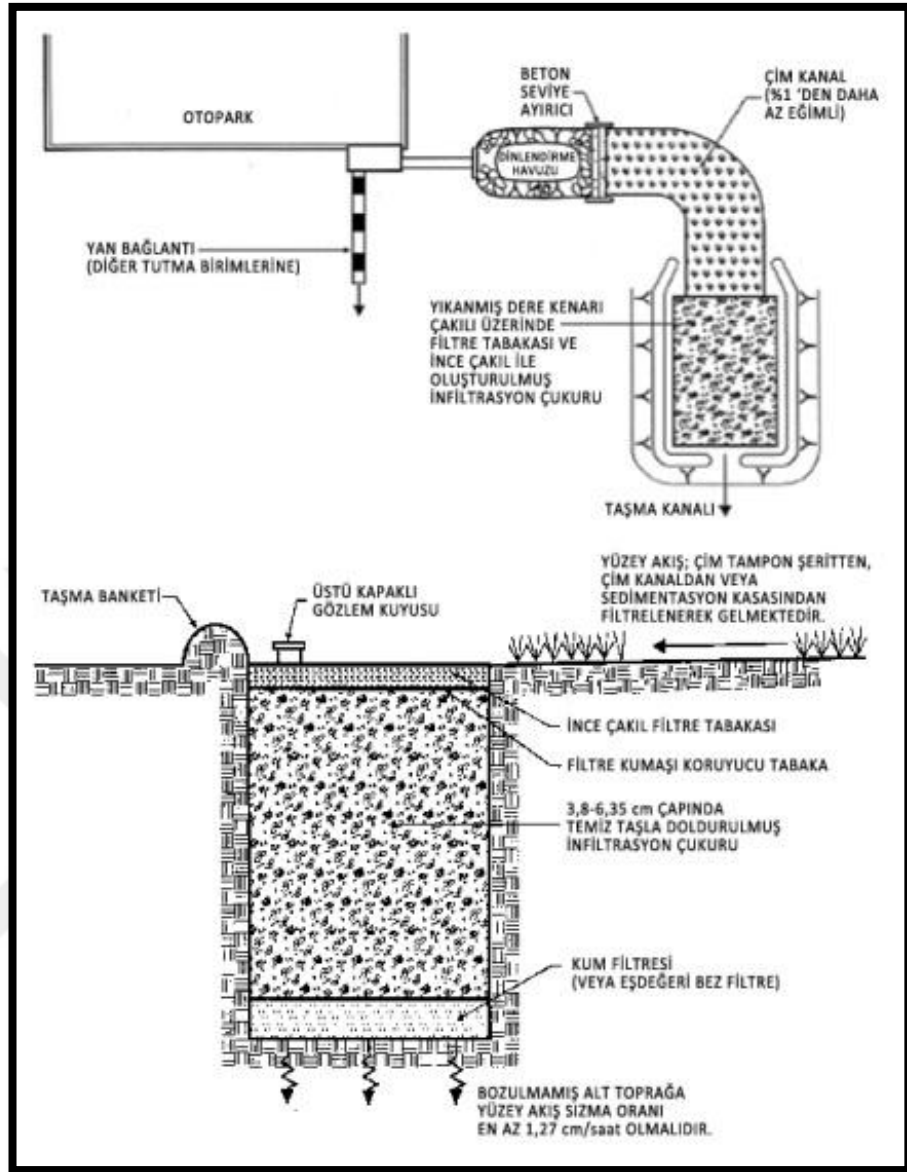
sarnıçların hacimleri; 380 litre ile 5300 litre arasında değişmektedir. Sarnıçlar, kolay bakım ve değiştirme amacıyla yerleşik konumda bulunmalıdır (Anonymous 1999a).

2.7.9 İnfiltrasyon çukurları (infiltration trenches)

İnfiltrasyon veya su alma çukuru, bir yer altı su tutma havzası oluşturmak amacıyla kazılmış ve içi taşlarla doldurulmuş çukurlardır. Yağmur sonucunda meydana gelen yüzey akış, infiltrasyon çukurlarına doğru yönlendirilmekte ve yönlendirilen yüzey akış miktarının toprağa infiltre olmasına kadar birkaç gün boyunca bu çukurda depolanmaktadır. Yağmursuyu yönetimi kapsamında, küçük kentsel drenaj alanları için infiltrasyon çukurları oldukça idealdir. İnfiltrasyon çukurlarının daha etkin ve uzun ömürlü kullanılmaları için tasarımları sırasında bazı ön işlemlere dikkat edilmeli ve özellikle konut inşaat aşamasında infiltrasyon çukurlarının tıkanmamasına özen gösterilmelidir (Anonymous 1999a).

Çizelge 2.18 İnfiltrasyon çukurları tasarım faktörleri (Anonymous 1999a)

Tasarım yağışları	Yerel yönetim tarafından belirlenmelidir.
Toprak geçirimsizliği	>0,69-1,27 cm/saat
Derinlik	90 cm – 360 cm
Depolama Süresi	3 gün içinde boşalmalıdır.
Dolgu	4 cm – 6,35 cm büyüklüğü arasında temiz agrega, filtre malzemesi ile çevrilmelidir.
Çıkış Yapıları	Çukur kapasitesini aşan yüzey akışın, akış yolu tanımlanmalıdır. Stabilize bir kanalla sonuçlanan taşma sistemi veya erozyona sebep olmayacak şekilde akışı sağlamak için bütün önlemleri içeren bir su yolu tasarlanmalıdır.
Gözlem Kuyusu	Kontrol amaçlı mutlaka bulunmalıdır. 10 cm'lik PVC bir ayak üzerinde, toprak yüzeyiyle aynı hizada ve kapaklı olarak yapılmalıdır.
Hidrolojik Tasarım	Yerel yönetim tarafından belirlenmelidir.
Bakım	Periyodik olarak bakımları yapılmalıdır. İlk yılda üç ayda bir, daha sonraları yıllık olarak bakımları yapılmalıdır.



Şekil 2.25 İnfiltrasyon çukuru plan ve kesiti (www.stormwatercenter.net, 2000a)

2.8 Çevreye Duyarlı Diğer Yönetim Uygulamaları

2.8.1 Yeşil çatılar (green roofs)

Yeşil çatı kavramı, binaların çevreye uyumunun artırılmasının sağlanması için kullanılan bir kavramdır. Yeşil çatılar, binaların konstrüksiyon sisteminin çok az değiştirilerek veya hiç değiştirilmeden, kentteki çatıları çok fazla sulama ve bakım gerektirmeyen yaşayan bir bitki örtüsüyle kaplamak olarak tanımlanmaktadır (Ekşi 2012).

Dünyada ve ülkemizde “çatı bahçesi”, “ekolojik çatı”, “bitkilendirilmiş çatı”, “çim çatı”, “yaşayan çatılar”, “eko çatı” ve “sürdürülebilir çatı” gibi çeşitli isimlerle de adlandırılan yeşil çatı kavramlarının tümü benzer kavramlar olmakla birlikte; kullanılma hedefleri (ekolojik-estetik), yapısal katmanları ve bitkilendirme detayları yönünden farklılıklar ortaya çıkmaktadır (Ekşi 2012).

Yapılan çalışmalara göre, yeşil çatıların kentlere kattıkları estetik değer yanı sıra, kent ekosistemi üzerine de her ölçekte (kent ölçeğinden bina ölçeğine kadar) birçok faydaları bulunmaktadır. Yeşil çatıların, ekolojik, teknik ve sosyal yararları;

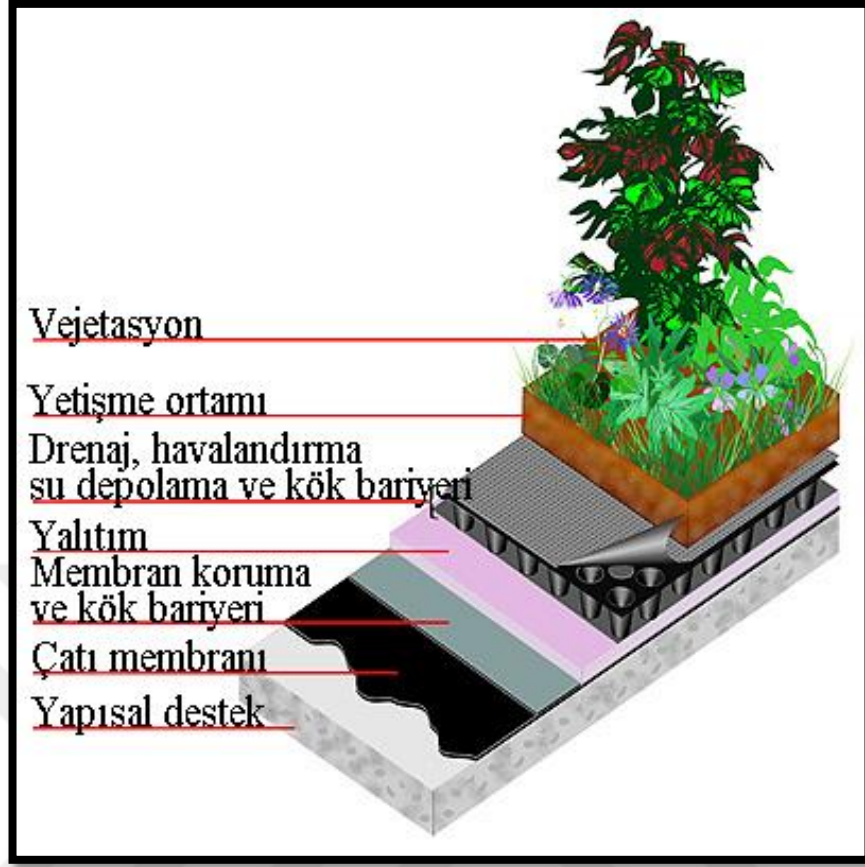
- Yüzeysel akışın azaltılarak kontrol altına alınması,
- Suyun filtrasyonu, (Yıllık yağışı %30 ile %100 arasında depolayabilir) (Anonymous 1999a).
- Suyun yeniden kullanımı (su hasadı),
- Sera etkisini azaltma,
- Kentsel biyoçeşitliliğe katkı sağlama,
- Yaban hayatına barınak oluşturma,
- Binayı dış etkenlerden koruma,
- Binalarda enerji giderlerinin azaltılması/ısı yalıtımı,
- Kentsel gürültüye karşı ses yalıtımı,
- Elektromanyetik yalıtım,
- Havada asılı zararlı maddelerin filtre edilmesi,

- Kent içinde mikroklima etkisi ve
- Estetik/görsel değer katkısıdır (Ngan 2004, Ekşi 2012).

Yeşil çatılar bitkilendirme tipine ve planlanan alanın kullanımına bağlı olarak intensif (yoğun) ve ekstensif (seyrek) sistemler olarak sınıflandırılmaktadır (Getter ve Rowe 2006, Ekşi ve Uzun 2012) Bu iki sistemin karışımıyla elde edilen yeşil çatılar ise yarı-intensif çatı bahçeleri olarak adlandırılmaktadır. Yeşil çatılarda bitkilendirme tipinin değişmesi, sistemi oluşturan yapısal katmanlarda da farklılıklara yol açacaktır (Ekşi 2012).

İntensif (yoğun) yeşil çatılar; derin yetiştirme ortamına sahip, büyük çalılar ve ağaçların kullanıldığı ve yer seviyesinde yer alan bir bahçeye benzer biçimde oluşturulan çatı sistemleridir. Ekstensif (seyrek) yeşil çatılar ise; az bakım gerektiren ve kurağa dayanıklı yer örtücü bitkilerle bitkilendirilmiş, daha sığ yetiştirme ortamına sahip (2-15 cm), binaya fazla ağırlık getirmeyen ve gelişmiş drenaj veya sulama sistemine sahip olmayan çatı sistemleridir (Şekil 2.26). Bu bağlamda, ekstensif yeşil çatılar intensif yeşil çatılara oranla daha az bakım gerektirmektedir. Öte yandan, ekstansif sistemde tesis edilmiş bir yeşil çatıda alt katmanlarda biriken su kullanılabilir (Ekşi 2012).

Bakım isteğinin azlığı, maliyetinin düşüklüğü ve hızlı sonuçlar vermesi bakımından dünyada ve ülkemizde en çok tercih edilen yeşil çatı sistemi, %1 eğimli teras çatılara uygulanan ekstansif yeşil çatılardır (Ekşi 2012).



Şekil 2.26 Ekstansif yeşil çatı katmanları (www.lid-stormwater.net, 2001b)

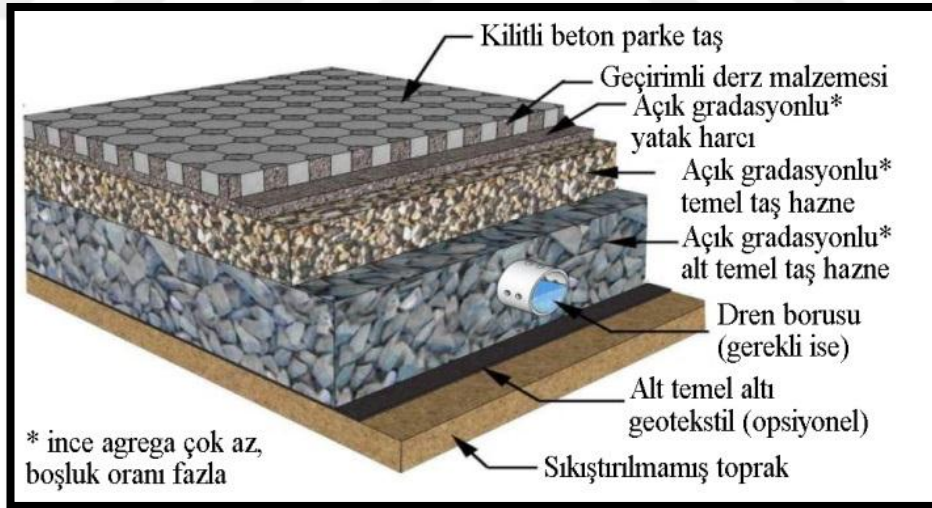
2.8.2 Geçirimli döşemeler (porous pavements)

Geçirimli döşemeler; yüzey akışın, döşeme yüzeyinden boşluklar yoluyla alttaki taş hazneye (geçici olarak yüzey akışın depolandığı ve/veya infiltre edildiği alan) filtre olmasına izin veren alternatif döşeme yüzeyleridir. Geçirimli döşemelere; geçirimli beton, gözenekli asfalt ve geçirimli kilitli beton parke taş örnek verilebilir (Çizelge 2.19). Özel tasarımlara göre değişim göstermekle birlikte, bütün geçirimli döşemeler benzer bir yapısal kesite sahiptir. Yapısal kesitte; yüzey döşeme katmanı, altta yer alan taş agrega hazne katmanı ve filter katmanı veya örtüsü yer almaktadır (Şekil 2.27) (Anonymous 2013c).

Taş hazne katmanının kalınlığı, yapısal ve hidrolojik tasarım analizlerine göre belirlenmektedir. Taş hazne katmanı, yüzey akışı alıkoymanın yanında ayrıca döşeme

için tasarlanan trafik yüklerini de desteklemektedir. Düşük geçirimli topraklarda, filtre edilen yüzey akışın birazı veya tamamı bir alt dren boruda toplanmakta ve yağmursuyu drenaj sistemine geri döndürülmektedir. Eğer doğal toprağın infiltrasyon oranı uygunsa, tam olarak yüzey akış infiltrasyonuna olanak sağlamak amacıyla, geçirimli döşemeler alt dren borusu kullanılmadan tasarlanabilmektedir (Anonymous 2013c).

Geçirimli döşemeler, genel olarak döşeme yüzey alanına düşen yağmursuyunu kontrol altına almak için tasarlanmıştır. Ancak, geçirimli döşemeler çatılar veya geçirimsiz yol şeritleri gibi küçük bitişik geçirimsiz yüzeyler için de kullanılabilir. Bununla birlikte, bu tür alanlarda kullanılacak geçirimli döşemelerde, tıkanmayı engellemek amacıyla özenli bir sediman kontrolü gerekmektedir. Geçirimli döşemeler, genel olarak geçirimsiz olan ticari, endüstriyel ve konut alanlarında kullanılabilir. Geçirimli döşemeler; yüzey akış hacminin ve ötrofikasyonun (suda bulunan azot ve fosfatın artması olayı) önemli derecede azalmalarını sağlarken, aynı zamanda bir gelişim alanının etkili geçirimsiz kaplama oranını da azaltmaktadır (Anonymous 2013c).



Şekil 2.27 Geçirimli döşeme kesiti (kilitli beton parke taş) (Anonymous 2013c)

Çizelge 2.19 Üç ana geçirgen döşeme tipinin özelliklerinin karşılaştırılması
(Anonymous 2013c)

Tasarım Faktörü	Geçirimli Beton	Gözenekli Asfalt	Geçirimli kilitli beton parke taş
Uygulama Ölçeği	Küçük ve büyük ölçekli döşeme uygulamalarında	Küçük ve büyük ölçekli döşeme uygulamalarında	Mikro, küçük ve büyük ölçekli döşeme uygulamalarında
Döşeme kalınlığı	13-20 cm	8-10 cm	8 cm
Yatak harcı	Yok	5 cm 2,36-37 mm boyutlarında çakıl	5 cm 1,66-12,5 mm boyutlarında çakıl
Taş hazne katmanı	2,36-37 mm boyutlarında çakıl	75-19 mm boyutlarında çakıl	Temel=8-10 cm 2,36-37 mm boyutlarında çakıl Alt temel=75-19 mm boyutlarında çakıl
Yapım özellikleri	Yerinde döküm, 1 hafta bakım, üzeri kaplanmalı	Yerinde döküm, 1 gün bakım	Bakım periyodu gerektirmez, önceden üretilmiş birimler el veya mekanik olarak döşenir.(465 m ² makine başına döşeme)
Tasarı geçirimsizlik	3 m/gün	1,8 m/gün	0,6 m/gün
En az işlem boyutu	45 m ²		Yok
Hizmet ömrü	20-30 yıl	15-20 yıl	20-30 yıl
Taşma düzeni	Izgara menhol veya kenar taşma kanalı	Izgara menhol veya kenar taşma kanalı	Yüzeysel giriş, ızgara menhol veya kenar taşma kanalı
Sıcaklık düşürme özelliği	Hazne katmanında serinleme	Hazne katmanında serinleme	Döşeme yüzeyinde ve hazne katmanında serinleme
Renk/doku	Sınırlı renk ve doku aralığı	Siyah veya koyu gri renk	Geniş renk, doku ve desen aralığı
Trafik taşıma kapasitesi	Uygun yatak katmanı tasarımı ile birlikte tüm trafik yüklerini karşılayabilirler.		
Yüzey tıkanma durumu	Döşenmiş alanları değiştirin veya ızgara menhol ekleyin.	Döşenmiş alanları değiştirin veya ızgara menhol ekleyin.	Geçirimli taş derz malzemelerini değiştirin.
Diğer hususlar		Asfalt üzeri koruyucu örtü tabakası kullanımından kaçının.	Kar temizleme aracı bu tip döşemeye zarar vermektedir.

2.8.3 Yağmursuyu kaldırım uzantıları (stormwater bump-outs)

Yağmursuyu kaldırım uzantıları, mevcut kaldırım bordüründen belirli bir uzaklıkta yeni bir bordür oluşturan, sokağın ortasında (Şekil 2.28) veya kavşakta (Şekil 2.29) yer alan ve sokağın içerisine doğru uzanan bitkilendirilmiş bir yaya kaldırımı uzantısıdır. Yağmursuyu kaldırım uzantısı; üzeri toprak ve bitkilerle kaplı bir taş tabakasından oluşmaktadır. Bir giriş noktası veya kesik bordür sayesinde yağmursuyu kaldırım

uzantısına yönlendirilen yüzey akış; bu alanda depolanmakta, infiltre edilmekte ve bitkiler tarafından tutulmaktadır (evapotranspirasyon). Aşırı yüzey akışın, yağmursuyu kaldırım uzantısını terk etmesine ve mevcut altyapı girişine doğru akmasına izin verilmektedir. Yağmursuyu kaldırım uzantısının bitkilendirilmesinde; seçilen bitkisel materyalin, trafiği engellemeyecek şekilde kısa olmasına dikkat edilmelidir. Bitkisel tasarım yapılırken, yeterli görüş mesafelerinin karşılanmasına özen gösterilmelidir. Yağmursuyu kaldırım uzantıları tasarlanırken; mevcut sokak üzerinde park koşulları, sokak genişliği ve araç dönüş yarıçapları göz önüne alınmalı, mevcut sokak drenaj deseninin olumsuz yönde etkilenmemesine özen gösterilmelidir (Anonymous 2014b).

Özellikle kavşaklarda yer alan yağmursuyu kaldırım uzantılarının (Şekil 2.29), yağmursuyu yönetimine katkı vermelerinin yanı sıra, kavşak uzunluklarının azalmasıyla birlikte yaya güvenliğini sağlama ve trafik hızını düşürme gibi yararları da bulunmaktadır. Yağmursuyu kaldırım uzantılarının diğer yararları aşağıda verilmektedir:

- Suyun (yüzey akışın) bitkisel toprak yoluyla filtrelenmesi sağlarken, aynı zamanda su kalitesini de artırmaktadır.
- Yayalar ve sokak arasında fiziksel bir tampon sağlanmaktadır.
- Yaya kaldırım yüzey alanının daralarak işlevini kaybetmesi durumu ortadan kalkmaktadır.
- Fiziksel ve görsel olarak sokağı daraltarak, daha yavaş araç hızlarını özendirilmektedir.
- Kavşaklarda kullanıldıklarında yaya geçiş mesafelerini azaltmaktadır.
- Sokak ağaçlarının yanında daha küçük bitkilerin kullanımı için de bir alan oluşturmaktadır (Anonymous 2014b).



Şekil 2.28 Sokak ortası yağmursuyu kaldırım uzantısı (Anonymous 2014b)



Şekil 2.29 Sokak köşesi (kavşak) yağmursuyu kaldırım uzantısı (Anonymous 2014b)

2.9 Düşük Etkili Gelişim Hidrolojik Araçları

Gelişim öncesi hidrolojik rejimin korunması hedefini başarmak için çeşitli düşük etkili gelişim alan planlama araçları kullanılmaktadır. Düşük etkili gelişim tasarımında aşağıda yer alan araçların çeşitli kombinasyonları tercih edilmektedir (Anonymous 1999a).

- **Geçirimsizliğin azaltılması/en aza indirilmesi:** Gelişim sonrası hidrolojideki değişim; depolama ihtiyaçlarının azaltılması ve gelişim öncesi yüzey akış hacminin korunması amacıyla geçirimsiz yüzeylerin azaltılması ve daha fazla ağaç ve bitkisel örtünün korunması yoluyla en aza indirilecektir.
- **Kaçınılmaz geçirimsiz yüzeylerin (çatı, yol vb.) bağlantısının kesilmesi:** Kaçınılmaz geçirimsiz yüzeylerin mümkün olduğunca bağlantısının kesilmesi yoluyla hidrolojik etkiler azaltılabilir.
- **Çevresel olarak duyarlı alan özelliklerinin korunması ve sürdürülmesi:** Akarsu kenarları, taşkın yatağı, akarsu tampon alanları, sulak alanlar, korular, koruma bölgeleri, değerli ağaçlar, dik-sarp eğimler ve yüksek geçirimli erosif topraklar gibi hassas alan özellikleri korunmalı ve sürdürülebilirliği sağlanmalıdır.
- **Konsantrasyon (toplanma) zamanının korunması:** Gelişim öncesi konsantrasyon zamanının korunması; akış yollarının uzatılması ve yüzey akış taşıma sistemlerinin uzunluğunun azaltılması yoluyla, gelişim sonrası pik yüzey akış oranlarının artması engellenmektedir.
- **Entegre yönetim uygulamalarıyla birlikte geçirimsiz yüzeylerin azaltılması:** Entegre yönetim uygulamaları, gelişim öncesi koşullardaki doğal hacmin korunması, pik kontrol ve su kalite kontrolünün sağlanması amacıyla yüzey akışın uzun süreli depolanmasını sağlamaktadır.
- **Daha az geçirimli topraklar üzerinde yer alan geçirimsiz alanların tespit edilmesi** (Anonymous 1999a).

2.9.1 Düşük etkili gelişim hidrolojik değerlendirme adımları

Hidrolojik değerlendirmenin amacı, düşük etkili gelişim alanları için yağmursuyu yönetimi hedeflerine ulaşmak amacıyla gerekli kontrol seviyesini tespit etmektir. Gerekli kontrol seviyesi; alan seçimi işlemi, entegre yönetim uygulamalarının kullanımı ve ek kontroller sırasında çeşitli hidrolojik araçların uygulanması yoluyla elde edilebilir. Hidrolojik değerlendirme, hidrolojik modelleme ve analiz teknikleri kullanılarak yapılmaktadır. Hidrolojik analizler sonucunda elde edilen veri, dört değerlendirme ölçütü ile karşılaştırma yapmak için bir temel sağlamaktadır (yüzey akış hacmi, pik yüzey akış, frekans (sıklık) ve su kalite kontrolü) (Anonymous 1999a).

Hidrolojik değerlendirme çeşitli yaklaşımlar ve analitik teknikler kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Tipik hidrolojik değerlendirmede, hidrolojik kontrol ve yönetim için ihtiyaçların tanımlanması ile sonuçlanan bir dizi adım izlenmektedir (Anonymous 1999a).

Adım1: Havzanın ve mikro havza alanlarının belirlenmesi: Hidrolojik değerlendirme, bütün çalışma alanı için drenaj alanının ve alt havzaların belirlenmesini gerektirmektedir. Havza ve alt havzalar belirlenirken, önceden değiştirilmiş drenaj desenleri, yollar veya yağmursuyu taşıma sistemleri göz önünde bulundurulmalıdır (Anonymous 1999a).

Adım 2: Tasarım yağışın(ların) belirlenmesi: Çeşitli tekrarlanma sürelerinde (2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl) muhtemel tasarım yağışları, hidrolojik değerlendirme amacıyla belirlenmelidir (Anonymous 1999a).

Adım 3: Kullanılacak modelleme tekniğinin(lerinin) belirlenmesi: Veri toplama ve analiz, seçilen modelin belirli bir türüne bağlıdır. Seçilecek model; havza tipine, alan planlama durumunun karmaşıklığına ve istenilen detay seviyesine göre belirlenmektedir. Belirli modeller basitleştirilmiş tahmin yöntemlerini kullanırken, diğer

modeller hidrolojik etkileşimlerin süreç bazlı detaylı bir sunumunu sağlamaktadır (Anonymous 1999a).

Adım 4: Gelişim öncesi koşullar için verilerin derlenmesi: Gelişim öncesi koşullardaki topoğrafya, toprak tipleri, eğimler, alan kullanımı ve geçirimsizlik düzeyi ile ilgili veriler toplanmalıdır (Anonymous 1999a).

Adım 5: Gelişim öncesi koşulların değerlendirilmesi ve temel önlemlerin geliştirilmesi: Seçilen modelleme teknikleri gelişim öncesi koşullara uygulanmakta ve modelleme analiz sonuçları, dört değerlendirme ölçütü dikkate alınarak, temel koşulları geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır (Anonymous 1999a).

Adım 6: Alan planlama faydalarının değerlendirilmesi ve temel koşullarla karşılaştırılması: Alan planlama araçları hidrolojik etkilerin ilk düzeyde azaltılmasını sağlamaktadır. Modelleme analizi; dört değerlendirme ölçütü açısından alan planlama sürecinin kümülatif (eklenerek artan) hidrolojik yararını değerlendirmek için kullanılmaktadır. Karşılaştırma tekniği ise, kalan hidrolojik kontrol ihtiyaçlarını tanımlamak için tercih edilmektedir (Anonymous 1999a).

Adım 7: Entegre yönetim uygulamalarının (EYU) değerlendirilmesi: Hidrolojik kontrol ihtiyaçları, entegre yönetim uygulamalarının kullanımı yoluyla ele alınmaktadır. Bununla birlikte; entegre yönetim uygulamaları, alan planlama araçlarından sonra hidrolojik etkilerin azaltılması için ikinci düzeyi oluşturmaktadır. İkinci düzey hidrolojik değerlendirme için entegre yönetim uygulamaları ile birlikte alan planlama araçlarının da kullanılması gerekmektedir. Ortaya çıkan hidrolojik değerlendirme sonuçları, deşarj hacmi ve pik deşarj hedeflerinin elde edildiğini doğrulamak amacıyla, gelişim öncesi koşullarla karşılaştırılmalıdır. İstenilen hedefler karşılanmadığı takdirde, en iyi durumu elde etmek amacıyla ek entegre yönetim uygulamaları alana getirilmelidir (Anonymous 1999a).

Adım 8: Ek ihtiyaçların değerlendirilmesi: Hacim ve pik akış kontrolü için ek entegre yönetim uygulamaları alana getirildikten sonra halen ihtiyaç devam ediyorsa,

kullanılabilecek ek yönetim tekniklerinin seçimi ve listelenmesi yapılmalıdır. Örneğin, taşkın ve sel kontrolünün önemli bir tasarım amacı olduğu alanlarda ve geçirimsiz fakir topraklara veya yüksek yer altı su seviyesine sahip entegre yönetim uygulamalarının sınırlı olarak kullanıldığı alanlarda, büyük toplama göletleri veya inşa edilmiş sulak alanlar gibi ek geleneksel boru çıkışlı yöntemler dikkate alınmalıdır. Bazı durumlarda bu yöntemler, yönetim sisteminin bir parçası olarak düşük etkili gelişim yönteminin kullanılması nedeniyle normalden daha küçük olarak boyutlandırılmaktadır. Hidrolojik değerlendirme, ek yönetim tekniklerini karşılaştırmak ve tercih edilen çözümleri tanımlamak amacıyla kullanılmaktadır (Anonymous 1999a).

Hidrolojik değerlendirme adımları, tekrarlayan bir süreç kullanılarak uygulanmaktadır. En uygun çözümlerin tanımlanması amacıyla, çok sayıda alan planlama ve yönetim uygulamasının değerlendirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda düşük etkili gelişim kavramı, basit ve maliyet-etkin çözümleri ön plana çıkarmaktadır. Hidrolojik değerlendirmelerin kullanımı; detaylı tasarım ve inşaat maliyetleri öncesinde söz konusu bu çözümleri tanımlamada yardımcı olmaktadır (Anonymous 1999a).

2.9.2 Hidrolojik değerlendirme teknikleri

Havzalar için yağış akış süreçlerini detaylı analiz eden çeşitli modeller mevcuttur. Uygun modelleme tekniğinin seçimi; uygulama için gerekli detay ve titizlik seviyesi ile model sonuçlarının test edilmesi için kullanılabilir veri miktarına bağlıdır. Simülasyon model tiplerinin birkaçı aşağıda açıklanmıştır (Anonymous 1999a).

ABD Çevresel Koruma Ajansı Hidrolojik Simülasyon Programı (US EPA Hydrological Simulation Program) (FORTRAN): Bu model, karışık alan kullanımına sahip havzaların su miktarını ve su kalitesini ortaya koymak amacıyla, ABD Çevresel Koruma Ajansı tarafından geliştirilen kapsamlı bir modeldir. Bu model özetle; hidrografların, yüzey akış oranlarının, sediman birikimi ve kirletici taşıma-yıkama oranlarının üretilmesi amacıyla yağış-yüzey akış süreçlerinin sürekli bir simülasyonunu kullanmaktadır (Anonymous 1999a).

ABD Çevresel Koruma Ajansı Yağmursuyu Yönetim Modeli (US EPA Stormwater Management Model (SWMM)): Bu model, ABD Çevresel Koruma Ajansı tarafından geliştirilen bir kentsel yağmursuyu modelidir. Model; kentsel yüzeysel akış, taşkın öteleme ve taşkın analizlerinin de dahil olduğu yağmursuyu simülasyonlarını içermektedir. Bu modelde, değişken zaman dilimleri kullanılarak, yağış-yüzeysel akış süreçlerinin ve bağlantılı kirletici taşıma-yıkama oranlarının sürekli simülasyonu sağlanmaktadır. Model aynı zamanda açık kanallar ve borulu sistemler için de akış yönlendirme imkanları içermektedir (Anonymous 1999a).

ABD Ordusu Hidrolojik Mühendislik Merkezi HEC-1 Modeli: Bu model, havzayı hidrolojik ve hidrolik bileşenlerin birbirine bağlı bir sistemi olarak göstererek, bir akarsu havzasının yağışa karşılık olarak ortaya koyduğu yüzeysel akış oranının simüle edilmesi amacıyla tasarlanmıştır. Her hidrolojik ve hidrolik bileşen, bir yağış-yüzeysel akış sürecinin simülasyonunu sağlamaktadır. Modelleme sürecinin sonucu; akarsu havzasının istenilen yerlerinde akarsu akış hidrograflarının hesaplanmasıdır (Anonymous 1999a).

ABD Tarım Bakanlığı Doğal Kaynaklar Koruma Servisi TR-55/TR-20 Modeli: Bu model, yüzeysel akış eğri numarası yöntemini ve birim hidrografları (yağış-yüzeysel akış çevirme amaçlı) kullanmaktadır. TR-55 ve TR-20, belirlenen bir havza için pik hacim ve akış oranlarının tahmin edilmesinde kullanılan infiltrasyon kayıp modelleridir. Bu modellerin kullanılmasının avantajı, çok çeşitli toprak tipi ve alan kullanım durumların da bile, tabloların ve girilen parametrelerin kolay olmasıdır. Ayrıca bu modeller, alan düzeyinde çalışan birçok kişi tarafından kullanılmakta ve çok geniş bir ölçekte tercih edilmektedir (Anonymous 1999a).

Rasyonel Yöntem: En yüksek yüzeysel akış debisinin tahmininde kullanılan rasyonel yöntem, yağışın alana, konsantrasyon zamanına (toplanma zamanı) eşit bir sürede tek benzer bir şiddette düştüğü ve yağış şiddetinin tüm alanda eşit dağılımda olduğu varsayımına göre geliştirilmiştir. Genellikle 25 km²'den küçük alanlarda uygulanan yöntem aşağıdaki eşitlikle ifade edilmektedir (Güngör ve Erözel 1994).

$$Q=0,0028xCxIxA \quad (2.1)$$

Eşitlik 2.1'de; Q= En yüksek yüzeysel akış debisi (m³/s)

C= Yüzey akış katsayısı, I= Tekerrür aralığı ve konsantrasyon zamanına eşit bir yağış süresi için yağış şiddeti (mm/h), A= Drenaj alanı (ha)

a) Yüzey akış katsayısının (C) bulunması: Yüzey akış katsayısı, en yüksek yüzey akışın yağış şiddetine oranı olarak tanımlanmaktadır. Yüzey akış katsayıları, yağış alanının toprak bünyesine, bitki örtüsüne ve eğim durumuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bir drenaj alanını temsil edecek ortalama C katsayısı, bütün C katsayılarının drenaj alanının özelliğine göre ağırlıklı ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. Farklı özellikteki arazi ve bitki örtüsü bulunduran drenaj alanları homojen bölümlere ayrılarak, her bir bölüm için birer yüzey akış katsayısı seçilmesi uygun olacaktır. Daha sonra tüm drenaj alanını temsil edecek ortalama yüzey akış katsayısı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır (Güngör ve Erözel 1994).

$$C_{ort} = \frac{C_1.A_1 + C_2.A_2 + C_3.A_3 + \dots + C_n.A_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \quad (2.2)$$

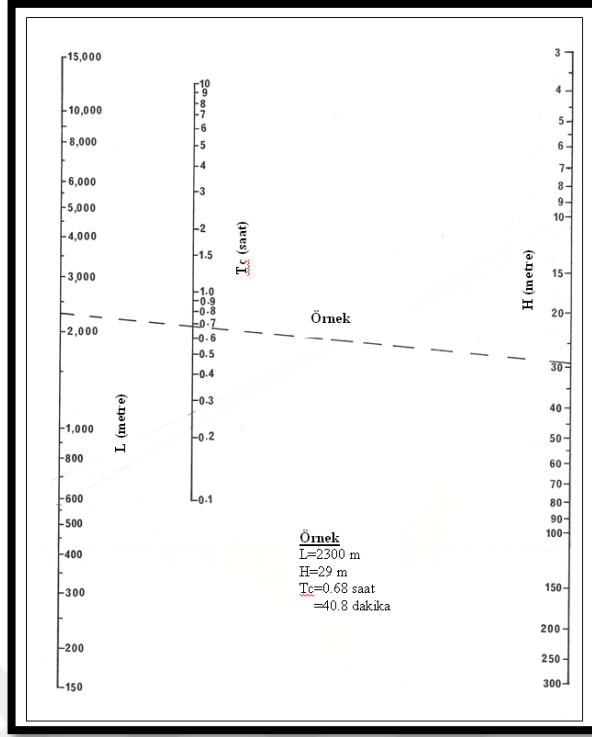
Eşitlik 2.2’de, A değerleri aynı özellikteki drenaj alanlarını ifade etmektedir.

b) Yağış şiddetinin (I) hesaplanması: I değeri, seçilen tekerrür(tekerrür) aralığı için konsantrasyon zamanına eşit bir yağış intensitesini(yoğunluğunu) mm/h boyutunda ifade etmektedir. Rasyonel yöntemde, konsantrasyon zamanı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilmektedir (Güngör ve Erözel 1994).

$$T_c = 0,02K^{0,77} \quad (2.3)$$

Eşitlik 2.3’te K değeri ise; $K=L/S^{1/2}$ eşitliğinden hesaplanmaktadır. Yatak eğimi; $S=H/L$ olduğundan dolayı, $K=L^{3/2}/H^{1/2}$ eşitliği elde edilmektedir. T_c : Konsantrasyon zamanı (dakika), L: Yatak veya kanal uzunluğu (m), H: Yatağın veya kanalın başı ile sonu arasındaki kot farkı (m), S: Yatak eğimi

Konsantrasyon zamanı yukarıda verilen eşitlikler yerine şekil 2.30’da verilen nomogram yardımıyla da bulunabilmektedir.



Şekil 2.30 Rasyonel yöntem kapsamında konsantrasyon zamanının bulunmasını sağlayan nomogram (Güngör ve Erözel 1994)

Konsantrasyon zamanı hesaplandıktan sonra, konsantrasyon zamanı yağış süresi olarak kabul edilerek istenilen tekerrür(tekrar) süresine bağlı olarak, alana ait yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrilerini gösteren abaklardan, yağış şiddeti (I) değeri hesaplanabilmektedir.

Bazı koşullarda, drenaj alanının en uzak noktasına düşen yağış bir süre yüzey akışı olarak aktıktan sonra ana yatağa ulaşmaktadır. Bu durumla birlikte, gerçek konsantrasyon zamanının hesaplanan konsantrasyon zamanından daha uzun olması durumu ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda, yüzey akımların hızları arazinin eğimine bağlı olarak, çizelge 2.20’de verilmektedir (Güngör ve Erözel 1994).

Çizelge 2.20 Arazi eğimine göre yüzey akış hızları (Güngör ve Erözel 1994)

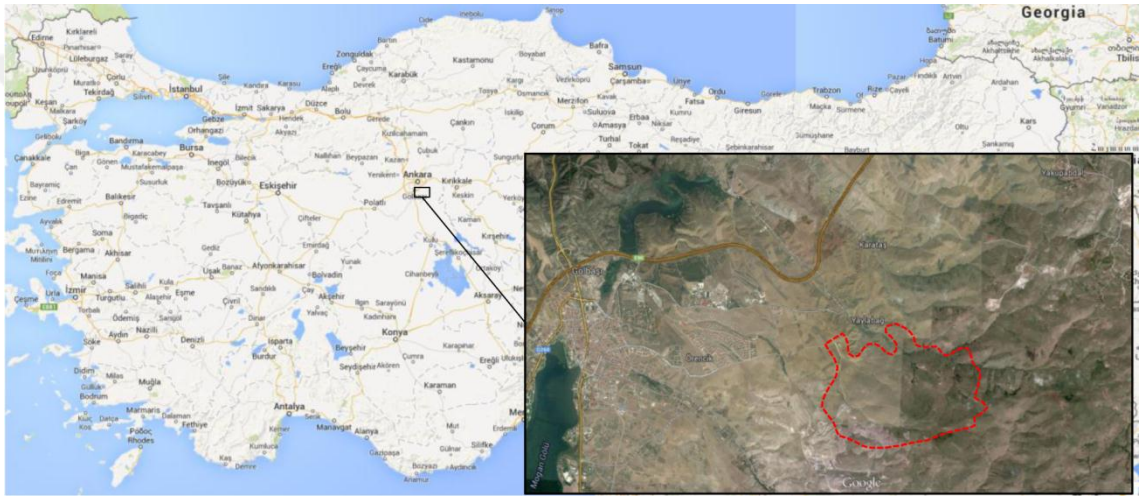
Arazinin eğimi (%)	Yüzey akış hızı (m/s)
2 den az	0,08-0,15
2	0,09-0,18
2-4	0,11-0,21
4 den fazla	0,15-0,30

Yüzey akış hızları arazi eğimine göre bulunduktan sonra, yol aldıkları uzunluklar hızlarına bölünmektedir. Böylece bulunan toplam zaman, belirli ana yatağa ilişkin T_c konsantrasyon zamanına eklenmektedir. Ayrıca arazide yağışın bir kısmını tutacak çukurlar bulunuyorsa, T_c konsantrasyon zamanı 5 dakika kadar arttırılabilmektedir (Güngör ve Erözel 1994).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Araştırmanın ana materyalini oluşturan çalışma alanı; Ankara kenti Gölbaşı ilçesi Yaylaabağ köyü Yaylaşehir Toplu Konut Alanı'dır (Şekil 3.1). Araştırmanın kapsamı çerçevesinde kullanılan ve araştırmaya şekil veren materyaller çizelge 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Araştırma alanının Türkiye içerisindeki konumu (www.maps.google.com, 2000)

Çizelge 3.1 Araştırma kapsamında kullanılan materyaller, kullanım amaçları ve veri kaynakları

Sıra No	Materyal	Kullanım Amacı	Veri Kaynağı
1	Yaylaşehir Toplu Konut Alanı	Araştırma alanı	Ankara Gölbaşı Yaylaabağ
2	Araştırma konusuna ilişkin ulusal ve uluslararası literatür	Araştırma için bilimsel altlık oluşturma	Kütüphaneler ve elektronik veri tabanı (internet kaynakları)
3	Araştırma alanının 1/25.000 ölçekli topografik haritaları (I29b3, I29b4, I29c1 ve I29c2) (raster veri)	Yükseklik grupları analizi, Eğim analizi, Bakı analizi, Havza sınırlarını belirleme	Harita Genel Komutanlığı

Çizelge 3.1 Araştırma kapsamında kullanılan materyaller, kullanım amaçları ve veri kaynakları (devam)

4	Araştırma alanı ve Ankara kenti ile ilgili olan meteorolojik veriler (Aylık maksimum yağış, aylık toplam yağış, aylık yağışın 0.1 mm ve büyük olduğu günler sayısı)	Yıllık toplam yağış, Yağış analizi	T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü
5	Araştırma alanının 1/25.000 ölçekli toprak ve arazi kullanımı haritası ve lejantı	Hidrolojik toprak grupları, Geçirimlilik analizi	T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü Coğrafi Bilgi Sistemleri Daire Başkanlığı
6	Araştırma alanının 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası	Geçirimlilik analizi	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
7	Araştırma alanına ait arazi örtüsü haritası (Corine 2006)	Mevcut alan kullanımı, Eğri numaralarının belirlenmesi	T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı
8	Araştırma alanı olan Ankara Gölbaşı Yaylaşehir Toplu Konut Alanı halihazır paftası	Mevcut alan kullanımı, Eğri numaralarının belirlenmesi	Settar Yapı
9	Araştırma alanı olan Ankara Gölbaşı Yaylaşehir Toplu Konut Alanı 1/5.000 nazım imar planı ve plan raporu, 1/1.000 uygulama imar planı	Tasarlanan alan kullanımı, Eğri numaralarının belirlenmesi, Çelişki alanlarının saptanması	Settar Yapı
10	Araştırma alanı olan Ankara Gölbaşı Yaylaşehir Toplu Konut Alanı'nın imar planına esas jeolojik-jeoteknik etüt raporu	Geçirimlilik analizi, Hidrolojik analiz	Settar Yapı
11	Araştırma alanı olan Ankara Gölbaşı Yaylaşehir Toplu Konut Alanı peyzaj tasarımı raporu ve peyzaj icmali	Yağmursuyu yönetimine uygunluk,	Settar Yapı
12	Araştırma alanı olan Ankara Gölbaşı Yaylaşehir Toplu Konut Alanı'ndan fotoğraflar,	Görsel değerlendirme	Settar Yapı ve arazi gezileri (orijinal)
13	Araştırma alanı olan Ankara Gölbaşı Yaylaşehir Toplu Konut Alanı projesi 3 boyutlu animasyonu	Alanın eğimi hakkında fikir edinme, Tasarımı 3 boyutlu görebilme	Settar Yapı

Çizelge 3.1 Araştırma kapsamında kullanılan materyaller, kullanım amaçları ve veri kaynakları (devam)

14	Araştırma alanı altyapı projeleri (atık su, yağmursuyu vb.)	Düşük etkili gelişim en iyi yönetim uygulamaları ile karşılaştırma	Sınırlı Sorumlu Baş-Kent Özlem Konut Yapı Kooperatifleri Birliği
15	Araştırma alanı 35, 25, 15, 12 ve 10 m yol kesitleri ve kotları	Düşük etkili gelişim en iyi yönetim uygulamaları seçiminde	Settar Yapı, Sınırlı Sorumlu Baş-Kent Özlem Konut Yapı Kooperatifleri Birliği
16	Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi sınırları	Koruma önceliklerini göz önünde tutma	T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü
17	Araştırma alanının 1/5.000 ölçekli 1x1 m. çözünürlüklü, rektifiyeli IKONOS uydu görüntüleri (2005 yılı görüntüleri)	Mevcut alan kullanımı, Eğri numaralarının belirlenmesi,	
18	CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) ArcGIS ArcMap 10.2.1	Verilerin sayısallaştırılması, depolanması, işlenmesi	ESRI
19	AutoCAD 2011	Verilerin sayısallaştırılması, depolanması, işlenmesi	Autodesk
20	Photoshop CS5	Görselleştirme	Adobe

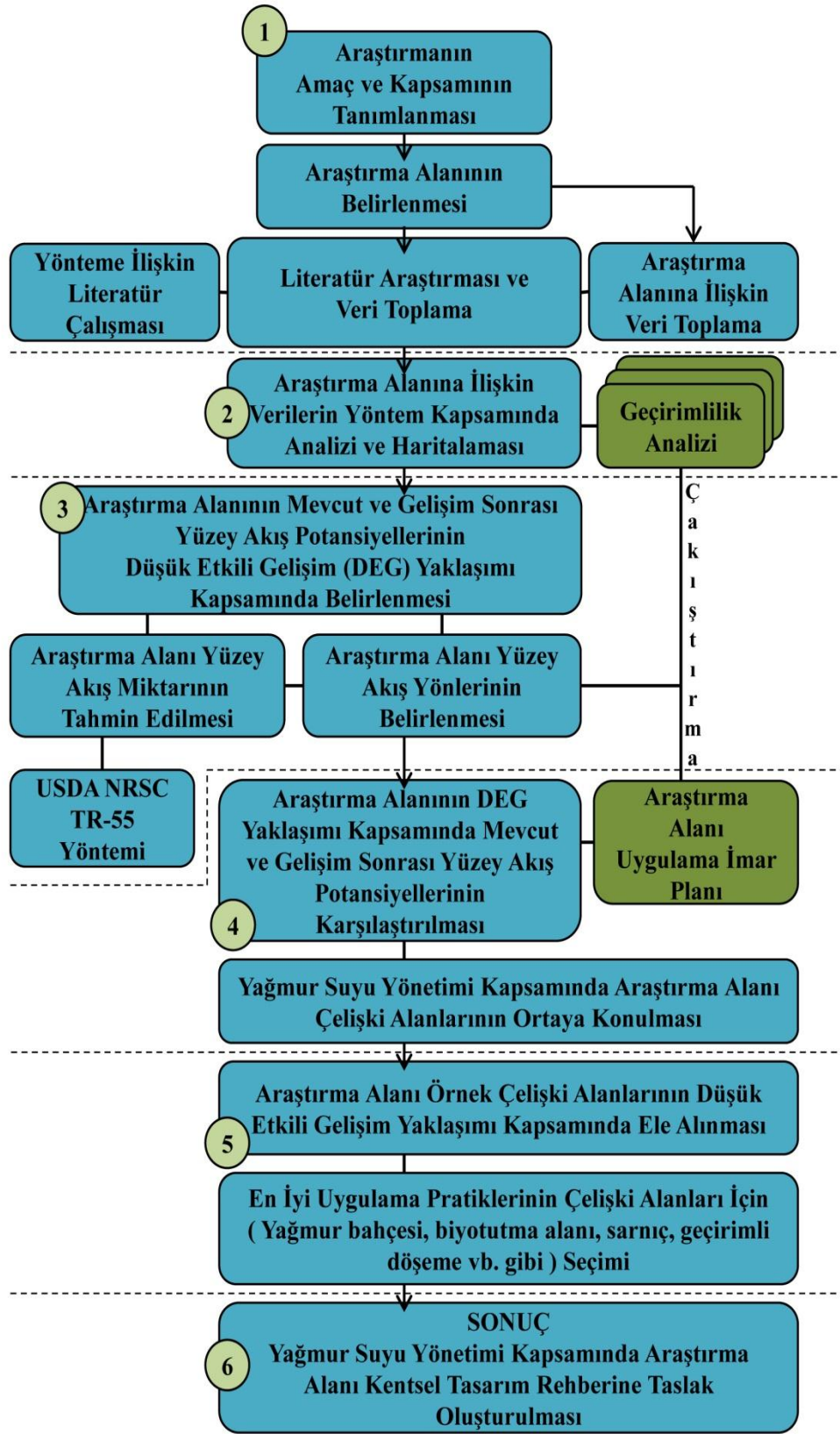
3.2 Yöntem

Araştırma alanı olan Ankara Gölbaşı Yaylabağ Yaylaşehir Toplu Konut Alanı kapsamında, kentsel tasarım rehberlerinin ekolojik çerçevede irdelenmesi amacıyla, aşağıda verilen altı aşamadan (Şekil 3.2) oluşan bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

- 1- Araştırmanın amaç ve kapsamının belirlenmesi, yöntemine ilişkin literatür araştırması ve araştırma alanına ilişkin veri toplama,
- 2- Araştırma alanına ilişkin verilerin yöntem kapsamında analizi ve haritalanması,
- 3- Araştırma alanının mevcut ve gelişim sonrası yüzey akış potansiyellerinin belirlenmesi,
- 4- Araştırma alanının yağmursuyu yönetimi kapsamında mevcut ve gelişim sonrası yüzey akış potansiyellerinin karşılaştırılması,

- 5- Araştırma alanı örnek çelişki noktalarının düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında ele alınması ve
- 6- Yağmursuyu yönetimi kapsamında araştırma alanı kentsel tasarım rehberine taslak oluşturulmasıdır.





Şekil 3.2 Araştırmanın akış şeması

Birinci aşamada; araştırmanın tanımlanan amaç ve kapsamına uygun olarak; araştırma alanı belirlenmiş ve yönteme ilişkin literatür taraması ile belirlenen araştırma alanına ilişkin veriler toplanmıştır. Bu bağlamda, ilk olarak tez konusu ile ilgili yapılan önceki çalışmaların; araştırmanın amacı ile bağdaşan noktaları belirlenmiş ve araştırmaya yön verebilecek yöntemler, trendler, yazar değerlendirmeleri ve çeşitli parametre ve bulgular üzerinde durularak, analitik etütleri araştırmanın literatür özeti kısmında yer almıştır. Diğer yandan; kentsel tasarım, kentsel tasarım rehberi, ekolojik kentsel tasarım, ekolojik kentsel tasarım kapsamında yeni yaklaşımlar (yeşil altyapı, düşük etkili gelişim, sürdürülebilir drenaj sistemleri vb.), yağmursuyu yönetimi ve bu bağlamda yüzey akış miktarının tahmin yöntemleri gibi kavramlar, araştırmanın temel omurgasını oluşturmaktadır. Bu kavramlar üzerinde çalışılmış yurtiçi ve yurtdışı örnek kaynakların, dokümanların ve arşivlerin araştırma kapsamında detaylı bir şekilde incelemesi yapılarak, tezin kavramsal temeller bölümü oluşturulmuştur.

Öte yandan araştırmanın amacı doğrultusunda, araştırma örnek alanı olarak “Ankara Gölbaşı Yaylabağ Yaylaşehir Toplu Konut Alanı” seçilmiştir. Araştırma alanı olarak Ankara Gölbaşı Yaylabağ Yaylaşehir Toplu Konut Alanı’nın seçilme nedenleri:

- Yeni yerleşim alanı niteliğinde ve henüz uygulanmamış bir proje olması (mevcut ve sonraki durumunun karşılaştırılabilmesi amacıyla),
- Bu bağlamda örnek alanın, ekolojik çerçevede kentsel tasarım rehberi geliştirmek adına uygun bir potansiyelinin bulunması,
- Tez amacı kapsamında, örnek alanın değişken bir topoğrafyaya sahip olması ve buna bağlı olarak belirgin bir drenaj yapısının bulunması ve
- Örnek alan hakkında veri bulma kolaylığıdır.

Araştırma örnek alanının doğal (abiyotik ve biyotik olmak üzere) (iklimi, topoğrafik yapısı, jeolojik yapısı, hidrolojik yapısı, toprak yapısı, geçirimsizlik durumu ve bitki örtüsü) ve kültürel (konumu, mülkiyet durumu, ulaşımı) verileri ile birlikte Gölbaşı Yaylabağ Yaylaşehir Toplu Konut Alanı’nın proje verileri de (imar planı (nazım ve uygulama imar planı), ticaret alanları, konut alanları, sosyal donatı alanları, altyapı projeleri (yağmursuyu, atık su)) toplanmıştır.

İkinci aşamada; araştırma örnek alanı olan Ankara Gölbaşı Yaylabağ Yaylaşehir Toplu Konut Alanı'nın elde edilen doğal ve kültürel verilerinin yöntem kapsamında analizi ve haritalaması gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda,

- Örnek alanın ve yakın çevresinin elde edilen iklimsel verilerinden yararlanılarak; yıllık yağış miktarı hesaplanmıştır.
- Alanın topoğrafik yapı verilerinden; yükseklik grupları analizi, eğim analizi ve bakı analizleri yapılmıştır.
- Alanın toprak verilerinden (büyük toprak grupları ve diğer özelliklerden) hidrolojik toprak grupları belirlenmiştir.
- Jeolojik yapı verileri, hidrolojik toprak grupları verileri ve yapılan eğim analizinin çakıştırılmasıyla birlikte geçirimsizlik analizi yapılmıştır.
- Corine 2006 verilerinin, hali hazır planın ve uydu görüntülerinin kullanılmasıyla, güncel arazi örtüsü analizi yapılmış ve bu analiz, arazi gezileriyle birlikte desteklenerek alanın bitki örtüsü durumu ortaya konulmuştur.
- Araştırma alanının yüzey akış ile ilgili topoğrafik nemlilik indeksi ve akarsu güç indeksi analizleri yapılmıştır.
- Son olarak, araştırma alanının uygulama imar planındaki alan kullanımları (konut alanları, ticaret alanları, yeşil alanlar vb) ortaya konulmuş ve alanın geleneksel yağmursuyu toplama şebekesi sistemi de analiz edilmiştir.

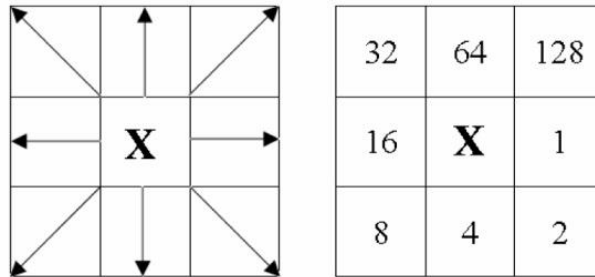
Üçüncü aşamada; araştırma örnek alanı olan Ankara Gölbaşı Yaylabağ Yaylaşehir toplu konut alanının mevcut durumunun ve gelişim sonrasındaki durumunun yüzey akış potansiyelleri belirlenmiştir. Bu kapsamda ilk etapta, yüzey akış potansiyeli hesaplamalarında kolaylık sağlanması açısından, örnek alan öncelikle ana havzalara (su toplama alanları) daha sonra ise mikro havzalara ayrılmıştır.

Araştırma alanının ana ve mikro havzalara ayrılmasında, CBS (ArcGIS 10.2.1) hidrolojik analizleri ve ArcHydro aracı kullanılmıştır. CBS yardımıyla, havza (su toplama alanı) analizinde; öncelikle “akış yönü (flow direction)” ve “akış toplanma (flow accumulation)” raster verilerinin oluşturulması ve sonrasında ise oluşturulan bu raster veriler yardımıyla “dökülme noktalarının (pour points)” belirlenmesiyle birlikte, “su toplama alanı-havza (watershed)” raster verisi elde edilmiştir.

İlk aşamada, akış yönü (flow direction) analizinin CBS yardımıyla bulunmasında;

- Bir yüzeydeki akışın, her zaman en yüksekten en alçak yöne doğru olması ve
- Raster veri formatı içerisinde eğer her bir hücrenin (raster hücre veya kare) akış yönü bilirse, herhangi bir hücre içine ne kadar komşu hücrenin taşındığının da belirlenebiliyor olması, temel dayanaklardır (Akkaya-Aslan vd. 2004).

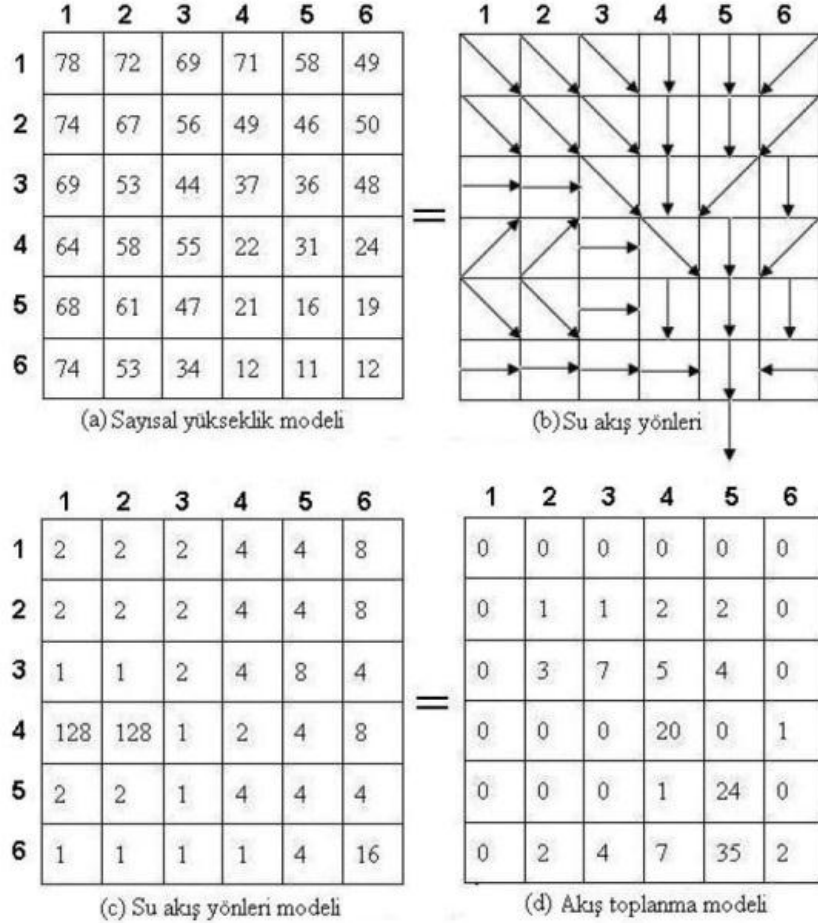
Bu bağlamda, raster veri formatlarından biri olan sayısal yükseklik modeli (digital elevation model (DEM)) üzerinde, her bir karenin sahip olduğu yükseklik değerlerine bağlı olarak akış; yükseklik değeri kendi değerinden düşük olan komşu hücrelerden sadece birine doğru olabilmektedir. Her bir hücre için ise sekiz olası yön vardır ve bu yönler aşağı, yukarı, sağa, sola, yukarı sağ, yukarı sol, aşağı sağ ve aşağı sol olmak üzere belirlenmiştir. Olası akış yönleri ve bu akış yönlerine bağlı olarak, yeni oluşacak su akış yönü modelinde hücrenin alabileceği değerler şekil 3.3'te görülmektedir. Bu değerler, CBS'de akış yönünü ifade eden değerlerdir. Buna göre; örneğin bir X hücresinde akış hücrenin sağına doğru ise, X hücresinin akış yönü değeri 1, soluna doğru ise 16, aşağı doğru ise 4, yukarı doğru ise 64, yukarı sağa doğru ise 128, yukarı sola doğru ise 32, aşağı sağa doğru ise 2 ve aşağı sola doğru ise 8 değerinde olacaktır (Akkaya-Aslan vd. 2004).



Şekil 3.3 Akış yönleri ve bu yönlere göre hücre değerleri (Akkaya-Aslan vd. 2004)

Öte yandan, akış yönü (flow direction) raster verisinin kullanılmasıyla birlikte, “akış toplanma (flow accumulation)” raster verisi de elde edilmiştir. CBS kapsamında kullanılan akış toplanma (flow accumulation) fonksiyonu, daha yüksekteki hücrelerden daha aşağıda bulunan her bir hücrenin içine akan yağışın hesaplamasını yapmaktadır. Her bir hücrede 1 birim su bulunduğu varsayımıyla; en yüksekteki hücrelerden akan su,

daha aşağıda yer alan komşu hücelere doğru taşınmaktadır. Bu akış işlemi, en alçakta yer alan hücreye kadar devam etmektedir (Kol ve Küpcü 2008). Özet olarak, birbirine akan hücrelerin toplanmasıyla birlikte şekil 3.4'te anlatıldığı biçimde, akış toplanma (flow accumulation) raster verisi elde edilmiştir.

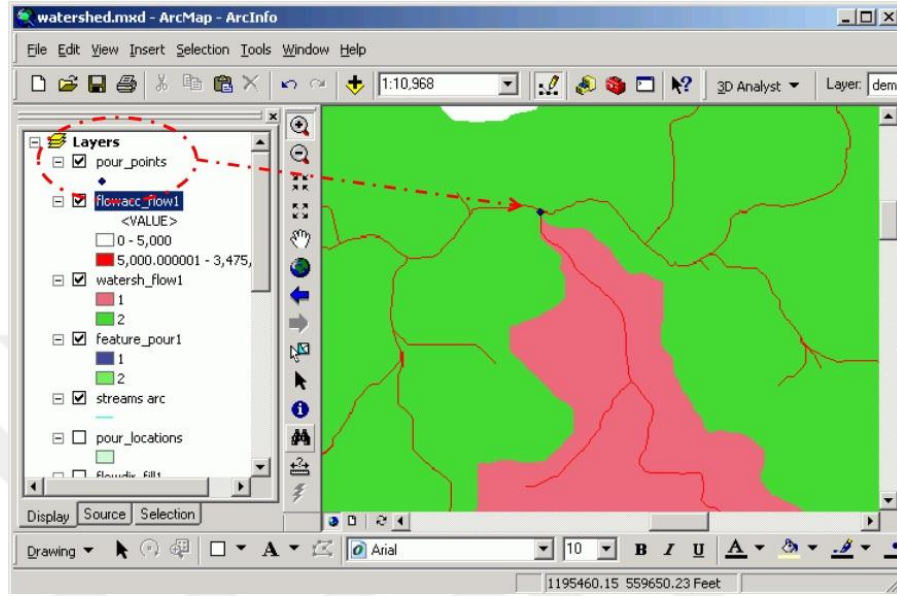


Şekil 3.4.a. Sayısal yükseklik modeli ve yükseklik değerleri, b. Akış yönleri, c. Akış yönlerine göre hücre değerleri, d. Akış toplanma modeli (Akkaya-Aslan vd. 2004)

Elde edilen akış toplanma (flow accumulation) raster verisi üzerinde su toplama alanı (watershed) yani havza sınırlarını bulabilmek için CBS üzerinde dökülme noktalarının (pour points) işaretlenmesi gerekmektedir (Şekil 3.5). Bu amaçla, dökülme noktaları CBS'de oluşturulan nokta vektör verisi şeklinde, akış toplanma raster verisi üzerinde belirlenmiştir. Dökülme noktaları belirlenirken;

- Su kaynağına yakın olan hücreler olmasına,

- En alçak yüksekliğe sahip hücrelere yakın olmasına ve
- En fazla akış toplanma değerine sahip hücrelere yakın olmasına dikkat edilmiştir (<http://sites.tufts.edu>, 1988).



Şekil 3.5 Dökülme noktalarının belirlenmesine bir örnek (<http://courses.washington.edu>, 1986a)

Sonuç olarak; CBS’de ArcHydro aracının yardımıyla yapılan hidrolojik analizler ile elde edilen raster veriler (akış yönü ve akış toplanma) ile dökülme noktası (pour point) vektör verisi, araştırma alanının ana ve mikro havzalara ayrılmasında kullanılmıştır.

Tez çalışmasının üçüncü aşamasının devamında, yüzey akış hesaplamasında kullanılmak üzere araştırma alanına ilişkin iklimsel verilerin jeoistatistikî yöntemle analizi ile birlikte, “tasarım yağışı” ortaya konulmuştur. Tasarım yağışı ortaya konulduktan sonra, yüzey akış miktarının tahmin edilmesi amacıyla literatürde araştırılan çeşitli yüzey akış tahmin modellerinden (Rasyonel yöntem, Mockus yöntemi, Synder yöntemi vb.) biri olan TR-55 (Technical Release-55) yönteminin kullanılması uygun görülmüştür. TR-55 yöntemi Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (United States Department of Agriculture (USDA)) Doğal Kaynakları Koruma Servisi (Natural Resources Conservation Service (NRSC)) Koruma Mühendisliği Şubesi

(Conservation Engineering Division) tarafından geliştirilen ve birçok yüzey akış tahmininde kullanılmış bir yöntemdir (Anonymous 1986b, Erpul 2001).

TR-55; yüzey akış hacmi, boşalımın pik değeri, hidrograflar ve taşkın rezervuarları için gerekli birikim hacminin hesaplanması kapsamında basitleştirilmiş yöntemler sunmaktadır. Bu yöntemler, küçük havzalar için özellikle kentleşmiş havzalar için uygun yöntemlerdir (Anonymous 1986b).

TR-55 yönteminde; yüzey akış hacminin hesaplanmasında Amerikan Toprak Koruma Servisi tarafından geliştirilen Eğri Numarası yöntemi (Soil Conservation Service SCS Curve Number Method) kullanılmaktadır. Anonymous (1972)'a göre; eğri numarası yöntemi, havzaların yüzey akış potansiyellerini tanımlamada kullanılan yüzey akış eğri numaralarının belirlenebilmesi için geliştirilmiş bir yöntemdir (Tekeli 2009). Bu yöntemde göre, yağış anında ve sonrasında toprakta tutulan su miktarı, yağışın ve yüzeyin sahip olduğu eğri numarasının bir fonksiyonudur (Apaydın 2007).

TR-55 yöntemi kapsamında yüzey akış eğri numaralarının kullanılmasındaki sınırlamalar ise aşağıda verilmektedir:

- Eğer yağış derinliği 12,7 mm'den az olursa, eğri numarası süreci daha az hassas olacaktır. Bu durumda başka bir yöntemin tercih edilmesi doğru olacaktır.
- Ağırlıklı eğri numarası 40'dan küçük olursa, yüzey akışı miktarının tahmini için başka bir yöntem kullanılmalıdır ve
- Kar erimesi veya donmuş toprak sonucu ortaya çıkan yüzey akış, bu yöntemde tahmin edilememektedir (Anonymous 1986b).

Bu çerçevede, su toplama havzalarında yüzey akış eğri numaralarının belirlenmesinde;

- Hidrolojik toprak grupları (HTG),
- Arazi kullanım durumu,
- Bitki örtüsü ve toprağın önceki nem koşulları parametreleri göz önünde tutulmalıdır (Tekeli 2009).

Eğri numaralarının tanımlanmasındaki parametrelerden biri olan hidrolojik toprak grupları, toprak özelliklerinin kombinasyonuna göre belirlenen ve farklı su geçirimsizliği değerlerine yani farklı infiltrasyon hızlarına sahip toprakların A'dan D'ye kadar sınıflandırılmasıdır. Hidrolojik toprak gruplarının özellikleri çizelge 3.2'de verilmektedir.

Çizelge 3.2 Hidrolojik toprak grupları ve özellikleri (Öztürk ve Batuk 2011, Şahin vd. 2013)

Hidrolojik Toprak Grubu	Açıklama
(A sınıfı) Düşük Yüzey Akış Potansiyeli Olan Topraklar (yüksek süzülme) Minimum infiltrasyon Derecesi:7,5-10 mm/sa	Tamamen ıslandıkları durumda süzülme hızı yüksek ve geçirimsizliği fazla olan topraklar, hidrolojik bakımdan düşük yüzey akış potansiyelini belirtmektedir. Genellikle kumlu, az kil ve silt içeren topraklar bu gruba girmektedir.
(B sınıfı) Orta Dereceden Düşük Yüzey Akış Potansiyeli Olan Topraklar Minimum infiltrasyon Derecesi:3-7,5 mm/sa	Tamamen ıslandıkları durumda süzülme hızı ve geçirimsizliği orta derecede olan topraklar bu sınıfa girer. İnce ve kaba tanelerin karışımından meydana gelen topraklar, orta derecede yüzey akış potansiyeli göstermektedir.
(C sınıfı) Orta Dereceden Yüksek Yüzey Akış Potansiyeli Olan Topraklar Minimum infiltrasyon Derecesi: 0,8-3 mm/sa	Tamamen ıslandıkları durumda süzülme hızı ve geçirimsizliği orta dereceden daha az olan ve oldukça önemli derecede kil içeren topraklar, orta derecede yüksek akış potansiyeli göstermektedir.
(D sınıfı) Yüksek Yüzey Akış Potansiyeli Olan Topraklar Minimum infiltrasyon Derecesi: 0-0,8 mm/sa	Tamamen ıslandıkları durumda düşük süzülme hızı gösteren ve geçirimsizliği çok düşük olan topraklar, yüksek derecede yüzey akış potansiyeli gösterir. Fazla miktarda kil içeren ve yüzeye yakın geçirimsiz bir katmanı bulunan topraklar, genellikle bu sınıfa girmektedir.

Yüzey akış eğri numaralarının belirlenmesindeki önemli parametrelerden bir diğeri ise, arazi kullanım durumudur. Arazinin yüzey kaplanma biçimi ve kaplanma yüzdesi eğri numaralarının belirlenmesinde önemli bir faktördür. Bununla birlikte, arazinin geçirimsizlik durumu da yüzey kaplanma biçimi ve yüzdesi ile doğru orantılıdır. Örneğin, asfalt kaplı bir yüzeyle, toprak kaplı bir yüzeyin geçirimsizlik yüzdeleri birbirlerinden oldukça farklı olacaktır. Bu bağlamda, bu iki alanın yüzey akış eğri numaraları da farklılık gösterecektir (bk. Çizelge 4.16). Diğer yandan, arazi üzerinde yer alan bitki örtüsünün; çeşitliliği, yoğunluğu, yüzey kaplama biçimi ve gelişmişliği gibi özellikleri yüzey akış eğri numaralarının belirlenmesinde etkili olacaktır (Tekeli 2009). Son dönemlerde söz konusu detaylı bitki örtüsü analizlerinde, uydu görüntülerinin uzaktan algılama teknolojisi ile değerlendirilmesi oldukça yaygınlaşmıştır. Uzaktan algılama

yoluyla yeşil bitki örtüsünün izlenmesinde en çok tercih edilen araçlardan biri Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)) analizidir. NDVI, bitkilerin biyokütle miktarı ve yaprak alan indeks değerinin ana belirleyicisi olarak kabul edilmekte ve büyüme döneminde bitki gelişiminin izlenmesine olanak sağlamaktadır (Yıldız vd. 2012). Tez örnek alanının oldukça seyrek ve bozkır bir bitki örtüsüne sahip olmasından dolayı, NDVI analizi tez kapsamında kullanılmamıştır.

Yüzey akış eğri numaralarının belirlenmesinde dikkat edilmesi gereken son parametre ise; toprağın önceki nem koşullarıdır (Antecedent Moisture Condition (AMC)). Yağış başlangıcında, anında yüzeysel akış oluşmamakta ve yüzeysel akış oluşana kadar bir miktar su; toprak, bitkiler ve çukurlar tarafından tutulmaktadır. Toprak nem açısından ne kadar kuru olur ise, akış oluşmadan önceki tutulma o kadar fazla olmaktadır. Bu bağlantıya göre, yağış başladığındaki toprağın nem içeriği, infiltre olma (süzülme) ve yüzeysel akışa geçme açısından oldukça önemlidir. Yağış devam ettikçe toprağın nem içeriği artmakta ve infiltre olma hızı azalarak sonuçta sabit bir değere ulaşmaktadır (Apaydın 2007).

Bu bağlamda, yağmurdan önce toprak içerisinde bulunan önceki nem miktarı, yüzey akış hacminin değişmesine önemli derecede etki etmektedir. Yüzeyin su tutma potansiyeline bağlı olarak değişen eğri numaraları, yağmur öncesi toprak neminin üç farklı koşuluna göre belirlenmektedir. Anonymous (1972)'a göre bu koşullar;

- Yağmurdan önce toprakta bulunan nemin en düşük düzeyde yani yüzey su tutma potansiyelinin en fazla olması koşulu AMC-I olarak,
- Toprak neminin ortalama düzeyde olma koşulu AMC-II olarak ve
- Yağmur öncesinde topraktaki nemin en fazla düzeyde olması yani yüzeydeki su tutma potansiyelinin en düşük olma değeri AMC-III olarak belirlenmiştir (Tekeli 2009).

Yukarıda sözü edilen üç koşula göre eğri numaralarının belirlenmesinde, yağışın başlamasından önceki son beş günde yağın toplam yağış miktarı dikkate alınmaktadır.

Son beş gündeki toplam yağın yağış ((P) mm cinsinden) dikkate alınarak, çizelge 3.3'teki üç koşuldan biri belirlenmektedir (Apaydın 2007).

Çizelge 3.3 Anonymous'a (1972) göre, toprağın nem içeriğine göre önceki nem koşulları (Apaydın 2007)

Kış Mevsiminde P (mm)	Büyüme Mevsiminde P (mm)	Koşul
P<12,7	P>35,6	AMC-I
12,7<P>27,9	35,6<P>53,3	AMC-II
P<27,9	P>53,3	AMC-III

Toprağın belirlenen önceki üç nem koşuluna göre; eğri numaralarında da farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Eğri numaralarında ortaya çıkan bu farklılıklar aşağıda yer verilen eşitlikler yardımıyla hesaplanmaktadır (Apaydın 2007).

$$EN(I) = \frac{(4,2 \times EN)}{(10 - (0,058 \times EN))} \quad (3.1)$$

$$EN(III) = \frac{(23 \times EN)}{(10 + (0,13 \times EN))} \quad (3.2)$$

Eşitlik 3.1 ve 3.2'de yer alan,

EN(I): Önceki nem koşulları birinci duruma (AMC-I) göre belirlenen eğri numarası,

EN(III): Önceki nem koşulları üçüncü duruma (AMC-III) göre belirlenen eğri numarası
ve

EN: Önceki nem koşulları ikinci duruma (AMC-II) ve Anonymous'a (1972) göre belirlenen eğri numarasıdır (bk. Çizelge 4.16) (Apaydın 2007).

Bu araştırmada, toprak neminin ortalama düzeyde olma koşulu olan AMC-II kullanılmıştır.

Anonymous'a (1972) göre, yüzey akış eğri numarası yönteminde, eğri numaralarının tespitinden sonra yüzey akışa geçen miktar aşağıda verilen eşitliğe göre belirlenmektedir (Tekeli 2009).

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S} \quad (3.3)$$

Eşitlik 3.3'te; Q = Yüzey akış miktarı (mm), P = Yağmur miktarı, I_a = İlk tutma, S = Su tutma potansiyelini ifade etmektedir.

İlk tutma (Initial abstraction) (I_a); yüzey akışın başlamasından önceki kayıpların (bitkilerde tutulan, çukurlarda biriken, yüzeyden buharlaşan ve toprağa infiltre olan yağış) tümüdür (Apaydın 2007). Normal koşullardaki ilk tutma, en fazla su tutma potansiyelinin (S) 0.2 katı kadar alınmaktadır. Bu bağlamda, ilk tutma 0.2xS olarak alınır, yüzey akış miktarı aşağıdaki eşitlik yardımıyla bulunmaktadır (Tekeli 2009).

$$Q = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S} \quad (3.4)$$

Yüzeyin su tutma potansiyeli (S), yüzey örtüsünün değişimi ile doğrudan bağlantılıdır. Bu durum, normal toprak nemi (AMC-II) koşullarında belirlenen ve 0 ile 100 sayıları arasında değişen eğri numaraları ile belirtilmiştir (Tekeli 2009).

$$EN = \frac{25.400}{254 + S} \quad (3.5)$$

$$S = \frac{25.400}{EN} - 254 \quad (3.6)$$

Eşitlik 3.5 ve 3.6'da; S= Su tutma potansiyelini ve EN= Eğri numarasını ifade etmektedir.

Yüzey akış miktarının tahmininde Amerikan Toprak Koruma Servisi tarafından geliştirilen Eğri Numarası yöntemi (Soil Conservation Service SCS Curve Number Method) esnek ve basit bir yöntem olması nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde, havza parametreleri ve iklim faktörleri “eğri numarası” adı verilen tek bir değerde kombine edilmektedir. Bununla birlikte, Amerika’da yer alan ekili alanların genellikle % 5’den daha az bir eğime sahip olması ve bu eğim aralığının çok büyük ölçüde eğri numarası değerini etkilememesi nedeniyle, yüzey akış tahmininde eğimin etkisi hesaba katılmamaktadır (Ebrahimian vd. 2012).

Bir havza içerisinde suyun hareketini belirleyen en önemli faktör, yüzey eğimidir. Zhan vd. (2004)’ne göre, yüzey akışın minimum derinliğinden başka diğer tüm yüzey akış ile ilişkili değişkenler (örneğin; yüzey akış olaylarının sayısı, yüzey akış derinliği ve ortalama eğri numarası gibi) eğim faktörü ile birlikte artmaktadır. Öte yandan, Sharma (1986)’ya göre, deneysel yüzey akış parselleri üzerindeki araştırmalarda, dik eğimlere sahip alanların daha düşük eğim düzeyine (düze yakın) sahip alanlara göre çok daha fazla yüzey akış verimine sahip olduğu ortaya çıkmıştır (Ebrahimian vd. 2012). Daha dik eğimler nedeniyle yüzey akışta görülen artışın; ilk tutmanın (I_a) azalmasıyla, infiltrasyon oranının düşmesiyle ve yüzeysel akışın durgunluk zamanının azalmasıyla açıklanması mümkündür (Huang vd. 2006).

Eğim faktörünün yüzey akış hacmi üzerine güçlü bir şekilde etkisi olmasına rağmen, eğri numarası yöntemine eğim faktörünü dahil eden çok az çalışma bulunmaktadır. Huang vd. (2006) eğim faktörünün yüzey akış üzerine etkilerini araştırarak eğime uyarlanmış eğri numarasını bulabilmek için aşağıdaki eşitliği geliştirmişlerdir (Ebrahimian vd. 2012).

$$EUEN = EN \frac{322,79 + 15,63(\alpha)}{\alpha + 323,52} \quad (3.7)$$

Eşitlik 3.7’de; EUEN= Eğime uyarlanmış eğri numarası, EN= Önceki nem koşulları ikinci duruma (AMC-II) ve Anonymous’a (1972) göre belirlenen eğri numarasıdır (bk.

Çizelge 4.16) (Apaydın 2007), α = Eğim (%14 ile %140 (0,14-1,4) arası) (Huang vd. 2006).

TR-55 yönteminde yüzey akış hacmi, eğri numarası yöntemi yoluyla ortaya konulduktan sonra, mikro havzalar için geçiş süresi (travel time (T_t)) ve konsantrasyon (yağış toplanma) zamanı (time of concentration (T_c)) hesaplanmalıdır. TR-55 yöntemi ile hesaplanabilecek en az konsantrasyon zamanı sınırı, 6 dakikadır (Anonymous 1986b).

Geçiş süresi; havza içerisinde suyun bir noktadan diğer bir noktaya taşınması esnasında geçen süredir. Konsantrasyon zamanı ise; yüzey akışa geçen suyun havzanın en uzak noktasından havzanın çıkış noktasına taşınması esnasında geçen süredir. Bu bağlamda geçiş süresi, konsantrasyon zamanının bir bileşenidir. Konsantrasyon zamanı, drenaj toplama sisteminin ardışık bileşenleri için tüm geçiş sürelerinin toplanması yoluyla hesaplanmaktadır (Anonymous 1986b).

Yüzey pürüzlülüğü, kanal şekli ve akış desenleri ile eğim faktörü, geçiş süresini ve konsantrasyon zamanını etkileyen faktörlerdir. Bu faktörlerin etkisi ile birlikte bir havza içerisinde su; sığ akış, yüzeysel yoğunlaşmış akış, açık kanal akışı veya bunların kombinasyonu şeklinde hareket etmektedir. Bu çerçevede, bir havzada geçiş süresi (T_t) akış uzunluğunun akış hızına oranı olarak hesaplanmaktadır (Anonymous 1986b).

Konsantrasyon zamanı ise; çeşitli ardışık akış uzunlukları için hesaplanan geçiş süresi değerlerinin toplamıdır (Anonymous 1986b).

$$T_c = T_{t1} + T_{t2} + T_{t3} + \dots + T_m \quad (3.8)$$

T_c =Konsantrasyon zamanı (yağış toplanma zamanı)(saat) n =Akış segmentlerinin sayısı

Yağış sularının bir havza içerisindeki hareketine göre geçiş sürelerinin hesaplanmasında farklılıklar olmaktadır. Sığ akışta geçiş süresi hesaplanırken, yüzey pürüzlülüğü

katsayısı yani Manning'in n değeri göz önüne alınmalıdır (Çizelge 3.4) (Anonymous 1986b).

Çizelge 3.4 Sığ akış için pürüzlülük katsayıları (Manning'in n değeri) (Anonymous 1986b)

Yüzey tanımı	n
Pürüzsüz yüzeyler (beton, asfalt, çakıl veya çıplak toprak)	0,011
Nadas(herhangi bir kalıntı olmadan)	0,05
Ekili topraklar:	
Kalıntı örtüsü ≤ %20	0,06
Kalıntı örtüsü > %20	0,17
Çayır örtü:	
Geniş kısa çayır örtüsü	0,15
Yoğun çayır örtüsü ¹	0,24
Bermuda çim ile kaplı örtü	0,41
Mera (doğal)	0,13
Orman: ²	
Seyrek ağaç altı çalılık	0,40
Yoğun ağaç altı çalılık	0,80
¹ Farklı çim türlerini (<i>Poa pratensis</i> L., <i>Bouteloua dactyloides</i> (Nutt.) Columbus, <i>Eragrostis curvula</i> (Schrad.) Nees gibi) içermektedir.	
² n katsayısını seçerken; yaklaşık 3 cm yüksekliğinde yüzey örtüsü göz önüne alınmalıdır. Bu örtü sığ akışı zorlaştıracak bitki örtüsünün sadece bir bölümüdür.	

Bu çerçevede, 90 metrenin altında olan sığ akışlar için geçiş süresi aşağıdaki eşitlikle hesaplanmaktadır (Anonymous 1986b).

$$T_t = 0,091 \frac{(nL)^{0,8}}{(P_2)^{0,5} s^{0,4}} \quad (3.9)$$

Eşitlik 3.9'da, T_t = Geçiş süresi (saat), n =Manning'in pürüzlülük katsayısı (Çizelge 3.4), L =Akış uzunluğu (m), P_2 = 2 yıllık 24 saatlik yağış (mm) ve s = Hidrolik hat eğimi (arazi eğimi) (m/m)

Bir havza içerisinde 90 metreden fazla olan akışlar, sığ akıştan yüzeysel yoğunlaşmış akışa dönüşmektedir. Bu durumda, yağışın geçiş süresini belirlemeden önce, ortalama akış hızını tespit etmek gerekmektedir. Ortalama akış hızını belirlemek için şekil

3.6'daki grafik kullanılmaktadır. Ortalama akış hızı (V) tespit edildikten sonra yüzeysel yoğunlaşmış akış yaşanan havzada geçiş süresi aşağıda verilen eşitlik yardımıyla bulunmaktadır (Anonymous 1986b).

$$T_t = \frac{L}{3600V} \quad (3.10)$$

Eşitlik 3.10'da; T_t = Geçiş süresi (saat), L=Akış uzunluğu (m), V=Ortalama akış hızı (m/s) ve 3600=Saniyeden saate dönüşüm faktörüdür (Anonymous 1986b).

Diğer yandan, yağış sularının kendi yatağında veya oluşturulan kanal boyunca akışa geçtiği açık kanal akışında, ortalama akış hızı (m/s) aşağıda verilen Manning eşitliği yardımı ile bulunmaktadır. Ortalama akış hızı hesap edildikten sonra geçiş süresi, yüzeysel yoğunlaşmış akışta olduğu gibi akış uzunluğunun akış hızına oranı ile tespit edilmektedir (Anonymous 1986b).

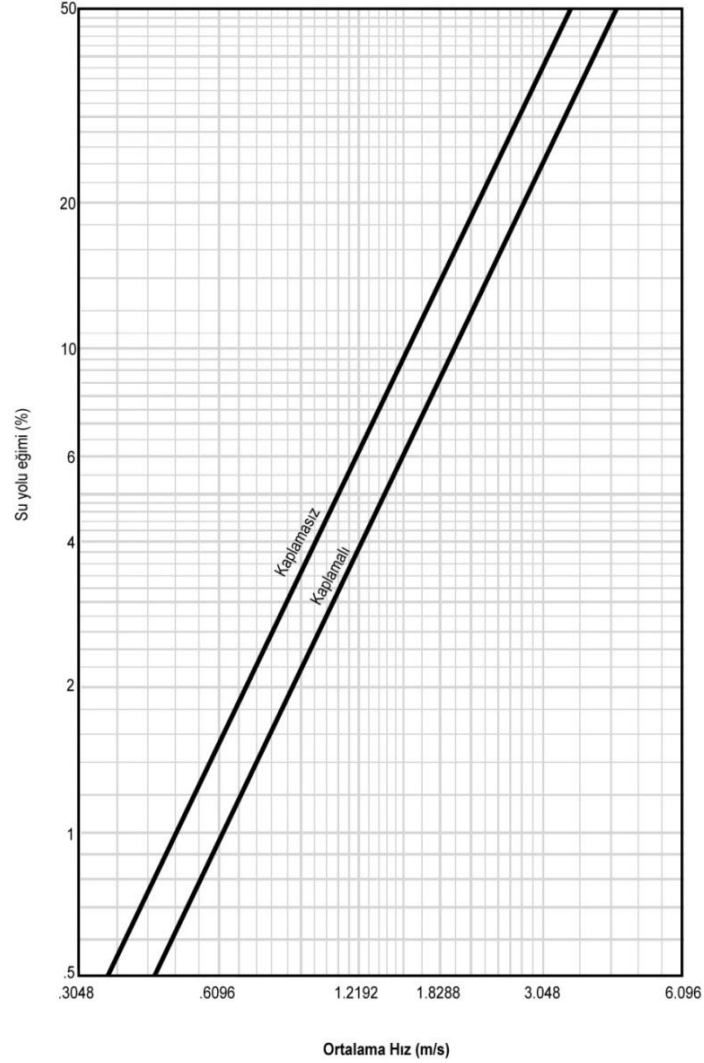
$$V = 1.00 \frac{r^{2/3} s^{1/2}}{n} \quad (3.11)$$

Eşitlik 3.11'de; V= Ortalama akış hızı (m/s), r= Hidrolik yarıçap (m) (a/p_w , a= Akış kesit alanı (m²), p_w = Kanal ıslak çevre (m)), s= Hidrolik hat eğimi (kanal eğimi (m/m)) ve n= Açık kanal akışı için Manning'in pürüzlülük katsayısı ifade edilmektedir (Anonymous 1986b).

Diğer yandan; TR-55 yönteminde yüzey akış miktarı ve konsantrasyon zamanı (T_c) kullanılarak, en yüksek yüzey akış oranı (peak runoff rate) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilmektedir (Stone vd.1993, Erpul 2001).

$$q = \frac{0,00208AQ}{\frac{D}{2} + 0,6Tc} \quad (3.12)$$

Eşitlik 3.12’de; q : en yüksek yüzey akış oranı (m^3/s), Q : yüzey akış miktarı (mm/havza)
A: havza alanı (ha)
D: Yağış süresi (saat) $D: 0,133 T_c$ (Stone vd.1993, Karamouz vd.2013)
 T_c : Yağış toplanma (konsantrasyon) zamanı (saat)



Şekil 3.6 Yüzeysel yoğunlaşmış akış için geçiş süreleri tahmininde kullanılan ortalama akış hızları (Anonymous 1986b)

Dördüncü aşamada; araştırma alanının mevcut durumunda ve gelişim sonrası durumunda belirlenen yüzey akış potansiyellerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Bu kapsamda ilk etapta, araştırma alanındaki her mikro havzanın hem mevcut durum için hem de gelişim sonrası durum için tahmin edilen yüzey akış miktarları arasındaki farklılıklar ortaya konulmuştur. Dördüncü aşamanın ikinci etabında ise, jeolojik yapı,

toprak yapısı ve eğim durumu ile birlikte ortaya konulan geçirimsizlik analizi, araştırma alanının 1/1000 Uygulama İmar Planı ile karşılaştırılmıştır. Böylelikle, mevcut durumda geçirimli olan alanların gelişim sonrasında geçirimsiz alanlara dönüşüp dönüşmedikleri ortaya konulmuştur.

Sonuç olarak, mevcut durum ile gelişim sonrasındaki durumun yüzey akış miktarları arasındaki fark ve geçirimli/geçirimsiz alan dönüşümlerine göre, yağmursuyu yönetimi kapsamında problem oluşturabilecek çelişki alanları ortaya konulmuştur.

Beşinci aşamada, ortaya konulan çelişki alanlarından seçilen örnekler üzerinde, yağmursuyu yönetimi kapsamında düşük etkili gelişim modeli uygulanmıştır. Çelişki alanlarının çözümü için, düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında en iyi yönetim uygulamaları (biyolojik tutma hendekleri, yağmur bahçesi, yağmur varili, sarnıç vb. gibi) önerilmiştir. Bu çerçevede, mikro havza mevcut durum ve gelişim sonrası durum arasındaki yüzey akış miktarı farkına bağlı olarak, yer altı su beslenimi dengesini de bozmayacak şekilde, alan için en uygun yönetim uygulamalarının seçilmesine özen gösterilmiştir.

Altıncı ve son aşamada, yağmursuyu yönetimi kapsamında, araştırma alanı örnek çelişki alanları için önerilen en iyi yönetim uygulamalarının tasarım kriterlerinin belirlendiği ve bu bağlamda teknik detayların yer alması düşünülen “Yağmursuyu Yönetimi Kapsamında Gölbaşı Yaylaşehir Toplu Konut Alanı Kentsel Tasarım Rehberi” çalışması için bir taslak oluşturulması hedeflenmiştir. Söz konusu rehberde yer alabilecek konu başlıklarından bazıları aşağıda verilmiştir:

- Biyolojik tutma hendekleri boyut ve detayları, kullanılabilir bitki türü listeleri,
- Yağmur bahçelerinin boyutlandırılması, kesit ve detayları, kullanılabilir bitki türü listeleri,
- Yağmur sarnıçları boyut ve konumlandırılma detayları,
- Geçirgen kaldırımlar, refüjler ve yollar kesit ve detay çizimleri ile
- Kuru yağmur hendeği boyut ve detayları,

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Araştırma Alanına İlişkin Bulgular

Bu bölümde, araştırma alanı olan Ankara Gölbaşı Yaylabağ Yaylaşehir toplu konut alanına ilişkin özellikler tanımlanıp, mevcut durum saptanması yapılmıştır.

4.1.1 İklimi

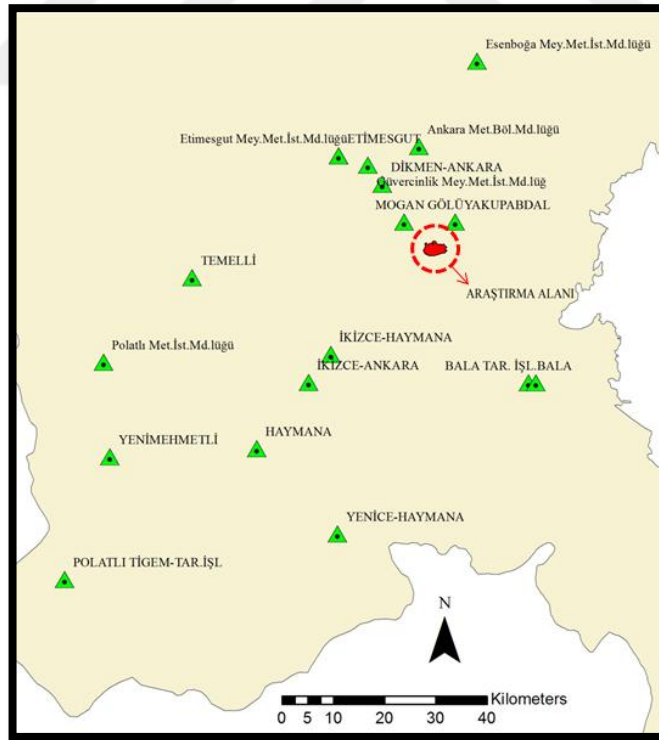
Gölbaşı ilçesi içerisinde yer alan araştırma alanında, İç Anadolu'nun tipik karasal iklimi hakimdir. Bu kapsamda yazlar sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlı geçmektedir. Bölgedeki en soğuk ay Ocak ayı, en sıcak ay ise; AĞustos ayıdır. Bölgedeki yağışlar Akdeniz yağış rejimine benzemekte, ancak en çok yağış ilkbahar döneminde görülmektedir. Bu farkın sebebi ise; kış aylarında bölgeye yerleŐen yüksek basınçtır. En yağışlı ay ise; Mayıs ayıdır (Erdoğan 2007, Sariemir 2009). Yıllık yağış ortalaması 400 mm civarında ve yıllık sıcaklık ortalaması ise 11,7 °C'dır (www.ankaragolbasi.gov.tr, 2007). Bu özellikleriyle birlikte, Ankara kenti genel iklim özelliklerine benzemektedir (izelge 4.1).

Çizelge 4.1 Ankara'nın uzun yıllar (1954-2013) içinde gerçekleşen ortalama bazı iklimsel değerleri
(www.ankaragolbasi.gov.tr, 2007)

Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1954 - 2013)													
ANKARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ortalama Sıcaklık (°C)	0,4	1,9	6,1	11,3	16,2	20,2	23,6	23,3	18,7	13,1	7,0	2,6	
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	4,4	6,5	11,7	17,2	22,3	26,7	30,2	30,2	25,9	19,9	12,9	6,6	
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-3,0	-2,2	1,0	5,6	9,7	13,1	16,0	16,0	11,7	7,3	2,5	-0,6	
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2,5	3,5	5,2	6,3	8,4	10,2	11,4	11,0	9,2	6,5	4,4	2,3	
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12,2	11,0	10,9	11,9	12,5	8,6	3,7	2,8	3,9	6,8	8,5	11,8	
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (kg/m ²)	42,2	37,0	38,8	47,7	49,7	35,0	14,5	10,5	19,2	29,4	32,6	45,4	
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1954 - 2013)													
En Yüksek Sıcaklık (°C)	16,6	20,4	26,4	30,6	33,0	37,0	41,0	40,4	36,0	32,2	24,4	20,4	
En Düşük Sıcaklık (°C)	-21,4	-21,5	-19,2	-6,7	-1,6	3,8	4,5	6,3	2,5	-4,1	-10,5	-17,2	
Günlük Toplam En Yüksek Yağış Miktarı	11.06.1997 88,9 kg/m ²			Günlük En Hızlı Rüzgar	27.04.1965 122,4 km/sa				En Yüksek Kar	05.01.2002 30,0 cm			

Gölbaşı; Mogan ve Eymir göllerinin su toplama havzası olması ve yıllardır süren ağaçlandırma çalışmaları ile birlikte, farklı mikroklimatik bir özelliğe sahiptir (Erdoğan 2007, Sarıemir 2009).

Öte yandan, araştırma alanında iklim istasyonu bulunmamaktadır. Bu nedenle, araştırmanın hedefi kapsamında, önemli olan yıllık toplam yağış miktarının bulunması amacıyla, araştırma alanı yakın çevresinde yer alan istasyonların yağış bilgileri kullanılmıştır (Şekil 4.1) Belirlenen ortak dönemler için (özellikle 1985-1989 yılları arası) uzun yıllar aylık toplam yağış bilgileri bilinen (Yenimehmetli istasyonu hariç) toplam 15 meteoroloji istasyonundan (Çizelge 4.2) yararlanılarak, enterpolasyon yöntemiyle araştırma alanı için veri oluşturulmuştur. Bu amaçla, kriging yöntemi kullanılmıştır. Kriging; bilinen yakın noktalardan alınan verileri kullanarak, diğer noktalardaki verilerin optimum değerlerini kestiren bir enterpolasyon yöntemidir (İnal vd. 2002, Yaprak ve Arslan 2008).

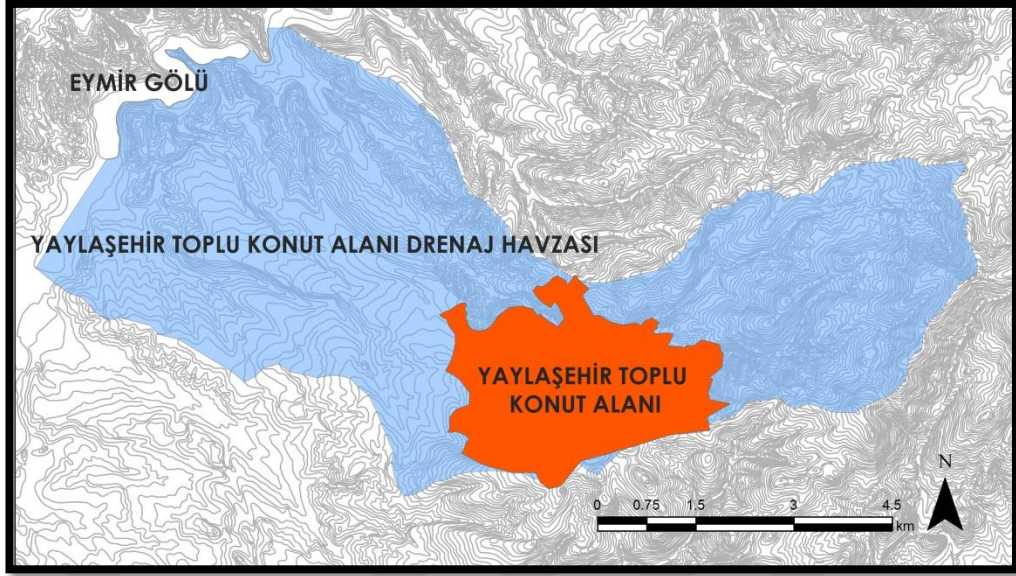


Şekil 4.1 Araştırma alanı ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonları (Orijinal 2014)

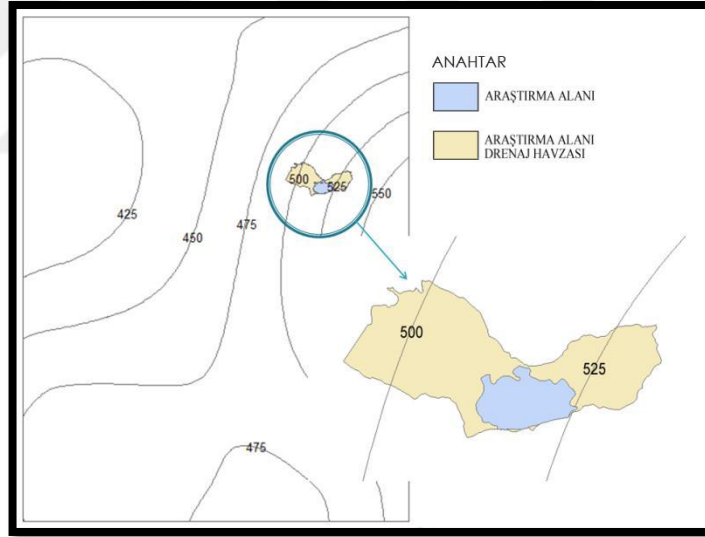
Çizelge 4.2 Kriging yönteminde kullanılan meteoroloji istasyonları

NO	İSTASYON NO	İSTASYON ADI	İSTASYON ÇEŞİDİ	KULLANILAN DÖNEM
1	17130	ANKARA MERKEZ	BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ	1980-2010
2	17128	ESENBOĞA	SİVİL MEYDAN	1980-2010
3	17129	ETİMESGUT	ASKERİ MEYDAN	1980-2010
4	17728	POLATLI	BÜYÜK KLİMA	1980-2010
5	3731	İKİZCE-HAYMANA	KÜÇÜK KLİMA	1985-2004
6	17131	GÜVERCİNLİK	ASKERİ-SİVİL MEYDAN	2001-2010
7	17729	BALA	AWOS	1987-1993
8	3549	YAKUPABDAL	KÜÇÜK KLİMA	1982-1994
9	3180	KAYAŞ	KÜÇÜK KLİMA	1985-1989
10	4089	YENİMEHMETLİ	KÜÇÜK KLİMA	1986
11	4452	YENİCE-HAYMANA	KÜÇÜK KLİMA	1985-1996
12	3542	TEMELLİ	KÜÇÜK KLİMA	1984-1985
13	17727	HAYMANA	AWOS	1980-1991
14	3363	DİKMEN(ANKARA)	KÜÇÜK KLİMA	1980-1982
15	12-066	EYMR GÖLÜ	DSİ	1994-2000
16	15-005	GÜNALAN (HOLUZ)	DSİ	1971-2008

Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla uygulanan kriging yöntemi sonucunda, araştırma alanı ve araştırma alanının ana drenaj havzası (Şekil 4.2) için eş yağış eğrileri haritası (izohiyet) elde edilmiştir (Şekil 4.3). Eş yağış eğrileri; yağış yüksekliği aynı olan noktaların birleştirilmesiyle oluşmaktadır.

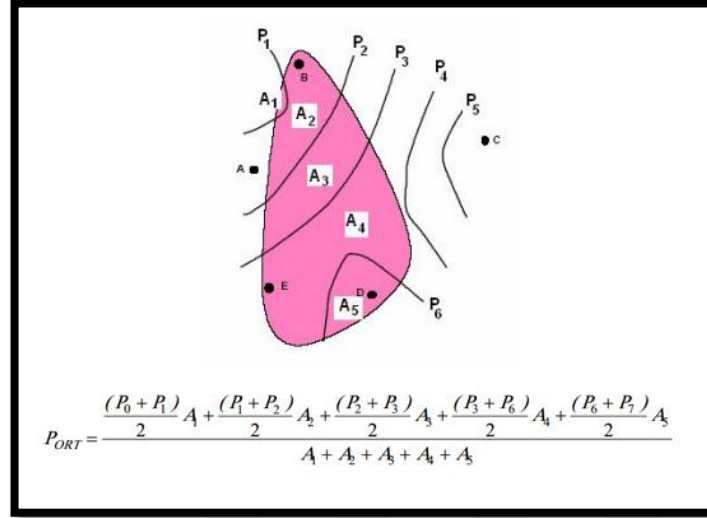


Şekil 4.2 Araştırma alanı olan Yaylabağ toplu konut alanı idari sınırı ve araştırma alanının ana drenaj havzası (Toplam drenaj alanı: 51,17 km²)



Şekil 4.3 Araştırma alanı drenaj havzası için üretilen eş yağış eğrileri (ölçeksizdir)

Eş yağış eğrileri haritası oluşturulduktan sonra, ortalama alansal yağış yüksekliğinin bulunması amacıyla; iki ardışık eş yağış eğrisi arasındaki alan, arasında kaldığı eş yağış eğri değerlerinin ortalaması ile çarpıldıktan sonra toplanarak, tüm havza alanına bölünmüştür (Şekil 4.4). Kullanılan bu yöntem, özellikle dağlık bölgelerde daha iyi sonuçlar vermektedir (Algancı vd. 2009).



Şekil 4.4 Ortalama alansal yağışı bulmak için kullanılan eş yağış eğrileri yöntemi (Algancı vd. 2009)

Yapılan hesaplamalarla, araştırma alanı drenaj havzasında, 475 ile 500 mm arasında 8,16 km²'lik bir alan bulunduğu, 500 ile 525 mm arasında 33,72 km²'lik bir alan bulunduğu ve 525 ile 550 mm arasında ise 9,29 km²'lik bir alan bulunduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak; araştırma alanının 51,17 km²'lik drenaj havzası için ortalama alansal yağışın, 513 mm olduğu eş yağış eğrileri yöntemine göre ortaya konulmuştur.

Ortaya çıkan sonucun, Ankara kenti uzun yıllar ortalama yağış yüksekliğinden ((1954-2013) (402 mm)) fazla olduğu görülmektedir. Bu fark aynı zamanda; yağmur sonrası artan yüzey akışlarla birlikte, ortaya çıkabilecek sel ve taşkınların önlenmesi amacıyla, yağmursuyunun yönetilmesi gerekliliğini de, araştırma alanı için ortaya koymaktadır.

4.1.2 Topoğrafik yapısı

Araştırma alanı batısında Halilören Tepesi (1195 m), güneyinde Şeker Tepesi (1480 m), Tekmezar Tepesi (1510 m) ve Höyükü tepesi (1475 m); orta kesiminde Taşlı Tepesi (1405 m) ile Kırankaş Tepesi (1330 m); kuzeyinde Akkaya Tepesi (1300 m), Şeker

Tepesi (1330 m) ve Kaplumbil Tepesi (1390 m) ile kuzeydoğusunda Kayalı Tepesi (1335 m) ve Aydınöğlubeli Tepesi (1525 m) yer almaktadır (Anonim 2010) (Şekil 4.5).

4.1.2.1 Yükseklik grupları analizi

Araştırma alanı, deniz seviyesinden 1150 m ile 1500 m arası yükseklikler arasında yer almaktadır. Bir başka deyişle, araştırma alanının en yüksek noktası ile en düşük noktası arasında 350 metrelik bir kot farkı bulunmaktadır (Anonim 2010) (Şekil 4.5).

4.1.2.2 Eğim analizi

Alanın eğim analizi yapıldığında, büyük eğimli, sarp bölgelerin çalışma alanına hakim olduğu görülmektedir. Çizelge 4.3'te verilen eğim sınıfları ve kapladıkları alan oranlarına bakıldığında, araştırma alanının % 60,12'si dik ve çok dik eğimli alanlara sahipken, % 24,37'si sarp eğimli alanlara sahiptir. Çalışma alanında büyük eğimli alanlar; Kaplum Deresi (Kuzkuyu Deresi) ve Büvet Deresi'nin dik vadi yamaçlarını oluşturmaktadır (Anonim 2010) (Şekil 4.6)

Çizelge 4.3 Araştırma alanının eğim sınıfları ve alanda kapladıkları yüzdeleri

EĞİM SINIFLARI	ALAN YÜZDESİ(%)
% 0-5 (Düz ve düze yakın)	5,33
% 5-12 (Orta eğimli)	10,18
% 12-20 (Dik)	26,55
% 20-30 (Çok dik)	33,57
% 30 ve yukarısı (Sarp)	24,37
TOPLAM ALAN	839 ha (%100)

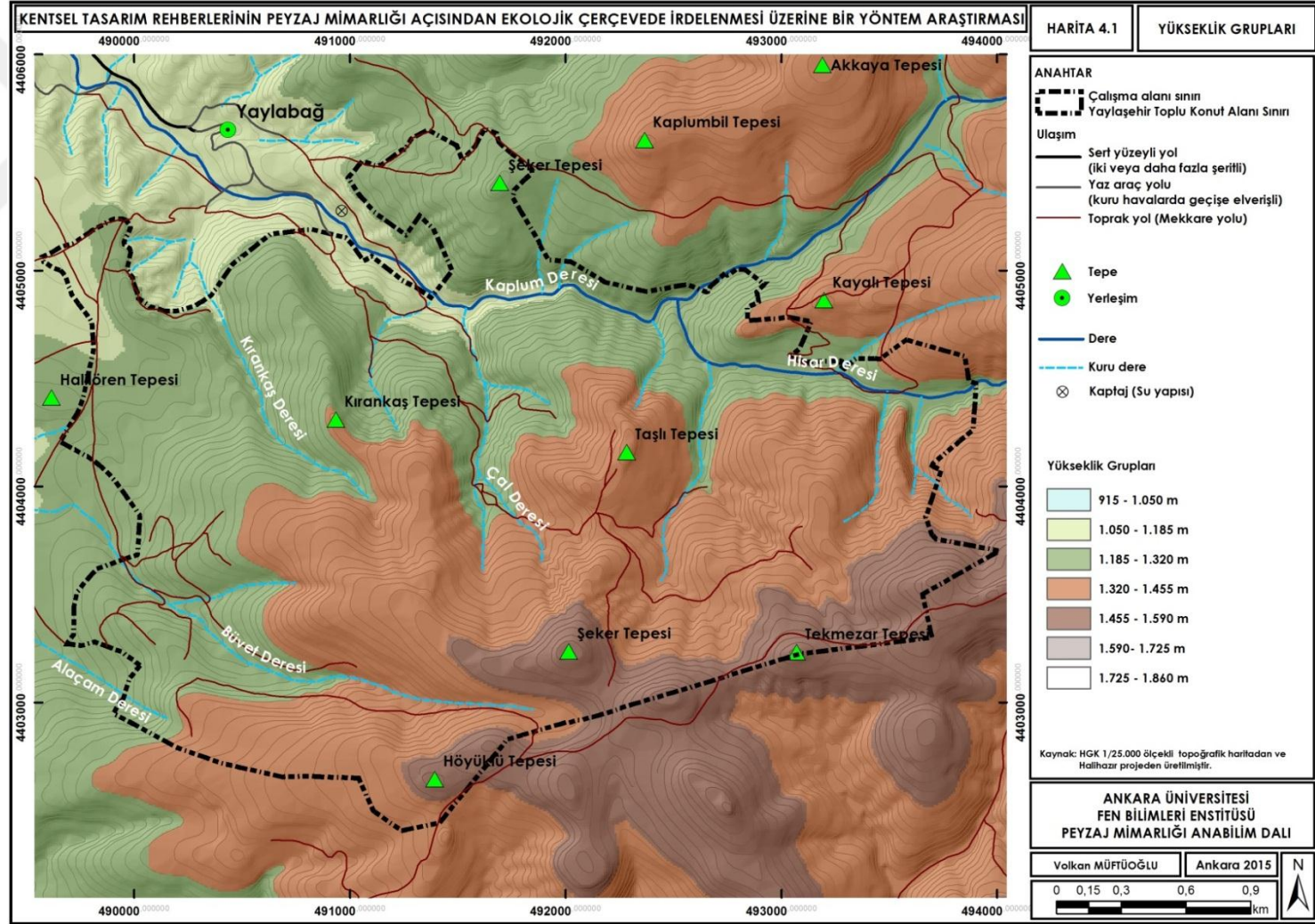
4.1.2.3 Bakı analizi

Çepel (1995)'e göre bakı; bir alanın sekiz bölümden oluşan rüzgar gülü yönlerinden hangisine baktığını ifade eden bir kavramdır (Benliay 2009). Herhangi bir eğimin olmadığı düz alanlarla birlikte; kuzey, kuzeybatı, kuzeydoğu, güney, güneydoğu, güneybatı, doğu ve batı olmak üzere toplamda 9 bakı sınıfı ortaya çıkmaktadır.

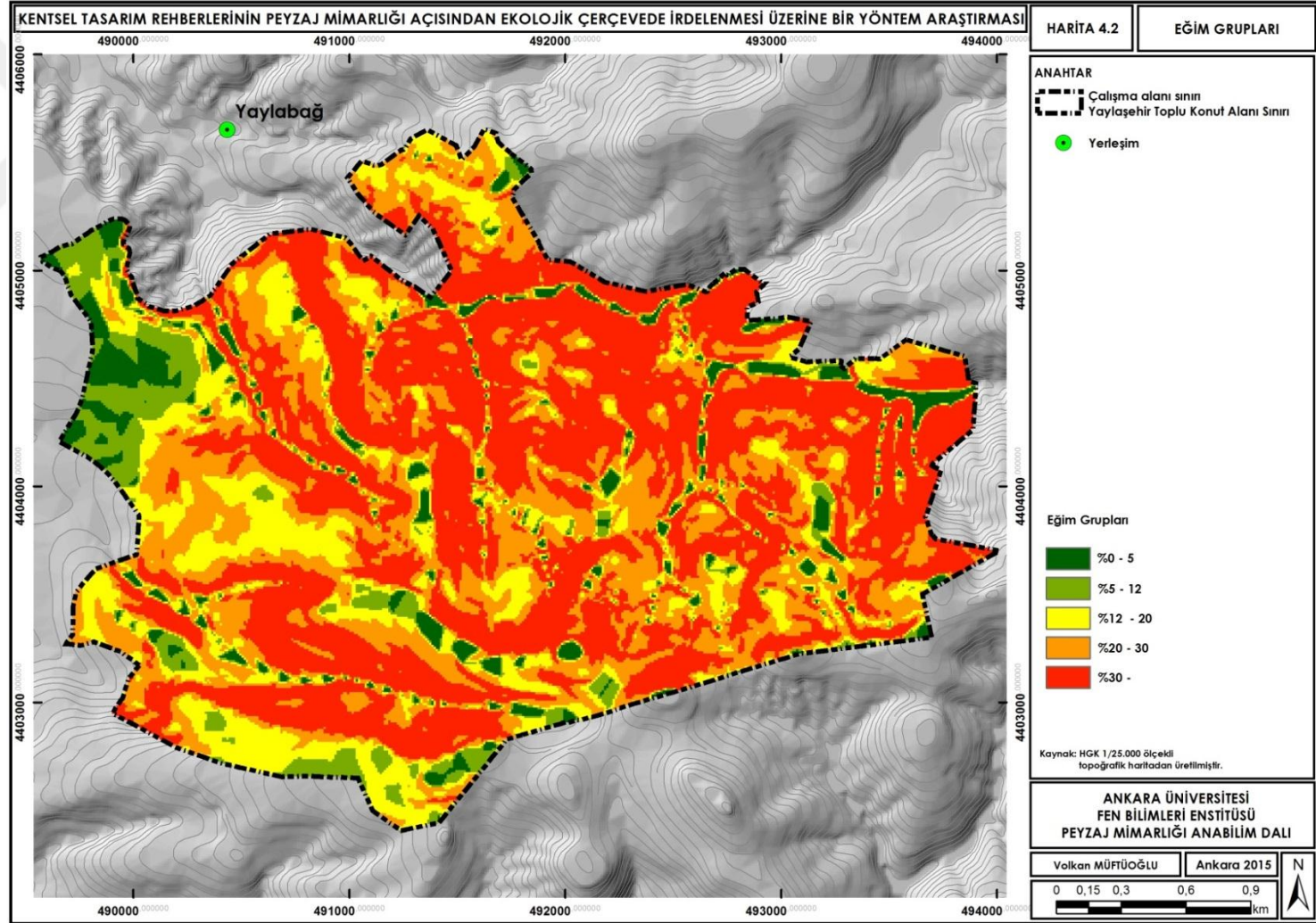
Kuzeybatı, kuzey, kuzeydoğu ve doğu bakılarına “gölgeli bakı” adı verilirken, güney, güneydoğu, güneybatı, güney ve batı bakılarına ise “güneşli bakı” adı verilmektedir (Benliay 2009). Çizelge 4.4’te çalışma alanı bakı analizi ve kapladıkları yüzdelere bakıldığında, kuzey ve kuzeybatı bakarlı (gölgeli bakı) alanların yüzde toplamının 42,83 ile başta olduğu görülmektedir (Şekil 4.7) Bu durum özellikle, İç Anadolu iklim koşullarında araştırma alanında kullanılan bitkilerin su kullanımı açısından olumlu etkiler sağlayacaktır (Anonim 2010).

Çizelge 4.4 Araştırma alanı bakı analizi ve alanda kapladıkları yüzdeleri

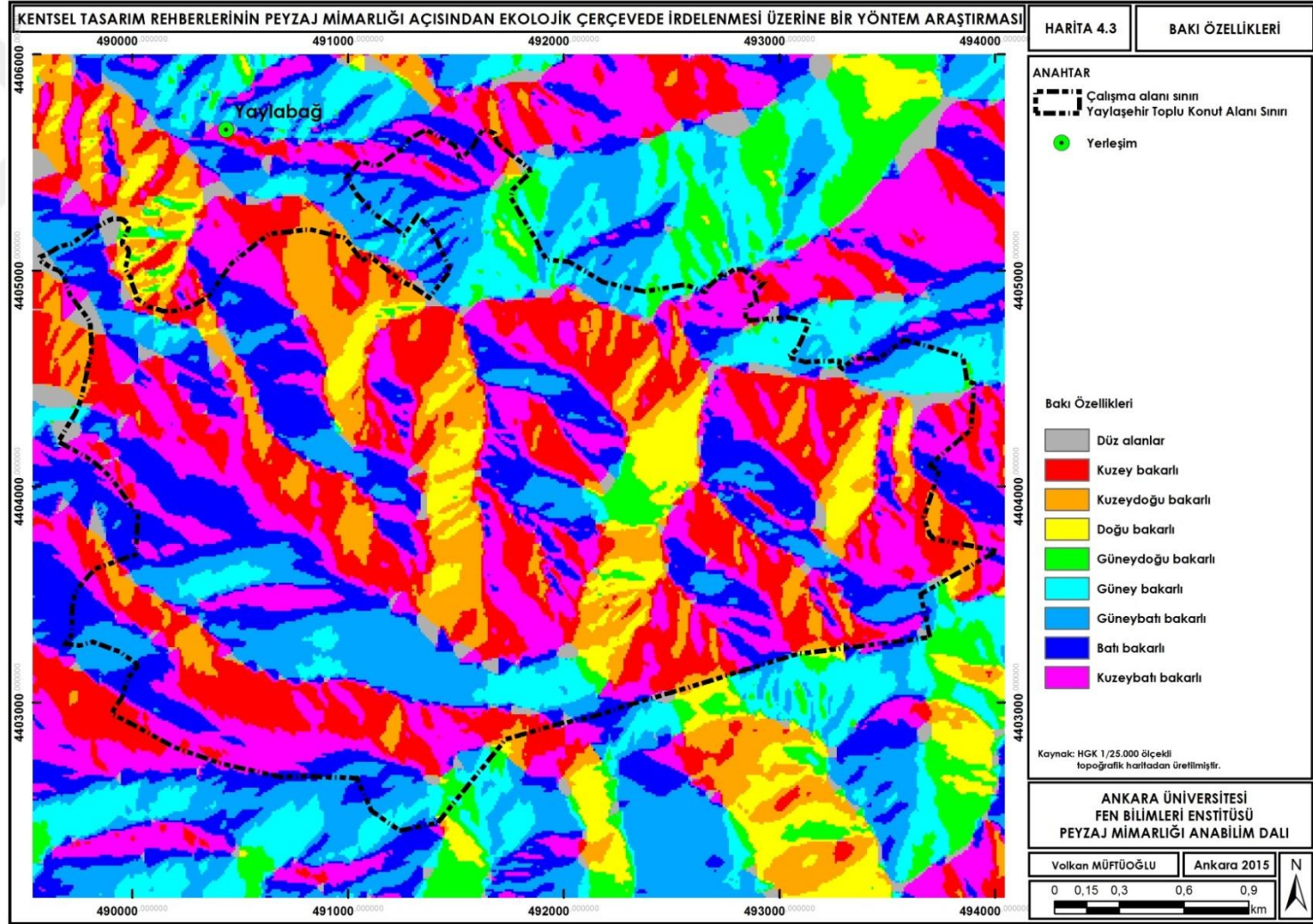
BAKI ANALİZİ	ALAN YÜZDESİ(%)
Düz alanlar	2,39
Kuzey bakarlı alanlar	21,96
Kuzeydoğu bakarlı alanlar	11,81
Doğu bakarlı alanlar	5,41
Güneydoğu bakarlı alanlar	1,92
Güney bakarlı alanlar	5,06
Güneybatı bakarlı alanlar	12,34
Batı bakarlı alanlar	18,24
Kuzeybatı bakarlı alanlar	20,87
TOPLAM ALAN	839 ha (%100)



Şekil 4.5 Araştırma alanı topoğrafik yapı özellikleri (Orijinal 2015)



Şekil 4.6 Araştırma alanı eğim analizi (Orijinal 2015)



Şekil 4.7 Araştırma alanı baki özellikleri (Orijinal 2015)

4.1.3 Jeolojik yapısı

Araştırma alanı Ankara bölgesi Pontid Kuşağında yer almaktadır. Bölgede yer alan jeolojik birimler; Alpin Orojenezi etkisi altında ve Triyas'tan Kuvaterner'e kadar değişen yaş aralığına sahip jeolojik birimleri barındırmaktadır (Anonim 2010).

Araştırma alanında (1) Triyas yaşlı Elmadağ formasyonu (Trael), (2) Üst Miyosen yaşlı Mamak formasyonu, (3) Pliyosen yaşlı Gölbaşı formasyonu ve (4) Kuvaterner yaşlı Yamaç Molozu, Etek Birikintisi Çökelleri ve Alüvyonlar (Qal) olmak üzere dört ana birim ayırt edilmiştir (Anonim 2010).

Araştırma alanının kuzeyinde bulunan Elmadağ formasyonuna ait birimler temel birimi oluşturmaktadır. Araştırma alanının büyük bir bölümü, Üst Miyosen yaşlı Mamak formasyonuna ait birimlerden oluşmaktadır. Öte yandan araştırma alanının batı kesiminde, sınırlı alanda, Pliyosen yaşlı Gölbaşı formasyonuna ait birimler bulunmaktadır. Vadi yatakları ve vadi yamaçlarında Kuvaterner yaşlı alüvyal çökeller, yamaç molozu ve etek birikintisi çökelleri yer almaktadır (Şekil 4.8) (Anonim 2010).

Üst Miyosen yaşlı Mamak formasyonu, Triyas yaşlı Elmadağ formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelirken, Pliyosen yaşlı Gölbaşı formasyonu Triyas yaşlı Elmadağ formasyonu ve Üst Miyosen yaşlı Mamak formasyonunu uyumsuz olarak örttüğü görülmektedir. Araştırma alanının kuzeydoğu ve doğu kesimlerinde, Triyas yaşlı Elmadağ formasyonu içerisinde olistolitler şeklinde Permien yaşlı kireçtaşı blokları bulunmaktadır. Üst Miyosen yaşlı Mamak formasyonun tabanında tüfler, üzerinde aglomeralar ve en üstte şapka şeklinde ince seviye oluşturan andezitler yer almaktadır. Pliyosen yaşlı Gölbaşı Formasyonu Yaylabağ köyü civarında oldukça kalın olarak gözlenmektedir (Anonim 2010).

Araştırma alanında bulunan formasyonlar aşağıda sıralanmaktadır (Anonim 2010).

1. Elmadağ Formasyonu (Trael)
2. Mamak Formasyonu (Tma)

3. Gölbaşı Formasyonu (Tg)

4. Kuvaterner Alüvyon, Yamaç Molozu, Etek Birikintisi Çökelleri (Qal)

Araştırma alanının ayrıntılı incelenen jeolojik yapısı, geçirimsizlik analizi açısından oldukça önem taşımaktadır.

4.1.4 Hidrolojik yapısı

Araştırma alanında yer alan ve alanın temel havzalarını oluşturan iki en önemli büyük dere, kuzeyde yer alan Kaplum (Kuzkuyu) Deresi ve güneyde yer alan Büvet Deresi'dir. Bu büyük derelerden Büvet Deresi genellikle kuru dere niteliğinde olup, yağışlı mevsimlerde akışkan hale gelmektedir. Her iki dereye doğru boşalım yapan güney-kuzey ve güneydoğu-kuzeydoğu yönlü çok sayıda kuru derecikler bulunmaktadır (Anonim 2010).

Öte yandan, araştırma alanının kuzeybatısında yer alan Yaylabağ köyü yerleşimi, Kaplum Deresi'nin (Kuzkuyu), 100-250 m. etkileşim zonu içerisinde yer almaktadır (Şekil 4.9). Ayrıca, araştırma alanında yapılan sondajlar sonucunda; 1,10 metre ile 10,30 metreler aralığında yeraltı suyu olduğu tespit edilmiştir (Anonim 2010).

4.1.5 Toprak yapısı

Araştırma alanı olan Gölbaşı Yaylabağ Yaylaşehir Toplu Konut Alanı'nın toprak yapısının incelenmesi amacıyla; T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü Coğrafi Bilgi Sistemleri Daire Başkanlığı'ndan elde edilen toprak haritaları, ilgili raporlar ve Ankara ili arazi varlığı yayını kullanılmıştır. Bu kapsamda, araştırma alanının arazi kullanım yetenek sınıflaması, erozyon özellikleri, büyük toprak grupları-toprak özellikleri kombinasyonu ve şimdiki arazi kullanım şekilleri ortaya konulmuştur.

Araştırma alanının arazi kullanım yetenek sınıfları şekil 4.10’da, alansal olarak yüzdelik dağılımı ise çizelge 4.5’te verilmektedir. Bu çizelgeye göre alanın %83,35’i VII. sınıfa (tarıma elverişsiz, zayıf mera veya orman ağacı dikilebilen araziler (Alparslan ve Aydöner 2004)) girmektedir.

Çizelge 4.5 Araştırma alanı arazi kullanım kabiliyet sınıfları ve alanda kapladıkları yüzdeleri

AKKS (Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıflaması)	ALAN YÜZDESİ(%)	
Toprak İşlemeli Tarıma Elverişli Araziler	I	3,29
	II	2,00
	III	2,83
	IV	7,51
Toprak İşlemeli Tarıma Elverişsiz Araziler	V	-
	VI	0,97
	VII	83,35
Tarıma Elverişsiz Araziler	VIII	0,04
TOPLAM ALAN		839 ha (%100)

Öte yandan, Ankara kenti topraklarına genel olarak bakıldığında; bitkisel materyallerin yetişmesine ve tarımsal kullanımların engellenmesine yönelik olarak; erozyon, sığlık, taşlılık, drenaj bozukluğu, tuzluluk ve alkalilik (sodiklik) gibi etkileme dereceleri farklılıklar gösteren bazı problemlerin yaşandığı görülmektedir. Taban araziler dışında her yerde karşılaşılan erozyon problemi, Ankara kenti için en sıklıkla görülen ve en ciddi toprak sorununu oluşturan problemdir (Anonim 1992b). Bu bağlamda, toprak haritalarından araştırma alanının erozyon dereceleri elde edilmiş (Şekil 4.11) ve alandaki yüzdelik değerleri de çizelge 4.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6 Araştırma alanı erozyon dereceleri ve alanda kapladıkları yüzdeleri

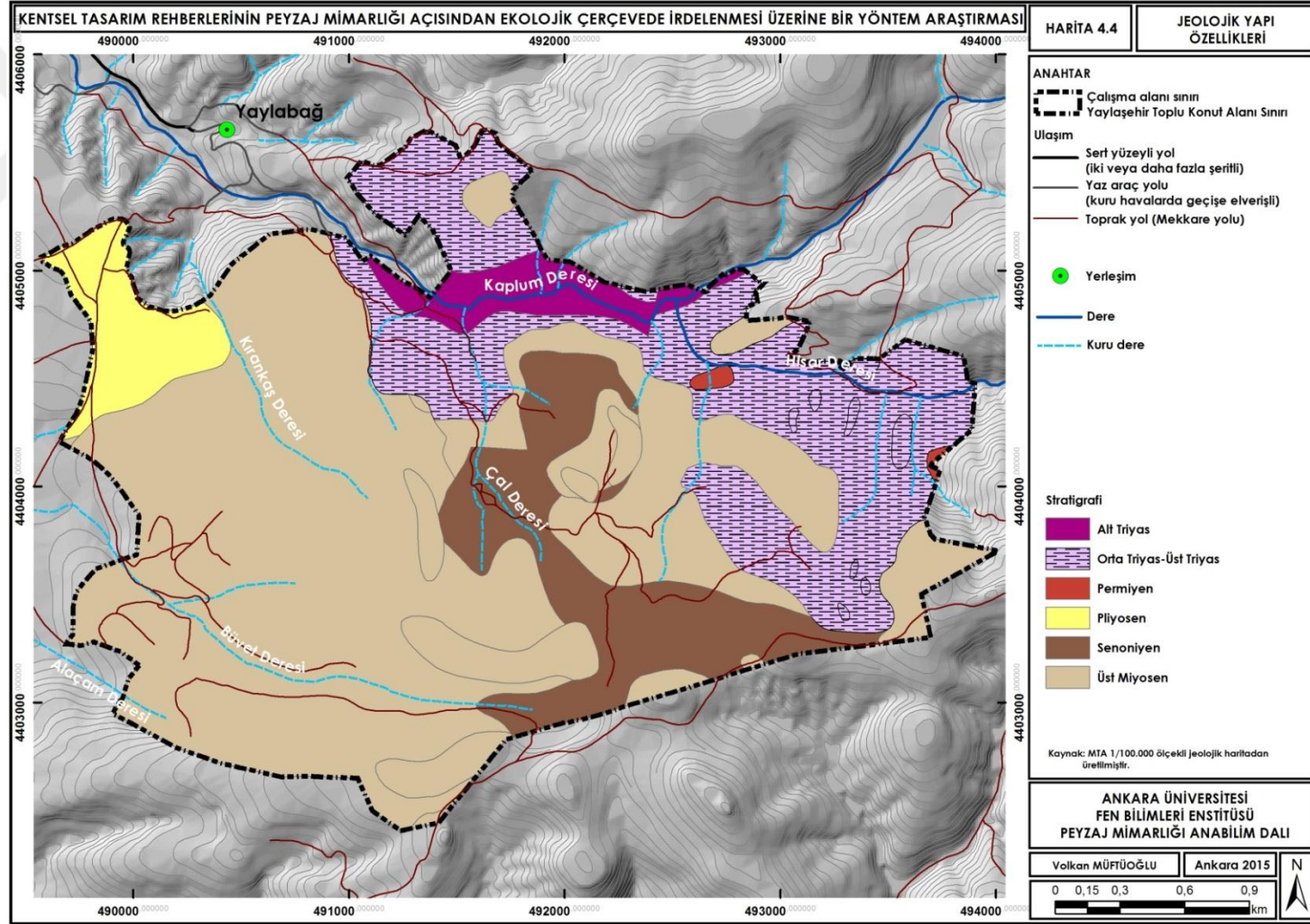
EROZYON DERECELERİ (SU EROZYONU)	ALAN YÜZDESİ(%)
1 (Hiç veya çok az)	3,29
2 (Orta)	12,34
3 (Şiddetli)	29,32
4 (Çok şiddetli)	55,00
Çıplak kaya ve molozlar	0,04
TOPLAM ALAN	839 ha (%100)

Büyük toprak grupları yönünden analiz yapıldığında, araştırma alanının tamamı; orta derecede geçirimli devamlı işlenebilen bir toprak türü olan kahverengi toprakların farklı eğim ve derinlik kombinasyonlarından oluşmaktadır (Şekil 4.12). Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Coğrafi Bilgi Sistemleri Uzaktan Algılama Bölümü'nün 2010 yılı verilerine göre; Gölbaşı ilçesinin büyük toprak grupları ele alındığında, toplam 89,894 ha'lık büyüklük içerisinde 78,668 ha'sını (%87,51'i) kahverengi topraklar oluşturmaktadır (Anonim 2012a).

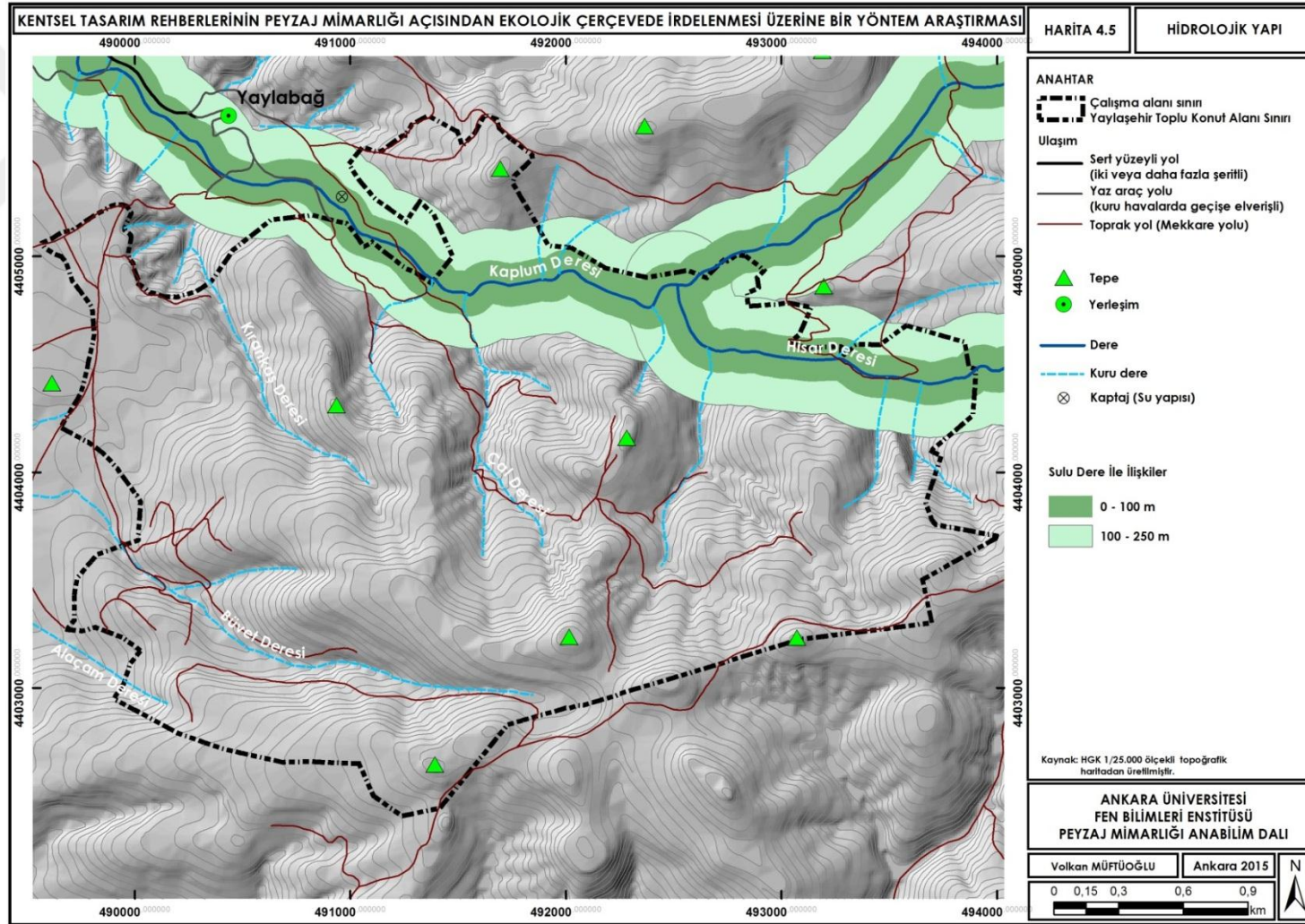
Kahverengi topraklar; A, B ve C profiline sahip olan ve farklı ana maddelerden oluşan topraklardır. Kahverengi toprakların oluşumunda kalsifikasyon olayı önemli rol oynamakta ve bütün profiller çok miktarda kalsiyum içermektedir. Dolayısıyla bütün profiller kireçlidir. Erozyona uğrayan kahverengi topraklarda A ve C horizonları görülmektedir. Öte yandan, doğal drenajları iyidir (Anonim 1992b).

A1 horizonu; kahverengi veya grimsi kahverengi renge, 10-15 cm kalınlığında ve granüler bir yapıya sahip, organik madde içeriği yönünden ise orta düzeydedir. Toprak pH'sı nötr veya baziktir. B horizonu; açık kahverengi renginden koyu kahverengiye değişmekte ve kaba yuvarlak köşeli blok yapıdadır. B horizonu, giderek soluk kahverengi veya grimsi renge ve çok kireçli ana maddeye geçiş yapmaktadır. B horizonunun altında genellikle beyazımsı sertleşmiş kireç birikme tabakası yer almaktadır. Bu tabakanın altında da jips (alçı taşı (yapısı kalsiyum sülfat) birikme tabakası bulunmaktadır. Öte yandan, kahverengi toprakların özellikle yaz aylarında uzun dönemler boyunca kuru kalmaları nedeniyle kimyasal ve biyolojik etkinlikleri oldukça yavaş olmaktadır. (Anonim 1992b).

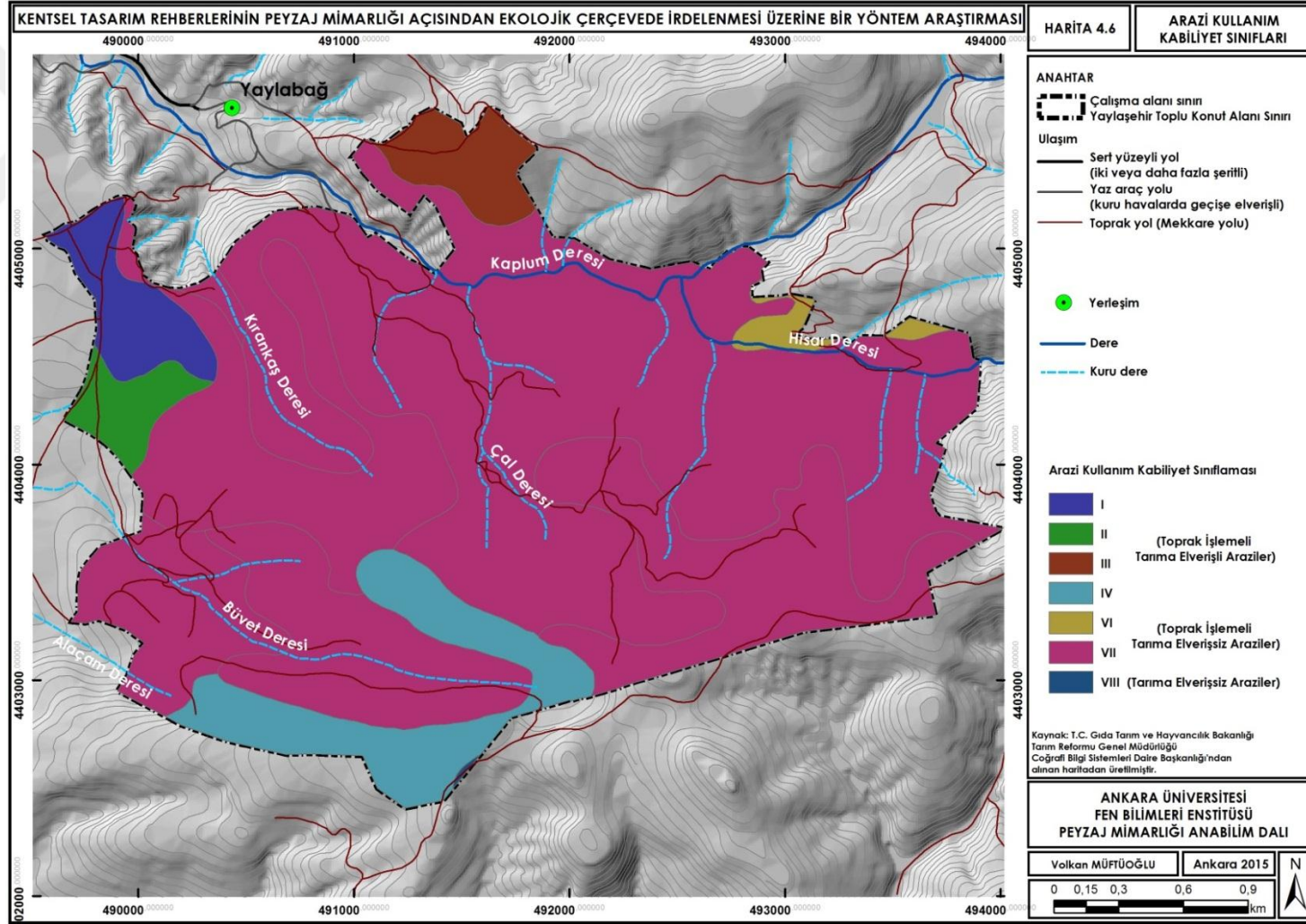
Son olarak, araştırma alanının toprak yapısı bakımından şimdiki arazi kullanım şekli ortaya konulmuştur (Şekil 4.13) Verilere göre alanın % 83,35'i mera olarak, % 16,61'i nadaslı kuru tarım alanı olarak kullanılırken, % 0,04'ü ise çıplak kaya ve molozlardan oluşmaktadır. Şimdiki arazi kullanım şekli haritası; uydu görüntüleri, arazi gezileri ve arazi örtüsü birimleri (Corine 2006) ile birlikte eğri numarası yöntemini kullanmak amacıyla güncellenmiştir.



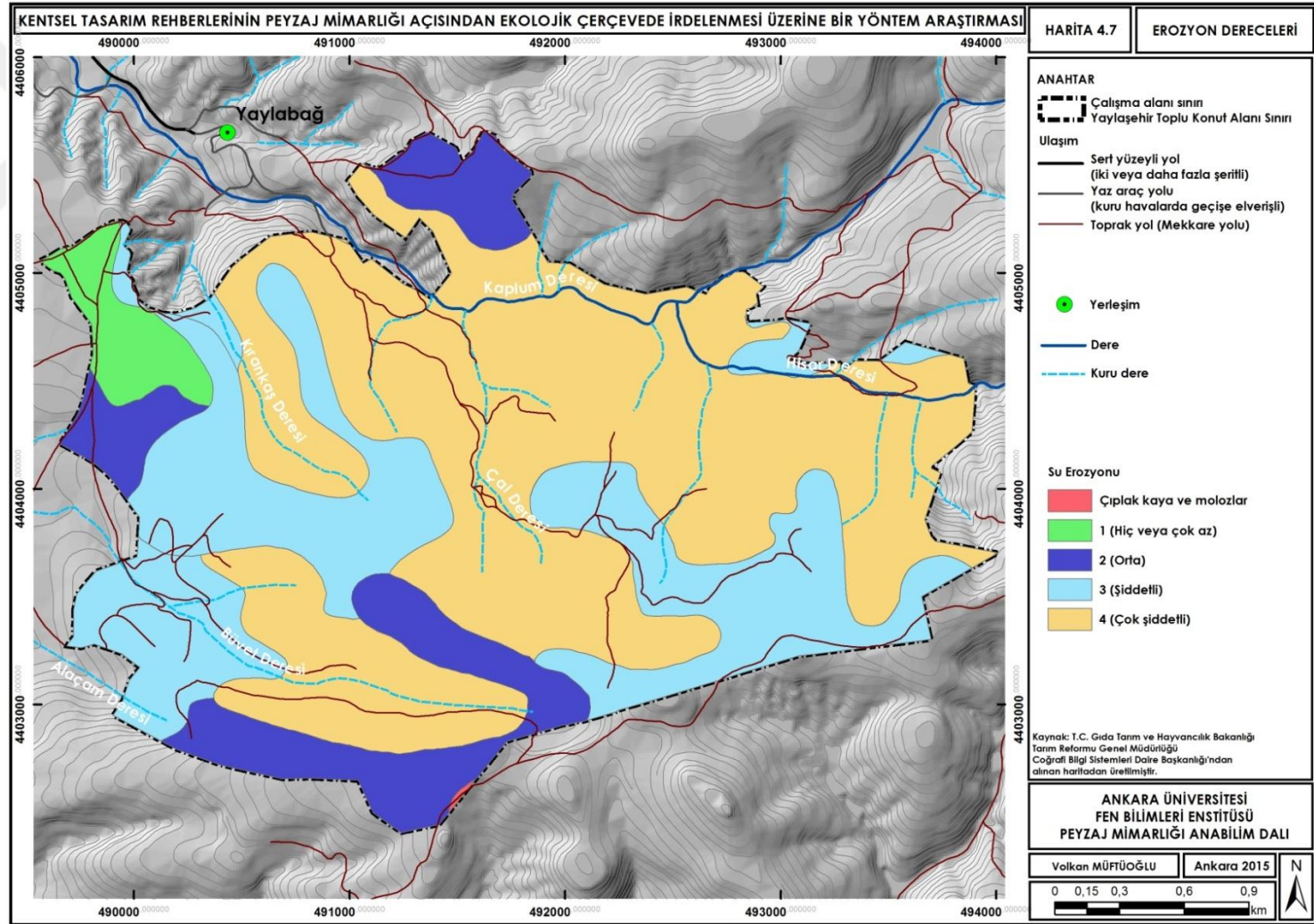
Şekil 4.8 Araştırma alanı jeolojik yapı özellikleri (Orijinal 2015)



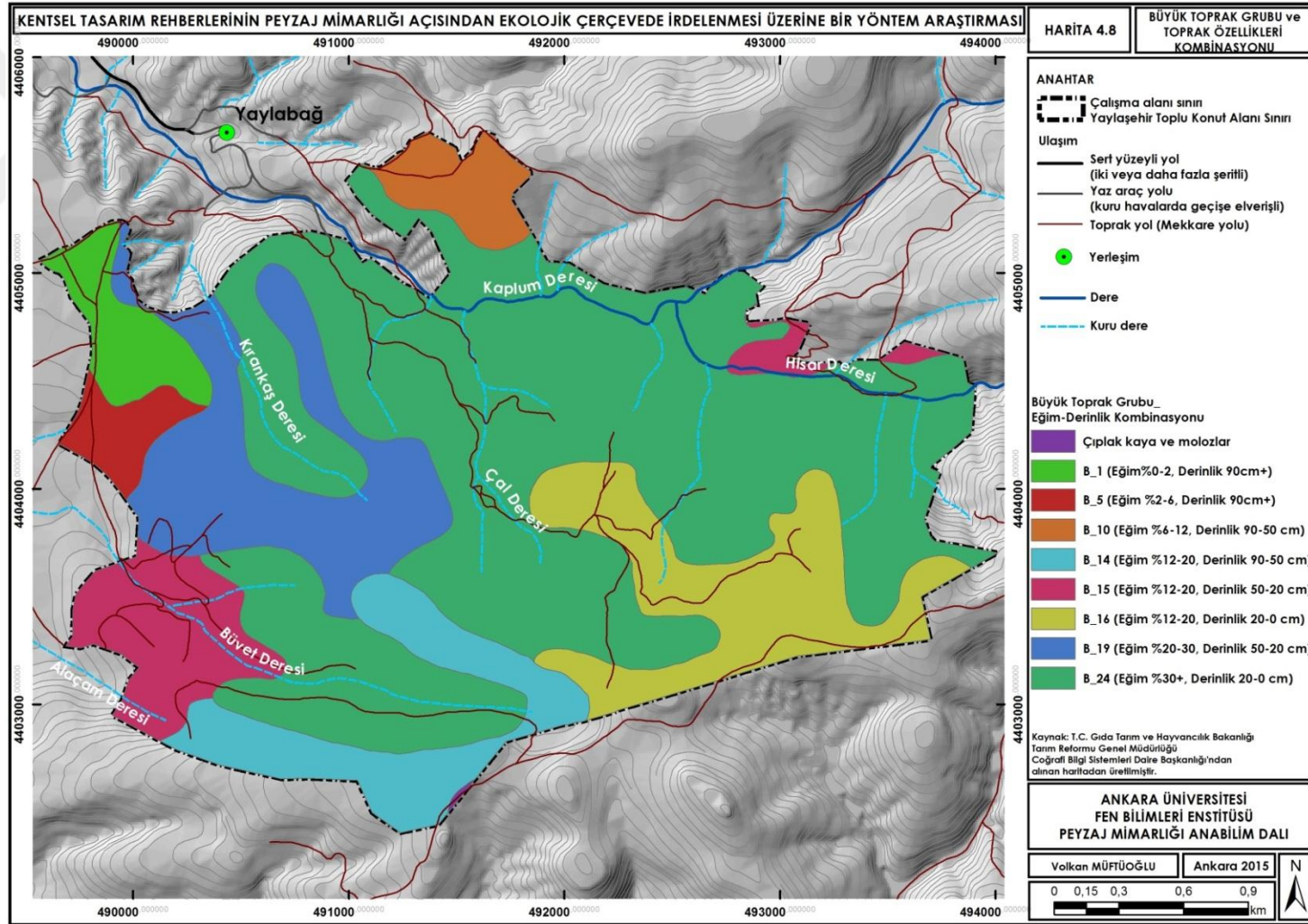
Şekil 4.9 Araştırma alanı hidrolojik yapı özellikleri (Orijinal 2015)



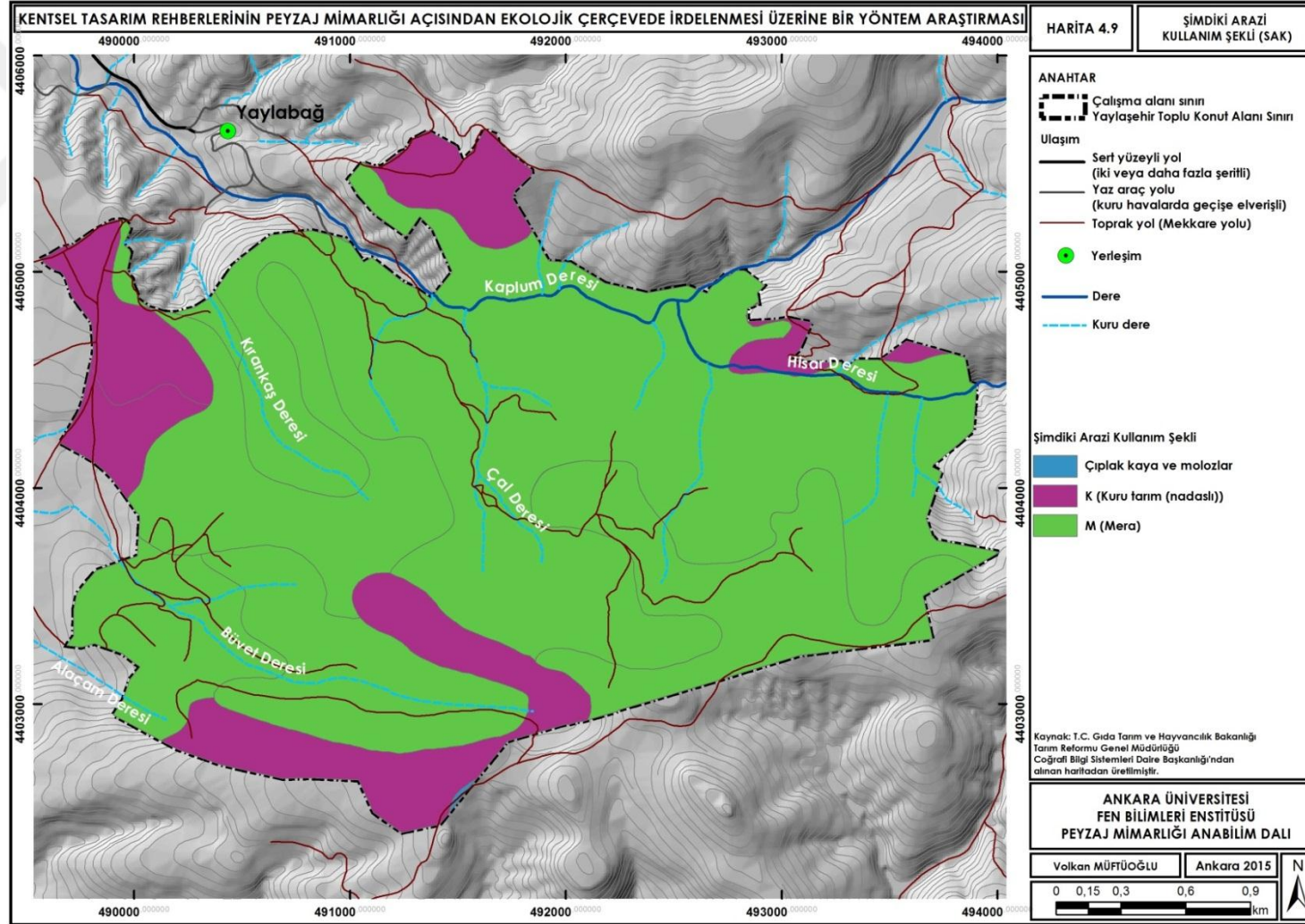
Şekil 4.10 Araştırma alanı arazi kullanım kabiliyet sınıfları (Orijinal 2015)



Şekil 4.11 Araştırma alanı erozyon dereceleri (Orijinal 2015)



Şekil 4.12 Araştırma alanı büyük toprak grupları ve toprak özellikleri kombinasyonu (Orijinal 2015)



Şekil 4.13 Araştırma alanı şimdiki arazi kullanım şekli (Orijinal 2015)

4.1.5.1 Hidrolojik toprak grupları

Araştırma kapsamında kullanılan yüzey akış eğri numarası yöntemine göre, araştırma alanı toprakları hidrolojik toprak gruplarına ayrılmıştır. Belirlenen hidrolojik toprak gruplarıyla birlikte; toprak geçirimsizliği ve yüzey akış potansiyeli hakkında da bilgiler elde edilmektedir.

Araştırma alanına ait hidrolojik toprak grupları haritası; 1/25.000 resmi ölçekli toprak haritaları veri tabanı verilerinin çizelge 4.7’de verilen büyük toprak grupları ve toprak özelliklerinin kombinasyonunun yorumlanmasıyla elde edilmiştir.

Çizelge 4.7 Büyük toprak grupları ve toprak özelliklerinin kombinasyonuna göre hidrolojik toprak grupları (Öztürk ve Batuk 2011’den değiştirilerek)

HTG	BTG	Arazi Tipi	Toprak Özelliklerinin Kombinasyonu	Araştırma Alanı BTG ve TOK
A Minimum infiltrasyon derecesi: 7,5-10 mm/sa	L		1-11, 13-15, 17-19, 21, 22	
	A		3, 6, 9, 10	
	E,T		1-16	
	O		M, p, r ya da bunlarla birlikte h, s, a, k, v sembollerinden biri ya da daha fazlası ile	
		KK, SK, IY		
B Minimum infiltrasyon derecesi: 3-7,5 mm/sa	P, G		1, 2, 5, 6, 9, 10	
	C, D, M, N		1-10	
	E, T		17-24	
	B, F, R, Y		1-8	B_1,B_5
	U		1, 2, 3	
	L		12, 16, 20, 24	
	X		1-4	
	K		4-6, 13-15, 22-24	
	A		3, 6, 9, 10 ile h, s, a, k, v sembollerinden biri ya da daha fazlası ile	

Çizelge 4.7 Büyük toprak grupları ve toprak özelliklerinin kombinasyonuna göre hidrolojik toprak grupları (Öztürk ve Batuk 2011'den değiştirilerek) (devam)

C Minimum infiltrasyon derecesi: 0,8-3 mm/sa	P, G		3, 4, 7, 8, 11-22	
	C, D, M, N		11-18	
	B, F		9-23	B_10, B_14, B_15, B_16, B_19
	U		4-21	
	R		9-21	
	L, E, T		25	
	Y		9-25	
	X		5-20	
	K		1-3, 10-12, 19-32	
	Ç		3, 6, 9	
A		2, 5, 8 ile h, s, a, k, v sembollerinden biri ya da daha fazlası ile		
D Minimum infiltrasyon derecesi: 0-0,8 mm/sa	P, G		23, 24, 25	
	C, D, M, N		19-25	
	B, F		24, 25	B_24
	R, U		22-25	
	V		1-25	
	Z		1-4	
	A		1, 4, 7 ya da h, s, a, k, v, y sembollerinden biri ya da daha fazlası ile	
	H		H veya h, s, a, k, v h, s, a, k, v sembollerinden biri ya da daha fazlası ile	
	S		S veya h, s, a, k, v sembollerinden biri ya da daha fazlası ile	
	X		21-25	
Ç		1, 2, 4, 5, 7, 8		
	SB, CK			

Çizelge 4.7'ye göre, araştırma alanı hidrolojik toprak gruplarına ayrılmış ve şekil 4.14'de gösterilmiştir. Ortaya konulan hidrolojik toprak gruplarına göre araştırma alanının; % 55,06'sı D grubunda, % 28,82'si C grubunda ve %16,12'si ise B grubunda yer almaktadır. Alanda A grubu hidrolojik toprak grubuna rastlanılmamıştır.

4.1.6 Arazi örtüsü birimleri

Ulusal Arazi Örtüsü Sınıflandırma Sistemi'ne (Corine 2006) ve tez örnek alanının güncel uydu görüntülerine göre çalışma alanının arazi örtüsü birimleri sınıflandırılmış ve şekil 4.15'te gösterilmiştir. Bu kapsamda, çalışma alanında şimdiki mevcut duruma göre toplam 4 arazi örtüsü birimi yer almaktadır. Bu birimler 3. seviyede bulunan çeşitli kodlamalarla ifade edilmektedir. Öte yandan, ülkemiz için arazi kullanımı ek sınıfları geliştirilmiş ve bu sınıflar için 4. seviye kodlar oluşturulmuştur (<http://corine.ormansu.gov.tr/>, 2015). Bu bağlamda, tez örnek alanında yer alan 4 arazi örtüsü biriminin kodları ve açıklamaları aşağıda verilmektedir.

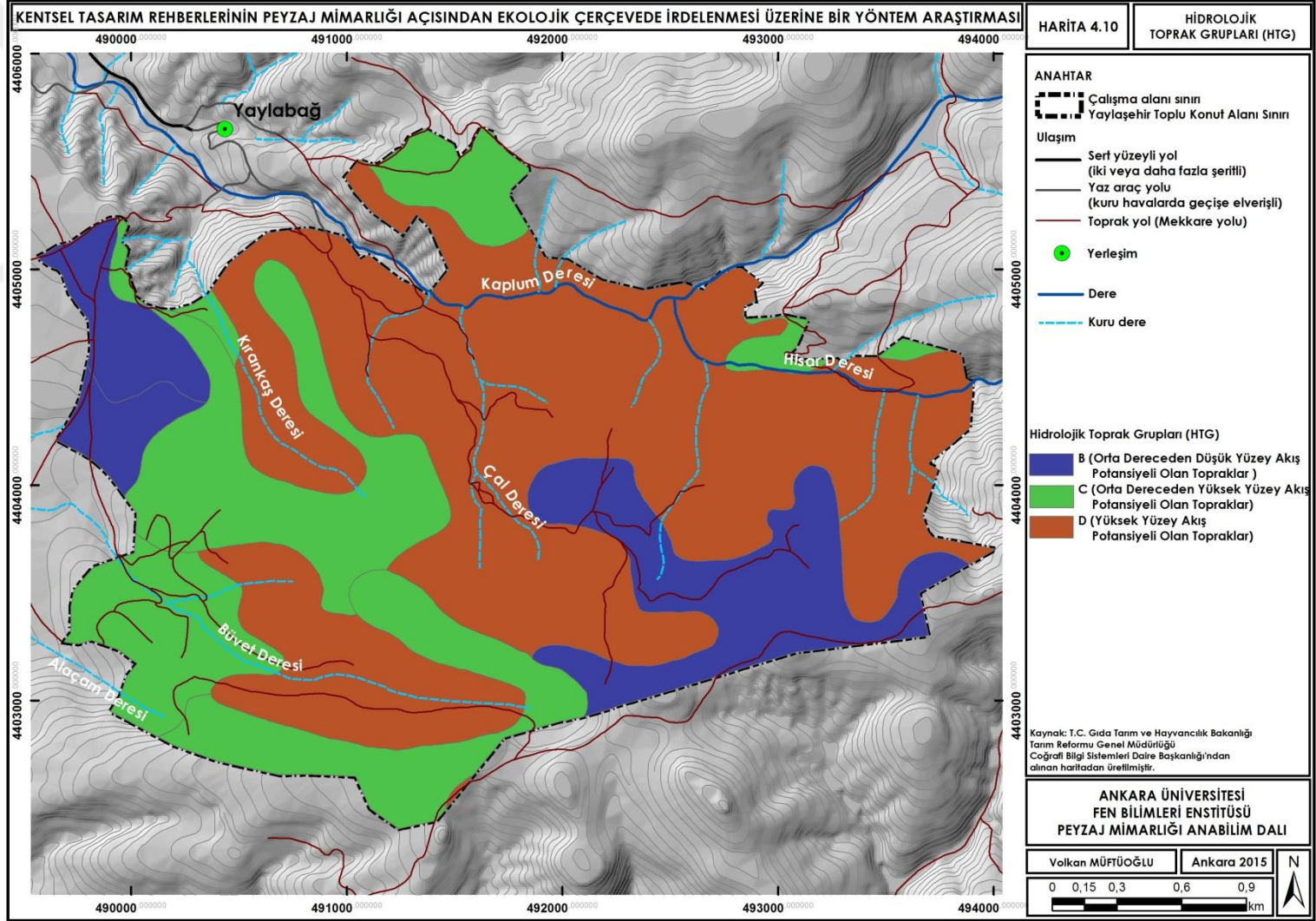
- **1122 kodlu Sürekliliği Olmayan (Kesikli) Kırsal Yerleşim Alanları:** Kasaba özelliğinde olan yerleşimleri ve büyük kentlerin yakınında bulunmayan ilçeleri kapsamaktadır. Yerleşim dokusu açısından tam doluluk göstermeyen, aralarda boş parsellerin bulunduğu yerleşim alanlarını temsil etmektedir (<http://corine.ormansu.gov.tr/>, 2015).
- **2111 kodlu Sulanmayan Ekilebilir Alanlar:** Baklagiller, sulanma yapılmayan tahıllar, yem bitkileri ve kök ürünlerin bulunduğu alanlar ile nadasa bırakılmış toprakları içermektedir. Sulanmayan ekilebilir alanlar içinde bulunan seraları ve sera alanlarını kapsamamaktadır (<http://corine.ormansu.gov.tr/>, 2015).
- **131 kodlu Maden Çıkarım Sahaları: İnşaat malzemelerinin elde edildiği** kum havuzu, taşocağı gibi inşaat malzemelerinin veya diğer minerallerin (açık maden ocakları) çıkarıldığı alanları kapsamaktadır. Aynı zamanda nehir yatağı kökenliler hariç su altında kalan çakıl ocakları da bu sınıf içerisinde (http://corine.ormansu.gov.tr/, 2015).
- **321 kodlu Doğal Çayırliklar:** Düşük verimliliğe sahip otlak alanlarını kapsamaktadır. Genellikle eğimli ve engebeli alanlarda bulunmaktadır. Kayalık alanlar, dikenli çalılar ve geniş fundalıklar bu sınıf kapsamı içerisinde (http://corine.ormansu.gov.tr/, 2015).
- **324 kodlu Bitki Değişim Alanları:** Dağınık ağaçların yanında çalı veya otsu bitkilerin de yer aldığı alanlardır. Ormanların giderek azalmasını, yeniden

oluşumunu veya yeniden kolonize olmasını da temsil edebilmektedir (<http://corine.ormansu.gov.tr/>, 2015).

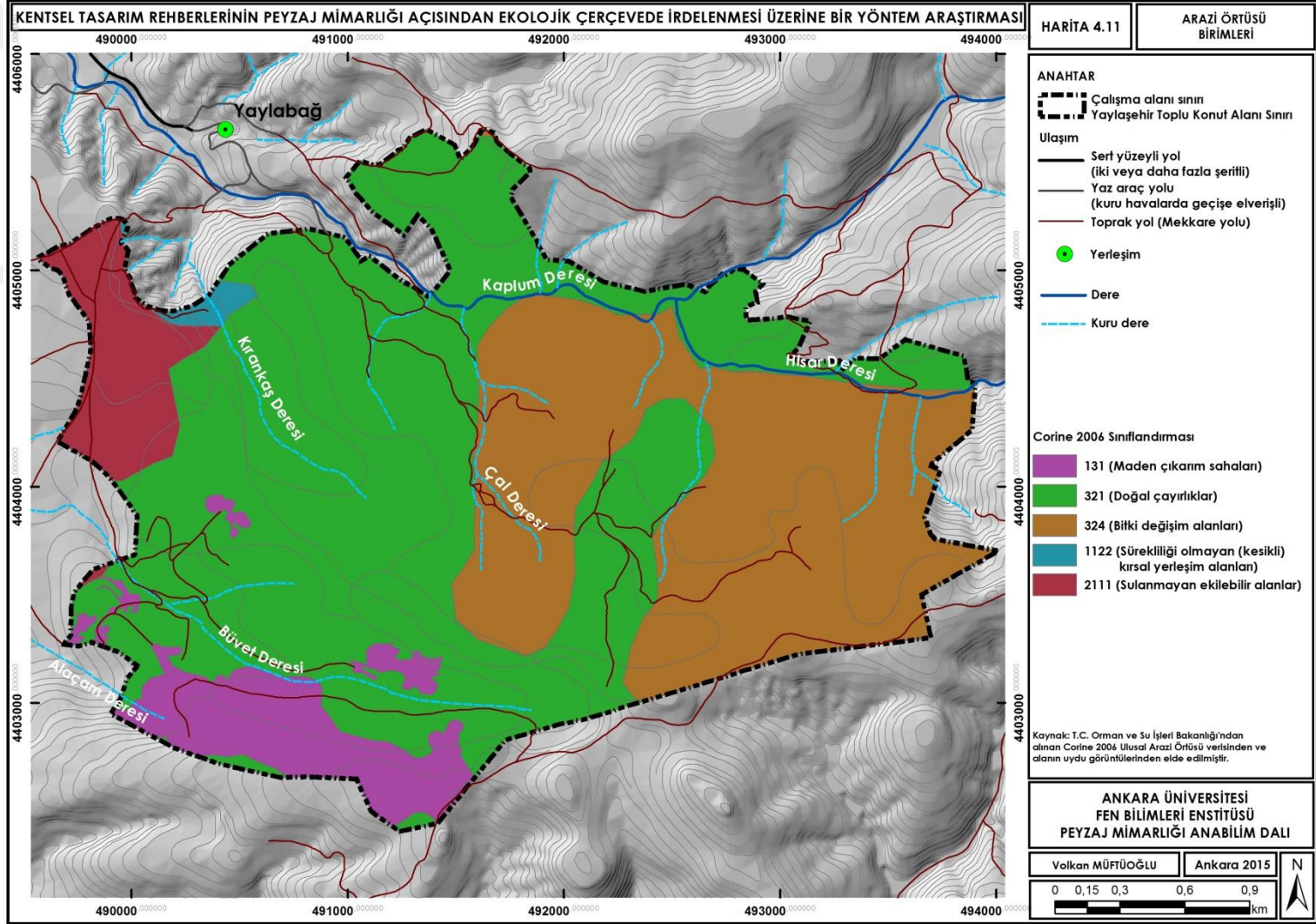
Araştırma alanı arazi örtüsü birimleri ve alanda kapladıkları yüzde değerler çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8 Araştırma alanı arazi örtüsü birimleri ve alanda kapladıkları yüzdeleri

ARAZİ ÖRTÜSÜ BİRİMLERİ (CORINE)	ALAN YÜZDESİ(%)
131 Maden Çıkarım Sahaları	7,62
321 Doğal Çayırliklar	53,92
324 Bitki Değişim Alanları	32,36
1122 Sürekliliği Olmayan (Kesikli) Kırsal Yerleşim Alanları	0,60
2111 Sulanmayan Ekilebilir Alanlar	5,50
TOPLAM ALAN	839 ha (%100)



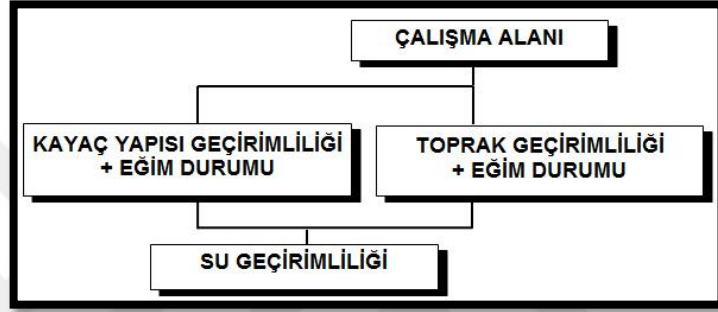
Şekil 4.14 Araştırma alanı hidrolojik toprak grupları (Orijinal 2015)



Şekil 4.15 Araştırma alanı arazi örtüsü birimleri (Corine) (Orijinal 2015)

4.1.7 Geçirimsizlik durumu

Bir alanın kayaç yapısının geçirimsizliği ve toprak geçirimsizliği ile eğim durumunun karşılaştırılarak analiz edilmesi, o alanın su geçirimsizliği yönünden performansını ortaya koymaktadır (Şahin vd. 2013, Karadağ ve Yıldız 2013) (Şekil 4.16).



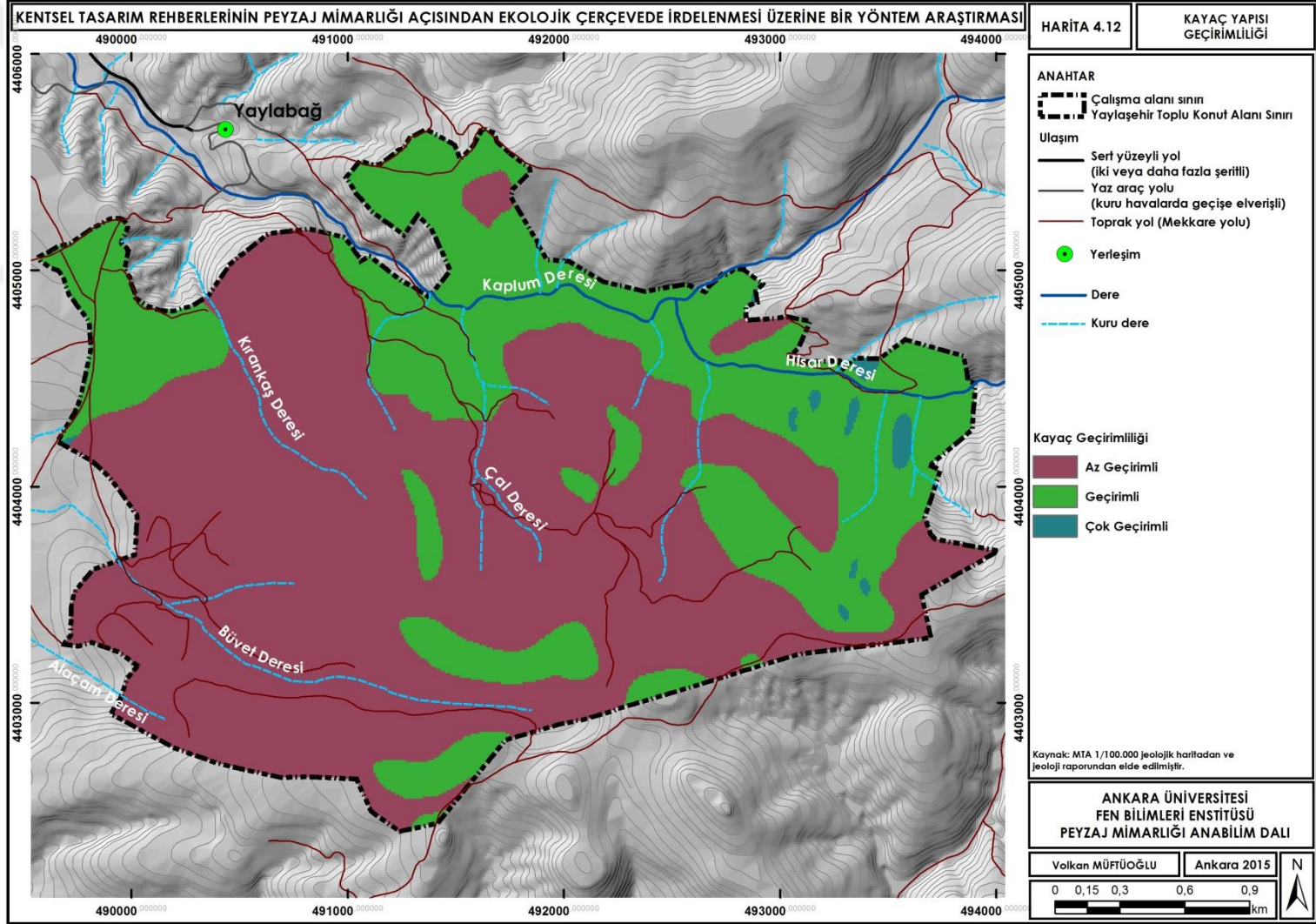
Şekil 4.16 Su geçirimsizliği analizi yöntemi (Buuren 1994 ve Şahin vd. 2013'ten değiştirilerek)

Kayaç yapısı geçirimsizliği: Araştırma alanı olan, Gölbaşı Yaylabağ Yaylaşehir toplu konut alanının ilgili jeoloji haritaları ve raporları yorumlanarak, kayaçların geçirimsizlik zonları sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma kapsamında tez alanındaki bazalt, aglomera-tüf ve melanj “az geçirimsiz”; mermer, piroklastik kaya-bazalt-andezit, çakıltaşı-kumtaşı-çamurtaşı, metavolkanit “geçirimsiz” ve kireçtaşı, üst miyosen kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı “çok geçirimsiz” sınıfına dahil edilmiştir (Şekil 4.17). Bu durumda çalışma alanının % 0,66’sı çok geçirimsiz, 34,52’si geçirimsiz ve 64,82’si az geçirimsizdir. Kayaç geçirimsizliği ve eğim haritalarının karşılaştırılması sonucunda, çakışan alanlar çizelge 4.9’a göre değerlendirilerek, şekil 4.18’deki jeolojik geçirimsizlik durumu elde edilmiştir. Jeolojik geçirimsizlik durumu incelendiğinde, alanın % 2,29’unun çok yüksek, % 8,77’sinin yüksek, % 24,09’unun orta, % 1,09’unun düşük ve % 63,74’ünün çok düşük geçirimsizliğe sahip olduğu görülmüştür.

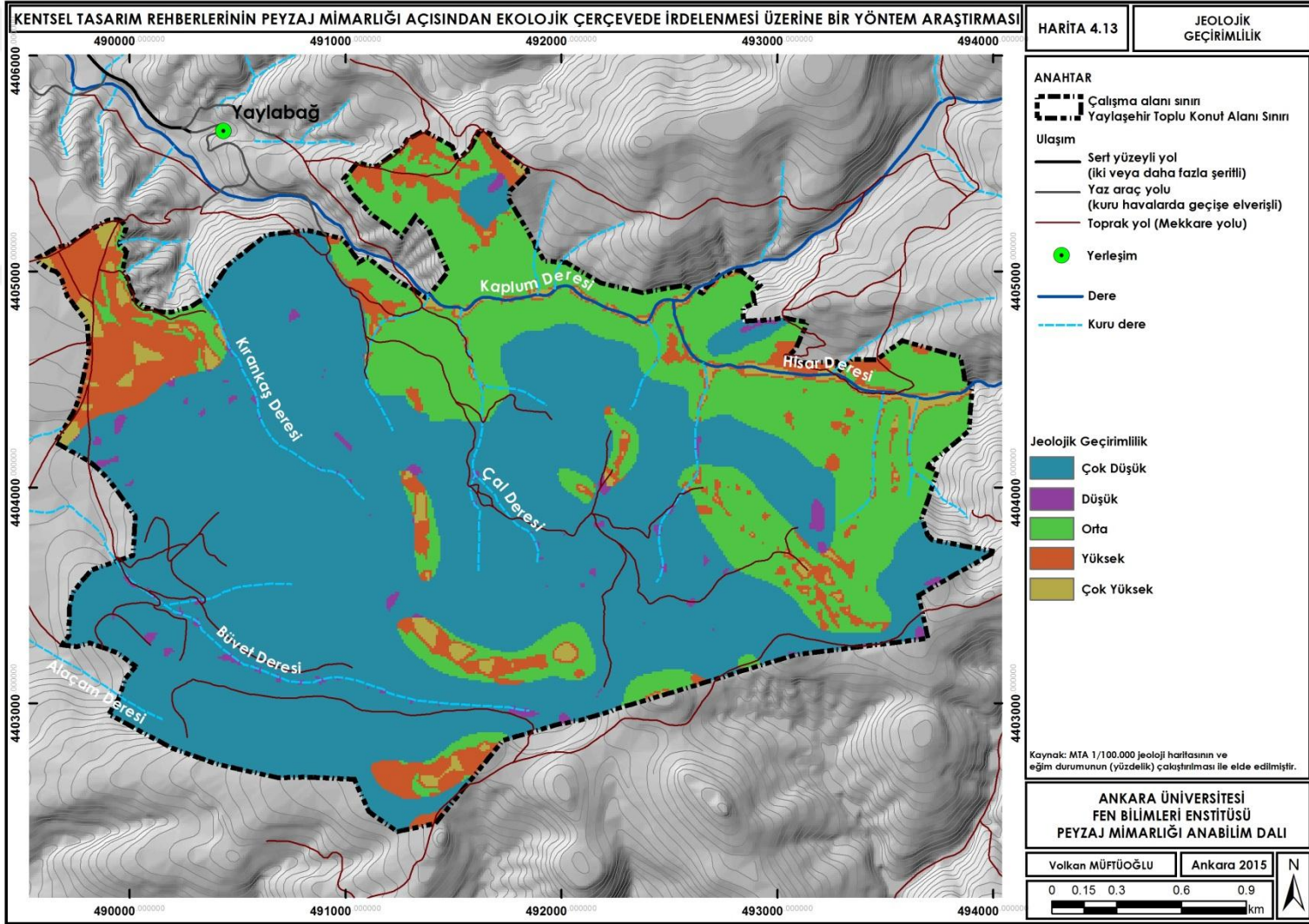
Çizelge 4.9 Araştırma alanının eğim durumuna göre jeolojik geçirimsizlik durumu (Karadağ ve Yıldız 2013)

Kayaç Geçirimsizlik Durumu	Eğim Dereceleri (%)					
	0-2	2-6	6-12	12-20	20-30	>30
Çok Geçirimsiz	ÇY	ÇY	ÇY	Y	Y	O
Geçirimsiz	ÇY	Y	Y	Y	O	O
Az Geçirimsiz	D	ÇD	ÇD	ÇD	ÇD	ÇD

ÇY: Çok Yüksek, Y: Yüksek, O: Orta, D: Düşük, ÇD: Çok Düşük



Şekil 4.17 Araştırma alanının kayaç yapısı geçiririllliği (Orijinal 2015)



Şekil 4.18 Araştırma alanı jeolojik geçirimsizliği (Orijinal 2015)

Toprak geçirirnililiği: Araştırma alanının hidrolojik toprak grupları değerlendirilerek, toprak geçirirnililik dereceleri sınıflandırılmıştır (şekil 4.19). Sınıflandırmaya göre araştırma alanının %16,11'i yüksek geçirirnililiğe, % 28,82'si orta geçirirnililiğe ve % 55,06'sı düşük geçirirnililiğe sahiptir. Toprak geçirirnililik ve eğim haritalarının çakıştırılması sonucunda, çakışan alanlar izelge 4.10'a göre değerlendirilerek, şekil 4.19'daki toprak geçirirnililik zonu elde edilmiştir. Toprak geçirirnililik durumu incelendiğinde, çalışma alanının % 3,90'ının çok yüksek, % 8,51'inin yüksek, % 32,52'sinin orta ve % 55,07'sinin düşük geçirirnililiğe sahip olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.10 Araştırma alanının eğim durumuna göre toprak geçirirnililik durumu (Karadağ ve Yıldız 2013)

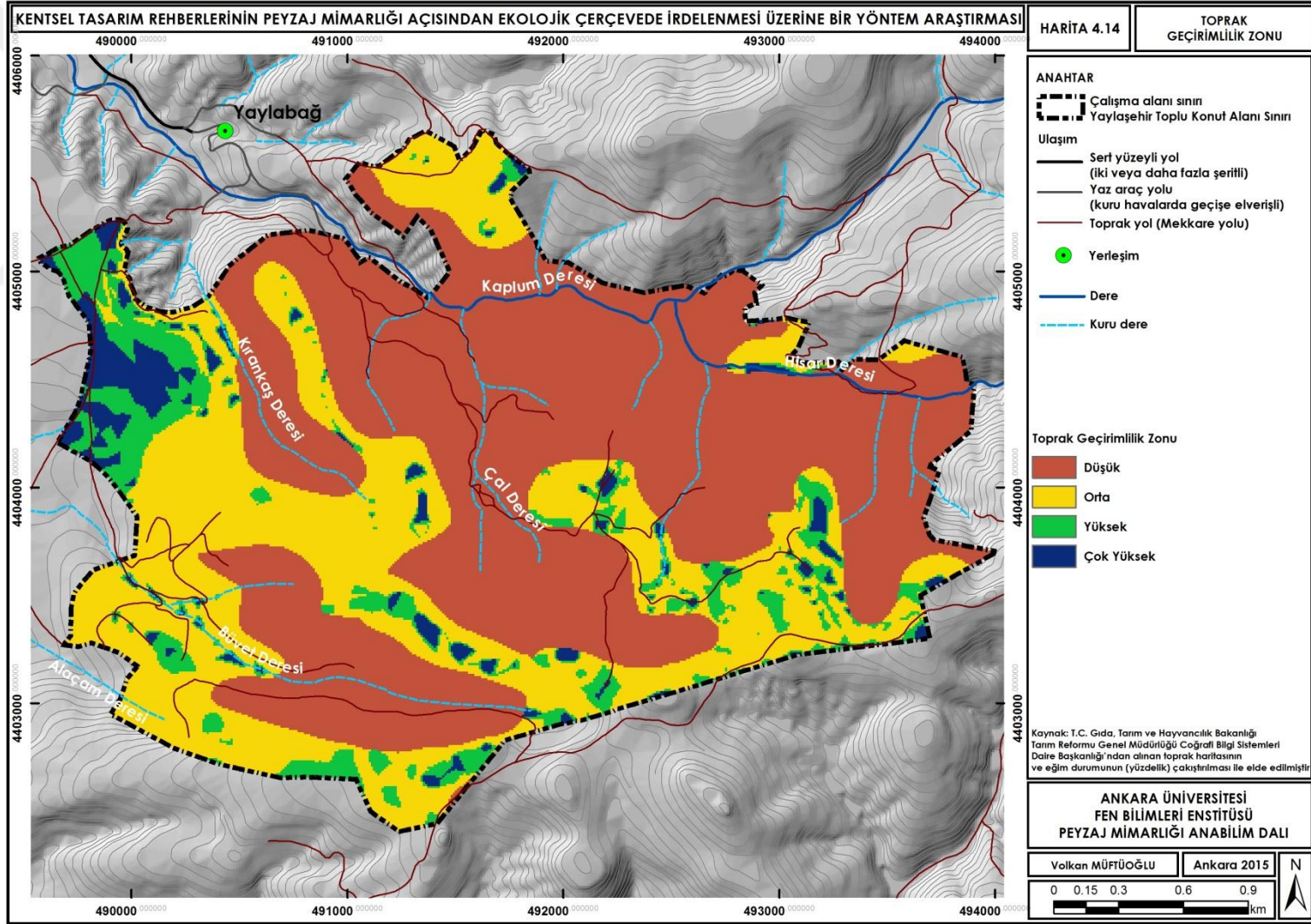
Toprak Geçirirnililik Durumu	Eğim Dereceleri (%)					
	0-2	2-6	6-12	12-20	20-30	>30
Yüksek Geirirnililiğe	Y	Y	Y	Y	O	O
Orta Geirirnililiğe	Y	Y	Y	O	O	O
Düşük Geirirnililiğe	D	D	D	D	D	D

Y: Çok Yüksek, Y: Yüksek, O: Orta, D: Düşük

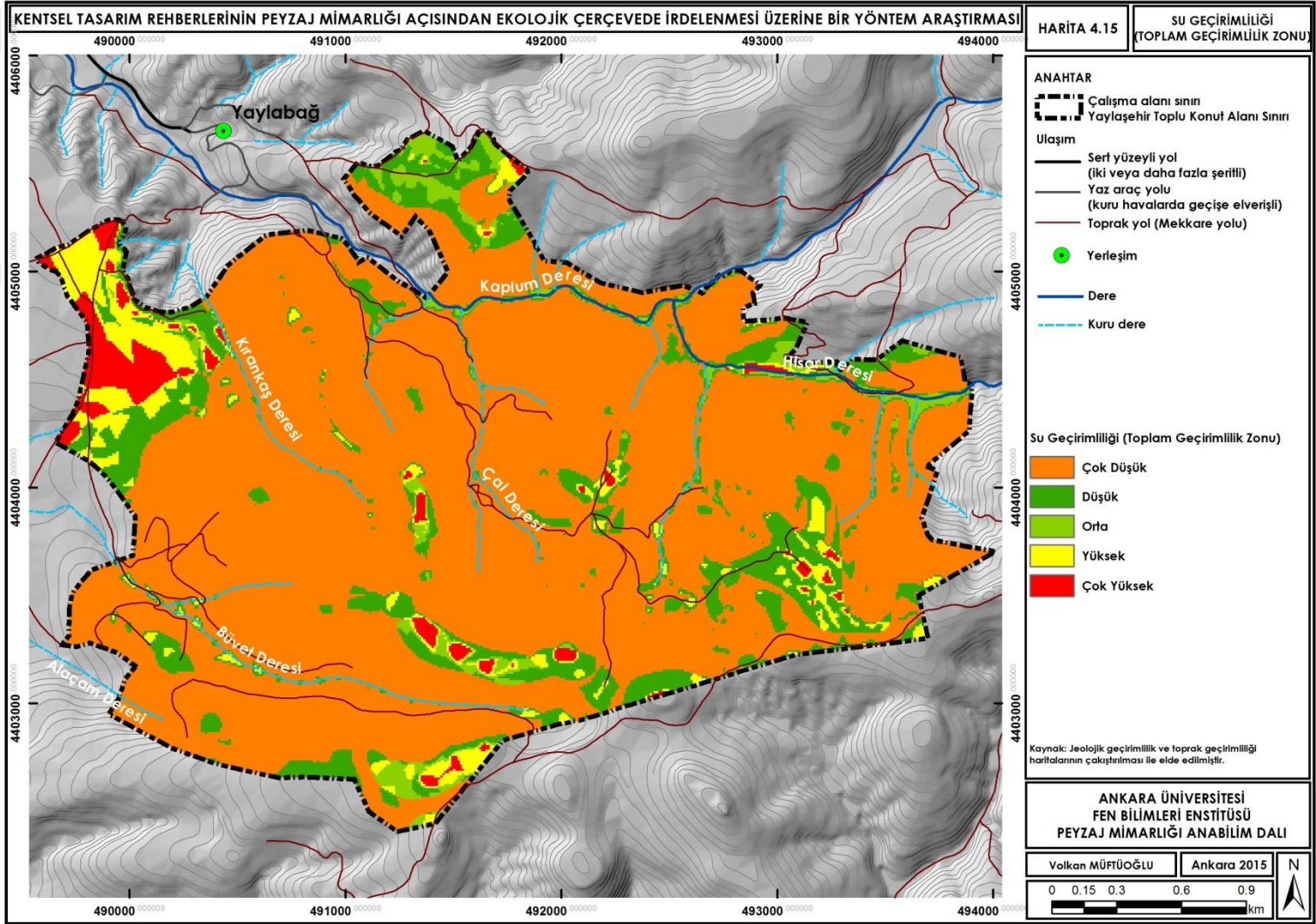
Su geçirirnililiği (toplam geçirirnililik zonu): Araştırma alanındaki toplam geçirirnililik zonlarının saptanabilmesi için jeoloji ve toprak geçirirnililik zonu verilerinin çakıştırılması sonucunda, çakışan alanlar izelge 4.11'e göre değerlendirilmiş ve şekil 4.20'deki toplam geçirirnililik zonu elde edilmiştir. Toplam geçirirnililik zonu incelendiğinde; alanın % 2,55'inin çok yüksek, %4,72'sinin yüksek, %2,94'ünün orta, % 12,98'inin düşük ve % 76,78'inin çok düşük geçirirnililiğe sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.11 Toplam geçirirnililik dereceleri (Karadağ ve Yıldız 2013)

Jeolojik Geçirirnililik Dereceleri	Toprak Geçirirnililik Dereceleri		
	Y	O	D
Y (ok Yüksek)	Y	Y	O
Y (Yüksek)	Y	O	D
O (Orta)	O	D	D
D (Düşük)	O	D	D
D (ok Düşük)	D	D	D



Şekil 4.19 Araştırma alanı toprak geçirirlik zonları (Orijinal 2015)



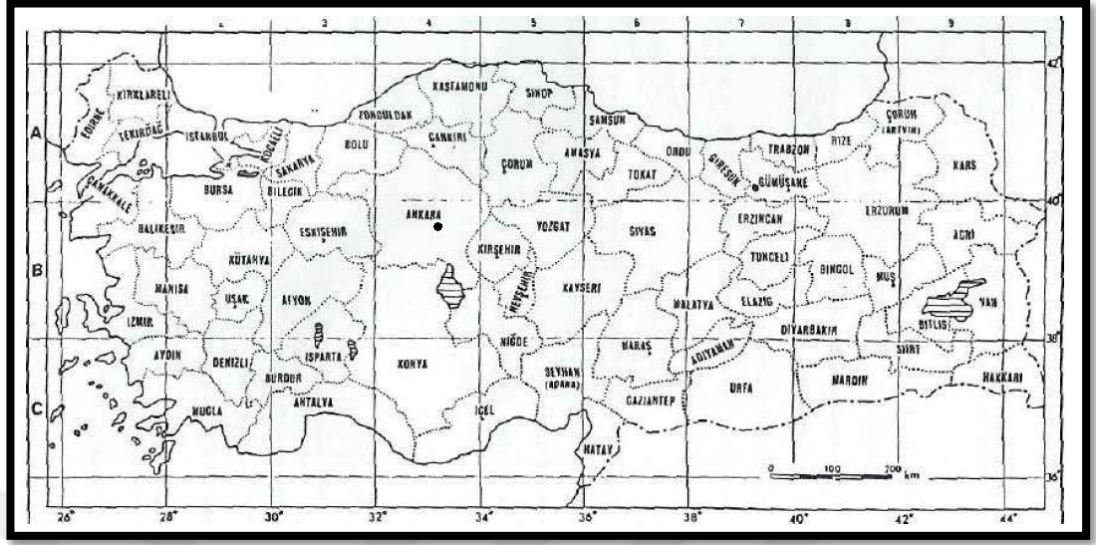
Şekil 4.20 Araştırma alanı su geçiririlligi (toplam geçiririllik zonu) (Orijinal 2015)

4.1.8 Bitki örtüsü

Araştırma alanının yer aldığı Gölbaşı ilçesinin yaygın bitki örtüsü bozkır görünümülü otsu bitkiler olmakla birlikte, değişik yüksekliklerde ve nem oranları farklı topoğrafik alanlarda farklı bitki toplulukları da yer almaktadır. Öte yandan; ormanlık alanlar daha çok Eymir gölüne bakan dik yamaçlı platolarda, Beynam ormanlarında ve yeni ağaçlandırma yapılan alanlarda bulunmaktadır (www.ankaragolbasi.gov.tr, 2007).

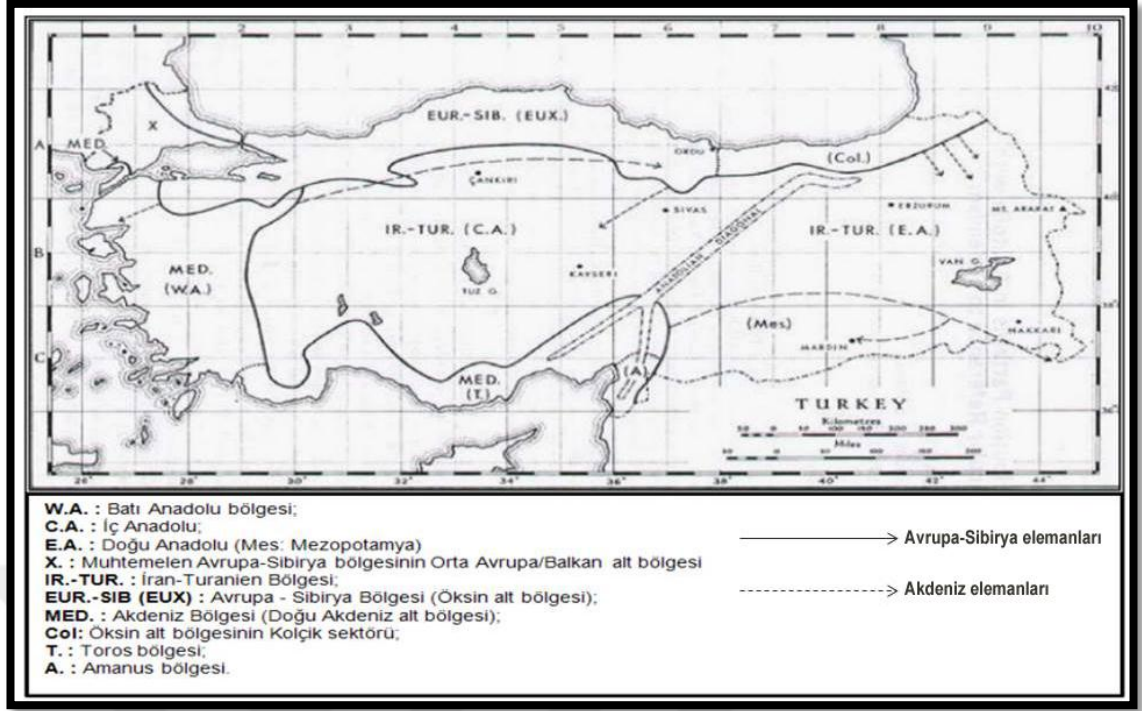
Araştırma alanının kitlesel yeşilliklerini oluşturan çalı ve ağaç formundaki bitkiler ise genel olarak taban arazilerini ve vadi içlerini ince bir şerit halinde izlemektedir. Bu bitkilere; *Elaeagnus angustifolia* L. (iğde), *Salix* spp. (söğüt), *Populus alba* L. (akkavak) ve *Populus nigra* L. (karakavak), *Crataegus dikmensis* Pojark. (Dikmen alıcı), *Juniperus* spp. (ardıç), *Pyrus elaeagrifolia* Pall. (ahlat), *Amygdalus orientalis* Miller (badem), *Juglans* spp. (ceviz), *Morus* spp. (dut) ve *Robinia* spp. (yalancı akasya) örnek olarak verilebilmektedir (Çelebi 2010).

Öte yandan araştırma alanı; Davis'in (1965-1988) "Türkiye Florası" adlı eserinde, türlerin ülkemizdeki yayılışının daha kolay bir şekilde izlenebilmesi için önerilen ve Türkiye enlem ve boylamlarının geçtiği dereceler temel alınarak geliştirilen kareleme sistemine (toplam 29 kare) göre; B4 karesi içerisinde yer almaktadır (Şekil 4.21) (Aksay 2006). Ayrıca, Özkurt vd. (1996), Mogan Gölü etrafındaki steplerde, dominant bitkilerin örnek olarak; *Poa bulbosa* L. (yumrulu tavşankulağı), *Senecio vernalis* Franch. (imam kavuğu), *Scandix pecten-veneris* L. (kişkiş), *Geranium tuberosum* L. (çamkuz), *Medicago radiata* L. (yonca), *Astragalus lycius* Boiss. (geven), *Teucrium polium* L. (yer meşesi), *Festuca* spp. (fetük), *Trifolium retusum* L. (üçgül), *Torilis* spp. (pıtrak), *Polygonum* spp. (madımak), *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (ayrık otu), *Taraxacum* spp. (karahindiba), *Astragalus microcephalus* Willd. (geven), *Valerianella vesicaria* Moench (kuzu gevreği), *Alyssum minus* (L.) Rothm. (kuduz otu), *Bromus tectorum* L. (brom otu), *Phleum montanum* K.Koch (it kuyruğu), *Papaver* spp. (papaver), *Thymus leucostomus* Hausskn. & Velen. (kekik), *Koeleria cristata* Pers. (parlak ot), *Hordeum bulbosum* L. (yabani arpa) ve *Scutellaria orientalis* L. subsp. *pinnatifida* Edmondson (kaside otu) olduğunu belirlemişlerdir (Uğur 2009).



Şekil 4.21 Davis'in (1965-1988) grid sistemi haritası (Aksay 2006'dan değiştirilerek)

Araştırma alanı ve havzası Türkiye'deki 3 fitocoğrafik bölgeden biri olan İran-Turan fitocoğrafik bölgesinde yer almaktadır. Bu fitocoğrafik bölge; İç Anadolu, Güney ve Doğu Anadolu'nun büyük bir kesimini içine almaktadır (Şekil 4.22) Araştırma alanının güneybatısında yer alan bir bölümü, Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi sınırlarında yer almaktadır. Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi'nde 493 bitki türü (47 adedi endemik) mevcuttur. Endemik türlerden *Centaurea tchihatcheffii* Fisch. & C.A.Mey. (sevgi çiçeği, yanardöner, peygamber çiçeği), *Erysimum torulosum* Hub.-Mor. ve *Dianthus ancyrensis* Hausskn. & Bornm. ex Bornm. (Ankara karanfili) en yüksek riske sahip olan türlerdir (Çelebi 2010). Yanardöner bitkisi, IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources-Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği) kriterlerine göre nesli tehlike altında, Bern Sözleşmesi'ne (Avrupa'nın Yaban Hayatı ve Yaşama Ortamlarının Korunması Sözleşmesi) göre de kesin korunan bitki türleri listesinde bulunmaktadır (Uğur 2009). Bölgeyi karakterize eden bitki türleri olarak, *Crataegus dikmensis* Pojark. (Dikmen alıcısı), *Ranunculus isthmicus* Boiss. subsp. *stepporum* Davis (dügün çiçeği), *Papaver* spp. (gelincik), *Amygdalus orientalis* Miller (badem), *Xeranthemum annuum* L. (ölmez otu, dağ karanfili) ve *Centaurea tchihatcheffii* Fisch. & C.A.Mey. (sevgi çiçeği, yanardöner, peygamber çiçeği) sayılabilmektedir (Çelebi 2010).



Şekil 4.22 Davis'e (1971) göre, Türkiye fitocoğrafik bölgeleri haritası (www.csb.gov.tr, 2009a)

4.1.9 Akarsu güç indeksi

Akarsu güç indeksi (Stream Power Index (SPI)); heyelan potansiyelinin belirlenmesinde kullanılmakta ve üst havza ile eğimin çarpımına eşit olmaktadır. Hesaplanan bu indeks, esas olarak erozyon süreçleriyle ilgilidir ve bir akışın oluşturabileceği net erozyonun da göstergesidir. Genel anlamda bu indeks; havza alanı ve eğimin artışına paralel olarak su akış hızının arttığını ve erozyon riskinin de buna bağlı olarak artacağını ifade etmektedir. Genellikle, yüksek SPI değerine sahip alanlar, daha fazla heyelan potansiyeli taşımaktadır. Akarsu güç indeksi (SPI), aşağıda yer alan eşitlik 4.1'e göre, ArcGIS 10.2.1 programı yardımıyla hesaplanmıştır: (Anonymous 2010b)

$$SPI: \ln(([\text{FlowAcc_Dem}] + 0,001) * (([\text{Slope_Dem}] / 100) + 0,001)) \quad (4.1)$$

Eşitlik 4.1'de; ln: doğal logaritma,

FlowAcc_Dem: Kümülatif (eklenerek artan) akım yönlerini yani üst havzadaki yağış dağılımını ve

Slope_Dem: Yamaç eğimini (yüzde cinsinden) ifade etmektedir.

Şekil 4.23'te de görüleceği gibi, araştırma alanında akarsu güç indeksinin yüksek olduğu yani yüksek yüzey akış potansiyeline sahip olup, erozyon riski de yüksek olan alanlar; alandaki kuru ve sulu derelerin mikro havza sınırlarını ortaya koymaktadır.

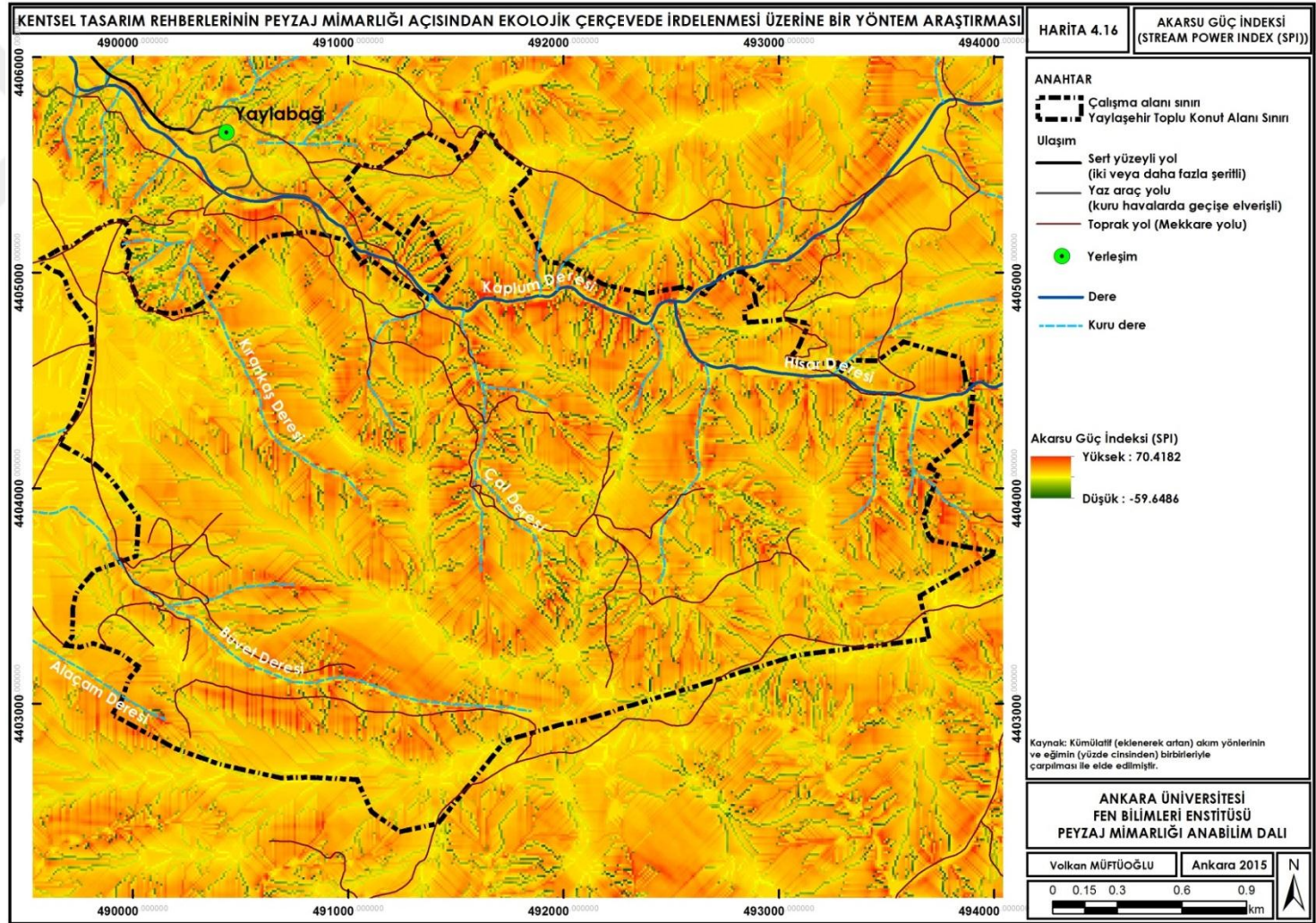
4.1.10 Topoğrafik nemlilik indeksi

Bir alanın heyelan duyarlılığı çalışmalarında oldukça sık kullanılan bir parametre olan topoğrafik nemlilik indeksi (Topographical Wetness Index (TWI)), havzada yağışın dağılışını ve üst havza ile yamaç eğimi oranını göstermektedir (Nefeslioğlu vd 2008; Eker 2013). Topoğrafik nemlilik indeksi aynı zamanda literatürde, birleşik topoğrafik indeks (Compound Topographic Index (CTI)) olarak ta geçmektedir. Daha geniş üst ölçekli havzayı drene eden alanlar veya daha düzlük alanlar daha yüksek indeks değeri almaktadır. Yüksek indeks değerine sahip alanlar, yağış veya kar erimesinden kaynaklı daha fazla doygunluğa ulaşmakta ve bu alanlardan su yüzeylerine daha fazla yüzeysel akış gerçekleşmektedir. Dolayısıyla, yüksek indeks değerine sahip alanlar daha fazla heyelan potansiyeli taşımaktadır (Eker 2013) (Şekil 4.24). Bu indeks aşağıda yer alan eşitlik 4.2'ye göre, ArcGIS 10.2.1 programı yardımıyla hesaplanmıştır: (Anonymous 2010b)

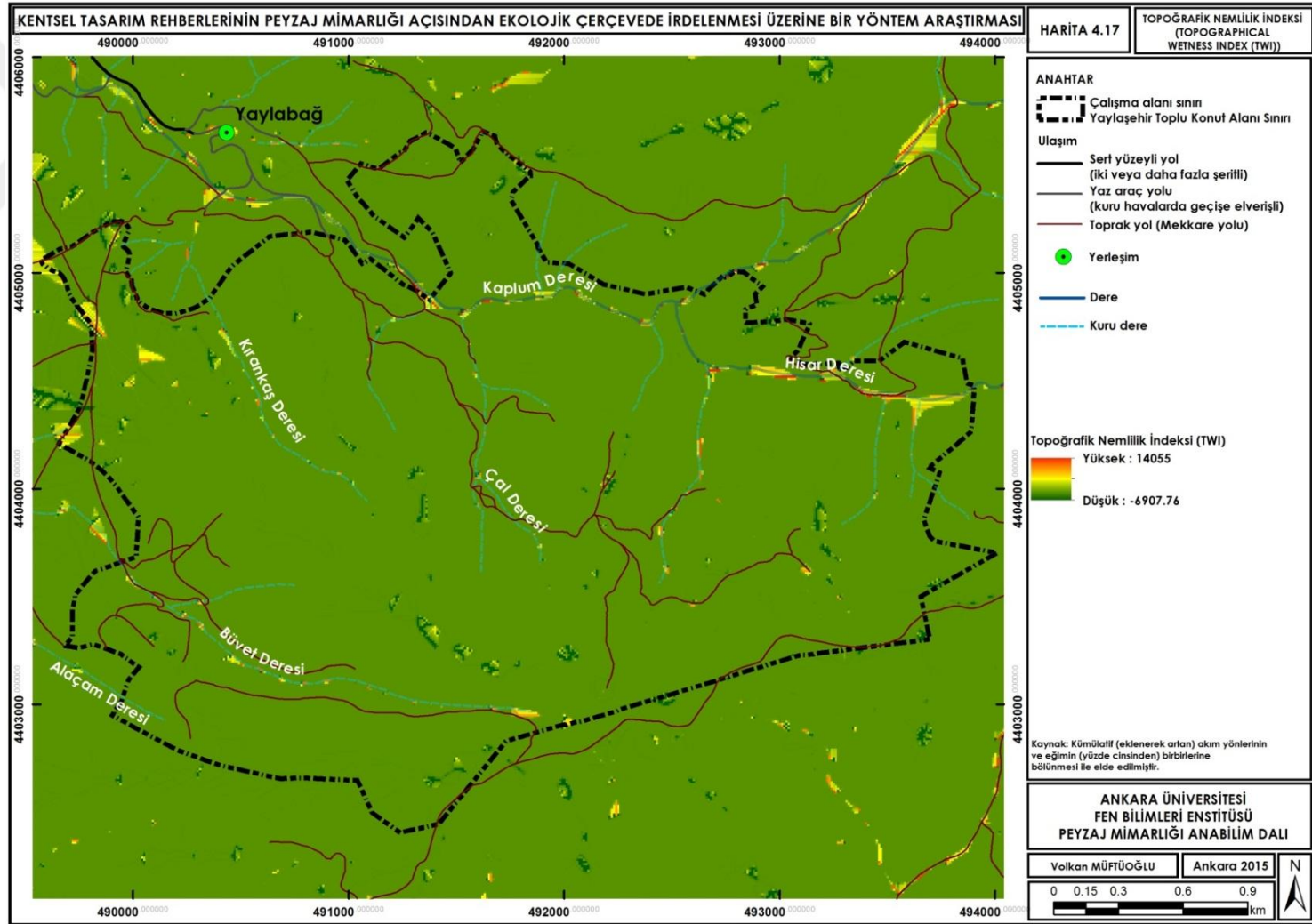
$$TWI: CTI: \ln([FlowAcc_Dem] + 0,001) / ([Slope_Dem] / 100 + 0,001) \quad (4.2)$$

Eşitlik 4.2'de; ln: doğal logaritma,

FlowAcc_Dem: Kümülatif (eklenerek artan) akım yönlerini yani üst havzadaki yağış dağılımını ve Slope_Dem: Yamaç eğimini (yüzde cinsinden) ifade etmektedir.



Şekil 4.23 Araştırma alanı akarsu güç indeksi (Orijinal 2015)



Şekil 4.24 Araştırma alanı topoğrafik nemlilik indeksi (Orijinal 2015)

4.2 Araştırma Alanı (Gölbaşı Yaylabağ Yaylaşehir) Toplu Konut Projesi

Ankara İli, Gölbaşı İlçesi, Yaylabağ (Bursal) köyü sınırları içerisinde kalan, yaklaşık 833,40 ha.'lık araştırma alanı, 5393 sayılı Kanunun belediyelere verdiği yetkiye göre, 10.03.2005 gün ve 66 sayılı Gölbaşı Belediye Meclisi kararı ile Toplu Konut Alanı olarak belirlenmiştir. 5216 sayılı Kanunun 14. maddesi gereğince anılan karar, Büyükşehir Belediye Başkanlığı'na iletilmiş, Büyükşehir Belediye Meclisi'nin 17.06.2005 gün ve 1642 sayılı kararı ile alanın "Toplu Konut Alanı" olarak ayrılması uygun bulunmuştur (Anonim 2010).

Söz konusu Meclis Kararları çerçevesinde araştırma alanı, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü (Mülga Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı) tarafından hazırlanan "1/25.000 ölçekli Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi Çevre Düzeni Planı"nda da "Toplu Konut Alanı" olarak kullanımı uygun görülmüştür (Anonim 2010).

Ayrıca araştırma alanı; 5216 sayılı Kanunun geçici 1. maddesi doğrultusunda Ankara Büyükşehir Belediye Başkanlığınca hazırlanan ve Büyükşehir Belediye Meclisi'nin 16.02.2007 gün ve 525 sayılı kararı ile onaylanan "1/25.000 ölçekli 2023 Başkent Ankara Nazım İmar Planı"nda da Toplu Konut Alanı olarak belirlenmiştir (Anonim 2010).

Araştırma alanının toplu konut alanı olarak planlanmasına ilişkin olarak, Maliye Bakanlığı tarafından 27.05.2008 tarihinde yapılan ihale sonucu alana ait taşınmazlar, S.S. Baş-kent Özlem Konut Yapı Kooperatifleri Birliği tarafından satın alınmıştır (Anonim 2010).

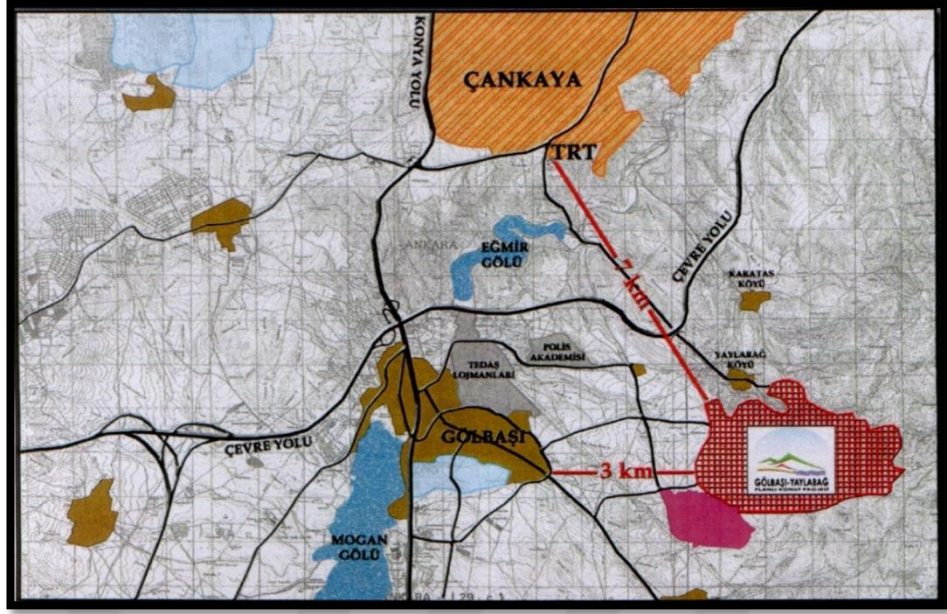
Toplu Konut Alanına ilişkin kamu kurum ve kuruluşlarının görüşleri alınarak, alanın 1/5.000 ölçekli Nazım İmar Planı ve 1/1.000 ölçekli Uygulama İmar Planları üst ölçek plan kararları hazırlanmıştır (Anonim 2010).

Gölbaşı Yaylabağ Yaylaşehir toplu konut projesi için geliştirilen tasarım yaklaşımında en önemli ilke, modern kent yaşamı ile doğayı kaynaştırmak, bu bağlamda kamusal açık alanlar yanında tekil konut üniteleri ve bu ünitelerin bir araya geldiği her bir komşuluk ünitesi için ortak alanlar oluşturmak, bu sayede kentle ve kentliyle iç içe bir yaşam sunmaktır. Bu ilke doğrultusunda kendi içinde kamusal alanlara sahip kümeli/gruplaşmış yerleşimler, bölge genelinde kamusal alanlarla ilişkilendirilerek planlama bütünlüğü sağlanmıştır (Anonim 2010).

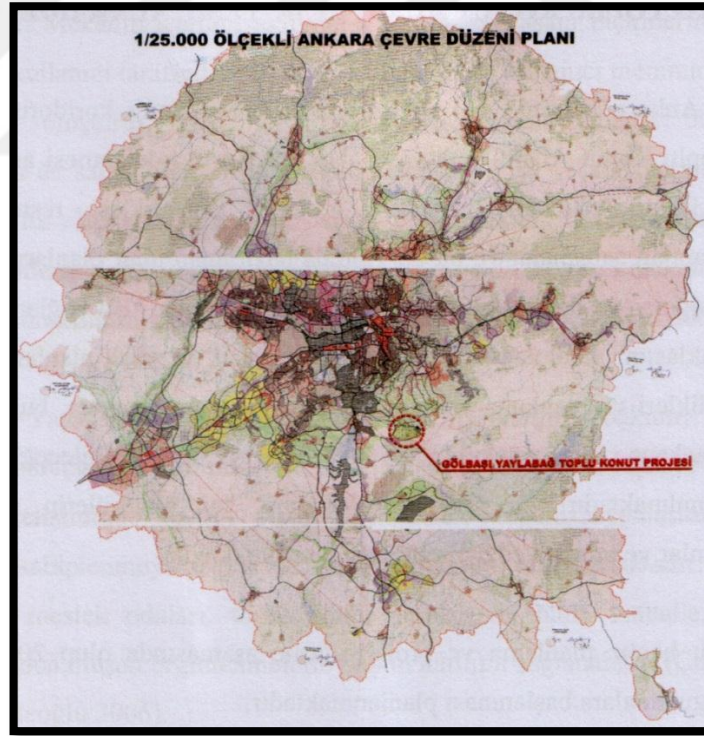
Yerleşim deseninin belirlenmesinde arazinin topoğrafik yapısı belirleyici olmuştur. Çarpıcı yükseklik farklarıyla arazi, Yaylaşehir toplu konut projesi için farklı yönelme, manzara ve güneşlenme imkanı vermektedir. Bu bağlamda, zirve ve tepeler çok katlı konutlar ve açık-yeşil alanlar olarak düzenlenmiş ve etkili panoramaya sahip manzara koridorlarına yönlendirilmiştir. Manzara koridorları, kamusal alanlarla ilişkilendirilerek proje bütününde yeşil aktivite aksları oluşturularak bu alanlarda yerleşim kümeleri/grupları ile süreklilik sağlanmıştır (Anonim 2010).

4.2.1 Konumu

Araştırma alanı; Ankara ili, Gölbaşı ilçesi, Yaylabağ (Bursal) mahallesi mevkiinde, toplu konut alanı olarak planlanan yaklaşık 833,40 ha'lık bir alandır. Ankara'nın 15 km güneyinde, Çankaya ilçesinin 7 km güneyinde, Gölbaşı ilçesinin 3 km doğusunda yer almaktadır (Şekil 4.25). Araştırma alanının 2 km kuzeyinde Karataş köyü, 6 km kuzeydoğusunda Yakupaptal köyü, 8 km güney batısında Karaoğlan, 5 km güneyinde Yurtbeyi köyü ve 9 km güneydoğusunda Karahasar ve Tohumlar köyleri bulunmaktadır (Anonim 2010).



Şekil 4.25 Araştırma alanının konumu (Anonim 2010)



Şekil 4.26 Araştırma alanının Ankara kent bütünündeki yeri (Anonim 2010)

4.2.2 Mülkiyet durumu

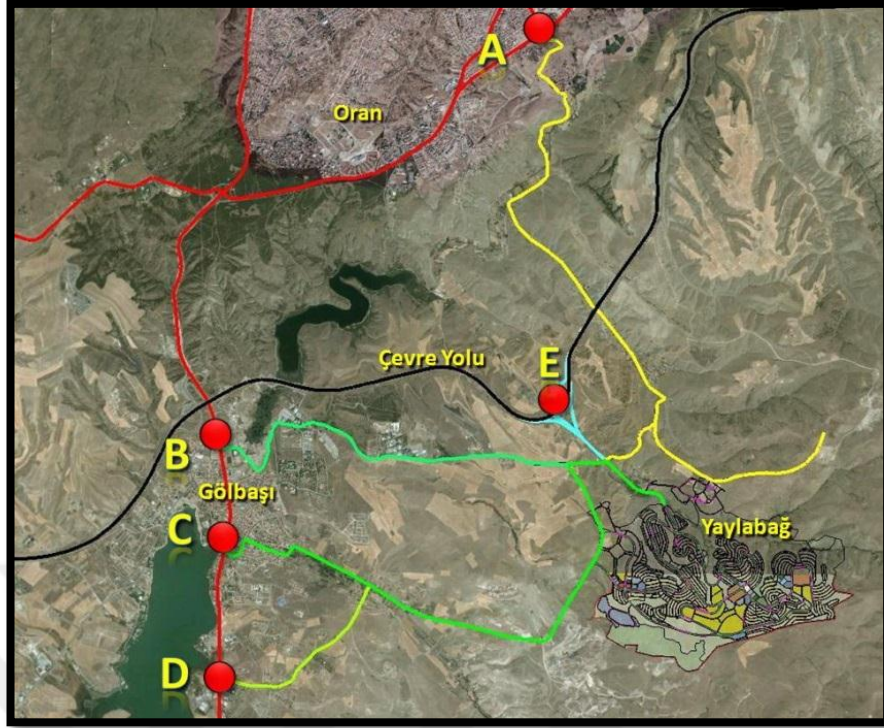
Araştırma alanının toplam büyüklüğü olan 833,4 hektar içerisinde, 814 hektarlık alan tescilli parsellerden oluşmakta iken, alan içerisinde yaklaşık 20 ha büyüklüğünde yol, dere ve tescil dışı araziler yer almaktadır (Anonim 2010).

Tapuya tescilli 98 adet kadastro parselinden yaklaşık olarak 6.212.619 m² büyüklüğündeki 27 adet parsel (toplam alanın yaklaşık %75'i) S.S. Başkent Özlem Konut Yapı Kooperatifleri Birliği'ne ait iken, yaklaşık 1.928.835 m² büyüklüğündeki 71 adet parsel (toplam alanın %23,69'u) ise şahıslar üzerine kayıtlı bulunmaktadır (Anonim 2010).

4.3 Araştırma Alanı Uygulama İmar Planı Kararları

4.3.1 Ulaşım

Araştırma alanı olan Gölbaşı Yaylaşehir toplu konut alanının Ankara kentiyle ve çevredeki yerleşimlerle bağlantısının sağlanması amacıyla, 3 ana ulaşım koridorunun gerektiği ortaya konulmuştur. Söz konusu ulaşım koridorları; araştırma alanının kuzeybatısında yer alan 35 metre genişliğindeki Karataş bağlantısı, Polis Koleji-Gölbaşı bağlantısı ve Örencik-Gölbaşı bağlantı yollarıdır. Ayrıca, araştırma alanının kuzeydoğusunda önerilen 35 metrelik Yakupabdal-Doğukent bağlantı yolu da araştırma alanına giriş sağlayacak bir yol niteliği taşımaktadır (Anonim 2010).



Şekil 4.27 Araştırma alanı ve yakın çevresi ulaşım bağlantıları (Anonim 2010)

Araştırma alanı içinde yer alan kullanımların birbirleri ile bağlantısının sağlanması amacıyla; 25, 15, 12 ve 10 metrelik kent içi trafik yolları ile 7 ve 5 m lik yaya ve servis amaçlı yollar önerilmiştir. Öte yandan, araştırma alanı girişinde yer alan ticaret ve akaryakıt servis istasyonunun bulunduğu kavşaktan, Gölbaşı TOKİ Örencik konutlarına 35 m genişliğinde bir bağlantı yolu oluşturulmuştur (Anonim 2010).

4.3.2 Ticaret alanları

Araştırma alanının ana girişindeki 35 metrelik yolun kenarında, hem toplu konut alanına hem de yakın çevreye hizmet verecek şekilde yaklaşık 26.071 m² alana sahip, 1 adet ticaret adası önerilmiştir. Diğer yandan, araştırma alanına hizmet vermeleri amacıyla, toplam 52.406 m² alana sahip ve genellikle 25 metrelik yollar üzerinde bulunan 11 adet ticaret alanı daha planlanmıştır. Ayrıca araştırma alanı girişinde, 1 ada (yaklaşık 6.585 m² büyüklüğünde) akaryakıt ve LPG satış ve servis istasyonu olarak tasarlanmıştır (Anonim 2010).

4.3.3 Konut alanları

Araştırma alanında, toplam 311 adet konut adası tasarlanmıştır. Konut adalarının toplamı 3.217.764 m²'lik bir alanı yani tüm alanın % 38,61'ini kapsamaktadır. Konut alanlarında projeksiyonu yapılan yaşayacak yaklaşık toplam nüfus 37.503 kişi iken, toplam konut sayısı ise 9.376 adet olacaktır. Belirlenen toplam konut sayısı ve toplam inşaat alanını aşmamak koşuluyla; katlı konut alanları, ticaret + konut alanları ve müstakil konut alanları olmak üzere 3 farklı konut tipolojisi belirlenmiştir (Anonim 2010).

Konut alanlarında yapılaşma koşulları inşaat emsali $E=0.60$, H_{max} =Serbest olacak şekilde belirlenmiştir. Konut adalarının parsellenmesi, parsel sınırlarına olan yapı yaklaşma mesafeleri, kitleler arasındaki mesafeler $h/2$ den az olmayacak şekilde hazırlanacak kentsel tasarım projesinde belirlenecek ilkelere göre yapılacaktır (Anonim 2010).

Binalar tabii zemin ortalamasından kot alacaklardır. Ancak arazinin topoğrafyasına uygun düzenlemenin yapılması amacıyla, proje müellifinin ada veya parsel bazında etüdü üzerine ± 0.00 kotu tabii zemin ortalamasının 2 metre üzerinde veya altında verilebilecektir (Anonim 2010).

4.3.4 Sosyal donatı alanları

4.3.4.1 Eğitim alanları

Araştırma alanına her biri bir merkezde yer alan 4 adet ilköğretim alanı (toplamı 42.836 m²), 2 adet ortaöğretim alanı (toplamı 22.799 m²) ve bu iki eğitim tesisine ek olarak 2 ada üzerinde de (toplamı 25.172 m²) özel eğitim alanları önerilmiştir. Ayrıca, araştırma alanının güneybatısında yer alacak ve içerisinde ana okulu, ilköğretim, ortaöğretim ve yüksek öğretim tesisleri yer alan, bir özel eğitim kampüs alanı da (toplam 169.405 m² alana sahip) planlanmıştır. Bu bağlamda, 9 adet eğitim tesisinin kaplayacağı toplam alan

260.214 m² olacaktır. Eğitim alanlarında emsal E=1.00 ve maksimum yapı yüksekliği Hmax=Serbest, özel eğitim kampüs alanında ise E=1.00 ve Hmax=15,50 m olacak şekilde yapılaşma koşulları getirilmiştir (Anonim 2010).

4.3.4.2 Sağlık alanları

Araştırma alanına hizmet verecek toplam 43.883 m² alan büyüklüğüne sahip 4 adet sağlık tesis alanı (3 resmi ve 1 özel sağlık alanı) önerilmektedir. Sağlık tesis alanlarının yer seçimi, araştırma alanında oluşturulan merkezler dikkate alınarak yapılmıştır. Yer verilmesi planlanan 3 resmi sağlık tesisi; poliklinik hizmeti verirken, alanda önerilen özel sağlık alanı (yaklaşık 28.059 m² büyüklüğünde) ise daha organize bir sağlık hizmetini yerine getirecek fonksiyonlara sahip olacaktır. Sağlık alanlarında yapılaşma koşulları emsal E=1.00 ve maksimum yapı yüksekliği ise Hmax=Serbest olacak şekilde önerilmektedir (Anonim 2010).

4.3.4.3 Sosyal kültürel tesis alanları

Araştırma alanına hizmet verecek toplam 36.024 m² büyüklüğündeki bir alan, sosyal ve kültürel tesis alanı olarak önerilmiştir. Toplamda 10 adet olarak önerilen sosyal kültürel tesis alanları; araştırma alanının oluşturulan merkezlerinde, konut alanları içerisinde ve açık alanları destekleyecek şekilde tasarlanmıştır. Sosyal kültürel tesis alanlarında yapılaşma koşulları, emsal E=1.00 ve maksimum yapı yüksekliği Hmax=Serbest olacak şekilde önerilmiştir (Anonim 2010).

İmar planında önerilen sosyal-kültürel tesis alanlarında sinema, tiyatro, rekreasyon, yeme içme, kulüp, lokal, kreş, anaokulu vb. tesislerin yanı sıra günlük tüketime yönelik ticari üniteler de bulunacak ve ayrıca bu alanlarda yerel yönetimlerle birlikte; gençlik merkezleri, kadın lokalleri, engelli çocuk merkezleri, yaşlılar için bakım merkezleri, site yönetim merkezleri ve semt spor tesisleri vb. gibi kullanımlar da yer alabilecektir (Anonim 2010).

4.3.4.4 Dini tesis alanları

Araştırma alanına hizmet verecek ve toplam alan büyüklüğü 32.289 m² olan 7 adet ibadet alanı önerilmiştir. İbadet alanlarında yapılaşma koşulları; emsal E=1.00 ve maksimum yapı yüksekliği H_{max}=Serbest tutulacaktır (Anonim 2010).

4.3.4.5 Belediye hizmet alanları

Araştırma alanına hizmet verecek ve toplam 12.594 m² alanda önerilen, 2 adet Belediye Hizmet Alanı (BHA) tasarlanmıştır. Bu alanlardan biri, belediye idari hizmetlerini bünyesinde barındırırken, diğer alan ise itfaiye alanı olarak kullanılacaktır (Anonim 2010).

4.3.4.6 İdari tesis alanları

Araştırma alanına hizmet verecek toplam 8.894 m² alan büyüklüğüne sahip, 2 adet idari tesis alanı önerilmiştir. İdari tesis alanlarında yapılaşma koşulları emsal E=1.00, maksimum yapı yüksekliği H_{max}=Serbest olacaktır. Söz konusu önerilen idari tesis alanlarında, toplu konut alanında yer alan konut yapı kooperatiflerinin yönetim birimlerinin yanı sıra iletişim ve enerji dağıtım şirketlerinin idari hizmet birimleri de yer alabilecektir (Anonim 2010).

Diğer yandan, araştırma alanında 6.190 m² alan büyüklüğe sahip bir adet karakol alanı da önerilmiştir. Bu alandaki yapılaşma koşulları idari tesisler gibi emsal E=1.00, maksimum yapı yüksekliği H_{max}=Serbest olacaktır (Anonim 2010).

4.3.5 Yeşil alanlar

Araştırma alanı genel jeomorfolojisinde yer alan vadiler yeşil alan planlamasında önemli rol oynamıştır. Derelerin ve vadilerin araştırma alanı içerisinde, özellikle kuzey - güney yönünde uzanması, konut alanları arasında açık-yeşil alan kullanımları açısından

uygun koşullar sağlamaktadır. Bu çerçevede; belirli bir yüzde eğimin üzerinde bulunan alanlar ve vadi tabanları yerleşime açılmamış ve açık-yeşil alan olarak kullanılmalari doğrultusunda karar alınmıştır. Alınan bu karar, araştırma alanı için açık-yeşil alan genel sisteminin ana omurgasının ortaya konulmasını sağlamıştır. Genel açık-yeşil alan sistemine, yapılaşmaya açılmış alanlar içinde yer alan konut bahçeleri ve komşuluk üniteleri için ayrılan park, oyun alanı ve spor alanları da dahil edilmiştir (Anonim 2010).

Araştırma alanında önerilen açık-yeşil alanların bütünüün toplamı 3.165.465 m²'dir. Bu bağlamda, araştırma alanında kişi başına önerilen açık-yeşil alan miktarı ise 84,4 m²/kişi (3.165.465 m² /37.503 kişi=84,4 m²/kişi) olmaktadır. Araştırma alanında önerilen açık-yeşil alanlar; rekreasyon alanları, ağaçlandırılacak alanlar, spor alanları ve park alanları olarak sınıflandırılmıştır (Anonim 2010).

Öte yandan; araştırma alanında yer alan açık-yeşil alanlar aşağıda yer alan kriterler doğrultusunda planlanmıştır: (Çulcuoğlu ve Oğuz 2000, Perçin 2010)

- Ulaşılabilirlik ve erişilebilirlik: Araştırma alanındaki açık-yeşil alanların kullanım potansiyellerinin artırılması, kullanıcıların açık-yeşil alanlara yaya olarak ve taşıt yoluyla en kısa yol ve sürede ulaşması ile mümkündür.
- Araştırma alanının doğal yapısı ile uyum: Araştırma alanı açık-yeşil alan sistemi oluşturulurken; alanın iklimsel ve topoğrafik yapısına uygun tasarımlara yer verilmesine dikkat edilmiştir. Özellikle, araştırma alanının topoğrafik yapısından kaynaklanabilecek olumsuzlukları önlemek ve maliyetleri en aza çekmek amacıyla, açık-yeşil alanlarda yapısal uygulamalardan çok bitkisel peyzaj düzenlemelerine önem verilmiştir. Alanda kullanılacak bitki türlerinin seçiminde de; iklimsel özelliklere uygun olan ve su tüketimi açısından kuraklığa karşı toleransı yüksek türler olmalarına özen gösterilmiştir.
- Sürdürülebilirlik: Araştırma alanında yer alan bitkisel alanların sürdürülebilir olmasının sağlanması amacıyla, doğal bir habitatın oluşturulması ve kendi kendine yeten bir çevrenin meydana getirilmesi temel hedef olmuştur.

- Kimlik: Tasarlanan açık-yeşil alanların yapısal elemanları bütünleyici nitelikte olması, araştırma alanının kimliğinin güçlendirilmesi açısından son derece önemlidir.
- Uygunluk: Açık-yeşil alanlarda seçilen işlevler ve yapısal elemanlar esnek bir şekilde düşünülerek, gelecekte oluşabilecek kullanıcı taleplerinin karşılanabilmesi amacıyla uygun rezerv alanlar bırakılmıştır.
- Çeşitlilik (multifonksiyonellik): Açık-yeşil alanlarda hem yapısal hem de bitkisel yönden kullanıcılara estetik ve işlevsellik yönünden farklı alternatifler sunulmasına özen gösterilmiştir.
- Kontrol: Araştırma alanında tasarımı yapılacak açık-yeşil alanların kullanıcılar tarafından benimsenerek sahiplenilmeleri diğer önemli bir planlama kriteridir.

4.3.5.1 Rekreasyon alanları ve ağaçlandırılacak alanlar

Araştırma alanında yaşayanlara hizmet vermenin yanında Ankara kenti ölçeğinde hizmet verecek ve araştırma alanı içerisinde yer alan mevcut vadiler ve derelerle ilişkilendirilmiş; su yüzeyleri (rekreasyon özelliklerinin yanında yağışlarla oluşan yüzey akışın ve yer altı sularının depolanacağı rezervuarlar olarak da değerlendirilmişlerdir.), atla gezinti alanları, gösteri alanları, kayak ve buz pateni alanları (araştırma alanının büyük bir bölümünün kuzey bakırlı yamaçlardan oluşması nedeniyle), konaklama alanları, spor ve kulüp alanları, piknik ve bakı alanları, arboretum (canlı odunsu bitki müzesi), macera oyun alanları, Türk köyü, evcil hayvanlar bahçesi, kafeterya ve restoranların yer alacağı toplam rekreasyon alanları büyüklüğü yaklaşık 839.138 m² olacaktır. Rekreasyon alanlarında E=0.10 ve Hmax=Serbest tutulacaktır (Anonim 2010).

Diğer yandan, araştırma alanının güneyinde yer alan taş ocakları ile önerilen konut alanları arasında yer alan yaklaşık 1.000.000 m² büyüklüğündeki açık alanın 524.470 m²'si ağaçlandırılacak alan olarak ayrılmıştır. Araştırma alanının ikinci büyük rekreasyon alanı niteliğinde olan bu alanın kuzeyi, park alanları ve özel eğitim kampüs alanı, güneyi ise taş ocakları ile sınırlandırılmıştır. Mevcut alan kullanımı taş ocağı olan bu alanın, malzeme alımları nedeniyle bozulmuş olan alanlarında; off-road, karting,

motokros gibi motor sporlarının yanı sıra paintball, roller coaster vb. gibi eğlence kullanımları da ön görülmektedir. Aynı zamanda bu alan, batısında yer alan eğitim kampüsü alanının açık-yeşil alanı olarak ta kullanılabilir (Anonim2010).

Özel eğitim kampüsünde ağaçlandırılacak olan alanda; büfe, açık hava tiyatrosu, açık spor tesisleri, piknik ve eğlence alanları, fidanlık, oyun alanları vb. gibi tesisler yer alabilecektir. Bu alanlarda $E=0.03$ ve $H_{max}= 4,50$ m. olacaktır. Alanın en az %80'i ise, yöreye özgü ağaç türleri ile ağaçlandırılacaktır. Ayrıca eğimli yamaçların bitkilendirilmesinde ve şev tutulmasında; hücresel sıkıştırma, geoarme ve gabion yeşil duvar gibi yeni uygulama alanı bulan yöntemler kullanılacaktır (Anonim 2010).

4.3.5.2 Park alanları

Konut alanları arasında, rekreasyon ve spor alanları ile bütünleşen, oyun alanları ve dinlenme alanı şeklinde düzenlenecek park alanlarının yanı sıra, eğimin yüksek olduğu alanlarda önerilen büyük yeşil alanlar olarak tasarlanan toplam 96 adet park alanlarının büyüklüklerinin toplamı $1.900.546 \text{ m}^2$ 'dir. Önerilen park alanlarında; açık spor alanları, oyun alanları, çay bahçesi, büfe, gezinti alanları, dinlenme ve eğlence alanları gibi kullanımlara yer verilecektir (Anonim 2010).

4.3.5.3 Bahçe düzenlemeleri

Müstakil konut bahçeleri: Müstakil bahçeli konutların %47'si gibi önemli bir bölümü, %30 ile %40 arası eğimli alanlarda bulunmaktadır. Bu sebeple, konut bahçesi tasarımlarının söz konusu eğimlere uygun bir biçimde yapılması temel amaçtır. Bu amaç doğrultusunda, yüksek eğim nedeniyle farklı kotlara oturmuş olan konut bölümlerinden bahçeye ulaşmak için bahçelerde de gün boyu kullanıma olanak sağlayan kademeli teraslar oluşturulmuştur (Şekil 4.28). Özellikle sabah ve akşam saatlerinde güneş alan güney doğu ve güney batı yönünde yer alan teraslara sabit ya da hareketli üst örtüler önerilmiştir (Perçin 2010).

Öte yandan, konut bahçesinde mutfakla bağlantılı olabilecek uygun alanlarda güneşlenme yönü de dikkate alınarak, sebze yetiştirilmesi amacıyla teraslar oluşturulmuştur. Ayrıca evlerin yoldan gözükmeyen bahçe bölümlerinde; kiraz, vişne, kayısı, elma, armut, ayva, badem, dut, erik gibi meyve ağaçlarının dikilmesi önerilmiştir. Bahçelerde kullanılan bitkiler su tüketimi bakımından az tüketen, uygun türlerden seçilmiş ve çim alanlara mümkün olduğunca az yer verilerek bakım kolaylığı sağlanmıştır (Perçin 2010).



Şekil 4.28 Araştırma alanı müstakil konut bahçesi örnek düzenlemesi (Anonim 2010)

Çok Katlı Konut Bahçeleri: Çok katlı konutlarda yaşayan insanlara hem görsel açıdan hem de kullanım özellikleri ile yaşam konforunu artırma açısından çevresine birçok özellikler kazandıran çok katlı konut bahçeleri; aktif ve pasif rekreasyon (oturma, dinlenme, oyun oynama vb. gibi) yönünden kullanılabilen alanlar olacaktır (Şekil 4.29). Ayrıca bu alanlarda kullanılacak çok farklı renk özellikleri gösteren bitkiler; konutların üst katlarında yaşayanlar için estetik yönden güzel manzaraların oluşmasına katkı sağlayacaklardır (Perçin 2010).



Şekil 4.29 Araştırma alanı çok katlı konut bahçesi örnek düzenlemesi (Anonim 2010)

Öte yandan; araştırma alanı açık-yeşil alanlarında tercih edilen bitkilerin seçiminde ise; iklim, toprak ve topoğrafik koşullar gibi doğal özellikler belirleyici etkenler olmuştur. Bu nedenle araştırma alanında; kurak ve soğuk iklim koşullarına dayanıklı, derin olmayan topraklarda yetiştirme özelliğine sahip, renk etkisi yaratan ve hastalık-zararlılara dayanıklı bitkilerin yoğun bir biçimde kullanılmasına özen gösterilmiştir (Perçin 2010).

Bitki dikimlerinde, ibrelili ağaçlar için 4x4 m sıra üstü ve sıra arası mesafe, yapraklı ağaçlar için ise 5x5 m sıra üzeri ve sıra arası mesafe ön görülmüştür. Araştırma alanında yer alan ağaçlandırılacak alanlarda, eğime paralel biçimde oluşturulan teraslarda bitki dikimi yapılması öngörülmüş ve bu sayede erozyon kontrolü ve sudan en iyi şekilde yararlanma hedeflenmiştir (Perçin 2010).

Bitkilerin gelişebilmesi için gerekli olan su ve bu suyun en tasarruflu biçimde değerlendirilmesi, araştırma alanında yapılan bitkisel peyzaj tasarımında temel belirleyici etken olmuştur. Araştırma alanında tasarlanan konut alanlarından dolayı, yapılan incelemelerde 1,10 ile 10,30 m arasında bulunan yer altı suyunun daha da derinlere ineceği ve miktarının azalması da kaçınılmaz olacaktır. Diğer yandan, araştırma alanının mevcut su potansiyeli de yapılacak ağaçlandırmalar için yeterli değildir. Bu amaçla alternatif sulama kaynakları ve sulama tipleri üzerinde çalışılmalıdır (Perçin 2010).

Araştırma alanı olan Yaylaşehir toplu konut alanında yerleşim alanları dışında kalan rekreasyon alanları ile ağaçlandırma alanları toplamı yaklaşık olarak 290 ha (bütün alanın %34,77'si) büyüklüğündedir. Aynı zamanda konut bahçeleri ile araç ve yaya yolları için yapılacak bitkilendirmeler ile de bu miktar önemli ölçüde artmaktadır. Bu bağlamda, İç Anadolu bölgesi ekolojik koşullarında yazın yağışın hemen hemen hiç olmadığı Temmuz ve Ağustos ayları göz önüne alındığında, araştırma alanında yer verilecek çim alanların günlük su tüketiminin 10 mm (10 kg/m²), ağaçların günlük su tüketiminin ise 3-5 mm (3-5 kg/m²) olacağı düşünülerek, yeşil alanlarda çim yerine ağaçlık alanların oluşturulmasının su tüketimi açısından önemli tasarruflar sağlayacağı açıktır. Aşağıdaki çizelge 4.12'de, araştırma alanında tasarlanan açık-yeşil alan kullanımları ve su ihtiyaçları detaylı olarak verilmektedir (Perçin 2010).

Çizelge 4.12 Araştırma alanı açık-yeşil alanları günlük su ihtiyaçları (Perçin 2010)

A	Rekreasyon alanları	Alan büyüklüğü m²	Su isteği mm/gün	Sulama suyu ihtiyacı kg/gün
1	Türk köyü	23.500	2	47.000
2	Kulüp ve organize sporları merkezi	52.000	4	208.000
3	Macera oyunları alanı	19.228	2	38.456
4	Evcil hayvanlar bahçesi	17.000	3	51.000
5	Süs bitkileri üretim fidanlıkları	13.250	5	66.250
6	Piknik alanı	35.250	1	35.250
7	Açık hava gösteri alanı	3.900	3	11.700
8	Hobi bahçeleri	15.500	5	77.500
9	Diğer rekreasyon alanları: Bakı alanları ve gezi yolları, Arboretum, manej ve atla gezinti, kayak ve kızak alanı, çocuk bahçeleri ve çocuk oyun alanları	656.000	1	656.000
Toplam		835.628		1.191.156
B	Ağaçlandırılacak alanlar	514.470	1	514.470
C	Parklar	1.900.000	3	5.700.000
D	Cadde ve Sokaklar			
1	35 metrelik caddeler	3.790	5	18.950
2	25 metrelik caddeler	53.450	5	267.250
Toplam		57.240		286.200

Çizelge 4.12 Araştırma alanı açık-yeşil alanları günlük su ihtiyaçları (Perçin 2010)
(devam)

E	Bahçe düzenlemeleri			
1	Müstakil Konutlar	1.283.775	5	6.418.875
2	Çok katlı konutlar	489.415	4	1.957.660
Toplam		1.773.190		8.376.535
				Toplam su ihtiyacı
				16.068.361
Not: Bitkilerin su ihtiyacı Mayıs ayı başı ile Eylül ayı sonu arasında kademeli olarak artıp azalacaktır. Burada verilen sulama değerleri su ihtiyacının en yüksek olduğu Temmuz ve Ağustos aylarında yağmursuz bir gün için verilmiştir.				

Çizelge 4.12’de de görüldüğü üzere, Temmuz-Ağustos aylarında araştırma alanının açık-yeşil alanların sulanmasında, günde yaklaşık 16.068 ton suya (8 ton su alma kapasitesine sahip bir sulama tankerinden günde yaklaşık 2009 adet) ihtiyaç duyulmaktadır. Bu miktarın tamamının yer altı sularından karşılanması mümkün değildir. Yer altı (kuyu) sularının yanında, şebeke suyu ve yarayışlı yağmursuyunun da kullanılması gerekmektedir. Bu sebeple, yağmursuyunun yüzey akışa geçerek kaybolmasını engellemek ve yeşil alan sulamalarında yağmursuyunun yarayışlı hale getirilmesini sağlamak gereklidir.

4.3.6 Açık alanlar

4.3.6.1 Cadde ve sokaklar

Araştırma alanında yer alan cadde ve sokaklar; ölçü, yön ve buldukları konuma göre farklı şekillerde tasarlanmışlardır. Örneğin; 25 m genişliğindeki caddelerde kaldırım ile yol arasında 1 m genişliğinde yeşil bir bant bırakılması düşünülmektedir (Şekil 4.30). Önerilen bu yeşil bant; hem yayaların araçların gürültü ve eksoz gazlarından korunmasına yardımcı olacak hem de otobüs durakları, yön levhaları, trafik işaretleri gibi kentsel donatıların yer aldığı alanlar olarak değerlendirilecektir (Anonim 2010).



Şekil 4.30 Araştırma alanında yer alan 25 m genişliğindeki yollara bir örnek (Anonim 2010)

7-10 m genişliğindeki sokaklarda yaya ve araç trafiği birbirlerinden düşey farklılık ile ayrılmamıştır. Yaz güneş yönü dikkate alınarak, yol ağaçlamaları için özel mülkiyetteki bahçelere dikilen ağaçların düzeninden yararlanılmıştır. Birbirine benzeyen yapı ve sokak düzeni yapılan bitkilendirme ile birlikte farklılık kazanacaktır (Perçin 2010).

4.3.6.2 Kent meydanı

Araştırma alanı olan Yaylabağ Yaylaşehir toplu konut alanı içerisinde, geleneksel Türk çizgilerini taşıyan ve yaşayanlar arasında sosyal ilişkilerin geliştirildiği bir kentsel imge olarak meydan tasarlanmıştır (Perçin 2010) (Şekil 4.31).

Alanda yer verilen kent meydanında, çevresindeki kullanımlar da (ticaret, belediye hizmet binası, sağlık ocağı, cami, okul, sosyal tesis vb.) dikkate alındığında yaya sirkülasyonunun daha fazla olacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda meydan; yaya ağırlıklı olarak planlanmış ve aynı zamanda alanının batısında yer alan Mogan Gölü'nün eşsiz manzarası eşliğinde bir dinlenme alanı olarak tasarlanmıştır. Tasarlanan kent meydanı, arazide hali hazırda yer alan taş ocakları ve ocakların dolgu alanı olan alanda konumlandırılmış, böylelikle mevcut yapı korunarak maliyetler en aza indirilmiştir (Perçin 2010).



Şekil 4.31 Araştırma alanında yer alan kent meydanı (Anonim 2010)

4.3.6.3 Spor alanları

Araştırma alanında toplam 16.117 m² alan büyüklüğüne sahip 2 adet spor alanı bulunmaktadır. Bu spor alanlarından yaklaşık 13.692,24 m² büyüklüğe sahip olanı, kapalı spor salonu olarak kullanılacak nitelikte düşünülmüştür. Bu alanda emsal E=0,50 ve Hmax=Serbest olacak şekilde yapılaşma koşulları önerilmiştir. Geri kalan alanda ise, açık spor kullanımlarının bulunması amaçlanmıştır. Bu kullanımlarda emsal E=0,20 ve Hmax=Serbest olacak şekilde yapılaşma koşulları getirilmiştir (Anonim 2010).

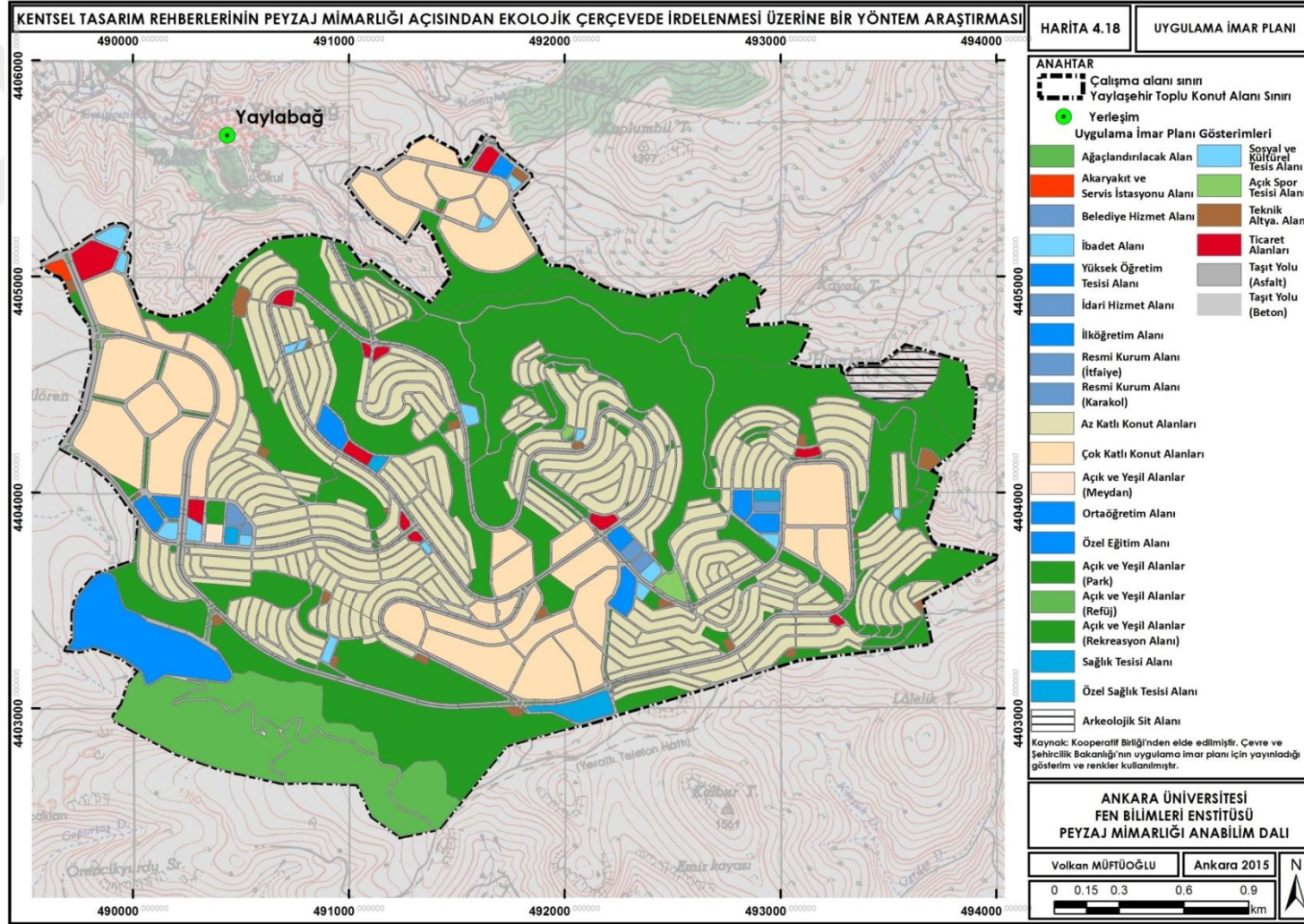
4.3.6.4 Sit alanı

Araştırma alanının kuzeydoğusunda yer alan yaklaşık 75.533,24 m² lik alan “Arkeolojik Sit Alanı”dır ve imar planında aynı şekilde korunmuştur. Arkeolojik, kentsel, tarihi ve doğal sit alanları ile etkilenme geçiş bölgelerinde, 2863/5226 sayılı

Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu ve yönetmelikleri ile Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulu'nun ilke kararlarına uyulması esastır (Anonim 2010).

Şekil 4.32'de Gölbaşı Yaylabağ Yaylaşehir Toplu Konut Projesi'nin; genel ulaşım çözümlerini, ticaret alanlarını, konut alanlarını, sosyal donatı alanlarını ve açık-yeşil alanlarını birlikte gösteren uygulama imar planı yer almaktadır. Uygulama imar planında kullanılan gösterimler, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayınlanan "Ek-1d Uygulama İmar Planı Gösterimleri"ne uygun olacak şekilde belirlenmiştir (www.csb.gov.tr, 2009b).





Şekil 4.32 Araştırma alanı uygulama imar planı (Orijinal 2015)

4.4 Araştırma Alanı Geleneksel Yağmursuyu Toplama Şebekesi Sistemi

Gölbaşı Yaylabağ Yaylaşehir toplu konut alanının yağmursuyu hatları, Kaplum (Kuzkuyu) Deresi'ne deşarj olacak şekilde planlanmıştır. Bu bağlamda, Kaplum (Kuzkuyu) Deresi'nin debisi, "Ankara Mogan ve Eymir Gölleri Havza Taşkın Planlama Mühendislik Hizmetleri İşi" kapsamında ortaya konulmuştur. Bu çalışmada; debi hesapları Mockus ve DSİ sentetik birim hidrograf yöntemleriyle hesaplanmıştır (Anonim 2013).

Kaplum (Kuzkuyu) Deresi Elmadağ'dan başlayan ve İmrahor Vadisi'nde Eymir Gölü'ne deşarj olan bir deredir. Bu bağlamda, Kaplum (Kuzkuyu) deresinin akış güzergâhının bir bölümü tez örnek alanı içi olan Yaylaşehir toplu konut alanında iken, deşarj kısmı ise imarlı alan dışında ODTÜ Eymir gölü sınırları içine girmektedir. Toplu konut kooperatifinin alanı dışındaki bölgede, yağmursuyu sisteminin yapım aşamasında; ilgili kurumlardan izin alınması ve kamulaştırma-imar planının yapılması gibi yöntemlerle sorunun çözülmesi oldukça önem taşımaktadır (Anonim 2013).

Yağmursuyu sistemi şebeke proje kriterleri, ASKİ'nin "Kooperatifler, Sanayi Siteleri, Toplu Konut Alanları, Gecekondu Önleme Bölgeleri ve Üniversite Kampüsleri ile Benzeri Kamu Kuruluşları ve Özel Kuruluşlar için Atık su ve Yağmursuyu Şebekesi, Arıtma Tesisi ve Fosseptik Tankı Tatbikat Projesi Hazırlama Esasları" na göre hazırlanmıştır. Bu esaslara göre, yağmursuyu hesaplamalarında, "Meskun alanlar-Orta ve Düşük Ticaret-Endüstri Alanları için 2 Yıllık Tekerrür şeklinde alınacaktır" denilmektedir. Bu bağlamda, yağmursuyu projesi hesaplarında 2 yılda bir tekerrür eden yağışlar esas alınmış ve ilk toplanma zamanı 15 dakika (15 dakika süren yağışın şiddeti) kabul edilerek hesaplamalar "Rasyonel Yöntem"e göre yapılmıştır (Anonim 2013).

Toplanma zamanı (konsantrasyon zamanı) $T = t_g + t_a$ (dakika)

t_g : Giriş süresi, t_a : Akış süresi

Giriş süresi; su toplama havzasının en uzak noktasına düşen ilk yağmur damlasının kanal başlangıcına gelme süresi olarak, akış süresi ise; yağmur sularının geçtiği kesitte,

iki nokta arasında geçen zaman olarak tanımlanmaktadır. Çizelge 4.13'te arazi eğimine göre giriş süreleri belirtilmektedir (Anonim 2013).

Çizelge 4.13 Arazi eğimine göre yağmursuyu kanalına giriş süreleri (tg)

Eğim	Giriş Zamanı (Dakika)
$J_{havza} \geq 1/20$ (Dik eğimli)	5
$1/20 > J_{havza} \geq 1/50$ (Normal eğimli)	10
$1/50 > J_{havza}$ (Düz eğimli)	15

Akış süresi t_a ise; $t_a = L / (V \times 60)$ (dakika) formülüyle hesaplanmaktadır (Anonim 2013).

(V : Mecra akış hızı L: Yatay mesafe)

Diğer yandan, rasyonel yöntem içerisinde yer alan C katsayıları; toplu konut kooperatif yönetiminin görüşü alınarak belirlenmiş ve bütün alan için ortalama bir C katsayısı elde edilmiştir. Buna göre; konut bölgelerinde; C = 0.60, parklarda ise; C = 0.20 alınmıştır (Anonim 2013).

Yağmursuyu toplama sisteminde tıkanmaları önlemek ve düzgün akışı sağlamak amacıyla, parsel bağlantılarında; minimum Ø 150 mm bağlantı boruları (HDPE boru) ve minimum Ø 200 mm beton bağlantı borularının kullanılması ön görülmektedir. Ada içi şebeke hatlarında ise minimum Ø 300 mm çapında borular kullanılacaktır. Tez örnek alanı olan Gölbaşı Yaylabağ Yaylaşehir toplu konut alanı içerisinde toplam 82.645 m yağmursuyu borusunun kullanılacağı hesaplanmıştır (Anonim 2013).

Yağmursuyu hatları; suyun cazibeyle akışının temini için öncelikle olarak açık kanal şeklinde planlanacak ve parselden parsele geçiş sağlanacaktır. Diğer yandan, villa parsellerinde uygun noktalardan yola deşarj edilecektir. Çok katlı yapıların olduğu adalarda ise, yerleşim planları dikkate alınarak ada içi yağmursuyu hatları oluşturulacaktır. Bu kapsamda, üst kottaki parselden alt kottaki parsele geçiş planı, imar

planı notlarında da belirtildiği gibi ayrıca hazırlanacak ve ilgili makamlara onaylatılarak tapuya tescili sağlanacaktır. Öte yandan, ASKİ tarafından onaylı yağmursuyu proje hattının uygulanmaması durumunda; toplu konut alanının ada içi hatlarının deşarjı, uygun PVC borularla veya pompa tesisi kurularak yola verilecektir. Pompa ile ilgili olan plan proje ve hesaplarda ayrıca ASKİ'ye onaylatılacaktır (Anonim 2013). Şekil 4.33'te araştırma alanı geleneksel yağmursuyu yönetimi genel durum planı görülmektedir.

Diğer yandan, geleneksel yağmursuyu toplama sistemleri tasarım kriterleri aşağıda yer alan çizelge 4.14 te verilmektedir.

Çizelge 4.14 Geleneksel yağmursuyu toplama sistemleri tasarım kriterleri (Ardıçlıoğlu 2014)

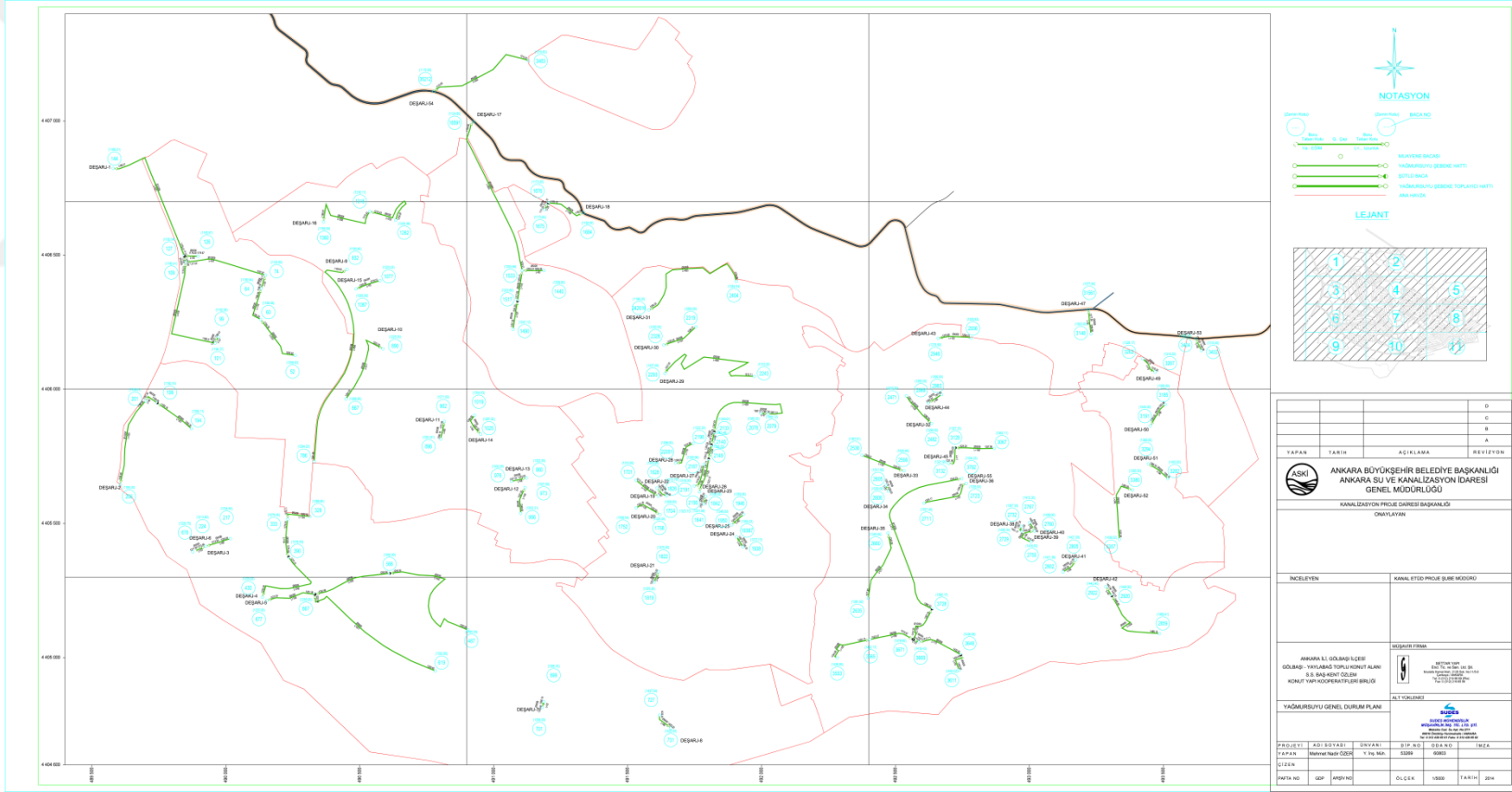
MADDE	PARAMETRE
Tasarım Metodu	Drenaj alanı büyüklüğüne göre şehre giriş noktasında toplama alanı 5km ² ye kadar olan havzalarda Rasyonel Metot, daha büyük alanlarda SCS (DSİ) ve/veya Mockus yöntemi kullanılabilir.
Tekerrür Süreleri	Şebekelerde 2 yıl 15 dakika, Ana arter ve kollektörlerde mevcut hatların bulunduğu alanlarda 2 yıl 15 dk yeni planlanan alanlarda idarenin görüşü alınmak kaydıyla 5 yıl 15 dakika. Ana derelerde 100 yıllık (500 yıllık tahkik) Dere yan kollarında 50 yıllık (100 yıllık tahkik) Tali kollarında 25 yıllık (50 yıllık tahkik) Drenaj ve tahliye kanallarında 10 yıllık (25 yıllık tahkik) Karayolları, demiryolları geçişlerinde kullanılan tekerrür yılı esas alınacak bir üst tekerrür yılına göre tahkik yapılacaktır. (Boyutlandırma için min tekerrür yılı 10 yıl alınacaktır.)

Çizelge 4.14 Geleneksel yağmursuyu toplama sistemleri tasarım kriterleri (Ardıçlıoğlu 2014) (devam)

Giriş Süresi	<p>Şebeke ve Kollektör Sistemleri için</p> <p>Dik meskun alanlarda $J > (1/50)$: Giriş süresi T_o :5 dk.</p> <p>Normal meskun alanlarda $(1/50 > J > 1/100)$:Giriş süresi T_o:10 dk</p> <p>Düz meskun alanlarda $J < 1/100$: Giriş süresi T_o: 15 dk.</p> <p>Giriş süresi; $T_o = 60 \times [0,87 \times L^3 / dH]$ 0,385 Kirpich bağıntısından hesaplanacaktır.</p> <p>$T_o < 5$ dk. $T_o = 5$ dk</p> <p>5 dk. $< T_o < 30$ dk. $T_o = T_o$</p> <p>$T_o > 30$ dk. $T_o = 30$ dk alınacaktır.</p> <p>Hesap süresi 15 dk. alınacaktır.</p> <p>Dere Islah Projeleri için Giriş Süresi;</p> <p>Havza içindeki su yatağı eğiminde belirgin değişiklikler olduğunda, toplama alanı ikincil havzalara bölünerek aşağıdaki metotlarla ayrı ayrı hesap yapılarak parçalar için geçen zamanların toplamı alınacaktır.</p> <p>$T_o = T_1 + T_2$</p> <p>T_1 = Belirli bir mecradaki (yataktaki) akış süresi</p> <p>$T_1 = 60 \times [0,87 \times L^3 / dH]$ 0,385 bağıntısından hesaplanacaktır.</p> <p>T_2 = Arazi üstü akış süresi (Ekte verilen nomogramdan belirlenecektir.)</p>
Minimum çap	400 mm
Minimum dolgu derinliği	Tüm borularda minimum dolgu derinliği 1.30 m alınacaktır Not: Yağmursuyu taban kotu ile kanalizasyon sırt kotu arasında minimum 30 cm olmalıdır.
Hidrolik Hesaplar	Colebrooke-White/Darcy Weisbach Formülleri ve/veya Manning Formülü kullanılacaktır
Boru Pürüzlülüğü	Boru cinsine göre değişken
Maks Doluluk Oranı	$Q/Q_d = \%85$
Hız Limitleri	Minimum hız = 0,60 m/saniye, Maksimum hız = 6.0 m/saniye
Şüt yüksekliği	0.50 m'lik şütler baca içinde yapılacaktır. Maksimum şüt yüksekliği 2,5 m'dir. Şütlü baca ara mesafesi minimum 8 m. olup, daha kısa mesafelerde boru cinsi değiştirilecektir.

Çizelge 4.14 Geleneksel yağmursuyu toplama sistemleri tasarım kriterleri (Ardıçlıoğlu 2014) (devam)

Eğim Limitleri	Min. Maks. İstisnai Ø 400 – Ø 600 1/Ø Ø 800 – Ø 1000 .. 1/Ø > Ø 1200 1/Ø Not: Maksimum eğim, maksimum hız ile kontrol edilecektir.																																							
Maksimum Muayene Bacası aralığı ve boyutu	Ø 400-Ø 600 50 m Ø 800-Ø 1000 50 m (Hali arazide 80 m) Ø 1000-Ø 1600 70 m (kutu kesite geçiş sınırı) Kutu Kesitler 100 m Kavşaklara, dönüş noktalarına, yol ağızlarına ve bağlantı noktalarına muayene bacası konulacaktır. Gerekli yerlere ızgara yerleştirilecektir. Izgara bağlantıları muayene bacalarına yapılacaktır.																																							
Akış Katsayıları	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Alan Tipi</th> <th>Düz**</th> <th>Dik *</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Konut Alanı</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nüfus Yoğunluğu</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0-99 kişi/ha</td> <td>0.50</td> <td>0.55</td> </tr> <tr> <td>100-199 kişi/ha</td> <td>0.55</td> <td>0.60</td> </tr> <tr> <td>200-299 kişi/ha</td> <td>0.60</td> <td>0.65</td> </tr> <tr> <td>300-399 kişi/ha</td> <td>0.65</td> <td>0.70</td> </tr> <tr> <td>400≤ kişi/ha</td> <td>0.70</td> <td>0.80</td> </tr> <tr> <td>Ticari ve İş Alanları</td> <td>0.70</td> <td>0.80</td> </tr> <tr> <td>Sanayi Alanları</td> <td>0.70</td> <td>0.80</td> </tr> <tr> <td>Kamu Alanları</td> <td>0.40</td> <td>0.45</td> </tr> <tr> <td>Yeşil Alanlar</td> <td>0.40</td> <td>0.50</td> </tr> <tr> <td>Açık Alanlar</td> <td>0.15</td> <td>0.30</td> </tr> </tbody> </table>	Alan Tipi	Düz**	Dik *	Konut Alanı			Nüfus Yoğunluğu			0-99 kişi/ha	0.50	0.55	100-199 kişi/ha	0.55	0.60	200-299 kişi/ha	0.60	0.65	300-399 kişi/ha	0.65	0.70	400≤ kişi/ha	0.70	0.80	Ticari ve İş Alanları	0.70	0.80	Sanayi Alanları	0.70	0.80	Kamu Alanları	0.40	0.45	Yeşil Alanlar	0.40	0.50	Açık Alanlar	0.15	0.30
Alan Tipi	Düz**	Dik *																																						
Konut Alanı																																								
Nüfus Yoğunluğu																																								
0-99 kişi/ha	0.50	0.55																																						
100-199 kişi/ha	0.55	0.60																																						
200-299 kişi/ha	0.60	0.65																																						
300-399 kişi/ha	0.65	0.70																																						
400≤ kişi/ha	0.70	0.80																																						
Ticari ve İş Alanları	0.70	0.80																																						
Sanayi Alanları	0.70	0.80																																						
Kamu Alanları	0.40	0.45																																						
Yeşil Alanlar	0.40	0.50																																						
Açık Alanlar	0.15	0.30																																						
Yüzeysel Akış Limitleri	80 litre/sn																																							
Izgara	Her kavşak noktasına yerleştirilmek şartıyla ızgaralar arası sokak boyu, yol eğimine bağlı olarak 50-80 m olacaktır.																																							
<p>NOT: Eğim kriterlerinin uygulanmadığı yerlerde boru malzemesi değiştirilebilir. Bu durumda aşağıdaki listede verilen malzemeler kullanılabilir. HDPE: Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru CTB (GRP): Cam Elyaf Takviyeli Boru</p>																																								



Şekil 4.33 Araştırma alanı yağmursuyu genel durum planı (Anonim 2013)

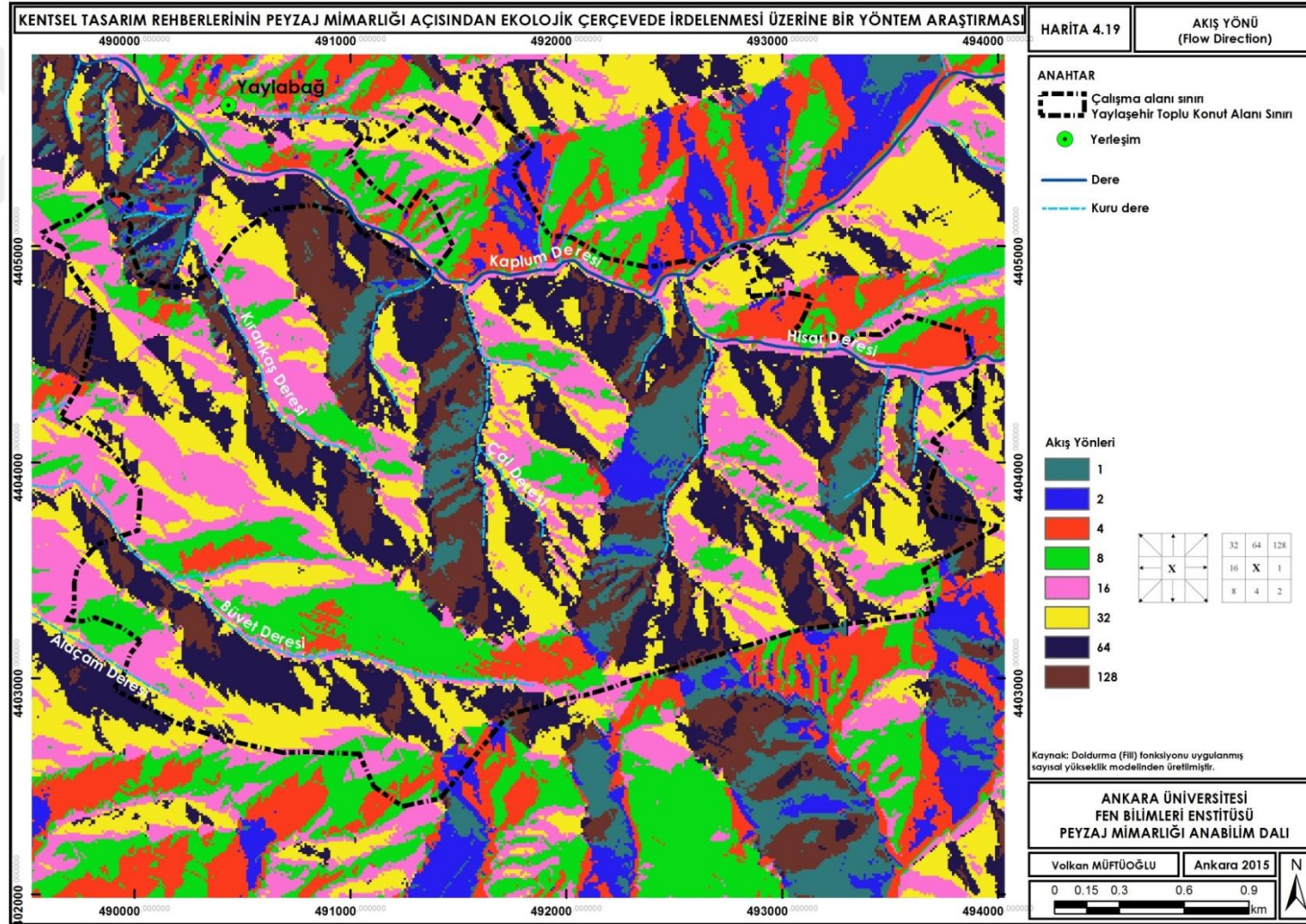
4.5 Araştırma Alanının Gelişim Öncesi ve Sonrası Yüzey Akış Potansiyellerinin Düşük Etkili Gelişim Yaklaşımı Kapsamında Belirlenmesi

Araştırmanın hedefleri doğrultusunda; ekolojik değerlendirme çerçevesinde belirlenen yağmursuyu yönetimi kapsamında, doğa dostu uygulamaları ön planda tutan “Düşük Etkili Gelişim (DEG)” yaklaşımı benimsenmiştir. Bu yaklaşım çerçevesinde; öncelikli olarak araştırma örnek alanı su toplama yönünden mikro havzalara ayrılmış, daha sonra tasarım yağışı belirlenmiş ve son olarak gelişim öncesi ile sonrasındaki durumun yüzey akış potansiyelleri TR-55 yöntemi ile ortaya konulmuştur.

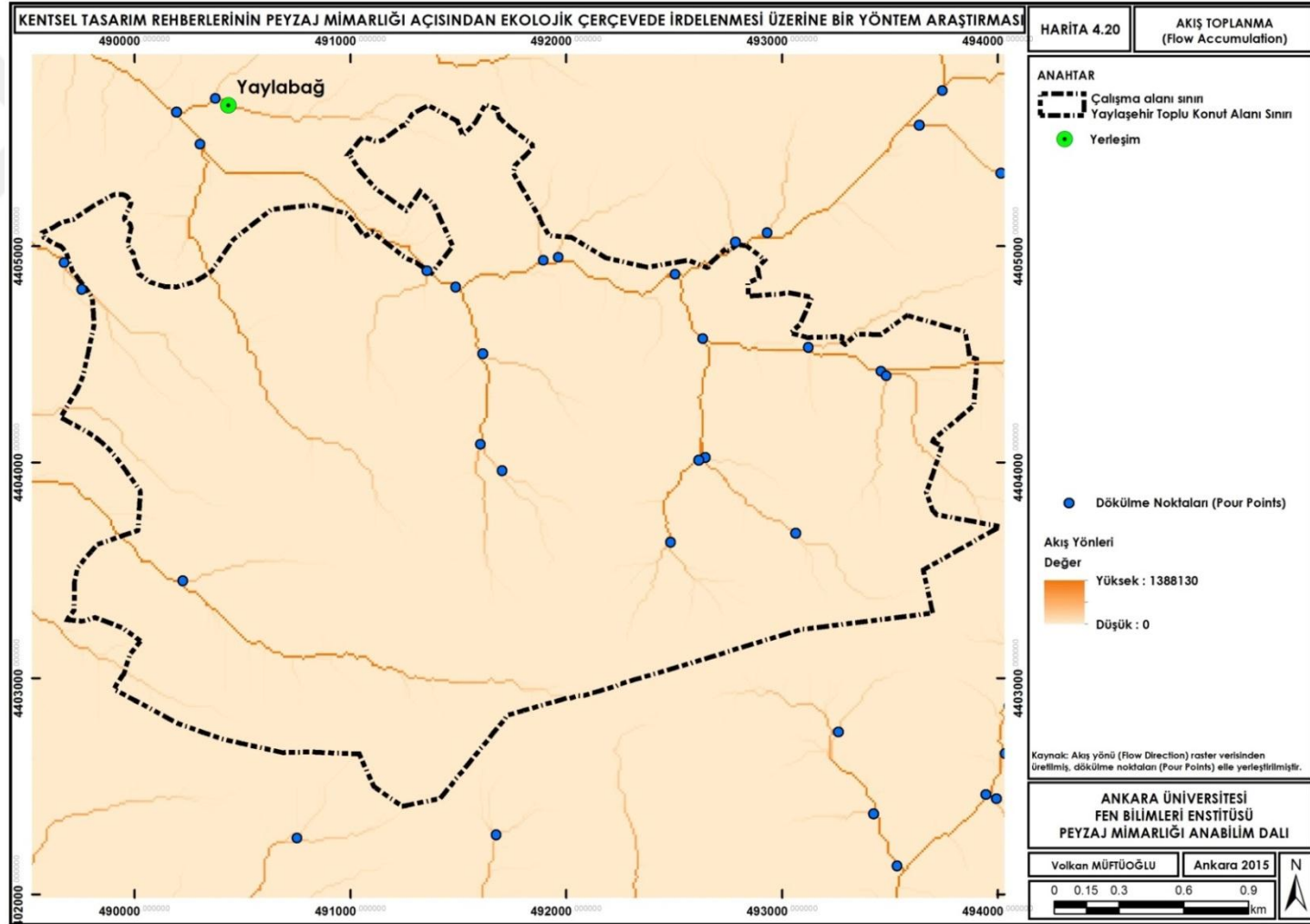
4.5.1 Araştırma alanı mikro havzalarının belirlenmesi

Araştırma alanının hidrolojik yönden yağış-yüzey akış potansiyelinin değerlendirilmesinde, su toplama alanlarına yani kısaca havzalara ayrılması gerekli bir durumdur. Belirlenen her havzanın büyüklüğü ve eğimi, yağışın toplanmasında ve akış yönlerinin belirlenmesinde etkilidir. Bu amaçla, araştırma örnek alanı olan Gölbaşı Yaylaabağ Yaylaşehir Toplu Konut Alanı, ArcMap 10.2.1 programı hidrolojik analizleri yardımıyla önce 2 ana havzaya (Kaplum Deresi havzası ve Büvet Deresi havzası) daha sonra ise alan sınırları içerisinde toplam 29 alt mikro havzaya ayrılmıştır.

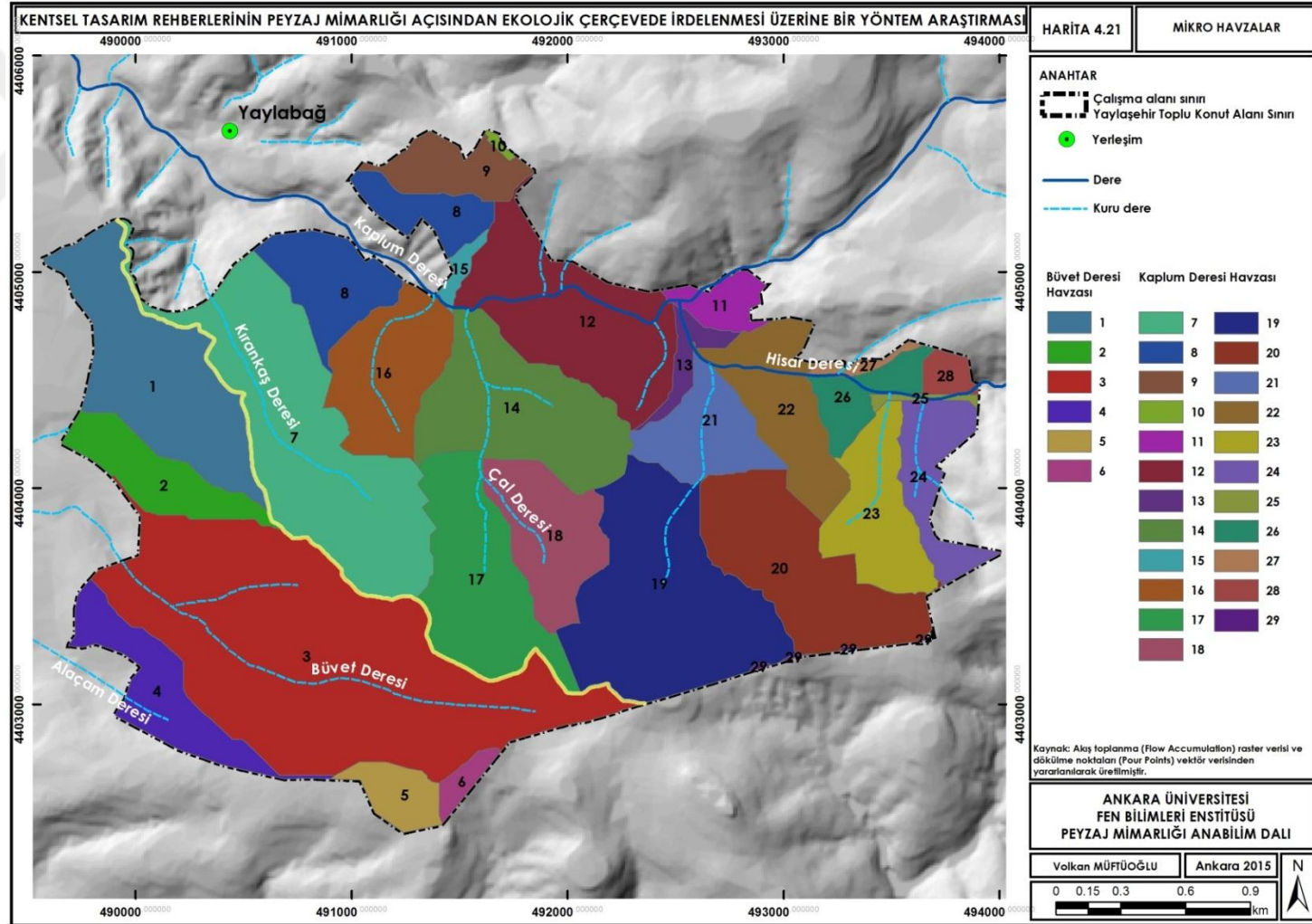
Havzaların elde edilmesi amacıyla öncelikli olarak, araştırma alanının ArcMap 10.2.1 programı yardımıyla elde edilen sayısal yükseklik haritası doldurma (fill) işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra elde edilen raster veriden şekil 4.34’te görülen akış yönü analizi gerçekleştirilmiştir. Akış yönü analizinden sonra şekil 4.35’te görülen akış toplanma analizi yapılmış ve dökülme noktaları işaretlenmiştir. Sırasıyla yapılan bu analizlerden sonra su toplama alanı analizinin uygulanması ile birlikte şekil 4.36’da görülen ve araştırma alanı idari sınırları içerisinde kalan toplam 29 mikro havza elde edilmiştir.



Şekil 4.34 Araştırma alanı akış yönü (flow direction) analizi (Orijinal 2015)



Şekil 4.35 Araştırma alanı akış toplanma (flow accumulation) analizi dökülme noktalarının (pour points) işaretlenmesi (Orijinal 2015)



Şekil 4.36 Araştırma alanı mikro su toplama alanları (microwatershed) (Orijinal 2015)

4.5.2 Araştırma alanı tasarım yağışının tespiti

Tasarım yağışı; yağmursuyu yönetimi kapsamındaki tasarımlar için bir temel olarak kullanılacak belirlenmiş miktar, şiddet, süre ve tekerrürde seçilmiş bir yağış hiyetografıdır (Marselek vd. 1984). Hiyetograf ise; yağış şiddetinin zamanla değişimini gösteren eğridir ve genellikle basamak şeklinde çizilmektedir (Yenigün ve Gümüş 2009).

Kentsel alanlarda yer alan taşkın kontrol yapıları, drenaj şebekeleri, ekolojik çözümler vb. yağmursuyu yönetim araçlarının tasarımı için yağışların gelecekteki değerlerinin tahmin edilmesi oldukça önem taşımaktadır. Diğer yandan kentsel alanlarda meydana gelebilecek aşırı (ekstrem) yağışların büyüklüğü ve sıklığı ile ilgili olarak elde edilecek bilgiler; mansaptaki (büyük su kaynağı ile birleşim yeri) yerleşim yerlerinin taşkın ve kuraklıktan korunması çalışmalarında, erozyon ve bitki örtüsü kaybı tahminlerinde ve iklim değişimi ile ilgili yapılan araştırmalarda kullanılabilir (Anlı ve Öztürk 2011). Kısacası, yağışın kontrol altına alınması için gerekli tasarımsal öğelerin hesaplanarak boyutlandırılmalarında, gelecek için tahmin edilen “tasarım yağışı” kullanılmaktadır.

Bu çerçevede, uzun yıllar boyunca ölçülmüş değerlerin kullanılmasıyla birlikte, yağışların büyüklük ve sıklık tahmininde çeşitli tekerrür (tekrarlanma) aralıkları da dikkate alınmaktadır. Örneğin; 2 yıl tekerrürlü tasarım yağışları, yüzey akış alıcı kanalların sedimantasyon ve erozyondan korunması için, 10 yıl tekerrürlü tasarım yağışları ise yeterli miktarda akış taşıma için seçilmektedir. Sel için potansiyel oluşturan durumlarda ise, 100 yıl tekerrürlü tasarım yağışları kullanılmaktadır (Marselek vd. 1984).

Güngör ve Erözel (1994)’e göre; kentsel alanlardaki açık drenaj kanallarının kapasitelerinin hesaplanmasında, yağışlardan sonra meydana gelebilecek en yüksek yüzey akış miktarları göz önüne alınmalı ve bu kapsamda, özellikle üçüncül (tersiyer) drenaj kanallarının 2,33 yıllık, ikincil (sekonder) drenaj kanallarının 5 yıllık ve ana

(birincil) drenaj kanallarının ise 10 yıllık frekanslı tekerrür süreli tasarım yağışları göz önünde tutularak kapasite hesapları yapılmalıdır. Diğer yandan; yerleşim alanları içerisinde geçen drenaj kanallarının ise, genellikle 10 yıllık frekanslı tekerrür süreli tasarım yağışlarına göre kapasite hesapları yapılmalıdır (Güngör ve Erözel 1994).

Öte yandan, araştırma alanında yağmursuyu yönetimi kapsamında uygulanan ve geleneksel yağmursuyu toplama sistemlerine (drenaj kanalları vb.) göre çok daha ekolojik çözümlere yer verilen düşük etkili gelişim yaklaşımı için tasarım yağışının tekerrür aralığının seçilmesinde, araştırma alanının gelişim öncesi hidrolojik koşullarının korunması hedefi göz önünde tutulmuştur. Düşük etkili gelişim yaklaşımı için tavsiye edilen tekerrür aralığı 25 ile 50 yıl aralığı arasındadır (Anonymous 2013d). Hidrolojik koşulların korunması hedefi ve tavsiye edilen tekerrür aralığı doğrultusunda; araştırma alanı için tasarım yağışı belirlenirken, uygun tekerrür (tekrarlanma) aralığı olarak 25 yıl seçilmiştir.

Bu bağlamda, Anlı ve Öztürk'ün (2011) "Ankara'da ölçülen yıllık maksimum yağışların bölgesel frekans analizi" isimli, Ankara'da yer alan meteoroloji istasyonlarının çeşitli tekrarlanma sürelerinde (2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl) muhtemel tasarım yağışlarının tahmin edildiği çalışmasından yararlanılmıştır. Söz konusu çalışmada, frekans analizi yapılması amacıyla, materyal olarak kullanılan yağış gözlem istasyonlarından elde edilen, 7-79 yıl süreli günlük yağış miktarlarından muhtemel tekerrür aralığında tasarım yağışları ortaya koyulmuştur (Anlı ve Öztürk 2011).

Araştırma alanının 25 yıl tekerrür aralığına göre muhtemel tasarım yağışının hesaplanmasında, Anlı ve Öztürk'ün (2011) çalışmasında yer alan yağış istasyonlarından araştırma alanına yakınlığı nedeniyle 5 istasyondan faydalanılmıştır (Çizelge 4.15).

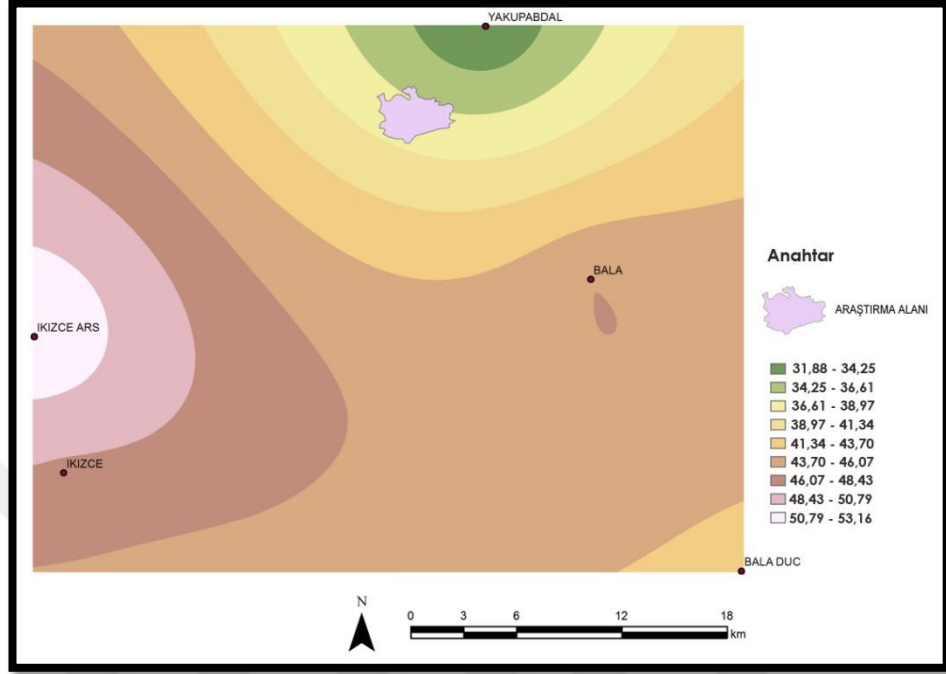
Çizelge 4.15 Araştırma alanı yakın çevresinde bulunan istasyonlar ve yağış tekrarlanma süreleri (Anlı ve Öztürk 2011)

No	İstasyon Adı	Enlem (°)	Boylam (°)	Yükseklik (m)	Ortalama (mm)	Tekrarlanma Süresi/Aşılmama olasılığı					
						2	5	10	25	50	100
1	Bala	39,70	33,02	1300	29,32	0,946	1,183	1,350	1,572	1,746	1,926
2	Bala Devlet Üretim Çiftliği	39,55	33,12	1000	26,80	0,951	1,202	1,370	1,585	1,746	1,907
3	İkizce	39,60	32,67	925	29,37	0,940	1,203	1,388	1,635	1,828	2,028
4	İkizce Ziraat Araştırma	39,67	32,65	1055	29,22	0,923	1,264	1,540	1,823	2,073	2,333
5	Yakupabdal	39,83	32,95	1550	24,52	0,982	1,122	1,208	1,308	1,378	1,443

Yukarıdaki çizelgede yer alan beş istasyonun uzun yıllar günlük yağış ortalamalarına göre elde edilen değerler, 25 yıl tekerrür aralığı değerleri ile çarpılarak her bir istasyon için muhtemel tasarım yağışı hesaplanmıştır. Noktasal (istasyon bazında) ölçekte yapılan tasarım yağışı hesaplamalarından, araştırma alanı ölçeğinde yapılacak tasarım yağışı hesaplamaları için Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla enterpolasyon yöntemlerinden kriging yöntemi uygulanmıştır.

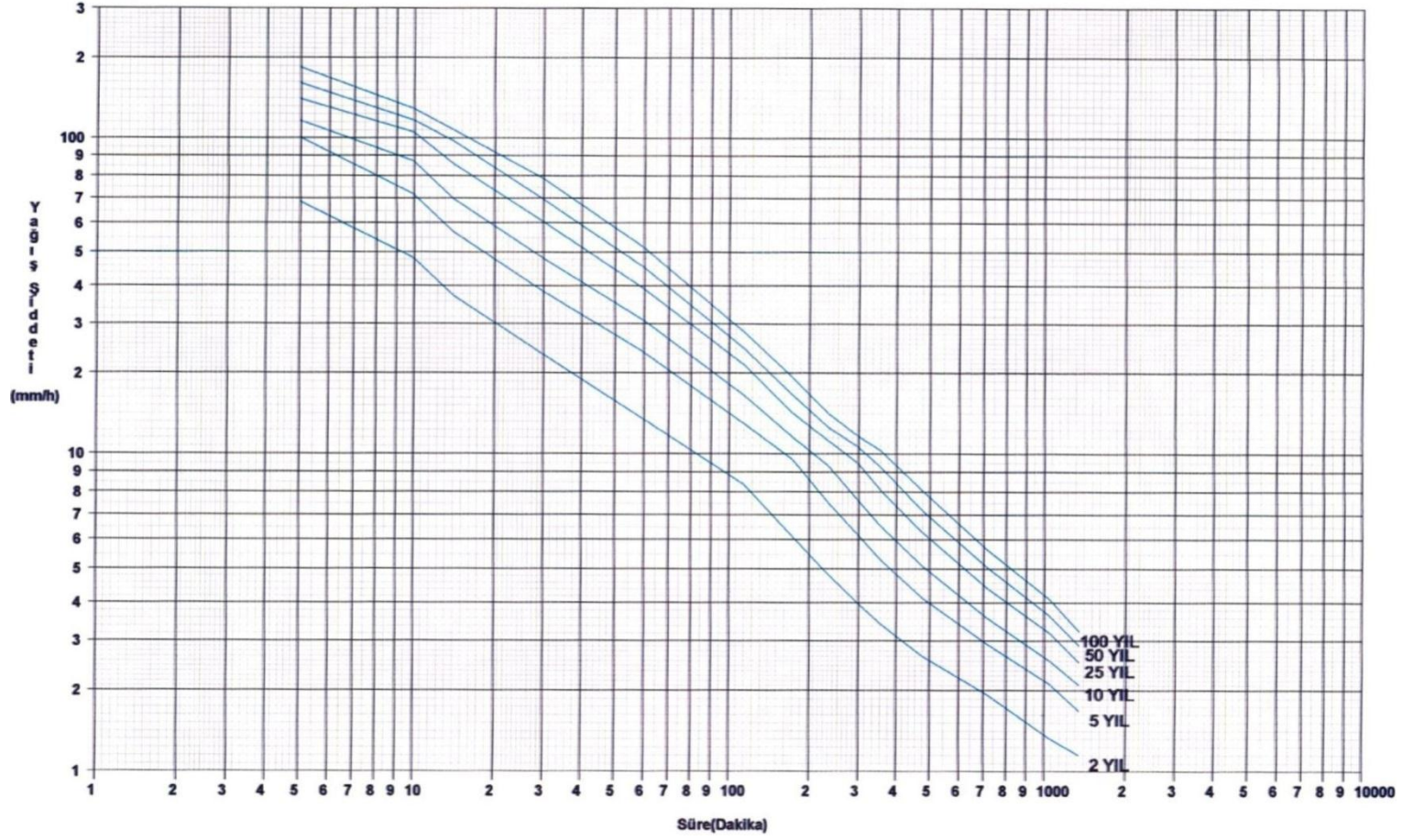
Kriging yönteminin uygulanmasıyla birlikte, araştırma alanı için eş yağış eğrileri haritası (izohiyet) elde edilmiştir (Şekil 4.37). Enterpolasyon yöntemlerinden kriging yönteminin daha hassas olarak uygulanabilmesi için daha fazla sayıda iklim istasyona ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak araştırma kapsamında beş istasyon değerlerine ulaşılabilmektedir. Sonuç olarak, ortalama alansal değer bulunması amacıyla, eş yağış eğrileri ve alansal büyüklük arasında bağlantı kurularak (bk. 4.1.2 İklim), araştırma alanı için 25 yıllık tekerrür aralığında **37,46** mm muhtemel tasarım yağışı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, araştırma alanında daha güvenilir yağış verisinin elde edilmesi ve sonucunda muhtemel tasarım yağışlarının doğruluğunun artırılabilmesi

amacıyla, ihtiyaç duyulan bölgelere yağış gözlem istasyonu kurulması da oldukça önemli bir konudur (Anlı 2009).



Şekil 4.37 Araştırma alanı yakın çevresinde bulunan beş istasyon ve tasarım yağışının hesaplanması

Diğer yandan, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün her meteoroloji istasyonu için hazırladığı yağış-şiddet-süre-tekerrür eğrileri analizi yapılarak 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık tekerrür aralıklarında olması muhtemel yağış miktarı da hesaplanmaktadır. Genellikle bu tür hesaplamalarda süre (dakika); havza içerisindeki konsantrasyon (toplanma) zamanı olarak kabul edilirken, bu zamana karşılık gelen yağış şiddeti de, muhtemel tasarım yağış miktarı olarak kabul edilmektedir (Şekil 4.38) Ancak sadece istasyon (noktasal) düzeyinde hazırlanan yağış-şiddet-süre-tekerrür eğrileri, hassas hesaplamaların yapılması için çoğu zaman yetersiz kalmaktadır. Hassas hesaplamaların yapılabilmesi için istasyon adedinin artırılması oldukça önem taşımaktadır (Anlı 2009).



Şekil 4.38 Ankara meteoroloji istasyonu yağış-şiddet-süre-tekerrür eğrileri (Bozkurt vd. 2013)

4.5.3 Araştırma alanı yüzey akış miktarının tahmin edilmesi

Araştırma örnek alanının mikro havzalara bölünmesinin ve tasarım yağışının belirlenmesinin ardından, gelişim öncesi ve sonrası durumdaki yüzey akış miktarlarının tahmini için TR-55 yöntemi (bk. 3.2 Yöntem) kullanılmıştır. Bu yöntem kapsamında, her bir mikro havzanın hem mevcut (gelişim öncesi) durumu ve hem de gelişim sonrasındaki durumu için arazi örtüsü (uydu görüntüleriyle güncellenerek), hidrolojik toprak grupları ve uygulama imar planı kararları göz önünde tutularak, eğri numaraları atanmış (Çizelge 4.16) ve ortalama eğri numaraları hesaplanmıştır. Ayrıca araştırma alanının yüksek eğim faktörünün de etkisi düşünülerek, hem gelişim öncesi için hem de gelişim sonrasındaki durum için ağırlıklı eğimler hesaplanmış ve eğime uyarlanmış eğri numaralarının ortalaması da ortaya konulmuştur (bk. 3.2 Yöntem). Ağırlıklı eğim hesaplanırken, aşağıda yer alan formül kullanılmıştır (Ebrahimian vd. 2012).

$$\text{Ağırlıklı Eğim (\%)} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i x_i s_i}{A} \quad (4.3)$$

Yukarıdaki formülde; a_i =Eğimin alanı (ha), s_i =Eğim (%) ve A =Poligon alanını (ha) (toplam alanı) ifade etmektedir (Ebrahimian vd. 2012). Araştırma alanının gelişim öncesindeki durumunun eğri numaraları dağılımı şekil 4.39'da gösterilirken, gelişim sonrasındaki eğri numaralarının dağılımı ise şekil 4.40'ta verilmektedir. Eğri numaralarının ve eğime uyarlanmış eğri numaralarının ortaya konulmasından sonra su tutma potansiyelleri (S) hesaplanarak formüldeki (bk. 3.2 Yöntem) yerine yazılmış ve yüzey akış miktarı (Q) mm cinsinden ortaya konulmuştur. Daha sonra mikro havza alanı ile çarpılan yüzey akış miktarı değerleri, m³ cinsinden hesaplanmıştır. Sonuç olarak, her bir mikro havza için gelişim öncesi ve gelişim sonrasındaki Q değerleri arasındaki fark; çözülmesi veya tutulması gereken minimum yüzey akış miktarını ortaya koymaktadır. 29 mikro havzanın mevcut durumda (gelişim öncesinde) ve gelişim sonrasında tahmin edilen yüzey akış miktarları; Büvet Deresi havzası olarak çizelge 4.17'de ve Kaplum Deresi havzası olarak çizelge 4.18'de verilmektedir.

Çizelge 4.16 Farklı koşullar için yüzey akış eğri numaraları (Anonymous 1986b)
a. Kentsel alanlar için yüzey akış eğri numaraları

KENTSEL ALANLAR İÇİN YÜZEY AKIŞ EĞRİ NUMARALARI ¹							
Arazi Örtüsü Tanımı		Hidrolojik Toprak Grupları için Eğri Numaraları				Açıklamalar ¹	
Arazi Örtüsü Tipi ve Hidrolojik Koşulları	Ortalama Geçirimsiz Alan Yüzdesi	A	B	C	D		
Tam Gelişmiş Kentsel Alanlar (Bitki Örtüsü Yerleşmiş)							
Açık Alan (Çim alanlar, parklar, golf sahaları, mezarlıklar, vb.):							
▪ Kötü durum (çim örtü < %50)		68	79	86	89	Sosyo kültürel tesis alanı	
▪ Uygun durum (çim örtü %50 ile %75 arası)		49	69	79	84	Refüj, idari alan, teknik altyapı alanı	
▪ İyi durum (çim örtü > %75)		39	61	74	80	Park ve rekreasyon alanları	
Geçirimsiz Alanlar:							
Kaplamalı otopark alanları, çatılar, özel araç yolları, vb. (yol geçen arazi parçası hariç)		98	98	98	98	Belediye hizmet alanı, meydanlar, spor alanları	
Sokaklar ve Yollar:							
▪ Döşemeli; bordürlü ve yağmursuyu kanallı (yol geçen arazi parçası hariç)		98	98	98	98	Asfalt yollar	
▪ Döşemeli; açık hendekli (yol geçen arazi parçası dahil)		83	89	92	93		
▪ Çakıl (yol geçen arazi parçası dahil)		76	85	89	91	Kayalık, taşlık alanlar, beton alanlar, çıplak kayalıklar	
▪ Toprak (yol geçen arazi parçası dahil)		72	82	87	89		
Çöl İklimi Etkisi Altındaki Kentsel Alanlar:							
▪ Doğal çöl peyzajı (sadece geçirimli alanlar)		63	77	85	88		
▪ Yapay çöl peyzajı (Geçirimsiz ot bariyerler vb.)		96	96	96	96		
Kentsel Bölgeler:							
▪ Ticaret ve iş alanları		85	89	92	94	95	Akaryakıt ve ticaret alanları
▪ Endüstriyel alanlar		72	81	88	91	93	Maden çıkarım sahaları
Konut Bölgeleri Ortalama Arsa Büyüklüklerine Göre:							
▪ 506 m ² veya daha düşük		65	77	85	90	92	Az ve çok katlı konutlar, dini yapılar, ilköğretim, ortaöğretim ve özel öğretim alanları, sağlık alanları (kamu ve özel) ve karakol
▪ 1012 m ²		38	61	75	83	87	

Çizelge 4.16 Farklı koşullar için yüzey akış eğri numaraları (Anonymous 1986b)
a. Kentsel alanlar için yüzey akış eğri numaraları (devam)

▪ 1349 m ²	30	57	72	81	86	
▪ 2024 m ²	25	54	70	80	85	
▪ 4047 m ²	20	51	68	79	84	
▪ 8094 m ²	12	46	65	77	82	Sürekliliği olmayan (kesikli) kırsal yerleşim alanları, eğitim kampüsü
Gelişmekte Olan Kentsel Alanlar						
Yakın Zamanda Arazi Düzenlemesi Yapılmış Alanlar (Sadece bitki örtüsü olmayan geçirgen alanlar)		77	86	91	94	
Boş araziler (Eğri numaraları Çizelge 4.16(c)'deki benzer arazi örtüleri kullanılarak belirlenmiştir.)						
¹ Ortalama yüzey akış durumu ve I _a =0.2S.						

Çizelge 4.16 Farklı koşullar için yüzey akış eğri numaraları (Anonymous 1986b)
b. Ekili tarım arazileri için yüzey akış eğri numaraları (devam)

EKİLİ TARIM ARAZİLERİ İÇİN YÜZEY AKIŞ EĞRİ NUMARALARI¹							
Arazi Örtüsü Tanımı			Hidrolojik Toprak Grupları için Eğri Numaraları				
Örtü tipi	Ekim Şekli ²	Hidrolojik durum ³	A	B	C	D	Açıklamalar ¹
Nadasa Bırakılmış Alan	Çıplak toprak	-	77	86	91	94	
	Anız örtüsü	Kötü	76	85	90	93	
		İyi	74	83	88	90	
Sıra Bitkileri	Düz sıra	Kötü	72	81	88	91	
		İyi	67	78	85	89	
	Düz sıra + Anız örtüsü	Kötü	71	80	87	90	
		İyi	64	75	82	85	
	Kontur	Kötü	70	79	84	88	
		İyi	65	75	82	86	
	Kontur + Anız örtüsü	Kötü	69	78	83	87	
		İyi	64	74	81	85	

Çizelge 4.16 Farklı koşullar için yüzey akış eğri numaraları (Anonymous 1986b)
b. Ekili tarım arazileri için yüzey akış eğri numaraları (devam)

	Kontur ve teras	Kötü	66	74	80	82	
		İyi	62	71	78	81	
	Kontur ve teras + Anız örtüsü	Kötü	65	73	79	81	
		İyi	61	70	77	80	
Küçük Taneli Bitkiler	Düz sıra	Kötü	65	76	84	88	
		İyi	63	75	83	87	
	Düz sıra + Anız örtüsü	Kötü	64	75	83	86	
		İyi	60	72	80	84	
	Kontur	Kötü	63	74	82	85	
		İyi	61	73	81	84	
	Kontur + Anız örtüsü	Kötü	62	73	81	84	
		İyi	60	72	80	83	
	Kontur ve teras	Kötü	61	72	79	82	
		İyi	59	70	78	81	
	Kontur ve teras + Anız örtüsü	Kötü	60	71	78	81	
		İyi	58	69	77	80	
Kapalı tohumlu bakliye veya çayır	Düz sıra	Kötü	66	77	85	89	
		İyi	58	72	81	85	Sulanmayan ekilebilir alanlar
	Kontur	Kötü	64	75	83	85	
		İyi	55	69	78	83	
	Kontur ve teras	Kötü	63	73	80	83	
		İyi	51	67	76	80	
¹ Ortalama yüzey akış durumu ve $I_a=0.2S$.							
² Anız örtüsü, yıl boyunca yüzeyin en azından %5'nin ürün artışı olması koşuluyla uygulanır.							
³ Hidrolojik durum, (a) bitkisel alanların yoğunluğu ve kapladığı alan, (b) yıl boyunca örtü miktarı, (c) çim alan veya kapalı tohumlu bakliyenin miktarı, (d) arazi yüzeyinde kalan anız miktarının yüzdesi ($i \geq \%20$) ve (e) yüzey pürüzlülüğünün derecesi de dahil olmak üzere yüzey akış ve infiltrasyonu etkileyen faktörlerin kombinasyonlarına dayanmaktadır.							
Kötü: Faktörler infiltrasyonu azaltmakta ve yüzey akışı artırma eğilimindedir.							
İyi: Faktörler ortalama ve ortalamadan daha iyi infiltrasyonu teşvik ederken, yüzey akış azalma eğilimindedir.							

Çizelge 4.16 Farklı koşullar için yüzey akış eğri numaraları (Anonymous 1986b)
c. Diğer tarım arazileri için yüzey akış eğri numaraları

DİĞER TARIM ARAZİLERİ İÇİN YÜZEY AKIŞ EĞRİ NUMARALARI¹						
Arazi Örtüsü Tanımı		Hidrolojik Toprak Grupları için Eğri Numaraları				
Örtü tipi	Hidrolojik durum	A	B	C	D	Açıklamalar ¹
Mera, otlak- sürekli hayvan otlağı ²	Kötü	68	79	86	89	
	Uygun	49	69	79	84	
	İyi	39	61	74	80	Doğal çayırliklar
Çayır- sürekli çim alan, hayvan otlatmadan korunmuş, genellikle saman için biçilen alan		30	58	71	78	Sit alanı
Çalılık (Fundalık)- Çalılıkların çoğunlukta olduğu çalı-ot-çim alan karışımı ³	Kötü	48	67	77	83	Çalılık alanlar
	Uygun	35	56	70	77	
	İyi	30 ⁴	48	65	73	
Koru- Çayır kombinasyonu (Meyve bahçesi veya ağaç topluluğu) ⁵	Kötü	57	73	82	86	Ağaçlandırılacak alanlar
	Uygun	43	65	76	82	Bitki değişim alanları
	İyi	32	58	72	79	
Orman ⁶	Kötü	45	66	77	83	
	Uygun	36	60	73	79	
	İyi	30 ⁴	55	70	77	
Çiftlik-Yapılar, dar yollar, özel araba yolları ve çevredeki arsalar		59	74	82	86	
¹ Ortalama yüzey akış durumu ve $I_a=0.2S$.						
² Kötü:<%50 yer örtücü veya malçlanmamış yoğun otlatılmış alan Uygun: %50 ile %75 arası yer örtücü ve yoğun otlatılmamış alan İyi:>%75 yer örtücü ve seyrek ya da zaman zaman otlatılmış alan						

Çizelge 4.16 Farklı koşullar için yüzey akış eğri numaraları (Anonymous 1986b)
c. Diğer tarım arazileri için yüzey akış eğri numaraları (devam)

³ Kötü: <%50 yer örtücü Uygun: %50 ile %75 arası yer örtücü İyi: >%75 yer örtücü
⁴ Gerçek eğri numarası 30'un altındadır. Akış hesaplamaları için 30 eğri numarası değerini kullanınız.
⁵ Eğri numarası, %50 koruluk ve %50 çayır örtüden (otlak) oluşan alanlar için hesaplanmıştır. Koşulların diğer kombinasyonları, koru ve otlaklar için ortaya koyulan eğri numaralarından hesaplanabilir.
⁶ Kötü: Orman döküntüsü, küçük ağaçlar ve yoğun otlatma veya düzenli yanma nedeniyle zarar görmüş çalılar yer almaktadır. Uygun: Orman otlatılmış ancak yangına karşı korunmuştur ve orman döküntüsü toprağı biraz kaplamaktadır. İyi: Orman otlatılmadan korunmuş ve toprak kaplanmıştır ve toprak yeterli miktarda döküntü ve çalı ile kaplıdır.

236

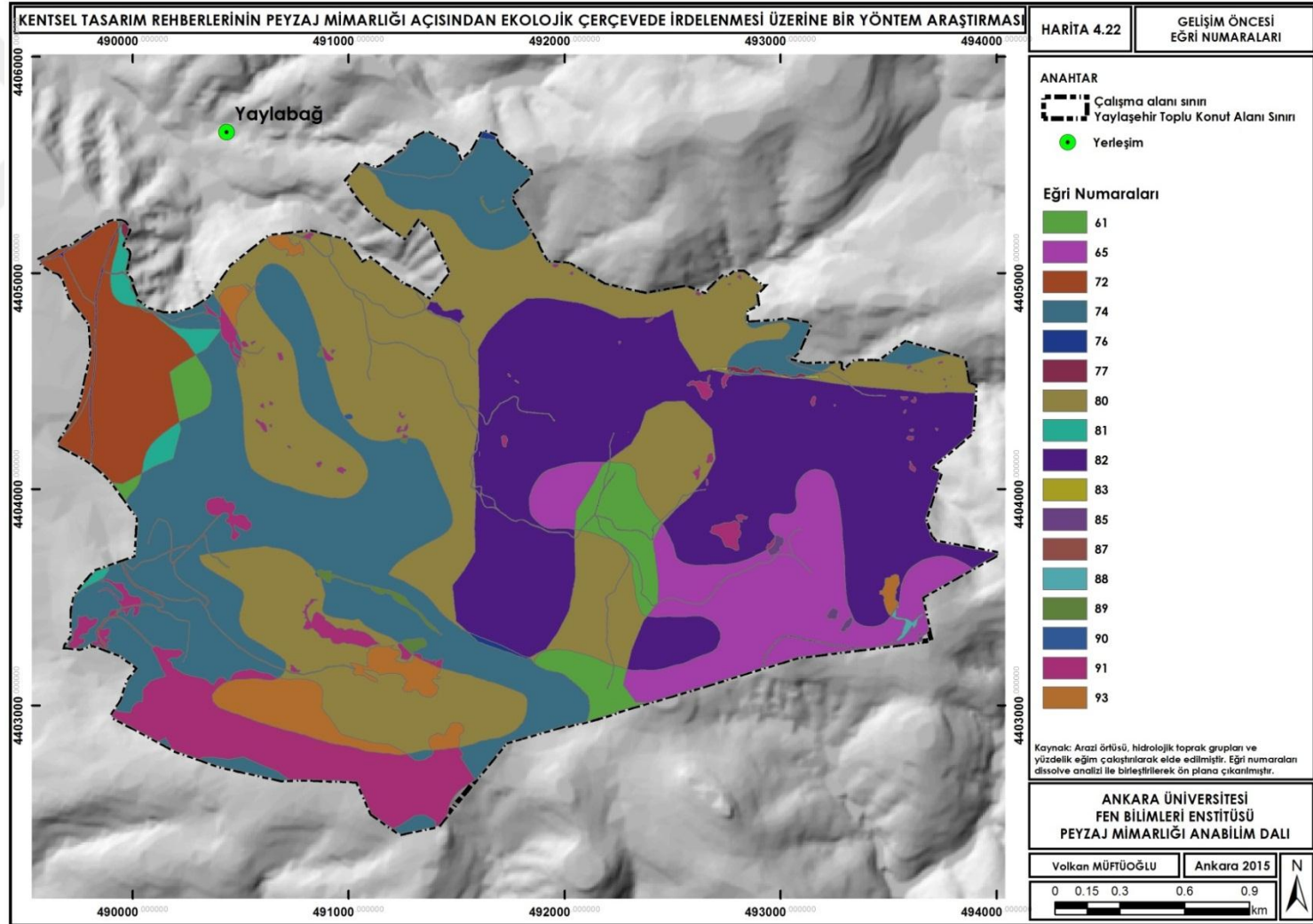
Çizelge 4.16 Farklı koşullar için yüzey akış eğri numaraları (Anonymous 1986b)
d. Kurak ve yarı kurak otlak alanları için yüzey akış eğri numaraları

KURAK VE YARI KURAK OTLAK ALANLARI İÇİN YÜZEY AKIŞ EĞRİ NUMARALARI ¹					
Arazi Örtüsü Tanımı		Hidrolojik Toprak Grupları için Eğri Numaraları			
Örtü tipi	Hidrolojik durum ²	A ³	B	C	D
Otsu- çim karışımı, yabancı otlar ve çok az bulunan az gelişen çalılar	Kötü		80	87	93
	Uygun		71	81	89
	İyi		62	74	85
Meşe-kavak- meşeyle karışık dağ çalıları, kavak, dağ maun ağacı, kara çalı, akçaağaç ve diğer çalılar	Kötü		66	74	79
	Uygun		48	57	63
	İyi		30	41	48
Bodur çam-gökmar-bodur çam, gökmar veya her ikisi birden, alt bitki örtüsü çim	Kötü		75	85	89
	Uygun		58	73	80
	İyi		41	61	71

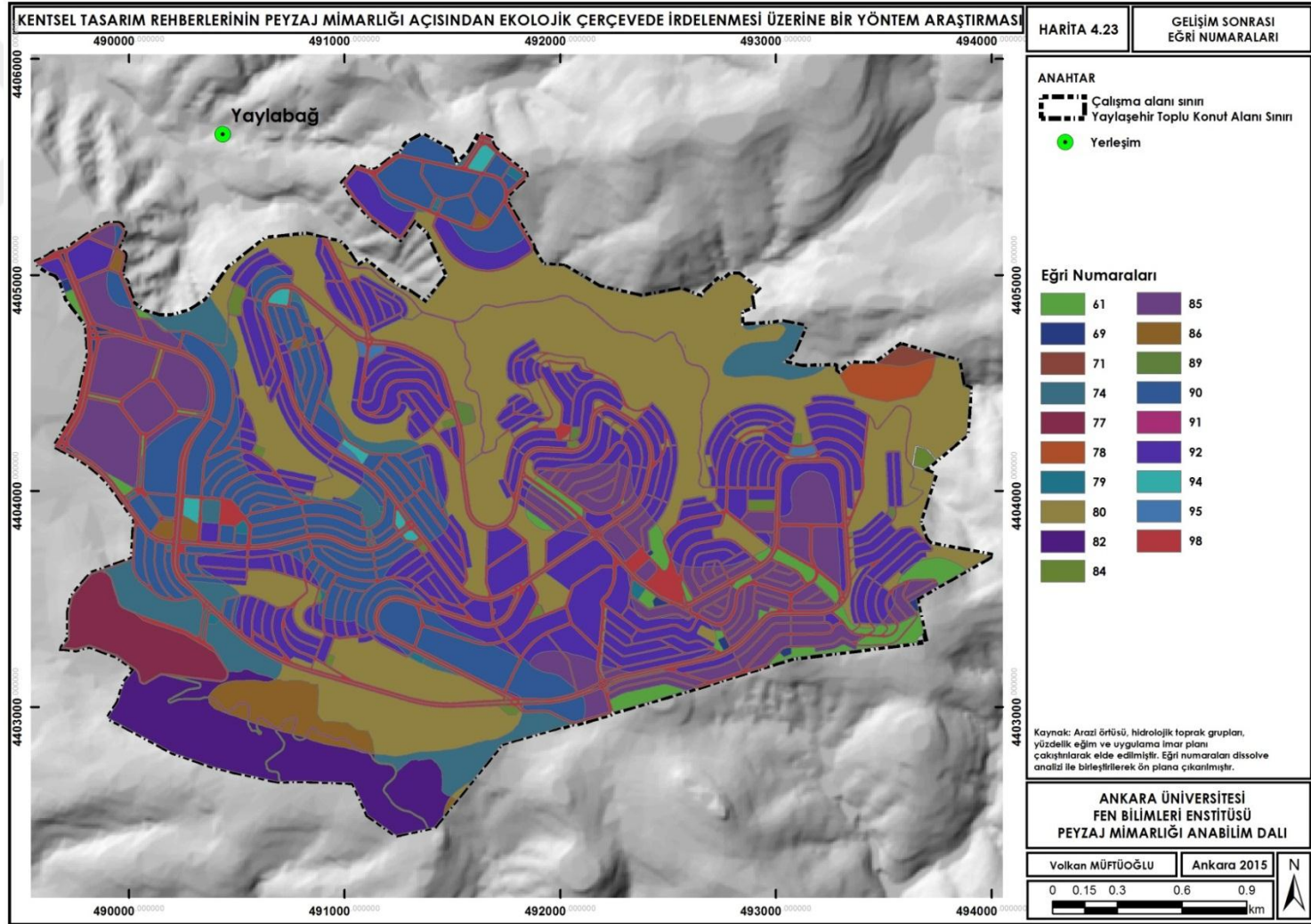
Çizelge 4.16 Farklı koşullar için yüzey akış eğri numaraları (Anonymous 1986b)
d. Kurak ve yarı kurak otlak alanları için yüzey akış eğri numaraları (devam)

Alt bitki örtüsü çim olan Adaçayı	Kötü		67	80	85
	Uygun		51	63	70
	İyi		35	47	55
Çöl çalıları-temel bitkileri <i>Atriplex ssp.</i> , <i>Sarcobatus ssp.</i> , <i>Larrea ssp.</i> , <i>Ambrosia</i> <i>ssp.</i> , <i>Cercidium floridum</i> (Palo Verde), <i>Prosopis ssp.</i> , kara çalı ve kaktüs	Kötü	63	77	85	88
	Uygun	55	72	81	86
	İyi	49	68	79	84
¹ Ortalama yüzey akış durumu ve $I_a=0.2S$. Nemli bölgeler aralığı için Çizelge 4.16(c) kullanılmalıdır.					
² Kötü: <%30 yer örtücü (döküntü, çim ve çalı alt bitki örtüsü) Uygun: %30 ile %70 arası yer örtücü İyi: >%70 yer örtücü					
³ Sadece çöl çalıları için, “A grubu topraklar yüzey akış eğri numaraları” hesaplanmıştır.					

¹: Açıklamalar sütununda, tez alanı mevcut ve gelişim sonrası durumda yüzey akış eğri numaralarının farklı alanlar için nasıl atandığı belirtilmiştir.



Şekil 4.39 Araştırma alanı mevcut durum (gelişim öncesi) eğri numaraları (Orijinal 2015)



Şekil 4.40 Araştırma alanı gelişim sonrası eğri numaraları (Orijinal 2015)

Çizelge 4.17 Bütet Deresi havzası gelişim öncesi ve sonrası yüzey akış miktarı hesaplama tablosu

Mikro Havza No	Gelişim Öncesi / Gelişim Sonrası	Eğri Numarası	Ağırlıklı Eğim (%)	Alan (ha)	Eğri Numarası Sabiti (K)	Eğime Uyarlanmış Eğri Numarası	EN _{ort}	EUEN _{ort}	S(Su tutma potansiyeli)	Q (Yüzey Akış Miktarı)(mm)	Toplam Alan (ha)	Toplam Q (m ³)
1	Mevcut Durum	61	5,3	4,06	1.00014	61,01	72,54	72,59	95,910	2,926	52	1.521,369
		72	4,07	30,387	-	72,00						
		74	10,75	12,842	1.002604	74,19						
		77	1,04	0,009	-	77,00						
		80	12,53	0,01	1.003408	80,27						
		81	7,04	4,237	1.000927	81,08						
		82	3,5	0,846	-	82,00						
		87	2,38	0,03	-	87,00						
	Gelişim Sonrası	61	1,97	0,889	-	61,00	88,63	88,63	32,585	15,072	52	7.837,302
		69	3,17	0,801	-	69,00						
		74	2,23	0,128	-	74,00						
		79	23,64	0,131	1.008428	79,67						
		85	2,09	22,975	-	85,00						
		86	3,07	0,246	-	86,00						
		90	4,07	13,372	-	90,00						
		92	1,76	3,316	-	92,00						
		94	1	0,019	-	94,00						
98	2,87	10,448	-	98,00								

Çizelge 4.17 Büvet Deresi havzası gelişim öncesi ve sonrası yüzey akış miktarı hesaplama tablosu (devam)

Mikro Havza No	Gelişim Öncesi / Gelişim Sonrası	Eğri Numarası	Ağırlıklı Eğim (%)	Alan (ha)	Eğri Numarası Sabiti (K)	Eğime Uyarlanmış Eğri Numarası	EN _{ort}	EUEN _{ort}	S(Su tutma potansiyeli)	Q (Yüzey Akış Miktarı)(mm)	Toplam Alan (ha)	Toplam Q (m ³)
2	Mevcut Durum	61	4,55	0,53	-	61,00	74,07	74,16	88,503	3,606	20	721,279
		72	3,53	7,995	-	72,00						
		74	9,72	9,525	1.002138	74,16						
		81	9,32	0,522	1.001958	81,16						
		82	3,66	0,165	-	82,00						
		87	9,26	0,018	1.001931	87,17						
		91	9,7	1,121	1.002129	91,19						
	Gelişim Sonrası	61	2,47	0,429	-	61,00	88,68	88,68	32,423	15,134	20	3.026,805
		69	1,92	0,176	-	69,00						
		74	3,78	1,106	-	74,00						
		79	9,74	0,148	1.002147	79,17						
		85	2,09	6,575	-	85,00						
		90	4,1	5,71	-	90,00						
		94	3,24	0,72	-	94,00						
98	3,39	4,926	-	98,00								

Çizelge 4.17 Bütet Deresi havzası gelişim öncesi ve sonrası yüzey akış miktarı hesaplama tablosu (devam)

Mikro Havza No	Gelişim Öncesi / Gelişim Sonrası	Eğri Numarası	Ağırlıklı Eğim (%)	Alan (ha)	Eğri Numarası Sabiti (K)	Eğime Uyarlanmış Eğri Numarası	EN _{ort}	EUEN _{ort}	S(Su tutma potansiyeli)	Q (Yüzey Akış Miktarı)(mm)	Toplam Alan (ha)	Toplam Q (m ³)
3	Mevcut Durum	61	7,02	2,177	1.000918	61,06	80,88	81,15	59,001	7,777	151	11.743,709
		65	1	0,0009	-	65,00						
		72	4	0,047	-	72,00						
		74	9,8	55,133	1.002175	74,16						
		76	13,01	0,012	1.003625	76,28						
		80	15,42	49,73	1.004714	80,38						
		81	8,79	0,379	1.001718	81,14						
		82	18,09	0,103	1.005921	82,49						
		87	10,43	1,516	1.002459	87,21						
		89	9,7	1,428	1.002129	89,19						
		90	11,93	0,02	1.003137	90,28						
		91	9,4	22,37	1.001994	91,18						
		93	16,64	18,04	1.005266	93,49						
	Gelişim Sonrası	61	5,14	0,226	1.000068	61,00	84,86	84,89	45,211	10,968	16.562,005	
		69	8,03	0,037	1.001375	69,09						
		74	5,12	18,045	1.000059	74,00						
		77	4,17	7,892	-	77,00						
		79	8,7	1,582	1.001677	79,13						
		80	7,03	35,961	1.000922	80,07						
82	3,69	15,328	-	82,00								

Çizelge 4.17 Bütet Deresi havzası gelişim öncesi ve sonrası yüzey akış miktarı hesaplama tablosu (devam)

Mikro Havza No	Gelişim Öncesi / Gelişim Sonrası	Eğri Numarası	Ağırlıklı Eğim (%)	Alan (ha)	Eğri Numarası Sabiti (K)	Eğime Uyarlanmış Eğri Numarası	EN _{ort}	EUEN _{ort}	S(Su tutma potansiyeli)	Q (Yüzey Akış Miktarı)(mm)	Toplam Alan (ha)	Toplam Q (m ³)
		84	8,06	0,948	1.001388	84,12						
		85	2,76	1,305	-	85,00						
		86	7,05	13,4	1.000931	86,08						
		89	4,54	0,75	-	89,00						
		90	3,83	20,578	-	90,00						
		91	8,57	0,692	1.001619	91,15						
		92	5,21	14,064	1.0001	92,01						
		94	2	0,006	-	94,00						
4	Mevcut Durum	74	9,42	10,157	1.002003	74,15	83,79	83,99	48,417	10,126	24	2.430,253
		81	7,2	0,133	1.000999	81,08						
		87	8,15	0,218	1.001429	87,12						
		91	10,76	13,757	1.002609	91,24						
	Gelişim Sonrası	77	4,13	9,048	-	77,00	80,54	80,54	61,371	7,328		1.758,810
		82	5	14,405	1	82,00						
		89	5,18	0,119	1.000086	89,01						
		98	4,3	0,575	-	98,00						
5	Mevcut Durum	74	7,29	0,964	1.00104	74,08	89,29	89,38	30,180	16,029	10	1.602,932
		91	7,05	8,632	1.000931	91,08						

Çizelge 4.17 Bütet Deresi havzası gelişim öncesi ve sonrası yüzey akış miktarı hesaplama tablosu (devam)

Mikro Havza No	Gelişim Öncesi / Gelişim Sonrası	Eğri Numarası	Ağırlıklı Eğim (%)	Alan (ha)	Eğri Numarası Sabiti (K)	Eğime Uyarlanmış Eğri Numarası	EN _{ort}	EUEN _{ort}	S(Su tutma potansiyeli)	Q (Yüzey Akış Miktarı)(mm)	Toplam Alan (ha)	Toplam Q (m ³)
	Gelişim Sonrası	74	3	0,006	-	74,00	82,20	82,20	55,002	8,594		859,427
		82	3,34	9,308	-	82,00						
		89	3,08	0,281	-	89,00						
9	Mevcut Durum	74	4,7	1,103	-	74,00	85,16	85,23	44,017	11,300		338,994
		91	7,53	2,107	1.001148	91,10						
	Gelişim Sonrası	74	2,32	2,237	-	74,00	77,23	77,23	74,888	5,191	3	155,734
		80	4,88	0,195	-	80,00						
		82	4,12	1,084	-	82,00						
		86	4,52	0,175	-	86,00						

Çizelge 4.18 Kaplum Deresi havzası gelişim öncesi ve sonrası yüzey akış miktarı hesaplama tablosu

Mikro Havza No	Gelişim Öncesi/ Gelişim Sonrası	Eğri Numarası	Ağırlıklı Eğim (%)	Alan (ha)	Eğri Numarası Sabiti (K)	Eğime Uyarlanmış Eğri Numarası	EN _{ort}	EUEN _{ort}	S(Su tutma potansiyeli)	Q (Yüzey Akış Miktarı) (mm)	Toplam Alan (ha)	Toplam Q (m ³)
7	Mevcut Durum	72	11,1	0,245	1.002762189	72,20	77,33	77,59	73,362	5,401	81	4.374,589
		74	11,3	43,572	1.002852583	74,21						
		77	13,6	0,149	1.003892034	77,30						
		80	14,02	32,091	1.00408183	80,33						
		81	15,49	1,109	1.00474608	81,38						
		82	16	0,018	1.00497652	82,41						
		87	20,67	0,186	1.007086289	87,62						
		89	7,28	0,439	1.001035449	89,09						
		91	11,7	1,744	1.003033368	91,28						
	93	12,03	1,65	1.003182512	93,30							
	Gelişim Sonrası	61	6,9	0,182	1.000863657	61,05	88,84	88,87	31,811	15,373	81	12.451,908
		74	6,45	6,547	1.000660214	74,05						
		79	15,27	0,486	1.004646672	79,37						
		80	7,1	12,823	1.000954075	80,08						
		84	9,45	1,128	1.002016396	84,17						
		85	1,16	0,007	-	85,00						
		86	4,93	0,336	-	86,00						
		89	5	0,037	1	89,00						
		90	4,28	27,912	-	90,00						
92		5,73	14,836	1.000334693	92,03							

Çizelge 4.18 Kaplum Deresi havzası gelişim öncesi ve sonrası yüzey akış miktarı hesaplama tablosu (devam)

Mikro Havza No	Gelişim Öncesi/ Gelişim Sonrası	Eğri Numarası	Ağırlıklı Eğim (%)	Alan (ha)	Eğri Numarası Sabiti (K)	Eğime Uyarlanmış Eğri Numarası	EN _{ort}	EUEN _{ort}	S(Su tutma potansiyeli)	Q (Yüzey Akış Miktarı) (mm)	Toplam Alan (ha)	Toplam Q (m ³)
8		94	3,46	0,943	-	94,00						
		95	2,87	0,042	-	95,00						
		98	5,24	15,583	1.000113149	98,01						
	Mevcut Durum	74	10,42	7,678	1.002454841	74,18	79,11	79,43	65,778	6,557	2.098,337	
		80	14,85	23,384	1.00445689	80,36						
		89	9,27	0,428	1.001935032	89,17						
		91	14,32	0,139	1.004217396	91,38						
		93	17,13	0,9	1.005487077	93,51						
	Gelişim Sonrası	74	5,9	0,483	1.000411553	74,03	88,74	88,79	32,068	15,272	4.886,988	
		79	8,54	0,074	1.001605047	79,13						
		80	8,27	9,729	1.001482994	80,12						
		84	25,01	0,138	1.009046428	84,76						
		86	2,96	0,278	-	86,00						
		90	4,11	5,103	-	90,00						
		91	9,84	0,195	1.002192681	91,20						
92		5,25	10,101	1.000117671	92,01							
94		2,39	0,182	-	94,00							
98	5,85	5,769	1.000388947	98,04								
9	Mevcut Durum	74	9,1	13,976	1.001858188	74,14	74,29	74,43	87,260	3,732	14	522,471
		76	8,75	0,022	1.001699976	76,13						
		80	7,57	0,165	1.001166551	80,09						
		87	9,5	0,187	1.002038997	87,18						

Çizelge 4.18 Kaplum Deresi havzası gelişim öncesi ve sonrası yüzey akış miktarı hesaplama tablosu (devam)

Mikro Havza No	Gelişim Öncesi/ Gelişim Sonrası	Eğri Numarası	Ağırlıklı Eğim (%)	Alan (ha)	Eğri Numarası Sabiti (K)	Eğime Uyarlanmış Eğri Numarası	EN _{ort}	EUEN _{ort}	S(Su tutma potansiyeli)	Q (Yüzey Akış Miktarı) (mm)	Toplam Alan (ha)	Toplam Q (m ³)
	Gelişim Sonrası	89	9,45	0,047	1.002016396	89,18	91,27	91,27	24,295	18,680		2.615,208
		74	4,01	0,126	-	74,00						
		79	1,17	0,312	-	79,00						
		90	3,67	10,312	-	90,00						
		92	3,58	0,073	-	92,00						
		94	4,8	0,761	-	94,00						
		98	4,02	2,529	-	98,00						
10	Mevcut Durum	74	7,6	0,465	1.001180113	74,09	74,49	74,59	86,528	3,808	0.6	22,845
		76	8,85	0,152	1.00174518	76,13						
	Gelişim Sonrası	79	4,65	0,026	-	79,00	95,26	95,26	12,639	25,651		153,909
		90	2,96	0,098	-	90,00						
		94	2,96	0,092	-	94,00						
		98	4,37	0,385	-	98,00						
11	Mevcut Durum	74	7,31	0,203	1.001049012	74,08	79,94	80,39	61,960	7,221	8	577,662
		80	17,74	7,673	1.005762672	80,46						
		91	14,32	0,067	1.004217396	91,38						
	Gelişim Sonrası	74	2,53	0,125	-	74,00	79,9	80,0	63,500	6,946		555,683
		80	7,93	7,417	1.001329295	80,11						
12	Mevcut Durum	74	10,07	3,585	1.002296642	74,17	80,74	81,22	58,731	7,830	52	4.071,595
		80	18,53	18,848	1.006119575	80,49						

Çizelge 4.18 Kaplum Deresi havzası gelişim öncesi ve sonrası yüzey akış miktarı hesaplama tablosu (devam)

Mikro Havza No	Gelişim Öncesi/ Gelişim Sonrası	Eğri Numarası	Ağırlıklı Eğim (%)	Alan (ha)	Eğri Numarası Sabiti (K)	Eğime Uyarlanmış Eğri Numarası	EN _{ort}	EUEN _{ort}	S(Su tutma potansiyeli)	Q (Yüzey Akış Miktarı) (mm)	Toplam Alan (ha)	Toplam Q (m ³)	
		82	18,86	29,329	1.006268656	82,51	83,30	83,42	50,483	9,618			
		89	9,32	0,044	1.001957633	89,17							
		91	12,79	0,096	1.003525983	91,32							
	Gelişim Sonrası	80	8,76	38,589	1.001704496	80,14							
		84	46,8	0,03	1.018879835	85,59							
		86	2	0,015	-	86,00							
		90	4,35	2,936	-	90,00							
		91	7,54	0,692	1.001152989	91,10							
		92	6,13	5,892	1.00051554	92,05							
		98	6,85	3,474	1.000841053	98,08							
13	Mevcut Durum	80	14,52	3,576	1.004307772	80,34	80,86	81,18	58,885	7,800	6	467,991	
		82	12,85	2,531	1.003553099	82,29							
		91	16,34	0,017	1.005130143	91,47							
	Gelişim Sonrası	80	6,15	5,402	1.000524582	80,04	81,54	81,58	57,351	8,105		486,297	
		84	50,84	0,003	1.020701556	85,74							
		91	7,5	0,115	1.001134906	91,10							
		92	5,34	0,451	1.000158363	92,01							
		98	5,59	0,153	1.000271395	98,03							
	14	Mevcut Durum	61	8,81	1,044	1.001727098	61,11	79,99	80,41	61,881	7,235	48	3.472,827
			65	14,81	2,548	1.004438816	65,29						
74			14,24	0,748	1.004181246	74,31							
80			16,98	14,267	1.005419306	80,43							

Çizelge 4.18 Kaplum Deresi havzası gelişim öncesi ve sonrası yüzey akış miktarı hesaplama tablosu (devam)

Mikro Havza No	Gelişim Öncesi/ Gelişim Sonrası	Eğri Numarası	Ağırlıklı Eğim (%)	Alan (ha)	Eğri Numarası Sabiti (K)	Eğime Uyarlanmış Eğri Numarası	EN _{ort}	EUEN _{ort}	S(Su tutma potansiyeli)	Q (Yüzey Akış Miktarı) (mm)	Toplam Alan (ha)	Toplam Q (m ³)
		82	16,77	28,45	1.005324425	82,44	87,78	87,86	35,096	14,139		6.786,798
		89	15,26	0,418	1.004642154	89,41						
		91	18,68	0,131	1.00618734	91,56						
	Gelişim Sonrası	74	5,93	0,181	1.000425117	74,03						
		80	8,46	18,25	1.001568884	80,13						
		84	19,68	0,535	1.006639087	84,56						
		85	3,4	2,997	-	85,00						
		89	6,59	0,825	1.000723508	89,06						
		90	5,63	0,44	1.00028948	90,03						
		91	6,87	0,674	1.000850095	91,08						
		92	5,91	15,223	1.000416074	92,04						
		98	6,4	8,453	1.000637609	98,06						
15	Mevcut Durum	74	8,97	0,253	1.001799424	74,13	79,45	79,86	64,057	6,849	3	205,475
		80	17,27	2,405	1.005550329	80,44						
		82	12,23	0,025	1.0032729	82,27						
	Gelişim Sonrası	80	8,13	1,772	1.001419707	80,11	83,71	83,79	49,139	9,946		298,371
		90	4,08	0,253	-	90,00						
		92	5,6	0,463	1.000275917	92,03						
		98	6,05	0,08	1.000479371	98,05						
16	Mevcut Durum	74	18,67	3,434	1.006182822	74,46	79,61	80,02	63,421	6,960	31	2.157,586
		80	15,85	26,657	1.004908744	80,39						
		82	6,41	0,408	1.00064213	82,05						

Çizelge 4.18 Kaplum Deresi havzası gelişim öncesi ve sonrası yüzey akış miktarı hesaplama tablosu (devam)

Mikro Havza No	Gelişim Öncesi/ Gelişim Sonrası	Eğri Numarası	Ağırlıklı Eğim (%)	Alan (ha)	Eğri Numarası Sabiti (K)	Eğime Uyarlanmış Eğri Numarası	EN _{ort}	EUEN _{ort}	S(Su tutma potansiyeli)	Q (Yüzey Akış Miktarı) (mm)	Toplam Alan (ha)	Toplam Q (m ³)
		89	14,8	0,404	1.004434297	89,39	87,10	87,17	37,385	13,344		4.136,776
		90	26,51	0,077	1.009723774	90,88						
		91	23,38	0,306	1.008310309	91,76						
	Gelişim Sonrası	74	8,01	1,8	1.00136546	74,10						
		80	7,58	12,484	1.001171072	80,09						
		84	15,51	0,162	1.004755117	84,40						
		90	4,28	0,66	-	90,00						
		91	6,76	0,25	1.000800364	91,07						
		92	6,24	9,806	1.000565272	92,05						
		94	2,58	0,383	-	94,00						
	95	4,41	0,769	-	95,00							
	98	5,97	4,884	1.000443201	98,04							
	17	Mevcut Durum	61	10,43	1,094	1.002459361						
74			10,5	12,329	1.002491	74,18						
76			18,79	0,495	1.006237033	76,47						
80			17,01	11,493	1.00543286	80,43						
82			13,12	17,221	1.003675117	82,30						
89			6,55	0,261	1.000705424	89,06						
91			15,94	0,002	1.00494941	91,45						
Gelişim Sonrası		74	7,9	0,0389	1.001315733	74,10	90,53	90,55	26,508	17,628		7.579,976
		79	20,24	0,028	1.006892053	79,54						
		80	5,55	6,77	1.00025331	80,02						

Çizelge 4.18 Kaplum Deresi havzası gelişim öncesi ve sonrası yüzey akış miktarı hesaplama tablosu (devam)

Mikro Havza No	Gelişim Öncesi/ Gelişim Sonrası	Eğri Numarası	Ağırlıklı Eğim (%)	Alan (ha)	Eğri Numarası Sabiti (K)	Eğime Uyarlanmış Eğri Numarası	EN _{ort}	EUEN _{ort}	S(Su tutma potansiyeli)	Q (Yüzey Akış Miktarı) (mm)	Toplam Alan (ha)	Toplam Q (m ³)
		84	29,29	0,337	1.010978954	84,92						
		85	2	1,094	-	85,00						
		86	5	0,005	1	86,00						
		89	5	0,056	1	89,00						
		90	4,46	10,772	-	90,00						
		91	3,95	0,03	-	91,00						
		92	5,36	15,228	1.000167405	92,02						
		98	5,45	8,536	1.000208097	98,02						
18	Mevcut Durum	61	11,78	1,613	1.003069524	61,19	77,87	78,19	70,850	5,762	28	1.613,340
		65	12,43	4,416	1.003363288	65,22						
		80	16,01	3,269	1.004981038	80,40						
		82	14,43	18,186	1.004267103	82,35						
		89	9,43	0,17	1.002007356	89,18						
	Gelişim Sonrası	61	6,69	1,345	1.000768718	61,05	87,29	87,32	36,884	13,514	28	3.783,928
		69	1,66	0,024	-	69,00						
		80	5,59	7,95	1.000271395	80,02						
		84	15,21	0,388	1.004619561	84,39						
		85	4,79	3,037	-	85,00						
		91	1,25	0,00007	-	91,00						
		92	5,66	9,607	1.000303044	92,03						
		98	5,56	5,301	1.000257832	98,03						

Çizelge 4.18 Kaplum Deresi havzası gelişim öncesi ve sonrası yüzey akış miktarı hesaplama tablosu (devam)

Mikro Havza No	Gelişim Öncesi/ Gelişim Sonrası	Eğri Numarası	Ağırlıklı Eğim (%)	Alan (ha)	Eğri Numarası Sabiti (K)	Eğime Uyarlanmış Eğri Numarası	EN _{ort}	EUEN _{ort}	S(Su tutma potansiyeli)	Q (Yüzey Akış Miktarı) (mm)	Toplam Alan (ha)	Toplam Q (m ³)								
19	Mevcut Durum	61	10,09	14,543	1.002305682	61,14	71,14	71,39	101,792	2,460	71	1.746,512								
		65	12,64	25,147	1.003458194	65,22														
		74	11,58	0,111	1.002979133	74,22														
		80	13,65	18,14	1.003914629	80,31														
		82	13,77	12,652	1.003968857	82,33														
		89	12,32	0,204	1.003313575	89,29														
	Gelişim Sonrası	61	5,2	4,271	1.000095064	61,01	88,74	88,75	32,197	15,222	71	10.807,337								
		69	10,1	0,943	1.002269522	69,16														
		79	1,55	0,362	-	79,00														
		80	5,05	2,203	1.000027243	80,00														
		84	29,19	0,11	1.010933808	84,92														
		85	4,87	21,364	-	85,00														
		90	1	0,07	-	90,00														
		91	1	0,0008	-	91,00														
		92	5,22	23,771	1.000104107	92,01														
		98	4,85	17,599	-	98,00														
		20	Mevcut Durum	65	11,03	26,087							1.002730551	65,18	73,02	73,28	92,616	3,215	47	1.510,894
				80	6,43	0,048							1.000651172	80,05						
82	14,43			17,519	1.004267103	82,35														
85	16,29			0,779	1.005107551	85,43														
88	15,49			0,477	1.00474608	88,42														
89	13,39			0,009	1.003797133	89,34														

Çizelge 4.18 Kaplum Deresi havzası gelişim öncesi ve sonrası yüzey akış miktarı hesaplama tablosu (devam)

Mikro Havza No	Gelişim Öncesi/ Gelişim Sonrası	Eğri Numarası	Ağırlıklı Eğim (%)	Alan (ha)	Eğri Numarası Sabiti (K)	Eğime Uyarlanmış Eğri Numarası	EN _{ort}	EUEN _{ort}	S(Su tutma potansiyeli)	Q (Yüzey Akış Miktarı) (mm)	Toplam Alan (ha)	Toplam Q (m ³)	
		91	17,38	1,393	1.005600027	91,51	86,17	86,18	40,732	12,268		5.765,750	
		93	10,16	0,499	1.002337322	93,22							
	Gelişim Sonrası	61	4,53	5,711	-	61,00							
		69	13,34	0,393	1.003774538	69,26							
		80	5,7	3,214	1.000321129	80,03							
		84	6,08	0,689	1.000492934	84,04							
		85	4,62	15,002	-	85,00							
		91	4,66	0,049	-	91,00							
		92	5,27	10,828	1.000126713	92,01							
		98	4,87	10,671	-	98,00							
21	Mevcut Durum	80	15,15	9,899	1.004592449	80,37	81,39	81,75	56,703	8,237	21	1.729,792	
		82	14,24	10,412	1.004181246	82,34							
		91	13,99	0,781	1.004068274	91,37							
	Gelişim Sonrası	80	6,78	9,553	1.000809406	80,06	87,33	87,38	36,684	13,582		2.852,293	
		84	47,39	0,041	1.019145907	85,61							
		91	3,66	0,412	-	91,00							
		92	5,71	8,25	1.00032565	92,03							
		98	5,94	2,83	1.000429638	98,04							
	22	Mevcut Durum	65	8,31	3,365	1.001501076	65,10	78,21	78,50	69,567	5,954	28	1.667,257
			74	11,05	5,328	1.00273959	74,20						
76			10,47	0,05	1.002477441	76,19							
77			2,95	0,456	-	77,00							

Çizelge 4.18 Kaplum Deresi havzası gelişim öncesi ve sonrası yüzey akış miktarı hesaplama tablosu (devam)

Mikro Havza No	Gelişim Öncesi/ Gelişim Sonrası	Eğri Numarası	Ağırlıklı Eğim (%)	Alan (ha)	Eğri Numarası Sabiti (K)	Eğime Uyarlanmış Eğri Numarası	EN _{ort}	EUEN _{ort}	S(Su tutma potansiyeli)	Q (Yüzey Akış Miktarı) (mm)	Toplam Alan (ha)	Toplam Q (m ³)
		80	12,56	3,269	1.003422039	80,27	83,88	83,90	48,741	10,045	26	2.812,485
		82	15,05	15,384	1.004547263	82,37						
		83	1,27	0,141	-	83,00						
		87	6,39	0,057	1.000633088	87,06						
		89	17,8	0,01	1.005789779	89,52						
		91	17,74	0,174	1.005762672	91,52						
	Gelişim Sonrası	74	4,87	5,674	-	74,00						
		80	6,61	9,624	1.00073255	80,06						
		84	8,75	0,244	1.001699976	84,14						
		85	3,21	3,359	-	85,00						
		91	4,83	0,022	-	91,00						
		92	4,4	6,233	-	92,00						
		95	7,07	0,453	1.000940512	95,09						
		98	4,9	2,399	-	98,00						
23	Mevcut Durum	65	10,88	4,279	1.002662754	65,17	79,46	79,86	64,057	6,849	26	1.780,784
		82	17	21,584	1.005428342	82,45						
		93	14,54	0,521	1.00431681	93,40						
	Gelişim Sonrası	61	8,22	0,693	1.001460392	61,09	87,91	87,98	34,702	14,281		3.713,127
		80	8,71	7,574	1.001681894	80,13						
		84	14,79	0,157	1.004429778	84,37						
		85	3,19	3,1	-	85,00						
		89	6,67	0,119	1.000759676	89,07						

Çizelge 4.18 Kaplum Deresi havzası gelişim öncesi ve sonrası yüzey akış miktarı hesaplama tablosu (devam)

Mikro Havza No	Gelişim Öncesi/ Gelişim Sonrası	Eğri Numarası	Ağırlıklı Eğim (%)	Alan (ha)	Eğri Numarası Sabiti (K)	Eğime Uyarlanmış Eğri Numarası	EN _{ort}	EUEN _{ort}	S(Su tutma potansiyeli)	Q (Yüzey Akış Miktarı) (mm)	Toplam Alan (ha)	Toplam Q (m ³)
		92	6,23	10,1	1.000560751	92,05						
		98	6,32	4,629	1.00060144	98,06						
24	Mevcut Durum	65	15,85	1,753	1.004908744	65,32	80,35	80,87	60,084	7,569	17	1.286,721
		82	19,61	15,274	1.006607466	82,54						
		91	17,24	0,165	1.005536775	91,50						
	Gelişim Sonrası	61	7,64	1,556	1.001198196	61,07	80,45	80,59	61,176	7,364	17	1.251,962
		80	8,83	11,874	1.001736139	80,14						
		84	7,92	0,662	1.001324775	84,11						
		85	1,94	0,073	-	85,00						
		92	9,18	1,38	1.00189435	92,17						
		98	8,57	0,971	1.001618609	98,16						
25	Mevcut Durum	82	6,73	1,631	1.000786802	82,06	82,35	82,42	54,178	8,773	2	175,456
		89	1	0,008	-	89,00						
		91	1	0,061	-	91,00						
	Gelişim Sonrası	78	1	0,242	-	78,00	79,84	79,84	64,136	6,835	2	136,708
		80	3,41	1,425	-	80,00						
		98	5,36	0,012	1.000167405	98,02						
26	Mevcut Durum	74	9,67	0,924	1.00211584	74,16	80,86	81,17	58,923	7,792	12	935,079
		80	11,18	3,452	1.002798347	80,22						
		82	14,79	7,349	1.004429778	82,36						
		83	5	0,015	1	83,00						
		89	3,6	0,048	-	89,00						

Çizelge 4.18 Kaplum Deresi havzası gelişim öncesi ve sonrası yüzey akış miktarı hesaplama tablosu (devam)

Mikro Havza No	Gelişim Öncesi/ Gelişim Sonrası	Eğri Numarası	Ağırlıklı Eğim (%)	Alan (ha)	Eğri Numarası Sabiti (K)	Eğime Uyarlanmış Eğri Numarası	EN _{ort}	EUEN _{ort}	S(Su tutma potansiyeli)	Q (Yüzey Akış Miktarı) (mm)	Toplam Alan (ha)	Toplam Q (m ³)
	Gelişim Sonrası	91	13,92	0,054	1.004036641	91,37	84,30	84,34	47,162	10,448		1.253,706
		71	4,42	0,898	-	71,00						
		78	4,81	3,956	-	78,00						
		80	6,03	1,824	1.000470328	80,04						
		84	14,42	0,008	1.004262584	84,36						
		92	6,71	4,221	1.00077776	92,07						
		98	6,52	0,895	1.000691861	98,07						
27	Mevcut Durum	74	8,22	0,802	1.001460392	74,11	78,20	78,28	70,476	5,817	2	116,348
		77	5,84	0,013	1.000384426	77,03						
		80	6,73	1,444	1.000786802	80,06						
		83	5,87	0,068	1.00039799	83,03						
		87	5,58	0,018	1.000266874	87,02						
		89	1	0,028	-	89,00						
	Gelişim Sonrası	71	4,43	0,367	-	71,00	76,78	76,78	76,815	4,936		98,729
		74	2,89	0,307	-	74,00						
		78	4,24	0,773	-	78,00						
		80	1,69	0,633	-	80,00						
28	Mevcut Durum	74	10,06	0,243	1.002292122	74,17	79,96	80,33	62,196	7,178	4	287,121
		80	16,62	3,629	1.005256653	80,42						
		82	6,93	0,38	1.00087722	82,07						
		89	1	0,006	-	89,00						
		91	17,69	0,042	1.005740083	91,52						

Çizelge 4.18 Kaplum Deresi havzası gelişim öncesi ve sonrası yüzey akış miktarı hesaplama tablosu (devam)

Mikro Havza No	Gelişim Öncesi/ Gelişim Sonrası	Eğri Numarası	Ağırlıklı Eğim (%)	Alan (ha)	Eğri Numarası Sabiti (K)	Eğime Uyarlanmış Eğri Numarası	EN _{ort}	EUEN _{ort}	S(Su tutma potansiyeli)	Q (Yüzey Akış Miktarı) (mm)	Toplam Alan (ha)	Toplam Q (m ³)
	Gelişim Sonrası	71	4,77	0,196	-	71,00	79,02	79,09	67,153	6,332		253,299
		74	5	0,013	1	74,00						
		78	6,58	1,119	1.000718987	78,06						
		80	7,11	2,842	1.000958596	80,08						
29	Mevcut Durum	65	7,7	0,406	1.00122532	65,08	65,97	66,05	130,557	0,908	0,4	3,630
		82	7,95	0,008	1.001338336	82,11						
		85	1	0,014	-	85,00						
	Gelişim Sonrası	61	2,2	0,145	-	61,00	78,75	78,75	68,540	6,113		24,451
		85	3,4	0,036	-	85,00						
		98	5,28	0,122	1.000131235	98,01						

4.6 Araştırma Alanının Gelişim Öncesi ve Sonrası Yüzey Akış Potansiyellerinin Karşılaştırılması

Araştırma alanının 29 mikro havzasının mevcut durumu (gelişim öncesi) ve gelişim sonrası durumu için hesaplanan yüzey akış miktarları arasındaki farklar, çizelge 4.19'da verilmiştir. Bu değerler aynı zamanda, araştırma alanı için çözülmesi veya tutulması gereken minimum yüzey akış hacmini de ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.19 Araştırma alanı mevcut ve gelişim sonrası durum yüzey akış miktarları arasındaki farklar

Ana Havza	Mikro Havza No	Mevcut durum (gelişim öncesi) yüzey akış miktarı (m ³)	Gelişim sonrası yüzey akış miktarı (m ³)	Tutulacak minimum yüzey akış miktarı – Fark miktarı (m ³)	Mevcut durum ve gelişim sonrası durum arasındaki artış (kat)	Artış/azalış oranı (%)
Büvet Deresi Havzası	1	1.521,369	7.837,302	6.315,933	5,151	415,15
	2	721,279	3.026,805	2.305,526	4,196	319,64
	3	11.743,709	16.562,005	4.818,296	1,410	41,03
	4	2.430,253	1.758,810	-671,443	0,724	-27,63
	5	1.602,932	859,427	-743,505	0,536	-46,38
	6	338,994	155,734	-183,261	0,459	-54,06
Kaplum Deresi Havzası	7	4.374,589	12.451,908	8.077,319	2,846	184,64
	8	2.098,337	4.886,988	2.788,651	2,329	132,90
	9	522,471	2.615,208	2.092,737	5,005	400,55
	10	22,845	153,909	131,063	6,737	573,70
	11	577,662	555,683	-21,979	0,962	-3,80
	12	4.071,595	5.001,512	929,917	1,228	22,84
	13	467,991	486,297	18,306	1,039	3,91
	14	3.472,827	6.786,798	3.313,971	1,954	95,43
	15	205,475	298,371	92,896	1,452	45,21
	16	2.157,586	4.136,776	1.979,190	1,917	91,73
	17	2.669,907	7.579,976	4.910,069	2,839	183,90
	18	1.613,340	3.783,928	2.170,588	2,345	134,54
	19	1.746,512	10.807,337	9.060,825	6,188	518,80

Çizelge 4.19 Araştırma alanı mevcut ve gelişim sonrası durum yüzey akış miktarları arasındaki farklar (devam)

Ana Havza	Mikro Havza No	Mevcut durum (gelişim öncesi) yüzey akış miktarı (m ³)	Gelişim sonrası yüzey akış miktarı (m ³)	Tutulacak minimum yüzey akış miktarı – Fark miktarı (m ³)	Mevcut durum ve gelişim sonrası durum arasındaki artış (kat)	Artış/azalış oranı (%)
	20	1.510,894	5.765,750	4.254,856	3,816	281,61
	21	1.729,792	2.852,293	1.122,501	1,649	64,89
	22	1.667,257	2.812,485	1.145,228	1,687	68,69
	23	1.780,784	3.713,127	1.932,343	2,085	108,51
	24	1.286,721	1.251,962	-34,759	0,973	-2,70
	25	175,456	136,708	-38,748	0,779	-22,08
	26	935,079	1.253,706	318,627	1,341	34,07
	27	116,348	98,729	-17,619	0,849	-15,14
	28	287,121	253,299	-33,822	0,882	-11,78
	29	3,630	24,451	20,821	6,735	573,53

Çizelge 4.19'a bakıldığında; araştırma alanı gelişim öncesi ile gelişim sonrasındaki durum yüzey akış miktarları arasındaki en büyük farkın Kaplum Deresi ana havzasında yer alan 19 No.lu mikro havzada (9.060,825 m³) olduğu görülmektedir. Diğer yandan, araştırma alanı 4, 5, 6, 11, 24, 25, 27 ve 28 No.lu mikro havzalarında ise yüzey akış miktarları arasındaki fark, negatif yönde çıkmıştır. 29 mikro havza genelinde toplam ortalama fark değeri ise; 1.932,915 m³ olarak ortaya çıkmıştır.

19 No.lu mikro havzada ortaya çıkan büyük fark; mevcut durumdaki koşulların (alan kullanımı ve yüzey örtüsü gibi) gelişim sonrasındaki durumda oldukça olumsuz yönde değiştiğini ortaya koymaktadır. Öte yandan, 4, 5, 6, 11, 24, 25, 27 ve 28 No.lu mikro havzalarda farkın negatif çıkması ise; 19 No.lu mikro havzadakinin tersine, hidrolojik koşulların gelişim sonrasındaki durumda olumlu yönde değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 4.19, mevcut durum ve gelişim sonrası durum arasındaki yüzdelik artış ve azalış oranları yönünden incelendiğinde; Büvet Deresi havzasında yer alan 1 No.lu mikro havzanın yaklaşık 5.15 kat % 415 oranında en yüksek artış eğiliminde olmasının

yanında, 6 No.lu havzanın yaklaşık % 54 oranında en yüksek azalış eğiliminde olduğu anlaşılmaktadır. Diğer yandan, Kaplum Deresi havzasında yer alan 10 No.lu mikro havzanın yaklaşık 6,8 kat % 574 oranında en yüksek artış eğiliminde olduğu, yine aynı havzada 25 No.lu mikro havzanın ise yaklaşık % 22 oranında en yüksek azalış eğiliminde olduğu anlaşılmaktadır. Araştırma alanı genelinde (Büvet ve Kaplum Dereleri ana havzaları toplamı) ortalama artış yüzdesi ise % 141,78 oranındadır.

4.6.1 Yağmursuyu yönetimi kapsamında araştırma alanı çelişki alanlarının ortaya konulması

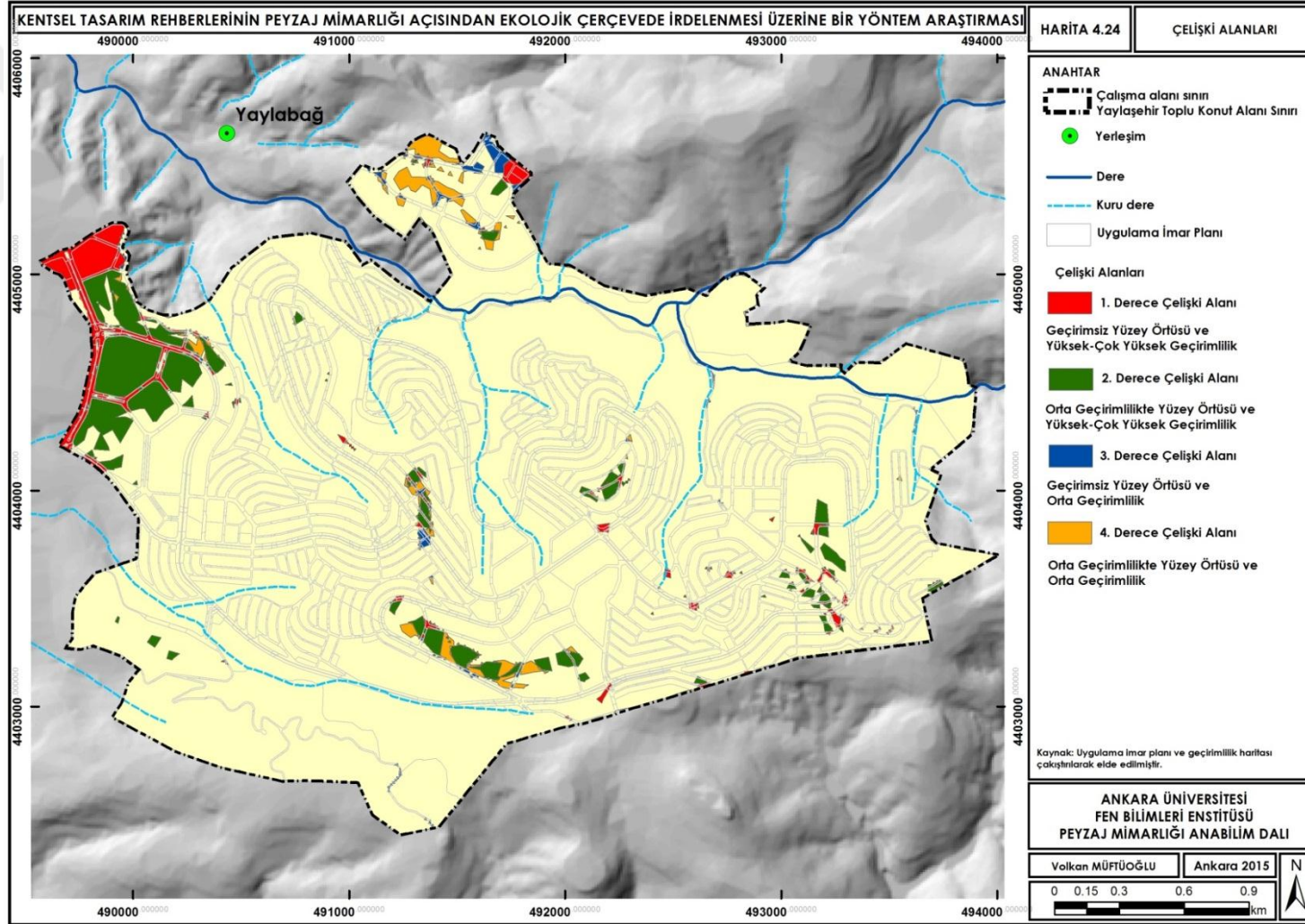
Araştırma alanındaki toplam 29 mikro havzanın gelişim öncesinde ve sonrasındaki durumunun yüzey akış potansiyellerinin karşılaştırılmasından sonra, mevcut geçirimsizlik durumu (geçirimsizlik analizi (bk. Şekil 4.20)) ile gelişim sonrası geçirimsiz alan kullanım durumu (1/1000 Uygulama İmar Planı) karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmadaki ana amaç, araştırma alanındaki mevcut geçirimsiz alanların, gelişim sonrasında geçirimsiz yüzeylere dönüşüm durumlarının ortaya konulmasıdır. Ekolojik süreçlere duyarlı yağmursuyu yönetimi kapsamında bu dönüşümün ortaya konulması oldukça önemlidir.

Çakıştırma sonucunda; geçirimsiz yüzeylerin geçirimsiz yüzeylere dönüştükleri alanlar “çelişki alanları” olarak adlandırılmıştır. Belirlenen çelişki alanları önem sıralamasına göre, 1’den 4’e kadar derecelendirilmiştir (Şekil 4.41). Buna göre;

- 1. derece çelişki alanları (en önemli çelişki alanları); yüksek-çok yüksek geçirimsizliğin, geçirimsiz yüzey örtüsü ile kaplandığı alanları,
- 2. derece çelişki alanları; yüksek-çok yüksek geçirimsizliğin, orta geçirimsizlikte yüzey örtüsü ile kaplandığı alanları,
- 3. derece çelişki alanları; orta geçirimsizliğin, geçirimsiz yüzey örtüsü ile kaplandığı alanları ve son olarak
- 4. derece çelişki alanları ise; orta geçirimsizliğin, orta geçirimsizlikte yüzey örtüsü ile kaplandığı alanları temsil etmektedir.

Elde edilen çelişki alanları analizi, mevcut durum ve gelişim sonrası durum yüzey akış potansiyellerinin karşılaştırılması sonuçları ile aynı paralelliktedir. Bu bağlamda; şekil 4.41'de araştırma alanı kuzeybatısında yoğun bir şekilde görülen kırmızı alanlar (1. derece çelişki alanları) Büvet Deresi havzası içerisinde yer alan ve mevcut durum/gelişim sonrası durum yüzey akış artış yüzdesi bakımından en önde gelen mikro havzalardır. Örneğin; 1 No.lu mikro havzada, yüzey akış miktarı yaklaşık 5,15 kat % 415 oranında artış eğiliminde iken, yine 2 No.lu mikro havza da yaklaşık 4,2 kat % 320 oranında artış eğilimindedir.





Şekil 4.41 Araştırma alanı 1., 2., 3. ve 4. derece çelişki alanları (Orijinal 2015)

4.7 Araştırma Alanı Örnek Çelişki Alanlarının Düşük Etkili Gelişim Yaklaşımı Kapsamında Ele Alınması

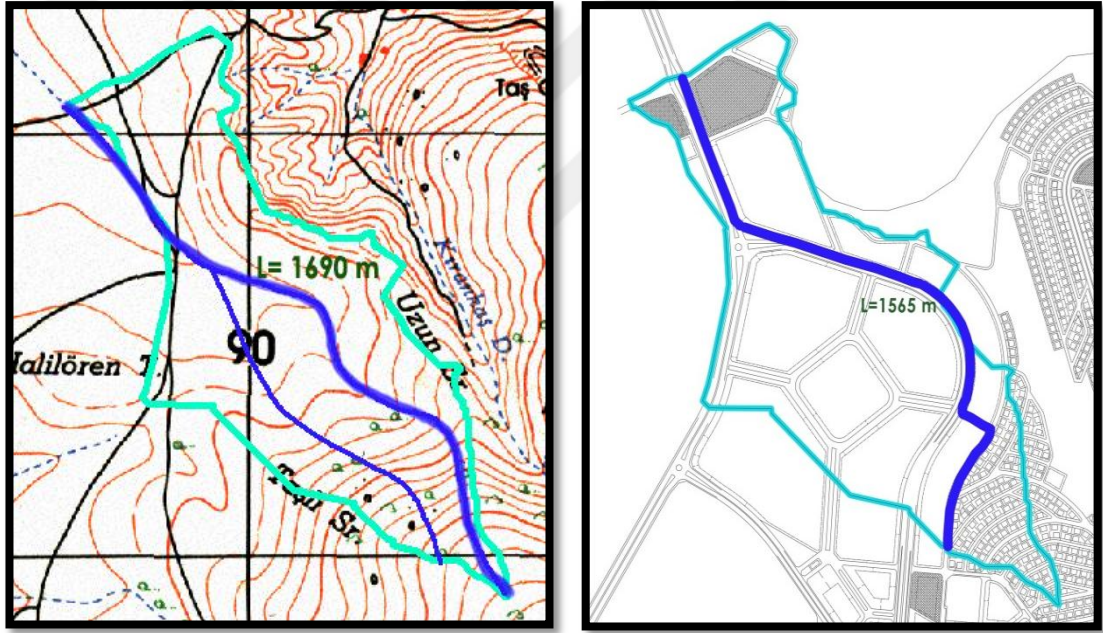
Karşılaştırılan mevcut durum/gelişim sonrası durum yüzey akış miktarları ve dört önem derecesine göre sınıflandırılan çelişki alanları; araştırmanın hedefleri doğrultusunda ekolojik çerçevede düşünülen yağmursuyu yönetimi kapsamında önemli bulguları oluşturmaktadır. Her iki bulgunun doğru bir şekilde değerlendirilmesiyle birlikte, araştırma alanı için yağmursuyu yönetimi bakımından sorun teşkil eden alanlar için çözüm veya çözümler üretilebilecektir. Üretilen çözümler, doğa dostu en iyi yönetim uygulamalarını ön planda tutan Düşük Etkili Gelişim (DEG) yaklaşımı kapsamında olacaktır.

Bu bağlamda, her iki havza içerisinde de (Büvet Deresi havzası ve Kaplum Deresi havzası) yağmursuyu yönetimi için düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında örnek mikro havzaların ele alınması düşünülmüştür. Örnek olarak ele alınan ilk mikro havza; hem mevcut durum/gelişim sonrası durum yüzey akış miktarları karşılaştırılmalarında, Büvet Deresi havzası içerisinde en büyük artış yüzdesine sahip olup (yaklaşık % 415), hem de çelişki alanları analizinde 1. derece çelişki alanları içerisinde yer alan 1 No.lu mikro havzadır. Örnek olarak ele alınan ikinci mikro havza ise; mevcut durum/gelişim sonrası durum yüzey akış miktarları karşılaştırılmalarında, Kaplum Deresi havzası içerisinde en büyük fark miktarına (9.060,825 m³) sahip olan 19 No.lu mikro havzadır.

Düşük etkili gelişim kapsamında, hem 1 No.lu mikro havza için hem de 19 No.lu mikro havza için seçilecek çözüm önerilerinin; gelişim öncesindeki hidrolojik özellikleri (yüzey akış hacmi, konsantrasyon zamanı ve en yüksek yüzey akış oranı) korumaya yönelik uygulamalar olmasına özen gösterilmelidir. Bu bağlamda, 1 ve 19 No.lu mikro havzaların mevcut durumu ve gelişim sonrasındaki durumunun yüzey akış miktarlarının hesaplanmasının yanında konsantrasyon zamanları da hesap edilmiştir. Tez çalışmasının 3.2 Yöntem bölümünde anlatıldığı üzere; 1 No.lu mikro havzanın ArcGIS yardımı ile ilgili verilerine bakıldığında, yüzeysel yoğunlaşmış akış kapsamında aşağıda verilen eşitlik yardımıyla mevcut ve gelişim sonrası konsantrasyon zamanı hesaplanmıştır.

$$T_t = \frac{L}{3600V} \quad (4.3)$$

Eşitlikte; T_t = Geçiş süresi (saat), L =Akış uzunluğu (m), V =Ortalama akış hızı (m/s) ve 3600=Saniyeden saate dönüşüm faktörüdür (Anonymous 1986b). 1 No.lu havzada mevcut konsantrasyon zamanı; havzanın başından sonuna devam eden yağmur sularının cazibe ile aktığı, 1690 m'lik yüzeysel yoğunlaşmış akış ile hesaplanmıştır (Şekil 4.42a.). Buna göre; $L= 1690$ m, V değeri ise; akış yolu eğimine (% 9.76) ve kaplamasız yüzey örtüsüne göre, şekil 3.6 (bk. 3.2 Yöntem) kullanılarak 1,536 m/s bulunmuştur. Sonuç olarak; geçiş süresine eşit olan mevcut konsantrasyon süresi, 0,306 saat yani 18,36 dakika hesaplanmıştır.



(a)

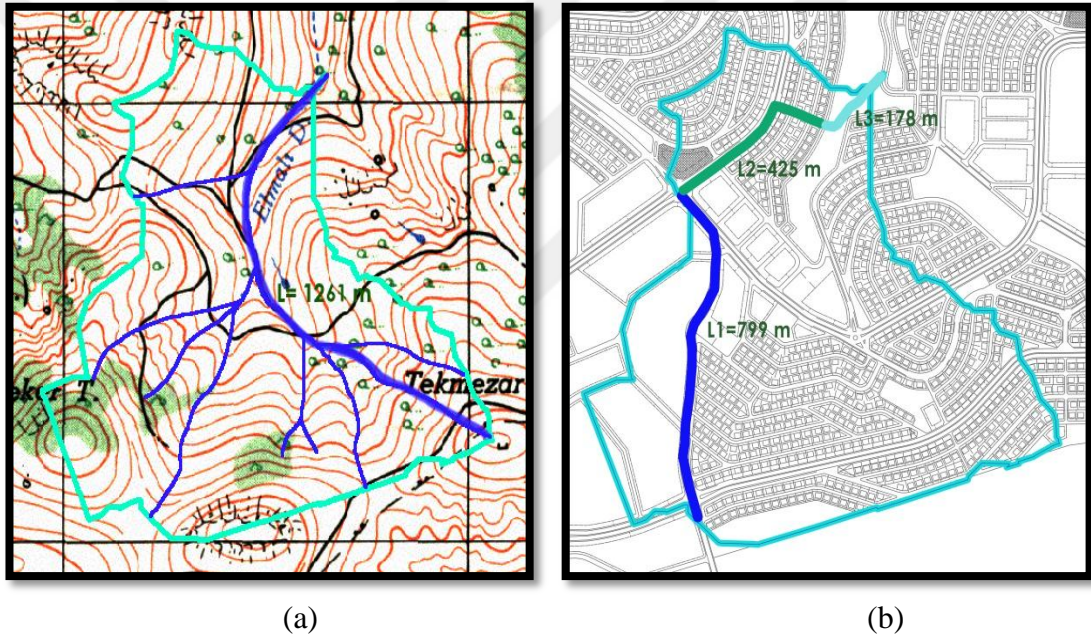
(b)

Şekil 4.42a. 1 No.lu mikro havza mevcut durum konsantrasyon zamanı hesabı için kullanılan en uzun akış yolu ($L=1690$ m), b. 1 No.lu mikro havza gelişim sonrası durum konsantrasyon zamanı hesabı için kullanılan en uzun akış yolu ($L=1565$ m)

1 No.lu mikro havzanın gelişim sonrası konsantrasyon zamanının yüzeysel yoğunlaşmış akışa göre hesaplanmasında ise; akış uzunluğu, alan kullanım durumu ve yükseklik farklılıkları göz önüne alınarak $L=1565$ m (Şekil 4.42b.) bulunmuştur. Akış yolu eğimi (%7.53) ve kaplamalı yüzey örtüsüne göre, şekil 3.6 kullanılarak V değeri, 1,700 m/s

bulunmuştur. Gelişim sonrası mevcut konsantrasyon süresi ise, 0,256 saat yani 15,36 dakika olarak hesaplanmıştır.

Diğer yandan, 19 No.lu havzada mevcut konsantrasyon zamanı, şekil 4.43a.'da belirtilen mikro havzanın başından sonuna yağmur sularının cazibe ile aktığı en uzun akış yolu olan 1261 m'lik yüzeysel yoğunlaşmış akış ile hesaplanmıştır. Buna göre; $L=1261$ m, V değeri ise; akış yolu eğimine (% 16,57) ve kaplamasız yüzey örtüsüne göre, şekil 3.6 kullanılarak 2,002 m/s bulunmuştur. Sonuç olarak; geçiş süresine eşit olan konsantrasyon süresi, 0,175 saat yani 10,5 dakika olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.43a. 19 No.lu mikro havza mevcut durum konsantrasyon zamanı hesabı için kullanılan en uzun akış yolu ($L=1261$ m), b. 19 No.lu mikro havza gelişim sonrası durum konsantrasyon zamanı hesabı için kullanılan akış yolları ($L1=799$ m, $L2=425$ m ve $L3=178$ m)

19 No.lu mikro havzanın gelişim sonrası konsantrasyon zamanı da yüzeysel yoğunlaşmış akışa göre hesaplanmıştır. Mikro havzanın alan kullanım durumu ve yükseklik farklılıkları göz önüne alınarak kaplamalı yüzey örtüsüne sahip alanda $L1=799$ m bulunmuş, yine kaplamalı yüzey örtüsüne sahip alanda, $L2=425$ m ve kaplamasız yüzey örtüsüne sahip alanda $L3=178$ m (Şekil 4.43b.) olarak bulunmuştur.

19 No.lu mikro havzada konsantrasyon zamanı; L1, L2 ve L3'e göre hesaplanan her üç geçiş süresinin toplamına eşittir. Buna göre;

- a) L1=799 m ve akış yolu eğimi %10,51 olan kaplamalı yüzey örtüsüne göre, şekil 3.6 kullanılarak V değeri, 2,009 m/s bulunmuştur. L1 uzunluğu için yüzeysel yoğunlaşmış akış formülü kullanılarak geçiş süresi (T_{11}), 0,11 saat yani 6,63 dakika olarak hesaplanmıştır.
- b) L2=425 m ve akış yolu eğimi %14,59 olan ve kaplamalı yüzey örtüsüne göre, şekil 3.6 kullanılarak V değeri, 2,367 m/s bulunmuştur. L2 uzunluğu için yüzeysel yoğunlaşmış akış formülü kullanılarak geçiş süresi (T_{12}), 0,05 saat yani 3 dakika olarak hesaplanmıştır.
- c) L3=178 m ve akış yolu eğimi %10,11 olan kaplamasız yüzey örtüsüne göre, şekil 3,6 kullanılarak V değeri, 1,564 m/s bulunmuştur. L3 uzunluğu için yüzeysel yoğunlaşmış akış formülü kullanılarak geçiş süresi (T_{13}), 0,032 saat yani 1,92 dakika olarak hesaplanmıştır.
- d) 19 No.lu mikro havzanın konsantrasyon zamanı $T_c=T_{11}+T_{12}+T_{13}$ eşitliğine göre; $T_c=6.63+3+1.92= 11,55$ dakika (0,1925 saat) olarak bulunmuştur.

Yukarıdaki hesaplamalara ek olarak; her iki mikro havzanın gelişim öncesi ve sonrası durum yüzey akış miktarları ve konsantrasyon zamanları kullanılarak, tez çalışmasının 3.2 Yöntem bölümünde de anlatılan en yüksek yüzey akış oranları, aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$q = \frac{0,00208AQ}{\frac{D}{2} + 0,6Tc} \quad (4.4)$$

q: En yüksek yüzey akış oranı (peak runoff rate) (m^3/s)

Q: Yüzey akış miktarı (mm/havza)

A: Havza alanı (ha)

D: Yağış süresi (saat) D: 0,133 Tc (Stone 1993, Karamouz vd.2013)

Tc: Yağış toplanma (konsantrasyon) zamanı (saat)

1 No.lu mikro havzanın;

a) Gelişim öncesinde; Q: 2,926 mm, A: 52 ha, D: 0,041 ve Tc: 0,306 ise, buna göre q: 1,55 m³/sn olarak,

b) Gelişim sonrası durumunda; Q: 15,072 mm, A: 52 ha, D: 0,034 ve Tc: 0,256 ise, buna göre q: 9,56 m³/sn olarak hesaplanmıştır.

19 No.lu mikro havzanın ise;

a) Gelişim öncesinde; Q: 2,460 mm, A: 71 ha, D: 0,023 ve Tc: 0,175 ise, buna göre q: 3,12 m³/sn olarak,

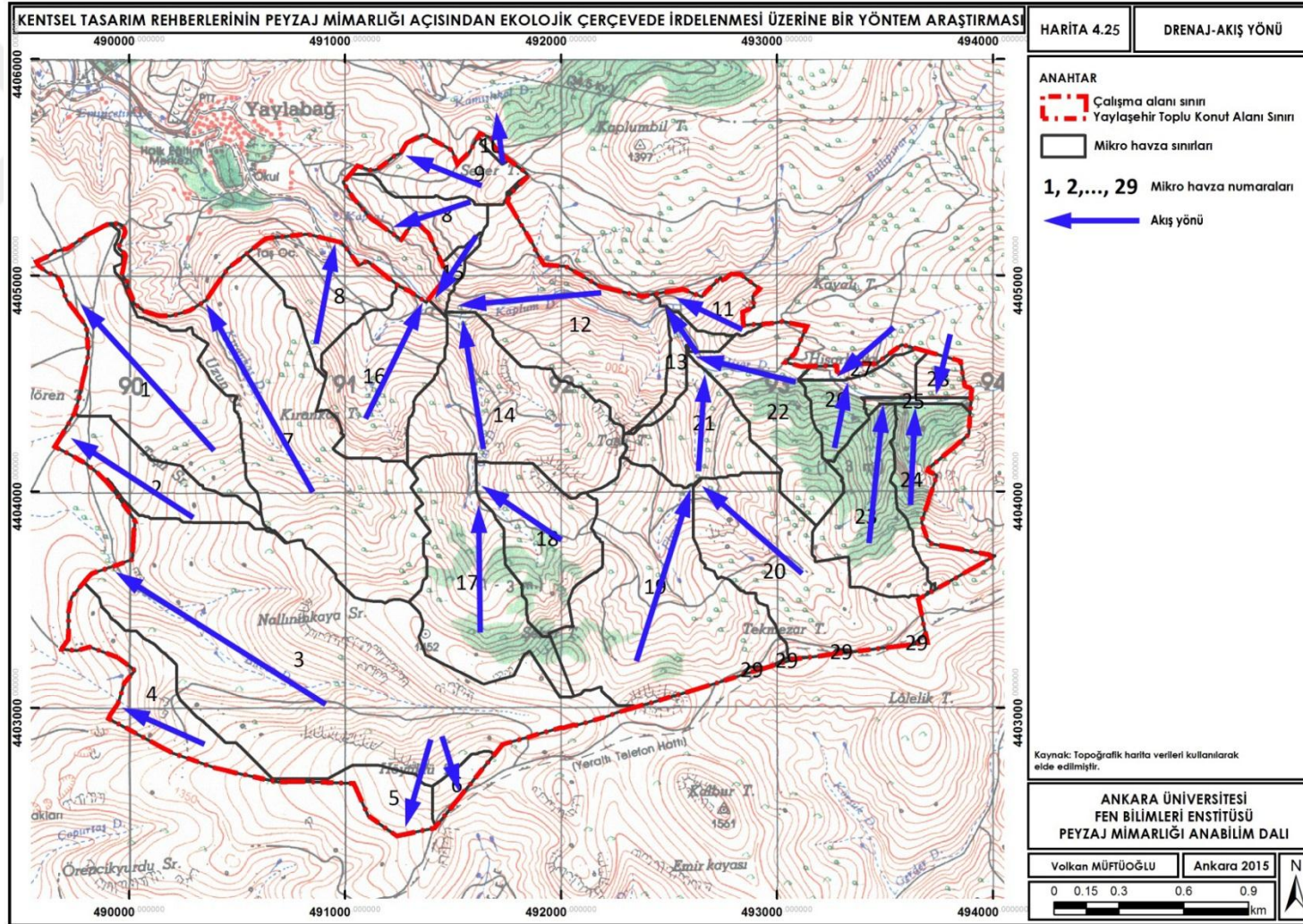
b) Gelişim sonrası durumunda; Q: 15,222 mm A: 71 ha D: 0,026 ve Tc: 0,1925 ise, buna göre q: 17,49 m³/sn olarak hesaplanmıştır.

1 ve 19 No.lu mikro havzaların gelişim öncesi ve sonrası durumda; yüzey akış miktarları, konsantrasyon zamanları ve en yüksek yüzey akış oranları aşağıdaki çizelge 4.20’de bir arada verilmiştir.

Çizelge 4.20 1 ve 19 No.lu mikro havzaların gelişim öncesi ve sonrası bazı hidrolojik özellikleri

Mikro Havza No	Yüzey Akış Miktarı (m ³)			Konsantrasyon Zamanı (dk)		En Yüksek Yüzey Akış Oranı (m ³ /s)	
	Gelişim Öncesi	Gelişim Sonrası	Fark	Gelişim Öncesi	Gelişim Sonrası	Gelişim Öncesi	Gelişim Sonrası
1 No.lu Mikro Havza	1.521,369	7.837,302	6.315,933	18,36	15,36	1,55	9,56
19 No.lu Mikro Havza	1.746,512	10.807,337	9.060,825	10,50	11,55	3,12	17,49

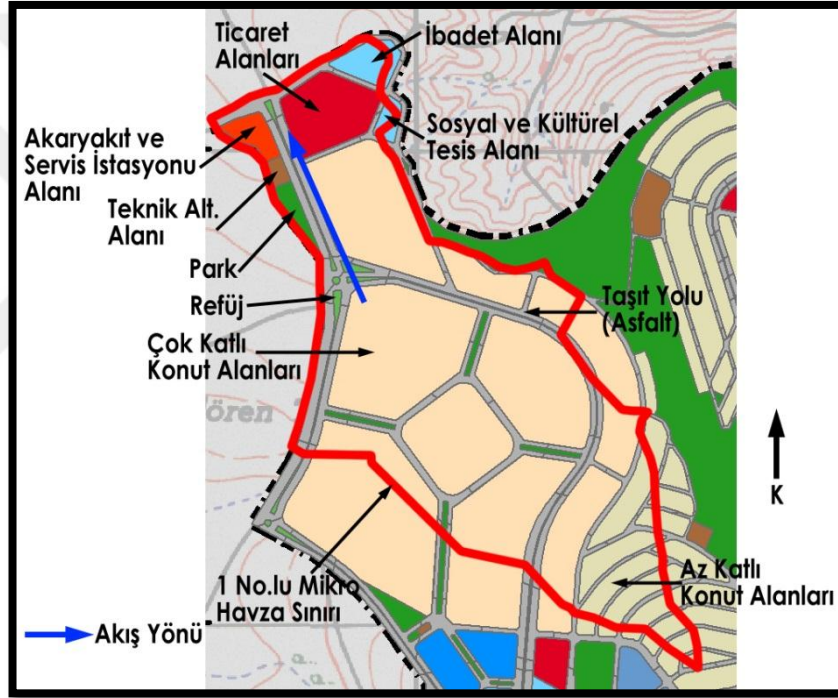
Öte yandan, gelişim öncesi mevcut durum hidrolojik özelliklerinin gelişim sonrasında da korunarak sürdürülmesi kapsamında, araştırma alanının drenaj planı yani yağış akış yönlerinin ortaya konulması oldukça önemlidir. Gelişim sonrasında yağış akış yönlerinin dikkate alınması ve mevcut konsantrasyon zamanını koruyacak ve/veya artıracak yeni drenaj akış izlerinin değiştirilerek artırılması, taşkın ve sel gibi risklere karşı koruma sağlayacaktır. Bu bağlamda, araştırma alanının drenaj akış yönleri şekil 4.44’te verilmiştir.



Şekil 4.44 Araştırma alanı mikro havzaları yağış akış/drenaj yönleri (Orijinal 2015)

4.7.1 Düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında 1 No.lu mikro havza için en iyi yönetim uygulamalarının seçimi

1 No.lu mikro havza gelişim öncesinde; genel olarak B ve C hidrolojik toprak grubunun hakim olduğu, bütün diğer mikro havzalar içerisinde düz ve düze yakın eğimde alanlarla kaplı, yüksek-çok yüksek su geçirimsizliğine sahip ve sulanmayan ekilebilir alanların bütün araştırma alanı genelinde tek bulunduğu bir mikro havzadır. Diğer yandan, gelişim sonrası durumda 1 No.lu mikro havza, yoğun bir yerleşim dokusu ile karşı karşıya kalmıştır.



Şekil 4.45 1 No.lu mikro havza alan kullanım durumu (ölçeksizdir) (Orijinal 2015)

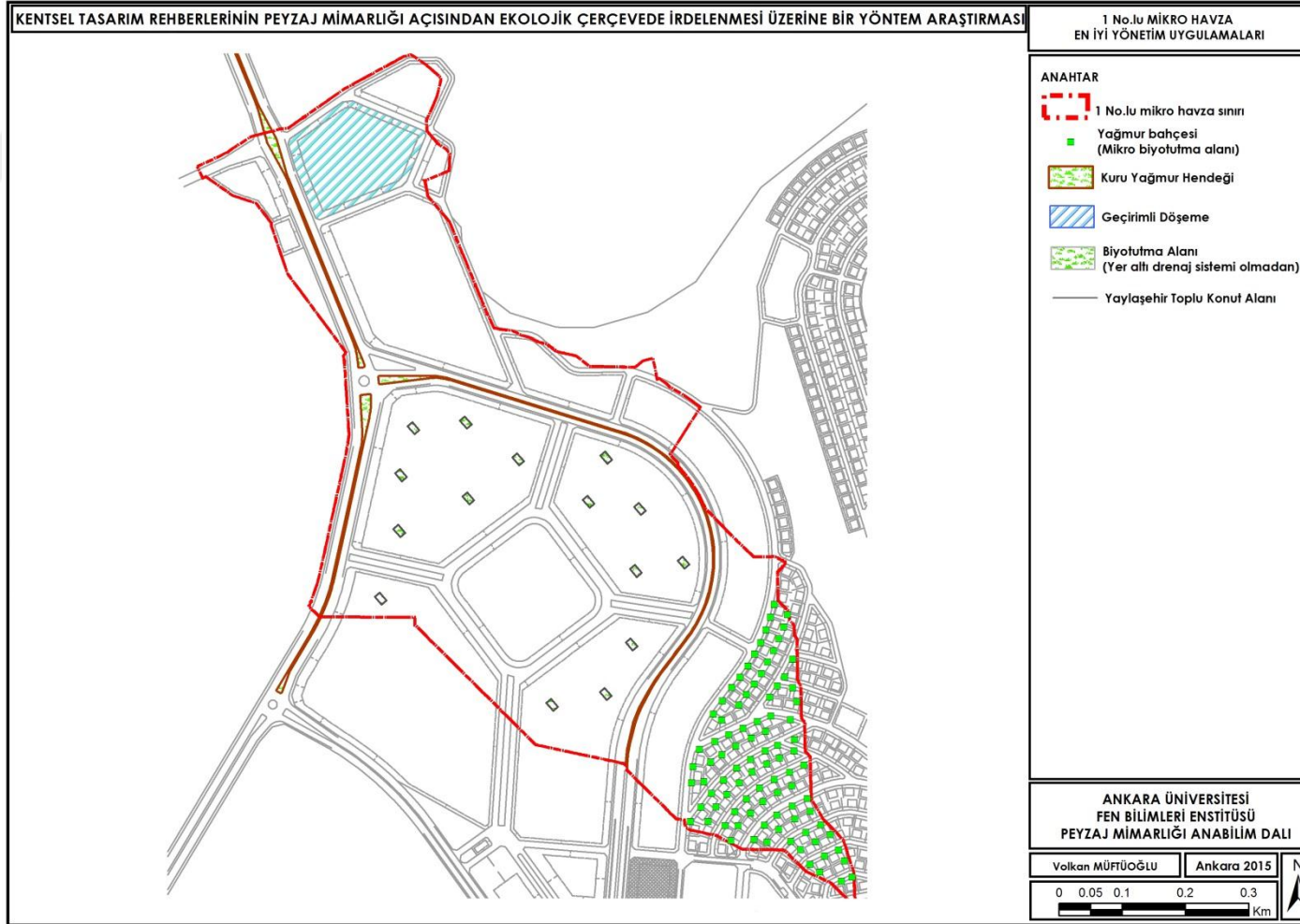
Şekil 4.45'te görüldüğü üzere 1 No.lu mikro havzada, en fazla alan yüzdesi kaplayan iki kullanım; yaklaşık %60'la çok katlı konut alanları ve %19'la asfalt yollardır. Ayrıca alanın yaklaşık %10'unu kaplayan az katlı konut alanları içerisinde 90 adet villa tipi ev bulunmaktadır. Bu bağlamda, gelişim öncesindeki hidrolojik özellikler (yüzey akış miktarı, konsantrasyon zamanı, pik yüzey akış oranı, drenaj yönleri vb.) oldukça olumsuz yönde etkilenmektedir.

Düşük etkili gelişim yaklaşımının ana amaçlarından biri olan, gelişim öncesindeki hidrolojik özelliklerin taklit edilerek korunması ve iyileştirilmesi çerçevesinde, “Çizelge 2.9 Düşük etkili gelişim entegre yönetim uygulamalarının hidrolojik fonksiyonları” ve “Çizelge 2.11 Entegre Yönetim Uygulamalarının Alan Sınırlayıcıları” dikkate alınarak, en iyi yönetim uygulamalarından, 1 No.lu mikro havza için alternatif bir kombinasyon seçimi yapılmıştır. Öte yandan, en iyi yönetim uygulamaları seçilirken; geçirimsizlik durumu, alanın eğimi, akış yönleri ve yapı temellerine yakınlık gibi kriterler de göz önünde tutulmuştur.

Bu kapsamda,

- a) 1 No.lu mikro havzanın kuzeyinde yer alan ticaret alanına (alışveriş merkezi), akış yönü üzerinde olması ve yüksek geçirimsiz bir alan üzerinde kurulu olması sebebiyle, en iyi yönetim uygulamalarından “geçirimsiz döşeme (porous pavement)” önerilmiştir.
- b) 1 No.lu mikro havzanın büyük bir bölümünü kaplayan çok katlı konut alanları için en iyi yönetim uygulamalarından “biyotutma alanı (bioretention area)” önerilmiştir.
- c) 1 No.lu mikro havzanın güneyinde yer alan 90 adet villa (az katlı konut alanları) için en iyi yönetim uygulamalarından “yağmur bahçesi (rain garden)” önerilmiştir.
- d) Son olarak, araç yolları için refüjlere en iyi yönetim uygulamalarından “çim örtü ile kaplanmış kuru yağmur hendeği (grassed swale)” önerilmiştir.

Yukarıda seçilen alternatif en iyi yönetim uygulamaları, şekil 4.46’da gösterilmektedir.



Şekil 4.46 1 No.lu mikro havzada yer alan en iyi yönetim uygulamaları (Orijinal 2015)

4.7.2 Düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında 19 No.lu mikro havza için en iyi yönetim uygulamalarının seçimi

Kaplum Deresi ana havzasında yer alan 19 No.lu mikro havza gelişim öncesinde; genel olarak B ve D hidrolojik toprak grubunun hakim olduğu, % 1 ile 39 arasında değişen eğimde alanların bulunduğu, düşük-çok düşük su geçirimsizliğine sahip ve doğal çayırırlıklarla kaplı bir mikro havzadır. Gelişim sonrası durumda ise 19 No.lu mikro havza, yoğun bir az katlı konut alanları yerleşimi ile karşı karşıya kalmıştır.



Şekil 4.47 19 No.lu mikro havza alan kullanım durumu (ölçeksizdir) (Orijinal 2015)

19 No.lu mikro havzanın gelişim sonrasında ise; yaklaşık % 81'i az katlı konut alanları (586 villa), % 7'si asfalt yol, % 6'sı refüj, % 2'si çok katlı konut alanları, % 2'si park ve rekreasyon alanı ve geriye kalan % 2'si de eğitim, ticaret, dini ve sosyal donatı alanlarıdır (Şekil 4.47).

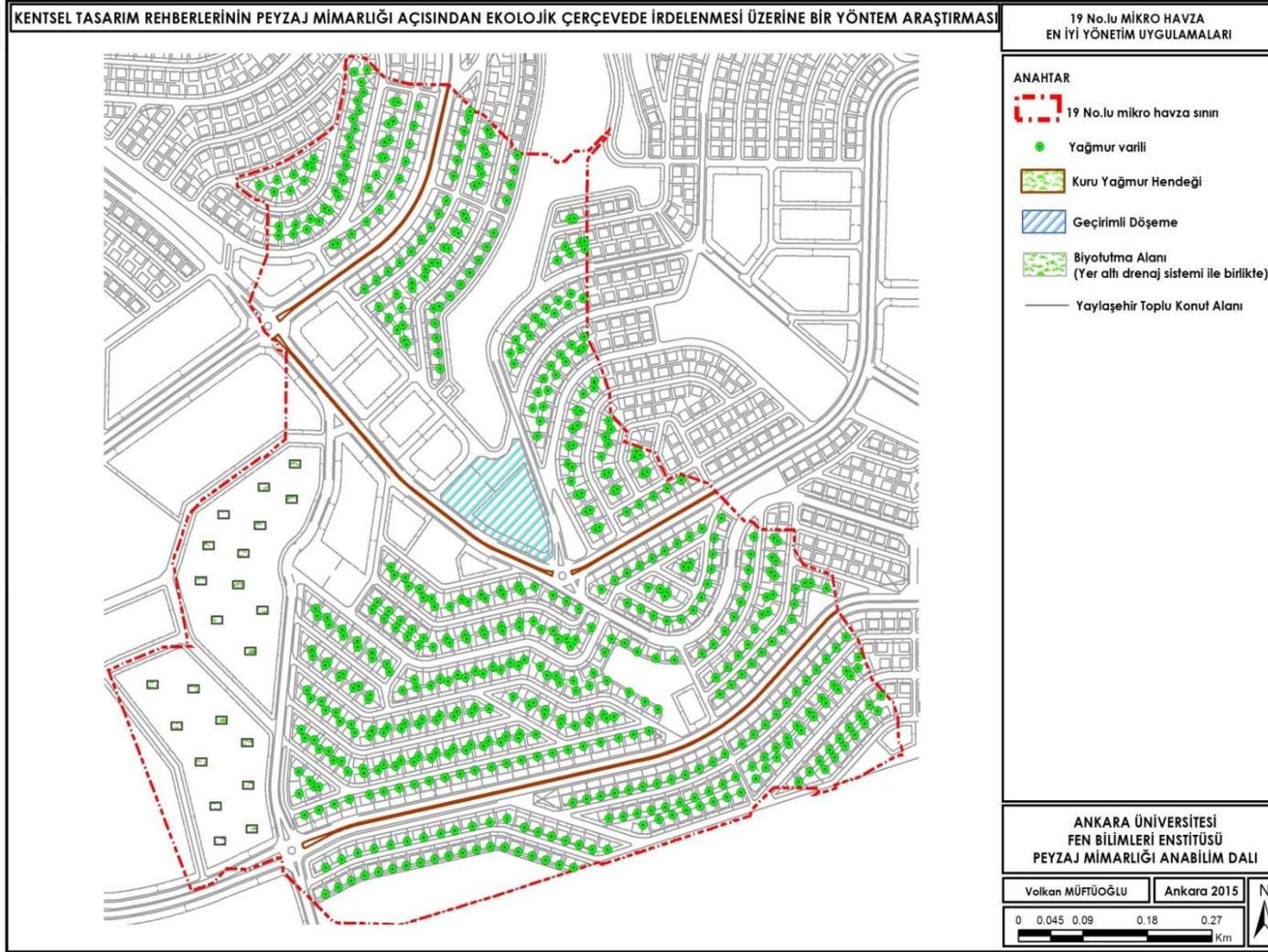
1 No.lu mikro havzada olduğu gibi, 19 No.lu mikro havza için de en iyi yönetim uygulamalarının seçiminde, çizelge 2.9 ve 2.11 dikkate alınmış ayrıca alanın eğim

durumu, geçirimsizlik durumu, akış-drenaj yönleri ve yapı temellerine yakınlık kriterleri de göz önünde tutulmuştur. Bu çerçevede,

- a) 19 No.lu mikro havzanın büyük bir bölümünü kaplayan az katlı konut alanları için en iyi yönetim uygulamalarından “sarnıç (cistern)” önerilmiştir.
- b) 19 No.lu mikro havzanın güney batısında yer alan çok katlı konut alanları için en iyi yönetim uygulamalarından “biyotutma alanı (bioretention area) (yer altı drenaj sistemi ile birlikte)” önerilmiştir.
- c) Refüjlere en iyi yönetim uygulamalarından “çim örtü ile kaplanmış kuru yağmur hendeği (grassed swale)” önerilmiştir.
- d) Son olarak, 19 No.lu mikro havzanın ortasında, rekreasyon alanının başında yer alan spor alanı için en iyi yönetim uygulamalarından “geçirimli döşeme (porous pavement)” önerilmiş ve aşağıdaki şekil 4.48 ‘de, 19 No.lu mikro havza için önerilen en iyi yönetim uygulamaları gösterilmiştir.

Düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında her iki mikro havza için de önerilen en iyi yönetim uygulamaları, gelişim öncesi hidrolojik özellikleri gelişim sonrasında da koruyarak iyileştirme amacıyla belirlenmiştir. En iyi yönetim uygulamalarının doğru kombinasyonlarının kullanılmasıyla birlikte örnek mikro havzalarda; yüzey akış miktarının korunması veya azaltılması, gelişim öncesindeki konsantrasyon zamanının korunması veya artırılması, diğer yandan pik yüzey akış oranlarının gelişim öncesine göre gelişim sonrasında azaltılması, hidrolojik yönden hedeflenen en ideal durumdur.

Öte yandan, çizelge 4.20 incelendiğinde, 19 No.lu mikro havza konsantrasyon zamanının gelişim öncesine göre, gelişim sonrasında arttığı görülmektedir. Bu duruma, 19 No.lu mikro havzada gelişim sonrasında belirlenen alan kotlarının yüzey akış yönlerini değiştirmesiyle birlikte, akış yolunun uzaması sebep olmuştur (Şekil 4.43a. ve b.).



Şekil 4.48 19 No.lu mikro havzada yer alan en iyi yönetim uygulamaları (Orijinal 2015)

4.8 Düşük Etkili Gelişim Yaklaşımı Çerçevesinde Gölbaşı Yaylaşehir Toplu Konut Alanı Yağmursuyu Yönetimi Kentsel Tasarım Rehberi

Bu bölümde, yağmur sularının ekolojik tabanlı yönetilmesi çerçevesinde düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında, araştırma alanının 2 mikro havzasında (1 ve 19) örneklenen en iyi yönetim uygulamalarının detaylandırıldığı bir kentsel tasarım rehberi taslağı oluşturulmuştur. Oluşturulan bu taslak kapsamında, sadece örnek mikro havzalarda kullanılan uygulamalar değil, düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında yer alan diğer uygulamalarla da ilgili detaylandırmalar yapılmıştır. Bu bağlamda, hazırlanan taslak rehberin; araştırma alanı için yağmursuyunun ekolojik tabanlı yönetilmesi konusunda ilgili paydaşlar için yön gösterici olması istenmiştir.

Hazırlanan taslak rehberde; araştırma alanının hidrolojik özelliklerine de yer verilmiş, bu bağlamda tüm araştırma alanı için gereken hesaplamalarda (bk. 4.5) gösterilmiştir. Ayrıca, en iyi yönetim uygulamalarının; tasarım gereklilikleri, boyutlandırma parametreleri (MS Excel tabanlı boyutlandırma ara yüzü Ek 1’de verilmiştir.) ve bakım koşulları üzerinde detaylandırmalar yapılmış ve kullanılabilecek bitki türü listeleri (Ek 2 ve 3’te) verilmiştir.

Diğer yandan, taslak rehberde yer alan en iyi yönetim uygulamalarının maliyeti başlığı üzerinde bu araştırma kapsamında çalışma yapılmaması sebebiyle, sadece başlık olarak yer verilmiş ve detaylandırma yapılamamıştır.

Araştırma alanı için düşük etkili gelişim kapsamında bir kentsel tasarım rehberi taslağı içeriği oluşturmadan önce, birçok örnek rehber irdelenmiştir (Anonymous 2005b, Anonymous 2007, Anonymous 2008a, Anonymous 2009a, Anonymous 2009b, Anonymous 2009c, Anonymous 2011a, Anonymous 2011b, Anonymous 2013d, Anonymous 2013e) (Ayrıca bk. 2.2.6). İrdelenen rehberler çerçevesinde ve araştırma alanının koşullarına bağlı kalarak aşağıdaki taslak rehber içeriği oluşturulmuştur:

BAŞLIK: DÜŞÜK ETKİLİ GELİŞİM YAKLAŞIMI ÇERÇEVESİNDE GÖLBAŞI YAYLAŞEHİR TOPLU KONUT ALANI YAĞMURSUYU YÖNETİMİ KENTSEL TASARIM REHBERİ

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM-1 GİRİŞ

1.1 Rehberin Amacı ve Kapsamı

Hazırlanan bu rehberin amacı; yağmursuyu yönetimi hedefi doğrultusunda, düşük etkili gelişim yaklaşımı ve bu yaklaşım kapsamında kullanılan en iyi yönetim uygulamaları hakkında ilgili paydaşlara teknik yönden rehberlik sağlamaktır. Söz konusu ilgili paydaşlar; toplu konut alanından sorumlu belediye (Gölbaşı Belediyesi), toplu konut yönetimi ve toplu konut alanı sakinleridir.

Gölbaşı Yaylaşehir Toplu Konut Alanı özelinde, yağmursuyu yönetimi hedefinde yapılan hidrolojik analizler (yüzey akış miktarı, pik yüzey akış oranı, konsantrasyon zamanı vb.) ile düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında kullanılan yönetim uygulamalarının bütünüyle tasarımsal detaylarının irdelenmesi, bu rehberin kapsamını oluşturmaktadır.

BÖLÜM-2 YAYLAŞEHİR TOPLU KONUT ALANI MEVCUT DURUMUNA İLİŞKİN BİLGİLER (bk. 4.1)

BÖLÜM-3 YAYLAŞEHİR TOPLU KONUT ALANI PROJESİ (bk. 4.2)

3.1 Uygulama İmar Planı Kararları (bk. 4.3)

BÖLÜM-4 YAYLAŞEHİR TOPLU KONUT ALANI YAĞMURSUYU YÖNETİMİ

4.1 Geleneksel Yağmursuyu Yönetimi (bk. 4.4)

4.2 Ekolojik Yağmursuyu Yönetimi (bk. 2.4.1)

BÖLÜM-5 DÜŞÜK ETKİLİ GELİŞİM YAKLAŞIMI (bk. 2.5 ve 2.6)

5.1 Düşük Etkili Gelişim Yaklaşımının Faydaları

5.2 Düşük Etkili Gelişim Yaklaşımı Temel Planlama Kavramları

5.3 Düşük Etkili Gelişim Yaklaşımı Alan Planlama Süreci

BÖLÜM-6 YAYLAŞEHİR TOPLU KONUT ALANI HİDROLOJİK ANALİZLERİ

6.1 Gelişim Öncesi (Mevcut Durum) Hidrolojik Analizler (bk. 4.5)

6.2 Gelişim Sonrası Hidrolojik Analizler (bk. 4.5)

BÖLÜM-7 DÜŞÜK ETKİLİ GELİŞİM YAKLAŞIMI KAPSAMINDA EN İYİ YÖNETİM UYGULAMALARI (bk. 2.7)

7.1 Biyotutma Alanı

a) Tanım (bk. 2.7.1)

b) Tasarım kriterleri (bk. 2.7.1)

c) Boyutlandırma

1 No.lu Mikro Havza

1 No.lu mikro havzada çok katlı konut alanları yakın çevresinde kullanılan biyotutma alanları, alanın genel olarak B hidrolojik toprak grubuna sahip olmasından dolayı, yer altı drenaj sistemi bulunmayan alanlar olarak belirlenmiştir. Tasarlanan biyotutma alanlarının boyutlandırmasında şekil 4.49'da yer alan MS Excel tabanlı ara yüzden faydalanılmıştır (ftp://ftp.dec.state.ny.us, 2004).

(Hidrolojik Toprak Grubu A veya B için kullanım (Yer altı drenaj sistemi olmadan))				
$YAh \leq HT + HD + (gd \times GBA)$				
$HT = GBA \times td \times Pt$				
$HD \text{ (isteğe bağlı) } = GBA \times dkd \times Pd$				
$HT = \text{Toprak ortam hacmi}$ $HD = \text{Drenaj katmanı hacmi}$				
İnfiltrasyon Olan Biyotutma Alanı Parametreleri				
Tutulacak yüzey akış hacmini GİRİN	YAh	1605.00	m^3	
Toprak ortamı derinliğini GİRİN	td	1.20	m	60-120 cm arası
Drenaj katmanı derinliğini GİRİN	dkd	0.15	m	≥ 15 cm olmalıdır.
Yüzey üzerinden göllenme derinliğini GİRİN	gd	0.15	m	≤ 15 cm olmalıdır.
Toprak ortamın porozitesini GİRİN	Pt	0.40		$\geq \%20$ (ondalık olarak girilmelidir.)
Drenaj katmanının porozitesini GİRİN	Pd	0.40		$\geq \%40$ (ondalık olarak girilmelidir.)
Gerekli biyotutma alanı	GBA	2326	m^2	
Sağlanan biyotutma alanı		2327	m^2	
Doğal toprak infiltrasyon oranı*			cm/sa	
Sağlanan toplam hacim		1,606	m^3	Her katmanda sağlanan depolama hacmi toplamı
* Toprağın infiltrasyon oranı $\leq 1,27$ cm/saat ise yer altı drenajının yapılması gereklidir.				

Şekil 4.49 Biyotutma alanı boyutlandırma parametreleri (1 No.lu mikro havza için)

Şekil 4.49'da yer alan gerekli parametreler (mavi kutular) girildiğinde, biyotutma alanlarında sağlanan toplam depolama hacmi **1.606 m³** olurken, gereken toplam biyotutma alanı ise **2.326 m²** olmuştur. Buna göre; 10x15,5 m boyutlarında tasarlanan biyotutma alanlarından yaklaşık olarak 15 adet gerekmektedir.

19 No.lu Mikro Havza

19 No.lu mikro havzada çok katlı konut alanları yakın çevresinde kullanılan biyotutma alanları, alanın genel olarak C hidrolojik toprak grubuna sahip olmasından dolayı, yer altı drenaj sistemi ile birlikte tasarlanan alanlar olarak belirlenmiştir. Tasarlanan biyotutma alanlarının boyutlandırmasında şekil 4.50'de yer alan MS Excel tabanlı ara yüzden faydalanılmıştır (ftp://ftp.dec.state.ny.us, 2004).

(Hidrolojik Toprak Grubu C veya D için kullanım (Yer altı drenaj sistemi mevcut))				
YA=YA_h*(td)/[k*(sy+td)*(ts)]				
YA	Gerekli yüzey alanı (m ²)	k	Hidrolik iletkenlik (m/gün) toprak ortam özelliklerine bağlı olarak değişebilir. Bazı iletkenlik değerlerine örnek olarak, kum: 1,07 m/gün (Austin kenti 1988), turba: 0,61 m/gün (Galli 1990), yaprak kompost: 2,65 m/gün (Claytor ve Schueler 1996) ve biyotutma toprağı: 0,15 m/gün (Claytor ve Schueler 1996) gösterilebilir.	
YA _h	Tutulacak yüzey akış hacmi (m ³)			
td	Toprak ortamı derinliği (m)			
sy	Ekim tarihi üzerindeki ortalama su yüksekliği			
ts	Filtre ortamı aracılığıyla filtrelenen arıtma hacmi filtre tasarım süresi (gün)			
Minimum Filtre Alanının Hesaplanması				
		Değer	Birim	Notlar
Tutulacak yüzey akış hacmini GİRİN	YA _h	2765	m ³	
Toprak ortamı derinliğini GİRİN	td	120	cm	60-120 cm arası
Hidrolojik iletkenliği GİRİN	k	0.15	m/gün	
Ortalama göllenme yüksekliğini GİRİN	sy	15	cm	en çok 15 cm
Filtre süresini GİRİN	ts	5	gün	
Gerekli Filtre Alanı	YA	3277	m²	
Gerçek Biyotutma Alanının Hesaplanması				
Filtre Genişliği	10	m		
Filtre Uzunluğu	15	m		
Filtre Alanı	150	m ²		
Sağlanan Gerçek Hacim	127	m ³		

Şekil 4.50 Biyotutma alanı boyutlandırma parametreleri (19 No.lu mikro havza için)

Şekil 4.53'te yer alan gerekli parametreler (mavi kutular) girildiğinde, biyotutma alanlarında sağlanan toplam depolama hacmi **2.765 m³** olurken, gereken toplam biyotutma alanı ise **3.277 m²** olmuştur. Buna göre; 10x15 m boyutlarında tasarlanan biyotutma alanlarından yaklaşık olarak 22 adet gerekmektedir.

d) Bakım (bk. çizelge 4.21)

Çizelge 4.21 Biyotutma alanları için önerilen yıllık bakım faaliyetleri (Anonymous 2013b)

Bakım Faaliyetleri	Sıklık
- Çim filtre şeritlerinin ve biyotutma alanı torf katmanının biçilmesi	En az yılda 4 kere
- Yabani ot temizliği, erozyon onarımı, çöplerin temizlenmesi ve malç tabakasının tırmıkla düzeltilmesi	Büyüme sezonunda iki kere

Çizelge 4.21 Biyotutma alanları için önerilen yıllık bakım faaliyetleri (Anonymous 2013b) (devam)

- Bitkisel yoğunluğun istenilen düzeye gelmesi amacıyla bitki takviyesinin yapılması, - Önerilen kontrol yöntemlerini kullanarak, istilacı bitkilerin kaldırılması, - Erozyondan korunmak amacıyla drenaj alanının katkısını sağlamlaştırmak	İhtiyaç olduğunda
- Bahar kontrolü ve temizliği - 7,5 cm'lik bir malç tabakasını korumak amacıyla ekleme yapmak - Ağaç ve çalıların budanması	Yılda bir
- Ön işlem alanı ve biyotutma alanına akışın girdiği noktalarda tortu (sediman) temizliği	2 ile 3 yılda bir kere
- Malç katmanını yenisiyle değiştirmek	Her 3 yılda

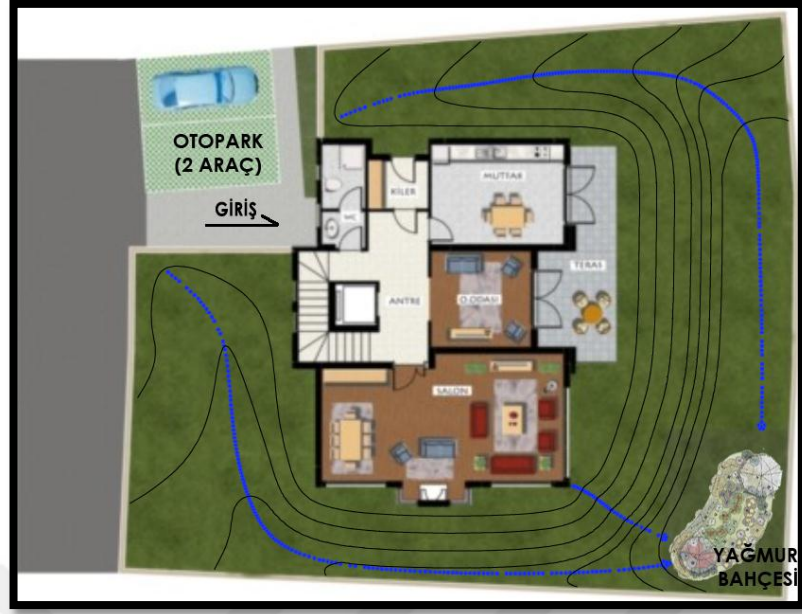
e) Maliyet

7.1.1 Mikro Biyotutma Alanı (Yağmur Bahçesi) (bk. 2.7.1.1)

a) Tanım (bk. 2.7.1.1)

b) Tasarım kriterleri (bk. 2.7.1.1)

Yağmur bahçesi uygulamasında kullanılacak Ankara sucul ortam bitki türleri Ek 3'te verilmiştir. Ayrıca aşağıdaki şekil 4.51'de örnek bir villa bahçesi planında yağmur bahçesi konumlandırma detayı gösterilmiştir.



Şekil 4.51 Araştırma alanı örnek bir villa bahçesi yağmur bahçesi planı (Orijinal 2015)

c) Boyutlandırma

1 No.lu Mikro Havza

1 No.lu mikro havzada yer altı drenaj kullanımı olmayan yağmur bahçeleri, 90 adet villa için tasarlanmıştır. Tasarlanan yağmur bahçelerinin boyutlandırmasında şekil 4.52’de yer alan MS Excel tabanlı ara yüzden faydalanılmıştır (<ftp://ftp.dec.state.ny.us>, 2004).

YAH \leq HT + HD + (DG x AYB) HT = AYB x DT x pT HD (isteğe bağılı) = AYBx DD x pD				
Tutulacak yüzey akış miktarını GİRİN	510.0	m^3		
Toprak Bilgileri				
Toprak Grubu				
Yeraltı drenaj kullanımı(Evet/Hayır)	Hayır			Tamam
İnfiltrasyon Oranı		cm/saat		
Yağmur Bahçesi Parametreleri				
Yağmur bahçesi sayısını GİRİN		90		
Her bir yağmur bahçesinin alanını GİRİN		15	m^2	
Yağmur bahçesi toplam yüzey alanı	AYB	1,350	m^2	
Toprak ortamın derinliğini GİRİN	DT	0.45	m	30-45 cm arasında olmalıdır.
Drenaj katmanının derinliğini GİRİN	DD	0.15	m	≥ 15 cm olmalıdır.
Yüzey üzerinden göllenme derinliğini GİRİN	DG	0.15	m	≤ 15 cm olmalıdır.
Toprak ortamın porozitesini GİRİN	pT	0.40		≥ 20 (ondalık olarak girilmelidir.)
Drenaj katmanının porozitesini GİRİN	pD	0.40		≥ 40 (ondalık olarak girilmelidir.)
Toprak ortamda sağlanan hacim	HT	243	m^3	
Drenaj katmanında sağlanan hacim	HD	81	m^3	
Göllenme alanında sağlanan hacim		203	m^3	
Toplam sağlanan hacim		527	m^3	
YAH \leq HT + HD + (DG x AYB)√		TAMAM		

Şekil 4.52 Yağmur bahçesi boyutlandırma parametreleri (1 No.lu mikro havza için)

Şekil 4.52’de yer alan gerekli parametreler (mavi kutular) girildiğinde, 90 adet yağmur bahçesinde sağlanan toplam depolama hacmi **527 m³** olurken, her bir yağmur bahçesinin alanı ise **15 m²**, yağmur bahçeleri toplam yüzey alanı ise **1.350 m²** olmuştur.

d) Bakım (bk. çizelge 4.22)

Çizelge 4.22 Yağmur bahçesi için rutin bakım faaliyetleri
(www.bluewaterbaltimore.org, 2010c)

Bakım Faaliyetleri	Sıklık
<ul style="list-style-type: none">- Özellikle ilk iki yıl ve kurak dönemlerde, bitkilerin varlıklarını sürdürmelerini ve gelişimlerini desteklemek amacıyla sulamak,- Yağışlardan sonra alanı kontrol ederek, her aşınmış bölgeye yeni bitki eklemek veya bitki yer değişimi yapmak,	İhtiyaç olduğunda (Yapımı takiben)
<ul style="list-style-type: none">- Görünümü korumak amacıyla budama ve yabancı ot temizliği yapmak,- Birikmiş çöp ve döküntüleri kaldırmak,- Gerekliğinde malç katmanını değiştirmek,	Düzenli olarak (Aylık)
<ul style="list-style-type: none">- Su giriş alanını sediman birikimi için kontrol ederek, her biriken sedimanı veya döküntüyü kaldırmak,- Bahçeden taşınarak gelen malç ve sediman birikimi kontrolünün yanında alanı erozyon için de kontrol etmek ve yeni bitki eklemek veya bitki yer değişimi yapmak,- Ölen veya giderek cansızlaşan bitkileri yenisi ile değiştirmek,- pH yönünden ekim yatağını test etmek. Eğer pH 5,2'nin altında ise kireçtaşı, 8,0'ın üzerinde ise, demir sülfat ve sülfür uygulamaları tavsiye edilmektedir.	Yılda bir (Birinci yıl boyunca yılda iki kere)
<ul style="list-style-type: none">- Malç tabakasını kaldırmak ve yenisiyle değiştirmek	2 ile 3 yılda bir kere

e) Maliyet

7.2 Kuru Kuyu (bk. 2.7.2)

a) Tanım (bk. 2.7.2)

b) Tasarım kriterleri (bk. 2.7.2)

c) Boyutlandırma

Kuru kuyu uygulaması boyutlandırma detayları, MS Excel tabanlı boyutlandırma ara yüzü (ftp://ftp.dec.state.ny.us, 2004) Ek 1'de verilmiştir.

d) Bakım (bk. çizelge 4.23)

Çizelge 4.23 Kuru kuyu için rutin bakım faaliyetleri (Anonymous 2013f)

- Düzgün bir şekilde yağmur sularının kuru kuyuya drene olduğundan emin olmak için yağmurdan sonra çatı oluklarının kontrol edilmesi	Aylık
- Gözlem kuyusu üzerindeki kapakların bağlanmış olmasını sağlamak	
- Yaprakları ve ağaç döküntülerini çatı oluklarından temizlemek	Mevsimsel
- Gözlem kuyusu kapağının veya çim biçme makinesinin zarar görmesini önlemek için kapaklar üzerinde biçim yapılmaması	
- Kar veya buzlanma nedeniyle herhangi bir hasara uğramış çatı olukları ve yağmur borularının tamir edilmesi	
- Yaprak ve sediman birikimini önlemek amacıyla; kuru kuyuya yağış sularının ulaşmasından önce, yağmur borusunun üst kısmına çatı siperi veya perdeleyicisi yerleştirmek	İhtiyaç olduğunda
- Kuru kuyunun bahçe içerisindeki konumunun herhangi bir zarar görmemesi amacıyla işaretlenmesi	
- Yağmur sularını başka bir yere yönlendirmek amacıyla, yağmur borularını yeniden şekillendirmeyin veya kuru kuyuyu uzaklaştırmayın!	Dikkat edilmesi gerekenler
- Kuru kuyunun üzerine teras, kulübe veya diğer yapıları koymayın!	
- Gözlem kuyusu kapaklarının oyun amaçlı olarak çocuklar tarafından çıkarılmasına izin vermeyin.	

e) Maliyet

7.3 Filtre Şeritleri (bk. 2.7.3)

a) Tanım (bk. 2.7.3)

b) Tasarım kriterleri (bk. 2.7.3)

c) Boyutlandırma

Filtre şeritleri uygulaması boyutlandırma detayları, MS Excel tabanlı boyutlandırma arayüzü (<ftp://ftp.dec.state.ny.us>, 2004) Ek 1’de verilmiştir.

d) Bakım (bk. çizelge 4.24)

Çizelge 4.24 Filtre şeritleri için rutin bakım faaliyetleri (Anonymous 2012a)

- Filtre şeridi giriş noktalarında, yan eğimlerde ve kanal temelinde erozyon, kanallaşma veya aşınma kontrolü yapılması ve ihtiyaç duyulduğunda onarılması	Yağış olaylarını takiben
- Filtre şeridi çıkış noktasının aşınma veya erozyon yönünden kontrol edilmesi gerekirse uygun onarımın yapılması	Ayda bir kere
- Filtre şeridi giriş noktalarının çöplerden ve birikintilerden temizlenmesi	
- Kanal tabanının 1,5 cm'den az olmamak koşuluyla biçilmesi ve aşınan yerlere çim yamalar yapılarak kuru koşullarda sulanması	
- Çıkış ızgarası veya toplama çukurundan çöplerin ve birikintilerin uzaklaştırılması	İki yılda bir kere
- Kanal tabanındaki su ve çamur birikiminin kontrol edilmesi	
- Kanal tabanındaki toprağı sıkıştırmak amacıyla, yüzeyin havalandırılması veya boşlukların tamamen doldurulması	

e) Maliyet

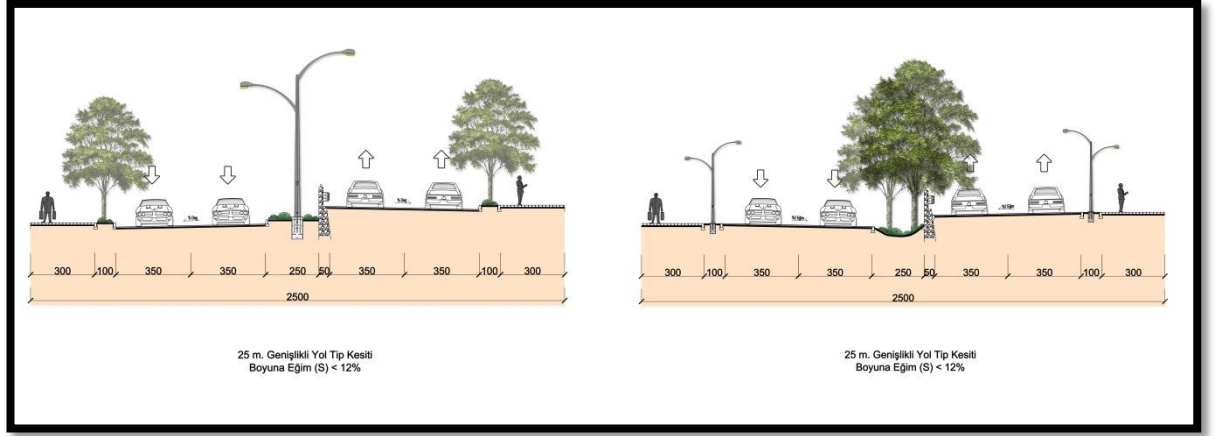
7.4 Çim Örtü İle Kaplanmış Yağmur Hendekleri (bk. 2.7.6)

7.4.1 Kuru Yağmur Hendeği (bk. 2.7.6)

a) Tanım (bk. 2.7.6)

b) Tasarım kriterleri (bk. 2.7.6)

Şekil 4.53'te kuru yağmur hendeği detayı; araştırma alanı 25 m'lik yol tip kesitinde refüjde uygulama öncesi ve sonrası olarak gösterilmiştir.

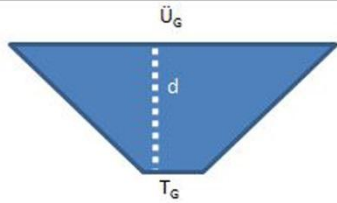


Şekil 4.53 Kuru yağmur hendeği kullanımı öncesi ve sonrası araştırma alanı 25 m genişlikli yol tip kesiti (Orijinal 2015)

c) Boyutlandırma

1 No.lu Mikro Havza

1 No.lu mikro havzada kuru yağmur hendeği; araç yolları boyunca refüjde ve çok katlı konut alanlarının ara yol refüjlerinde tasarlanmıştır. Tasarlanan kuru yağmur hendeklerinin boyutlandırmasında şekil 4.54'te yer alan MS Excel tabanlı ara yüzden faydalanılmıştır (ftp://ftp.dec.state.ny.us, 2004).

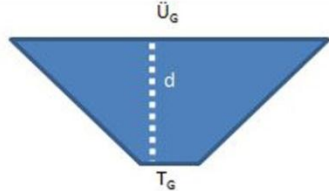
Tutulacak yüzey akış miktarını GİRİN	985.0	m^3	
Ön işlem alan hacmi	98.5	m^3	Tutulacak yüzey akış miktarının %10'udur. Ön işlem, genelde kontrol bentleri ile yapılmaktadır.
Uygun Depolama Kapasitesinin Hesaplanması			
Taban genişliğini GİRİN	0.6	m	Kuru yağmur hendeğinde, taban genişliğinin (T_G) 2,4 m'den daha büyük olmadan tasarlanması, kanal içerisinde su oluşu ve adack oluşumlarını engellemektedir. Ancak taban genişliği, 60 cm den de az olmamalıdır.
Yan eğimi(X:1) GİRİN	2	Uygun	Çoğu durumlar için, kanallar orta dereceli yan eğimlerle (3:1'den daha düz) birlikte tasarlanmaktadır. 2:1, mutlak maksimum yan eğimdir.
Boyuna eğimi GİRİN	4%	Uygun	Maksimum boyuna eğim % 4 olmalıdır.
Akış derinliğini GİRİN	0.3	m	Kanal orta noktasında maksimum göllenme(d) derinliğidir ve kanalın bitiş noktasında maksimum derinlik 45 cm olmalıdır.
Üst genişlik	1.8	m	
Alan	0.36	m^2	
Minimum uzunluk	2463	m	
Gerçek uzunluğu GİRİN	2463	m	
Depolama kapasitesi	985	m^3	

Şekil 4.54 Çim örtü ile kaplanmış kuru yağmur hendeği boyutlandırma parametreleri (1 No.lu mikro havza için)

Şekil 4.54'te yer alan gerekli parametreler (mavi kutular) girildiğinde, kuru yağmur hendeğinde sağlanan toplam depolama hacmi **985 m³** olurken, taban genişliği 60 cm, üst genişliği 1,80 m, yan eğimleri 2:1 ve akış derinliği 30 cm olan kuru yağmur hendeği gereken toplam uzunluğu ise **2.463 m** olmuştur.

19 No.lu Mikro Havza

19 No.lu mikro havzada; çim örtü ile kaplanmış kuru yağmur hendeği, ana ve ara yol refüjlerinde tasarlanmıştır. Tasarlanan kuru yağmur hendeğinin boyutlandırmasında şekil 4.55'te yer alan MS Excel tabanlı ara yüzden faydalanılmıştır (ftp://ftp.dec.state.ny.us, 2004).

Tutulacak yüzey akış miktarını GİRİN	1088.0	m^3	
Ön işlem alan hacmi	108.8	m^3	Tutulacak yüzey akış miktarının %10'udur. Ön işlem, genelde kontrol bentleri ile yapılmaktadır.
Uygun Depolama Kapasitesinin Hesaplanması			
Taban genişliğini GİRİN	0.6	m	Kuru yağmur hendeğinde, taban genişliğinin (T_G) 2,4 m'den daha büyük olmadan tasarlanması, kanal içerisinde su oluşu ve adacık oluşumlarını engellemektedir. Ancak taban genişliği, 60 cm den de az olmamalıdır.
Yan eğimi(X:1) GİRİN	2	<i>Uygun</i>	Çoğu durumlar için, kanallar orta dereceli yan eğimlerle (3:1'den daha düz) birlikte tasarlanmaktadır. 2:1, mutlak maksimum yan eğimdir.
Boyuna eğimi GİRİN	4%	<i>Uygun</i>	Maksimum boyuna eğim % 4 olmalıdır.
Akış derinliğini GİRİN	0.3	m	Kanal orta noktasında maksimum göllenme(d) derinliğidir ve kanalın bitiş noktasında maksimum derinlik 45 cm olmalıdır.
Üst genişlik	1.8	m	
Alan	0.36	m^2	
Minimum uzunluk	2720	m	
Gerçek uzunluğu GİRİN	2720	m	
Depolama kapasitesi	1,088	m^3	Ön işlem alanı ve kuru yağmur hendeği dahil

Şekil 4.55 Çim örtü ile kaplanmış kuru yağmur hendeği boyutlandırma parametreleri (19 No.lu mikro havza için)

Şekil 4.55'te yer alan gerekli parametreler (mavi kutular) girildiğinde, kuru yağmur hendeğinde sağlanan toplam depolama hacmi **1.088 m³** olurken, taban genişliği 60 cm, üst genişliği 1,80 m, yan eğimleri 2:1 ve akış derinliği 30 cm olan kuru yağmur hendeği gereken toplam uzunluğu ise **2.720 m** olmuştur.

d) Bakım (bk. çizelge 4.25)

Çizelge 4.25 Kuru yağmur hendeği için rutin bakım faaliyetleri (Anonymous 2014c)

- Kanal içerisinde sabit duran suyun gözden geçirilmesi	Ayda bir kere
- Aşınmış alanların stabilizasyonunun denetlenmesi	
- Yabani ot mücadelesi	
- Birikinti ve çöp toplama	
- Çim yüzeyin biçilmesi (gelişme döneminde haftada bir kere)	
- Açılmış veya ölü bitkisel yüzeylerin ara ekimler yapılarak onarılması	Yılda bir kere
- Kontrol seddelerinin bakımı ve denetlenmesi	
- Alt dren borusu kontrolü/temizliği	

e) Maliyet

7.4.2 Islak Yağmur Hendeği (bk. 2.7.6)

a) Tanım (bk. 2.7.6)

b) Tasarım kriterleri (bk. 2.7.6)

c) Boyutlandırma

Çim örtü ile kaplı ıslak yağmur hendeği uygulaması boyutlandırma detayları, MS Excel tabanlı boyutlandırma ara yüzü (<ftp://ftp.dec.state.ny.us>, 2004) Ek 1'de verilmiştir.

d) Bakım (bk. çizelge 4.26)

Çizelge 4.26 Islak yağmur hendeği için rutin bakım faaliyetleri (Anonymous 1996)

- Çöp ve birikintilerin kaldırılması	İhtiyaç olduğunda
- Her tür istilacı bitkinin uzaklaştırılması	
- Aşınmış alanların kontrolü ve onarımı	
- Bitkisel tasarım planına uygun olarak bitki kompozisyonlarının kontrol edilmesi ve eksikliklerin giderilmesi	Yılda bir kere
- Ölen veya solan her bitkinin yenisiyle değiştirilmesi	
- Toplanmış kum ve sedimanın temizlenmesi	
- Aşınmış her alanın veya tıkalı kontrol seddelerinin tespit edilip onarılması	
- Yağmur hendeğinin giriş ve çıkışlarının tıkanma durumunun kontrol edilerek gerekli önlemlerin alınması	

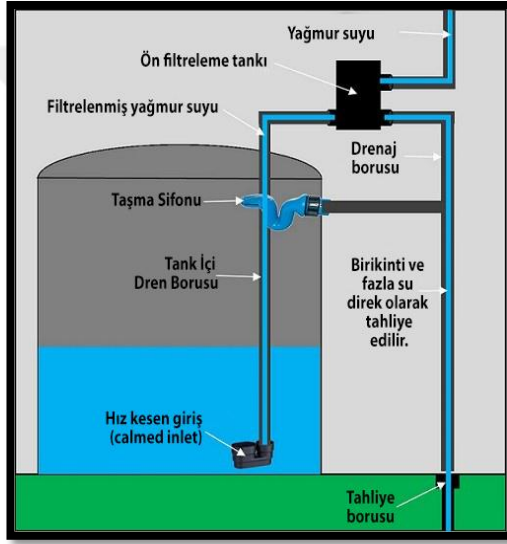
e) Maliyet

7.5 Yağmur Varili/Sarnıcı (bk. 2.7.8)

a) Tanım (bk. 2.7.8)

b) Tasarım kriterleri (bk. 2.7.8)

Şekil 4.56'da örnek bir villa üzerinde yağmur sarnıcı konumlandırma detaylarına ve sarnıcın iç yapısına yer verilmiştir.



Şekil 4.56 Yağmur varili konumu (Orijinal 2015) ve iç detayları (www.directwatertanks.co.uk, 2012b)

c) Boyutlandırma

19 No.lu Mikro Havza

19 No.lu mikro havzada; az katlı konut alanları (586 villa) için sarnıç önerilmiştir. Önerilen yağmur sarnıcının boyutlandırmasında şekil 4.57’de yer alan MS Excel tabanlı ara yüzden faydalanılmıştır (ftp://ftp.dec.state.ny.us, 2004). Şekil 4.57’ye göre, az katlı konut alanlarının çatı alanları 12mx14m²den hesaplanarak, toplam 168 m² alınmıştır. Gerekli boşluklar (mavi kutular) doldurulduğunda, her villa başına **5,15 m³**’lük hacim

hesaplanırken, 586 villa toplamında yaklaşık **3.019 m³**'lük yağış toplanabileceği hesaplanmıştır.

Gerekli Sarnıç/Yağmur Varili Hacminin Hesaplanması		
H=0,001xAx0,90*Ty		
H	Sarnıç/yağmur varili birim hacmi	
A	Çatı alanı (m ²)	
0.001	1 m ² çatı alanında, yağışın her 1 mm'sinde 0,001 m ³ yağmur suyu toplanmaktadır.	
0.9	Sistemdeki kayıplar	
Ty	Tasarım yağışı (mm)	
Tutulacak yüzey akış hacmini GİRİN	3018	m ³
Önerilen sarnıçların sayısını GİRİN	586	Adet
Çatı alanını GİRİN	168	m ²
Tasarım yağışını (10 yıllık-24 saat) GİRİN	34	mm
Birim başına hacim	5.15	m ³
Gerçek sarnıç depolama hacmi	3,019	m ³

Şekil 4.57 Yağmur varili boyutlandırma parametreleri (19 No.lu mikro havza için)

d) Bakım (bk. çizelge 4.27)

Çizelge 4.27 Yağmur varili/sarnıcı için rutin bakım faaliyetleri (Anonymous 2013g)

- Yağmur varilinin/sarnıcının düzgün bir şekilde çalışmasını sağlamak için bütün sistemin kontrol edilmesi (Örneğin; yağmur olukları, pislik filtresi, taşma borusu, bağlantı parçaları, musluk tapası vb.)	İhtiyaç olduğunda
- Yağmur varili/sarnıcı içerisine yaprak ve sediman girişine engel olmak için çatı oluğuna ve varil üzerine siper ve/veya perdeleyici yerleştirilmesi	
- Varil/sarnıç üzerinden, taşma borusundan ve çatı oluğundan yaprak ve diğer birikintilerin temizlenmesi	
- Biriken yağmursuyunun bir sonraki yağmur olayına kadar düzenli bir şekilde kullanılması ve kış sezonundan önce yağmur varilinin/sarnıcının boşaltılması	
- Yağmur varilinde/sarnıcında, sivrisineklerden korunmak için deliksiz bozulmamış ve güvenle bağlanmış bir süzme eleği olduğunun kontrol edilmesi	
- Yağmur varilinin/sarnıcının (özellikle dondurucu soğuklar için tasarlanmış bir malzemeden yapılmamışsa) zarar görmemesi adına kış aylarında bağlantısının kesilmesi	Mevsimsel
- Uzun bir zaman dönemi boyunca yağmur varilinin/sarnıcının içerisinde su bırakmamak amacıyla musluk tapasının açık bırakılarak boşaltılması	
- Tortu veya yosunları gidermek amacıyla yağmur varilinin/sarnıcının sirke gibi toksik olmayan bir madde kullanılarak temizlenmesi	

Çizelge 4.27 Yağmur varili/sarnıcı için rutin bakım faaliyetleri (Anonymous 2013g)
(devam)

<ul style="list-style-type: none">- En etkili sivrisinek kontrolü için iniş boruları ve çatı oluklarının temizlenmesi ancak sivrisinek sorunu devam ederse mosquito dunks kullanılması (tablet şeklinde sivrisinek larva mücadelesinde kullanılmak üzere EPA (Amerikan Çevre Koruma Ajansı) tarafından tavsiye edilmektedir) (Ayda bir eklenen çeyrek tablet yaklaşık 208 litrelik bir yağmur varili için yeterli olacaktır.)	
<ul style="list-style-type: none">- Uzun dönemler boyunca yağmur varilinin/sarnıcının içerisinde su bırakmayın!	Dikkat edilmesi gerekenler
<ul style="list-style-type: none">- Yağmur varilinin/sarnıcının içerisindeki suyu içme suyu olarak kullanmayın! Sadece çeşitli amaçlar için kullanım suyu olarak kullanın!	
<ul style="list-style-type: none">- Yağmur varilinin/sarnıcının içerisinde veya yakın çevresinde güvenlik nedeniyle çocukların oynamasına izin vermeyin!	
<ul style="list-style-type: none">- Her yıl kış don sezonundan sonra yağmur varilinin/sarnıcının bağlantısını yapmayı unutmayın!	
<ul style="list-style-type: none">- Yağmur varilindeki/sarnıcındaki suyu bahçede bulunan bitkilerin veya yaprakların üzerine çatıdan taşınabilecek bakteriler nedeniyle doğrudan sıkmayın! Bitkilerin köklerine doğru toprak üzeri sulama yapın!	
<ul style="list-style-type: none">- Düzgün ve sabit olmayan zeminlere yağmur varilini/sarnıcını yerleştirmeyin! Sabit olmayan zeminlerde devrilme tehlikesi ortaya çıkmaktadır.	

e) Maliyet

7.6 İnfiltrasyon Çukuru (bk. 2.7.9)

a) Tanım (bk. 2.7.9)

b) Tasarım kriterleri (bk. 2.7.9)

c) Boyutlandırma

İnfiltrasyon çukuru uygulaması boyutlandırma detayları, MS Excel tabanlı boyutlandırma ara yüzü (<ftp://ftp.dec.state.ny.us>, 2004) Ek 1'de verilmiştir.

d) Bakım

Çizelge 4.28 İnfiltrasyon çukuru rutin bakım faaliyetleri (Anonymous 2013h)

- İnfiltrasyon çukurunu çevreleyen çimi biçmek ve çöpleri kaldırmak	Sık sık
- İnfiltrasyon çukuru üzerinde yetişen yabancı ot ve bitkilerin elle kaldırılması	Yılda bir kere
- Her büyük yağmur olayından sonra infiltrasyon çukurunun kontrol edilmesi ve problem durumunda yetkililere haber verilmesi	İhtiyaç olduğunda
- İnfiltrasyon çukurunun üzerinde biriken sedimanın el ile kaldırılması	
- Bahçe ve/veya binanızdaki kirletici kaynakları tespit etmek ve bu kirleticileri kaynağında ortadan kaldırmak	
- Çocukların filtre malzemeleri ile oyun oynamalarına izin vermemek	

e) Maliyet

7.7 Geçirimli Döşeme (bk. 2.8.1)

a) Tanım (bk. 2.8.1)

b) Tasarım kriterleri (bk. 2.8.1)

c) Boyutlandırma

1 No.lu Mikro Havza

1 No.lu mikro havzada geçirimli döşeme; havzanın kuzeyinde yer alan ticaret alanında (alışveriş merkezi) önerilmiştir. Önerilen geçirimli döşemenin boyutlandırmasında, şekil 4.58'de yer alan MS Excel tabanlı ara yüzden faydalanılmıştır (<ftp://ftp.dec.state.ny.us>, 2004).

Agd = Th / (p x dt)				
Agd	Gerekli geçirgen döşeme yüzey alanı		m ²	
Th	Tasarım hacmi		m ³	
p	Çakıl yatak/haznenin porozitesi			
dt	Çakıl yatak/haznenin derinliği			
Toprak infiltrasyon oranını GİRİN				
Toprak infiltrasyon oranı		cm/saat		
Gerekli yüzey alanının hesaplanması				
Tasarım hacmini GİRİN	Th	3200.00	m ³	
Çakıl yatağın porozitesini GİRİN	p	0.40	-	Çakıl için 0,40 kabul edilmiştir.
Çakıl yatağın derinliğini GİRİN	dt	0.40	m	
Gerekli geçirgen döşeme yüzey alanı	Agd	20,000	m ²	
Sağlanan yüzey alanını GİRİN		20,000	m ²	Döşeme boyutları buradan elde edilebilir.
Sağlanan depolama hacmi		3,200	m ³	

Şekil 4.58 Geçirimli döşeme boyutlandırma parametreleri (1 No.lu mikro havza için)

Şekil 4.58’de yer alan gerekli parametreler (mavi kutular) girildiğinde, 40 cm derinliğinde 0,40 poroziteye sahip çakıl döşeme ile birlikte gerekli geçirgen döşeme alanı **20.000 m²**’dir. Bu şekilde geçirgen döşeme bünyesinde sağlanan toplam depolama hacmi ise **3.200 m³**’tür.

19 No.lu Mikro Havza

19 No.lu mikro havzada; geçirgen döşeme, spor alanı ve yakın çevresi için önerilmiştir. Önerilen geçirgen döşemenin boyutlandırmasında şekil 4.59’da yer alan MS Excel tabanlı ara yüzden faydalanılmıştır (ftp://ftp.dec.state.ny.us, 2004).

Agd = Th / (p x dt)				
Agd	Gerekli geçirgen döşeme yüzey alanı		m ²	
Th	Tasarım hacmi		m ³	
p	Çakıl yatak/haznenin porozitesi			
dt	Çakıl yatak/haznenin derinliği			
Toprak infiltrasyon oranını GİRİN				
Toprak infiltrasyon oranı		cm/saat		
Gerekli yüzey alanının hesaplanması				
Tasarım hacmini GİRİN	Th	2188.00	m ³	
Çakıl yatağın porozitesini GİRİN	p	0.40	-	Çakıl için 0,40 kabul edilmiştir.
Çakıl yatağın derinliğini GİRİN	dt	0.40	m	
Gerekli geçirgen döşeme yüzey alanı	Agd	13,675	m ²	
Sağlanan yüzey alanını GİRİN		13,681	m ²	Döşeme boyutları buradan elde edilebilir.
Sağlanan depolama hacmi		2,189	m ³	

Şekil 4.59 Geçirgen döşeme boyutlandırma parametreleri (19 No.lu mikro havza için)

Şekil 4.59'da yer alan gerekli parametreler (mavi kutular) girildiğinde, 40 cm derinliğinde 0,40 poroziteye sahip çakıl döşeme ile birlikte gerekli geçirgen döşeme alanı **13.675 m²**'dir. Bu şekilde geçirgen döşeme bünyesinde sağlanan toplam depolama hacmi ise **2.189 m³**'tür.

d) Bakım (bk. çizelge 4.29)

Çizelge 4.29 Geçirimli döşeme uygulamaları için önerilen bakım faaliyetleri (Anonymous 2013i)

Bakım Faaliyetleri	Sıklık ¹
- Geçirimli döşeme alan uygulamasından sonraki ilk 6 ay için, uygulama ve etken drenaj alanı, yaklaşık 13 mm'yi aşan yağış olaylarından sonra en az 2 kere kontrol edilmelidir.	Yapımdan sonra
- Çim plak taşı uygulamalarındaki çimin biçilmesi	Büyüme mevsimi döneminde her 1-2 ayda en az 1 kere

Çizelge 4.29 Geçirimli döşeme uygulamaları için önerilen bakım faaliyetleri (Anonymous 2013i) (devam)

<ul style="list-style-type: none">- Erozyondan koruma amacıyla geçirimli döşeme alanının sağlamlaştırılması,- Döşeme üzerinde biriken her toprak ve sedimanın temizlenmesi,- Kalkan veya bozulan döşemenin onarılması veya yeniden yapılması	İhtiyaç olduğunda
<ul style="list-style-type: none">- Tıkanmayı önlemek amacıyla standart bir yol temizleme aracı ile döşemenin vakumlanarak temizlenmesi	Yılda 2-4 kere (kullanıma bağlı olarak)
<ul style="list-style-type: none">- Bir bakım denetimi yapmak,- Çim uygulamalarının yabancı otlardan ayıklanması	Yılda bir
<ul style="list-style-type: none">- Ön işlem alanı ve geçirimli döşemeye akışın girdiği noktalarda her biriken sedimanın temizliği	2 ile 3 yılda bir kere
<ul style="list-style-type: none">- Düzenleyici bir yol temizleme aracı kullanarak bakımın yönetilmesi- Gerekli birleştirme malzemesinin değiştirilmesi	Tıkanıldığında
¹ : Gerekli bakım sıklığı; döşemenin kullanımına, trafik yoğunluğuna ve çevredeki alan kullanımına bağlıdır.	

e) Maliyet

7.8 Yeşil Çatı (bk. 2.8.2)

a) Tanım (bk. 2.8.2)

b) Tasarım kriterleri (bk. 2.8.2)

c) Boyutlandırma

Yeşil çatı uygulaması boyutlandırma detayları, MS Excel tabanlı boyutlandırma ara yüzü (<ftp://ftp.dec.state.ny.us>, 2004) Ek 1’de verilmiştir.

d) Bakım

Çizelge 4.30 Yeşil çatılar için önerilen bakım faaliyetleri (Anonymous 2013j)

- İlk 1,5 yıl boyunca ve bitkiler dikildikten sonra yılda en az iki kez düzenli olarak yabancı ve istilacı otların temizlenmesi	Mevsimsel
- Drenaj giriş ve çıkışlarının kontrol edilmesi ve her tür tıkanmanın giderilmesi	
- Yeşil çatının düzgün bir şekilde işlevini sürdürmesini sağlamak ve herhangi bir noktada su birikimini engellemek amacıyla, bütün sistemin kontrol altına alınması	
- Yılda bir sulama sistemini (eğer mevcutsa) kontrol edilmesi	Yılda bir kere
- Herhangi bir yeni bitkinin dikilip dikilmeyeceği ihtiyacını değerlendirmek amacıyla, yeşil çatı bitki örtüsünü ve sağlık durumlarını gözlemek	
- İlk 1,5 yıl boyunca ve aşırı kuraklık dönemlerinde yeşil çatı toprağının ve bitkilerinin sulanması	
- Yeşil çatıya sadece bitki tesisi sırasında gerekirse dikkatli bir şekilde gübre kullanılabilir. Yeşil çatıların bir yağmursuyu yönetimi uygulaması olmasından bu yana, çatıdan herhangi bir aşırı besin maddesi kaybının olmaması önemlidir.	İhtiyaç olduğunda

e) Maliyet

BÖLÜM-8 DÜŞÜK ETKİLİ GELİŞİM YAKLAŞIMI KAPSAMINDA UYGULANAN EN İYİ YÖNETİM UYGULAMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

1 ve 19 No.lu mikro havzalarda düşük etkili gelişim kapsamında kullanılan en iyi yönetim uygulamalarının değerlendirilmesi çizelge 4.31’de yapılmıştır.

Çizelge 4.31 1 ve 19 No.lu mikro havzalarda düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında uygulanan en iyi yönetim uygulamalarının değerlendirilmesi

Düşük Etkili Gelişim Entegre Yönetim Uygulamalarından Önce						Düşük Etkili Gelişim Entegre Yönetim Uygulamalarından Sonra						
Mikro havzalar Yüzeş Akış Potansiyeli (m³)						En İyi Yönetim Uygulamaları						
1 No.lu			19 No.lu			Mikro havzalar		En İyi Yönetim Uygulamaları		Yüzeş Akış Tutma Potansiyeli (m³)		
Gelişim Öncesi	Gelişim Sonrası	Fark	Gelişim Öncesi	Gelişim Sonrası	Fark	1 No.lu	19 No.lu	1 No.lu	19 No.lu	1 No.lu	19 No.lu	
1.521,369	7.837,302	6.315,933	1.746,512	10.807,337	9.060,825	Biyolojik Tutma Alanları	Yer altı drenajı olan				2.765,000	
							Yer altı drenajı olmayan			1.606,000		
							Yağmur bahçesi			527,000		
						Kuru Kuyular						
						Filtre Şeritleri						
						Bitkilendirilmiş Tamponlar						
						Seviye Dağıtıcılar						
						Çim Örtü ile Kaplanmış Yağmur Hendekleri	Islak yağmur hendeği					
							Kuru yağmur hendeği			985,000	1.088,000	
						Yağmur Varilleri						
						Sarnıçlar					3.019,000	
						İnfiltrasyon Çukurları						
						Yeşil Çatılar (Ekstansif Çatılar)						
						Geçirimli Döşemeler					3.200,000	2.189,000
						Toplam Yüzeş Akış Tutma Potansiyeli (m³)						

4.9 Yağmursuyu Yönetimi ile İlgili Farklı Ülkelerde ve Ülkemizdeki Mevzuat

Farklı ülkeler genelinde ve ülkemizde yağmursuyunun yönetimine ve kullanımına ilişkin yasa ve yönetmeliklerle birlikte çeşitli teşvikler çizelge 4.32’de verilmektedir. Diğer yandan, ülkemizde yağmursuyunun depolanarak biriktirilmesi ve çeşitli amaçlarla kullanılmasını engelleyen bir mevzuatın bulunup bulunmadığı konusunda da ayrıntılı olarak; yasa, yönetmelik vb. mevzuat içerisinde araştırma yapılmıştır. Söz konusu araştırılan mevzuat, çizelge 4.33’te verilmektedir.

Çizelge 4.32 Dünyada ve ülkemizde yağmursuyu kullanımına ilişkin olumlu kanun-yönetmelik ve teşvikler (Silkin 2014’ten değiştirilerek)

ÜLKE	KANUN-YÖNETMELİK	TEŞVİK
AMERİKA BİRLEŞİK DEVLETLERİ	Illinois: Illinois Plumbing License Law tarafından 1 Ocak 2010 tarihinden itibaren yağmursuyu toplama ve dağıtım sistemlerine ilişkin minimum standartlar (SB 2549) yasa ile zorunlu hale gelmiştir. Diğer yandan, farklı eyaletlerin belirlemiş oldukları farklı yasalar bulunmaktadır.	1970’lerden itibaren kullanılmaya başlanan bu sistemler için geliştirilen teşvikler henüz kısıtlı olmakla birlikte, her eyaletin belirlediği farklı finansal teşvikler bulunmaktadır. a) Texas: 1993’ten itibaren yağmursuyu sistemi kullanılan binalarda endüstriyel ve ticari tesislerde emlak kredisi yardımı yapılmakta olup, 2001 yılında yağmursuyu kullanılan binalarda vergi indirimleri yapılmıştır. b) Austin: 2008 yılında konutlarda yağmursuyu sistemlerinin kurulması için 500 \$, kamu binalarında ya da kar amacı gütmeyen kuruluşlarda kurulum için 5.000 \$’lık bölüm karşılanmaktadır. Austin Ticari Teşvik Programı ticari uygulamalar için 40.000 \$’a kadar indirim yapabilmektedir. c) Virginia eyaletinde sistem maliyetinin yarısını geçmemek şartıyla 2.000 \$’a kadar vergi indirimi yapılabilmektedir.

Çizelge 4.32 Dünyada ve ülkemizde yağmursuyu kullanımına ilişkin olumlu kanun-yönetmelik ve teşvikler (Silkin 2014'ten değiştirilerek) (devam)

ÜLKE	KANUN-YÖNETMELİK	TEŞVİK
ALMANYA	Yağmursuyu toplama sistemleri konusunda 'DIN 1989' pek çok ülkede bu konuda oluşturulan standartlara öncülük etmiştir. Bu standart yağmursuyuna ilişkin; planlama, tesisat, uygulama ve bakım, yağmursuyu filtreleme, yağmursuyu rezervuarları ve ek bileşenleri konularını ele almaktadır.	Su fiyatlarının yüksek olması nedeniyle konutlarda ve çalışma alanlarında 1.5 milyonun üzerinde yağmursuyu toplama sistemi kurulmuştur. Sitemin kurulduğu bölgeye göre 1.200 Euro'ya kadar indirim yapılmaktadır.
AVUSTRALYA	Sydney ve New South Wales'te BASIX (Building and Sustainability Index) bina yönetmeliğine göre , yağmursuyu deposunun konut dışında ya da konut içerisinde (tuvalet veya çamaşır makinaları) kullanılarak su tüketiminin azaltılması gerekmektedir.	'National Rainwater and Greywater Initiative' programı kapsamında Ocak 2009'dan itibaren her aileye, evlerinde kullanacağı yağmursuyu deposu ya da gri su arıtması için 500 Avustralya \$'ına varan devlet teşviki sağlanmaktadır. Teşvikler, 2.000 – 3.999 litrelik yağmur tankları için 400 \$, 4.000 litre ya da daha büyük tanklar için 500 \$, kalıcı olarak kurulan gri su arıtma sistemleri için de 500 \$'dır. Queens Land'da konutlarda yağmursuyu sisteminin kurulmasına hükümet tarafından 1.500 \$'a kadar indirim yapılmaktadır.
HİNDİSTAN	Yeni Delhi 'de 100 m ² 'den büyük çatı alanına sahip tüm yeni binalarda ve 1000 m ² 'den büyük inşaat alanına sahip yeni binalarda, Gujarat 'da tüm resmi binalarda, Indore 'de 250m ² inşaat alanına sahip tüm yeni binalarda, Hyderabad 'da 300m ² üzerinde alana sahip tüm yeni binalarda, Chennai 'de 3 katlı tüm yeni binalarda, Mumbai 'de 1.000m ² parsel alanına sahip tüm binalarda ve Rajasthan 'da 500 m ² 'den daha büyük parsel alanına sahip altyapısı bulunan şehirsal alanlarda, yağmursuyunun kullanılması zorunlu hale getirilmiştir.	

Çizelge 4.32 Dünyada ve ülkemizde yağmursuyu kullanımına ilişkin olumlu kanun-yönetmelik ve teşvikler (Silkin 2014'ten değiştirilerek) (devam)

ÜLKE	KANUN-YÖNETMELİK	TEŞVİK
İNGİLTERE	Yağmursuyu kullanımı konusunda ' BS 8515: 2009 Yağmursuyu Toplama Sistemleri, Uygulama standardı ' çıkarılmıştır. Bu standart, İngiltere'de yağmursuyunun kullanım suyuna eklenmesine ilişkin tasarım, tesisat ve bakımı hakkında bilgi vermektedir.	Sistemin uygulandığı ilk yıl % 100 vergi indirimi sağlanmaktadır.
JAPONYA	30.000 m ² 'den daha büyük binalarda gri su arıtma sistemleri ya da yağmursuyu toplama sistemlerinin kullanılması Japonya Bayındırlık Bakanlığı tarafından yasa ile zorunluluk haline gelmiştir.	
TÜRKİYE	17.10.2012 tarihinde 28444 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan; " Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmeliğin " su verimliliği ile ilgili olan 11.maddesinde; "Sürdürülebilir su kullanımının sağlanması ve kullanan öder ilkesinin gerçekleştirilmesi ve sürdürülmesi amacıyla yetkili idareler; a) 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. maddesinde yer alan şartlar ile gerekli diğer şartları sağlaması kaydıyla sulamada yeniden kullanımlarının özendirilmesini , sağlamakla yükümlüdür." denilmektedir.	Ülkemizde yağmursuyu kullanımı, yetersiz kalmakla birlikte, özel projeler kapsamında özendirilmektedir. Örneğin ; UNDP ve Coca-Cola Türkiye ortaklığında "Her Damla Değer Katar" Projesi Ankara'nın Beypazarı ilçesine bağlı olan Tekke Kuyumcu Köyüne getirilen yeni bir sistem, yağmursuyunun toprağa düşmeden toplanmasını sağlayarak içilebilir suya ve evdeki diğer ihtiyaçlar için kullanılacak suya dönüştürmektedir. Köydeki 30 eve su hasat sisteminin getirilmesi proje kapsamında amaçlanmaktadır.

Çizelge 4.33 Ülkemizde yağmursuyu kullanımını etkileyen kanun ve yönetmelikler
(www.mevzuat.basbakanlik.gov.tr, 2012b)

KANUN, YÖNETMELİK	İLGİLİ MADDELER
5393 Sayılı Belediye Kanunu	<p><i>Belediyenin yetkileri ve imtiyazları</i> Madde 15- Belediyenin yetkileri ve imtiyazları şunlardır: e) Müktesep haklar saklı kalmak üzere; içme, kullanma ve endüstri suyu sağlamak; atık su ve yağmursuyunun uzaklaştırılmasını sağlamak; bunlar için gerekli tesisleri kurmak, kurdurmak, işletmek ve işlettmek; kaynak sularını işletmek veya işlettmek.</p>
4721 Sayılı Türk Medeni Kanunu	<p><i>4. Doğal olarak akan su</i> Madde 742- Taşınmaz maliki, üst taraftaki araziden kendi arazisine doğal olarak akan suların ve özellikle yağmur, kar ve tutulmamış kaynak sularının akışına katlanmak zorundadır. Komşulardan hiçbiri bu suların akışını diğerinin zararına değiştiremez. Üstteki arazi maliki, alt taraftaki taşınmaza gerekli olan suyu, ancak kendi taşınmazı için zorunlu olduğu ölçüde tutabilir. <i>5. Fazla suyun akıtılması</i> Madde 743- Bir arazinin suyu öteden beri alt taraftaki araziye doğal bir şekilde akmakta ise, alt taraftaki arazi maliki, üst taraftaki araziden fazla suyun boşaltılması sırasında da bu suları tazminat isteme hakkı olmaksızın kabul etmek zorundadır. Alt taraftaki arazi maliki boşaltma dolayısıyla akan suların zarar görmekte ise, gideri üstteki arazi malikine ait olmak üzere, kendi arazisinde yapılacak mecrayla suyun akıtılmasını isteyebilir. Bataklıkların kurutulması hakkındaki özel kanun hükümleri saklıdır.</p>
634 Sayılı Kat Mülkiyeti Kanunu	<p><i>IV - Ortak yerler:</i> Madde 4 – Ortak yerlerin konusu sözleşme ile belirtilebilir. Aşağıda yazılı yerler ve şeyler bu Kanun gereğince her halde ortak yer sayılır. c) Çatılar, bacalar, genel dam terasları, yağmur olukları, yangın emniyet merdivenleri. Yukarıda sayılanların dışında kalıp da, yine ortaklaşa kullanma, korunma veya faydalanma için zaruri olan diğer yerler ve şeyler de (Ortak yer) konusuna girer.</p>
2560 Sayılı İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun	<p><i>Yağmur sularının uzaklaştırılması:</i> Madde 25 – Yağmur sularının uzaklaştırılması ile ilgili tesislerin yapılması veya bu tip tesislerin işletilmesi, gerekli harcamalar ilgili belediyelerce karşılanmak şartıyla İSKİ tarafından yerine getirilir. Bu tesislerin yapılması veya işletilmesine ilişkin harcamalar tarifelere dahil edilemez.</p>
Alt Yapılar için Afet Yönetmeliği	<p><i>Temel esaslar</i> Madde 24 – (1) Altyapı tesisleri afet duyarlılık bilgileri göz önüne alınarak projelendirilir. (2) Projelendirme aşamasında aşağıdaki temel esaslara uyulur. g) Yağmursuyu ve atık su şebekeleri birbirlerinden ayrı olarak ve zorunlu haller dışında içme suyu şebekesi ile çakışmayan güzergâhlarda düzenlenir.</p>

Çizelge 4.33 Ülkemizde yağmursuyu kullanımını etkileyen kanun ve yönetmelikler
(www.mevzuat.basbakanlik.gov.tr, 2012b) (devam)

KANUN, YÖNETMELİK	İLGİLİ MADDELER
<p>Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik</p>	<p><i>Tedbirler programı</i> Madde12 – (1) SYGM koordinasyonunda, ilgili kurum ve kuruluşların katılımı ile, YAS kirliliğinin önlenmesi için yapılan izleme programı neticesinde elde edilen sonuçlar dikkate alınarak bu maddenin ikinci fıkrasında belirtilen temel tedbirleri de içeren bir Tedbirler Programı hazırlanır. (2) Temel tedbirler, yeraltı sularının miktarının ve kimyasal kalite durumunun korunması, kirliliğinin önlenmesi için bütün YAS kütlelerinde uyulması gereken asgari şartları tarif eder. Bu tedbirler şunlardır; g) Atık sularla veya yağmur suları ile taşınarak yeraltı suyuna karışabilecek nitelikteki zararlı maddeler YAS besleme havzası içerisinde zeminde doğrudan depolanamaz.</p>
<p>Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği</p>	<p><i>Tanımlar</i> Madde 3 - Bu Yönetmelikte geçen; (Değişik:RG-13/2/2008-26786) Endüstriyel atıksu: Herhangi bir ticari veya endüstriyel faaliyetin yürütüldüğü alanlardan, evsel atıksu ve yağmursuyu dışında oluşan atıksuları, Kanalizasyon sistemi: Ayrık sistemde evsel ve/veya endüstriyel atıksuları ayrı, yağmur sularını ayrı; bileşik sistemde ise bütün atıksuları birlikte toplamaya, uzaklaştırmaya ve arıtma tesislerine iletmeye yarayan birbirleriyle bağlantılı boru ya da kanallardan oluşan sistemi, Yağmursuyu kanalı: Ayrık sistem kanalizasyon yapılarında yağış suları, yüzeysel sular, drenaj sularını taşıyan kanalları, (Ek:RG-13/2/2008-26786) Kentsel atıksu: Evsel atıksu ya da evsel atıksuyun endüstriyel atıksu ve/veya yağmursuyu ile karışımını ifade etmektedir. <i>Alıcı ortama doğrudan boşaltım esasları</i> Madde 26 - (Başlığıyla birlikte değişik:RG-13/2/2008-26786) b) Deşarj standartlarının sağlanması amacıyla, atıksuların yağmur suları, soğutma suları, az kirliliğe sahip suları ve buna benzer az kirliliğe sahip sularla seyreltilmesi yasaktır. <i>Kanalizasyon Sistemine Bağlantı Kısıtları</i> Madde 45 - Atıksu altyapı tesisleri kapsamında inşa edilen ve işletilen kanalizasyon sistemlerine yapılacak bağlantılar aşağıdaki kısıtlamalara tabidir; a) Kanalizasyonun ayrık sistemde olması halinde, yağmur suları ve kirliliğe sahip diğer drenaj suları, kanalizasyona bağlanamaz. <i>Yeraltı Suları ile İlgili Kirletme Yasakları ve Düzenlemeler</i> g) Atıksularla veya yağmur suları ile çözünerek yeraltı suyuna taşınabilecek nitelikteki maddeler yeraltı suyu besleme havzası içerisinde zeminde doğrudan depolanamaz. <i>Alıcı ortama doğrudan boşaltım esasları</i> Madde 26 - (Başlığıyla birlikte değişik:RG-13/2/2008-26786) b) Deşarj standartlarının sağlanması amacıyla, atıksuların yağmur suları, soğutma suları, az kirliliğe sahip suları ve buna benzer az kirliliğe sahip sularla seyreltilmesi yasaktır. <i>Kanalizasyon Sistemine Bağlantı Kısıtları</i> Madde 45 - Atıksu altyapı tesisleri kapsamında inşa edilen ve işletilen kanalizasyon sistemlerine yapılacak bağlantılar aşağıdaki kısıtlamalara tabidir; a) Kanalizasyonun ayrık sistemde olması halinde, yağmur suları ve kirliliğe sahip diğer drenaj suları, kanalizasyona bağlanamaz.</p>

Çizelge 4.33 Ülkemizde yağmursuyu kullanımını etkileyen kanun ve yönetmelikler (www.mevzuat.basbakanlik.gov.tr, 2012b) (devam)

KANUN, YÖNETMELİK	İLGİLİ MADDELER
Ankara Büyükşehir Belediyesi İmar Yönetmeliğine Ek Sıhhi Tesisat Yönetmeliği	<i>Kanalizasyon Bağlantısı</i> Madde 10.5- Özel durumlar hariç her bina için kanalizasyona tek bağlantı yapılır. Ancak, pissu ve yağmursuyu kanallarının bağlantıları, ayrı ayrı yapılacaktır. Madde 10.8- Kanalizasyon sistemi bulunan bölgelerde atık suların parseldeki rögarda toplanarak pissu kanalına, yer altı suyu drenajları ve yağmursuyunun ayrı bir rögarda toplanarak yağmursuyu kanalı olan yerlerde bu kanala, yağmursuyu kanalı olmayan yerlerde ise kaldırımı geçerek cazibe veya pompaj yoluyla yola bağlanması zorunludur.
Karayolları Kenarında Yapılacak ve Açılacak Tesisler Hakkında Yönetmelik	<i>Atık Suların Drene Edilmesi</i> Madde 32- Besi çiftliği ve ahırlarda, yem, yem artıkları ile gübrenin, tesislerin karayolundan görülmeyecek kısımlarında depolanması, tesis alanına düşen yağmur suları ve atık sular ile diğer sıvıların karayolu sınır çizgisi dışında drene edilmesi zorunludur.
Planlı Alanlar Tip İmar Yönetmeliği	<i>Su depoları, sıhhi tesisler ve fosseptikler</i> Madde 50- a) (Değişik:RG-13/7/2000-24108) Bu Yönetmelikte belirtilen umumi yapılarda ve yüksek katlı yapılarda 15 m ³ 'ün altında olmamak üzere, yapının kullanma amacı, günlük su ihtiyacı, seçilen yangın söndürme sistemi gibi kriterlere ve ulusal ve uluslararası standartlara uyulmak ve gerekli drenaj ve yalıtım tedbirleri alınmak şartıyla hacmi belirlenen su deposu bulundurulması zorunludur. Diğer konut tipi binalarda ise yeterli büyüklükte su deposu ve hidrofor yeri ayrılır, yapı sahibinin isteğine bağlı olarak mekanik tesisat projelerine işlenerek tesis edilir. Su depoları, gerekli drenaj ve yalıtım tedbirleri alınarak binanın bodrum ya da çatı katında tertiplenebileceği gibi, aynı koşulları taşımak şartıyla, bina alanı dışında ön, yan ve arka bahçelerde toprağa gömülü şekilde de yerleştirilebilir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Dünyada hızla artan nüfus ile birlikte kentlerde yaşayanların sayısının da her geçen gün arttığı göz önüne alındığında, ihtiyaçlara cevap verebilmek amacıyla hızlı ve plansız kentleşme sonucunda birçok çevresel sorunla karşı karşıya kalınmaktadır. Karşılaşılan bu çevresel sorunlar ve bu sorunların yönetimindeki hatalar nedeniyle, doğal kaynaklar günden güne miktar ve kalitelerini yitirerek azalmaktadır. Bu bağlamda, doğal kaynakların nesilden nesile aktarılmasının sağlanması yani sürdürülebilirliği de zorlaşmaktadır. Kentsel alanlardaki sürdürülebilirliğin sağlanması doğaya ve doğal süreçlere saygılı çözümlerle mümkün olacaktır. Bu noktada bu tür sorunların çözümünde kentsel tasarım özellikle de ekolojik tabanlı çözümler içeren ekolojik kentsel tasarım bir şans olarak görülmektedir.

Hızla şekillenen ve değişen kentsel alanların, kent ekolojisine mümkün olduğunca az zarar vererek doğa dostu uygulamalarla birlikte geliştirilmesi, kentsel tasarım ve/veya ekolojik kentsel tasarım proje ve uygulamaları ile mümkün olacaktır. Söz konusu uygulamaların hayata geçirilmesinde ise; kente has doğal ve kültürel özelliklere bağlı kalan, insan konforunu ön planda tutan ve kentsel alanlarla ilgili paydaşlara yön gösteren standartlar içeren bazı uygulama araçlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu uygulama araçlarının başında kentsel tasarım rehberleri gelmektedir.

Kandemir (2010)'e göre, çeşitli ölçekler ve detaylarda hazırlanabilen kentsel tasarım rehberleri, dünyada çok sık olarak başvurulan tasarım uygulama araçlarıdır. Sokak ölçeği gibi büyük bir ölçekten, kentsel yerleşim alanı gibi küçük bir ölçeğe kadar her tasarım düzeyinde kentsel tasarım rehberleri kullanılmaktadır.

Öte yandan, kentsel tasarım rehberlerinin her kentsel alanı ve detayı; aynı tekdüzelikte, aynı tasarımsal standartlarla donatacağı düşünülmemelidir. Tasarımın doğası gereği, her kentsel alanın kendi yerel, doğal ve kültürel özelliklerine uygun olarak özgün bir şekilde biçimlenmesi, kentsel tasarım rehberlerinin asıl amacıdır. Kentsel tasarım rehberlerinde temel olarak tasarımı yapılan kentsel alanların; tasarımsal öğeler, tasarım ilkeleri ve

doğal kaynak kullanımları yönünden irdelenmesi yapılmaktadır. Bu bağlamda, her bir tasarım alanı için özgün bir biçimde ortaya konan standartlar, teknik detaylar ve çözümlenmeler, tasarım ile ilgili meslek disiplinlerinin ortak çalışması ile birlikte ortaya çıkmalıdır. Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği 30.madde 7.fıkrasında da belirtildiği üzere (bk. 1.Giriş); kentsel tasarım projesi doğrultusunda mekânın imge, anlam ve kimlik kazanmasını, estetik ve sanat değerinun yükseltilmesi çerçevesinde, kentsel alanlardaki doğal kaynakların tasarımda dengeli bir şekilde kullanılarak sürdürülebilirliğinin sağlanması, kentsel tasarım rehberlerinin hazırlanması aşamasında peyzaj mimarlarının görevidir.

Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği'nin yanında, kentsel tasarım rehberlerinin genel olarak mekânsal düzenlemeler ve planlama ile ilgili mevzuatla ilişkili olmasından dolayı gerekli düzenlemelerin özellikle imar mevzuatında yer alması ve kentsel tasarım rehberlerinin içeriği, hazırlık aşaması ve uygulama boyutu ile ilgili yönergelerin ve süreçlerin de ortaya konması oldukça önemlidir (Anonim 2016).

Kentsel alanlarda yer alan doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin sağlanması, kent ekolojisinin dengeli bir şekilde korunmasıyla doğrudan ilgilidir. Bu araştırmada; kent ekolojisinin doğal bileşenlerinden biri olan ve kentsel alanlardaki doğal kaynaklardan en fazla zarara uğrayan ve aynı zamanda zarar verenlerin başında gelen hidrolojik özelliklerin, kentsel tasarım rehberi kapsamında örnek bir yeni yerleşim alanı üzerinde irdelenmesi amaçlanmıştır. Kentsel alanlarda önem verilmesi gereken hidrolojik özelliklerin başında ise, su döngüsü özellikle de yağış-yüzey akış döngüsü gelmektedir. Kentsel alanlarda sert yüzeyle kaplı alanların artması, yeşil alanların giderek azalması, yağış-yüzey akış döngüsünü son derece olumsuz etkilemektedir.

Kentlerde yer alan mevcut geleneksel yağmursuyu yönetim ve toplama yöntemleri, yüzey akışın bir an önce alandan uzaklaşarak toplanması üzerinedir. Bu şekilde hızla toplanan su; alıcı sular üzerinde kirlilik, sel ve taşkın riski yaratmakta aynı zamanda emilim ve buharlaşmanın azalmasıyla da su döngüsünü olumsuz yönde etkilemektedir. Ani ve şiddetli bastıran yağış olayları sonrasında, artan yüzey akış miktarının etkin bir

şekilde çözülmesi amacıyla son zamanlarda gündeme gelen ve kent ekolojisine duyarlı ekolojik yağmursuyu toplama yöntemleri (su duyarlı kentsel tasarım, sürdürülebilir drenaj sistemleri, yeşil altyapı, düşük etkili gelişim) ortaya çıkmıştır.

Farklı ülkelerde farklı isimlendirmelerle ortaya çıkan yağmursuyu yönetim yaklaşımları, temelde aynı fikir ve uygulamaları ortaya koymaktadır. En belirgin ortak nokta ise; tasarım alanının doğal hidrolojik özelliklerinin taklit edilerek, kaynağında yağmursuyu yönetimini sağlamaktır. Kısacası, tasarım alanının gelişim öncesi mevcut durumunun hidrolojik özelliklerinin korunmasıdır. Diğer yandan, söz konusu bu yöntemler kentsel alanlarda kullanılan geleneksel yağmursuyu toplama sistemlerine destek olacak şekilde de kullanılmaktadır. Bu araştırma kapsamında; teorik altyapısı daha sağlam olan ve dünya genelinde daha sıklıkla kullanılan Amerika Birleşik Devletleri'nin benimsediği düşük etkili gelişim yaklaşımı ele alınarak, tez örnek alanı üzerinde uygulaması yapılmış ve bu kapsamda yer alan entegre yönetim uygulamaları (biyotutma alanı, yağmur bahçesi, sarnıç vb) ile ilgili detaylar bir kentsel tasarım rehberi halinde sunulmuştur.

Düşük etkili gelişim yaklaşımında, adında da anlaşılacağı üzere yağış-yüzey akış döngüsüne olabildiğince düşük etki edecek kentsel gelişimlerin ve yağış-yüzey akış döngüsünü destekleyecek basit ekolojik çözümlerin olması gerektiği savunulmaktadır. Bu bağlamda, alan planlama sürecine hidrolojik özelliklerin entegre olması, detaylara gereken özenin gösterilmesi, kaynağında yüzey akışın kontrol altına alınması, basit çözümlerin kullanılması ve çok işlevli bir peyzajın ve altyapının oluşturulması, düşük etkili gelişim yaklaşımının temel kavramlarıdır (Anonymous 1999a).

Bu çerçevede yapılan araştırma kapsamında öncelikli olarak; yukarıda konu edilen kavramları temel alan detaylı bir literatür taraması yapılmıştır. Yapılan detaylı taramanın ardından,

- Kentsel tasarım uygulama araçlarından kentsel tasarım rehberlerinin diğerlerine oranla daha yaygın olarak kullanıldığı,

- Yurtdışında çok farklı ölçeklerde kullanılan kentsel tasarım rehberlerinin ülkemizde ise, gelişme aşamasında olduğu ve kullanım alanlarının günden güne arttığı,
- Kentsel tasarım rehberlerinin sıkı kurallar koymak yerine yapılan tasarımları bütünleştirici, yönlendirici ve teşvik edici bir yapıda olması gerektiği,
- Kentsel tasarım rehberlerinin tasarım yapılan alanın doğal ve kültürel karakter özelliklerini dikkate aldığı,
- Ekolojik kentsel tasarımın kent ekolojisinin devamlılığın sağlanmasında önemli bir rol oynadığı ve
- Düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında kullanılan entegre yönetim araçlarının basit ancak etkili çözümler ortaya koyduğu sonuçlarına varılmıştır.

Literatür taramasının ardından geliştirilen yöntem doğrultusunda, tez örnek alanın yağmursuyu yönetimi kapsamında düşük etkili gelişim yaklaşımıyla ele alınması amacıyla, örnek alanın iklimi, topoğrafik yapısı, jeolojik yapısı, hidrolojik yapısı, toprak yapısı, arazi örtüsü birimleri, geçirimsizlik durumu, bitki örtüsü özellikleri, akarsu güç indeksi ve topoğrafik nemlilik indeksi ile ilgili detaylı bir araştırması ve gerekli haritalamaları yapılmıştır.

Bu bağlamda elde edilen bulgular kapsamında;

- İklimsel verilerin özellikle de tez amacı kapsamında gerekli olan yağış verilerinin daha sağlıklı ve kesin sonuçlar vermesi amacıyla, araştırma alanına ve yakın çevresine ilgili kurumlar tarafından gerekli sayıda iklim istasyonunun kurulması,
- Tezin amacı ve yüzey akış miktarının belirlenmesi kapsamında, araştırma alanı ve yakın çevresi ile ilgili olarak iklim istasyonlarından sadece yağmur-yağış verileri değil aynı zamanda kar verilerinin de elde edilmesinin gerekliliği,
- Araştırma örnek alanı üzerinde kurulacak toplu konut alanının, yüksek eğim (alanın %33,57'si %20-30 eğim arasında) ve hareketli topoğrafik yapı nedeniyle yüksek yapım maliyetleri gerektireceği,

- Araştırma örnek alanında çeşitli seviyelerde (1,10-10,30m) bulunan yer altı su seviyesinin, yapılacak toplu konut yerleşimi ile birlikte daha derinlere giderek azalacağı,
- Toprak geçirimsizliği açısından araştırma alanı genel bir sınıflandırma olan hidrolojik toprak grupları sınıflandırması yöntemine göre sınıflandırılmıştır. Toprak varlığının geçirimsizlik açısından daha detaylı sınıflandırılması amacıyla, gerekli analiz ve etütlerin yapılarak toprak geçirimsizlik haritalarının ilgili kurumlar tarafından oluşturulması,
- Araştırma alanının su geçirimsizliğinin saptanmasında, alanın fazla eğimli olmasından dolayı hem toprak geçirimsizliğinde hem de jeolojik geçirimsizlikte eğim durumunun dikkate alınması gerekliliği,
- Araştırma alanının genelinde seyrek bozkır bitki örtüsünün yer almasına karşın, detaylı bitki örtüsü analizinin (NDVI vb. gibi); su geçirimsizliğinin ve yüzey akış miktarının belirlenmesinde önemli etkin bir role sahip olduğunun göz önüne alınması ve
- Yüzey akış ve erozyon-heyelan riskinin belirlenmesinde ArcGIS tabanlı akarsu güç indeksi ve topoğrafik nemlilik indeksinin kullanılmasının önemli olduğu sonuçları çıkarılmıştır.

Diğer yandan; araştırma alanı Gölbaşı Yaylabağ Yaylaşehir toplu konut projesi, uygulama imar planı ve geleneksel yağmursuyu yönetim planı irdelendiğinde aşağıda yer verilen çıkarımlar yapılmıştır:

- Alanın yüksek eğimli topoğrafik yapısının ve bakı durumunun yerleşim deseni ile bahçe düzenlemelerinde belirleyici unsur olarak ele alınması ve alanda yer alan vadilerin, yeşil alan aksları olarak değerlendirilmeleri özellikle yağmursuyu yönetimi açısından olumlu olarak yorumlanmıştır.
- Diğer yandan alanda kişi başına düşen açık-yeşil alan miktarının (84,4 m²/kişi) yüksek olması da sert yüzeylerin belli bir oranda tutulması adına olumlu bir durumdur.
- Yüzey akış miktarının belirlenmesinde oldukça sık kullanılan yöntemlerden biri olan rasyonel yöntemle göre hazırlanan geleneksel yağmursuyu toplama şebekesi sisteminin, ayırık sistem (kanalizasyondan hariç) olarak tasarlanması ve deşarj

alanları olarak alanda yer alan derelerin kullanılması olumlu olmakla birlikte, alanın topoğrafik özellikleri nedeniyle yapım maliyetlerinin çok yüksek olacağı da ortadadır. Öte yandan, rasyonel yöntemde yüzey akış miktarının belirlenmesinde kullanılan C katsayılarının ortalamalarının sert yüzeyler ve yeşil yüzeylere göre daha hassas belirlenmesi de gerekmektedir.

- Yağmursuyu toplama şebeke sisteminde, az katlı konut (villa) alanlarından toplanan yağmur sularının yollara verilmesi, yani alandan bir an önce uzaklaştırılmaya çalışılması; su döngüsüne zarar vermenin yanında olası su baskınlarına da yol açacaktır. Yaşanacak su baskınları hayatı olumsuz etkilemekle birlikte aynı zamanda kimyasal kirliliğe de neden olacaktır.

Elde edilen bulgular ve yapılan çıkarımlar çerçevesinde, düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında araştırma alanı detaylı bir şekilde ele alınmış ve öncelikli olarak alanın gelişim öncesi (mevcut durum) ve gelişim sonrası yüzey akış potansiyeli ortaya konulmuştur. Başlangıçta araştırma alanı; gelişim öncesi ve sonrası yağış-yüzey akış potansiyelinin ortaya konulması amacıyla, su toplama yönünden mikro havzalara ayrılmıştır. ArcGIS 10.2.1 programı yardımıyla yapılan bu işlem sonucunda, araştırma alanı genelinde 2 ana havza (Kaplum Deresi havzası ve Büvet Deresi havzası) ve 29 mikro havza tespit edilmiştir. Tespit edilen mikro havza sınırlarından birkaçı, araştırma alanı idari sınırlarının dışında da devam etmektedir. Ancak yüzey akış potansiyelinin tespitinde kullanılan birçok verinin sadece idari sınırlar dahilinde elde edilebiliyor olmasından dolayı, mikro havza sınırları idari sınırlarla kesiştirilmiştir. Öte yandan, doğal kaynakların korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından havza sınırı temelli planlama tercih edilmelidir (Efe ve Sılaydın Aydın 2009).

Havza sınırlarının belirlenmesinden sonra, araştırma alanı yüzey akış tahmini hesaplamaları açısından önemli olan; muhtemel tasarım yağışı (design storm) ortaya konmuştur. Yapılan literatür araştırmalarına göre, başta ABD olmak üzere birçok ülkede, yağmursuyu yönetimi kapsamında kullanılan ve her bir iklim istasyonu için 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık periyotlarda hazırlanan muhtemel tasarım yağışı hesapları, ülkemiz açısından oldukça eksik kalmıştır. Ülkemizde yer alan her bir iklim istasyonu için hazırlanacak muhtemel tasarım yağış hesapları; yağmur suyunun yerleşim

alanlarına vereceği zararlara karşı önlem geliştirilmesi açısından oldukça önemlidir (Anlı ve Öztürk 2011).

Belirlenen mikro havzalar ve muhtemel tasarım yağışı miktarından sonra, temelde yüzey akış eğri numarası yöntemine dayanan TR55'e göre; araştırma alanının her bir mikro havzası için gelişim öncesi ve sonrasındaki yüzey akış potansiyelleri ortaya konmuştur. Bu bağlamda kullanılan eğri numaraları yönteminin, ABD'de % 5 ve altındaki eğimlerde bulunan tarım alanları için ortaya çıktığı göz önüne alınarak, her bir mikro havza için eğime uyarlanmış eğri numaraları hesaplanmıştır (Ebrahimian vd. 2012). Yüzey akış miktarının tahmin edilmesinde kullanılan literatürdeki birçok farklı yöntemlerin yanında, eğri numarası temeline dayanan TR55 yönteminin kullanılmasının esas nedeni; elde edilen veri setlerinin TR55'e uygunluğudur.

Gelişim öncesi ve gelişim sonrasında araştırma alanı için hesaplanan yüzey akış miktarları arasında, birçok mikro havza genelinde büyük farklılıklar (mikro havzaların % 62'sinde) ortaya çıkmıştır. Bu farklılıkların temel sebebi; gelişim öncesindeki alan kullanımı ve yüzey örtüsü gibi koşulların, gelişim sonrasına oranla olumsuz yönde oldukça büyük değişimlere uğramasındandır. Diğer yandan, birkaç mikro havza için gelişim öncesi ve gelişim sonrası ortaya çıkan farklar ise; ya oldukça küçük değerlerde (13, 15 ve 29 No.lu mikro havzalarda (mikro havzaların % 10'unda) ya da negatif yöndedir (4, 5, 6, 11, 24, 25, 27 ve 28 No.lu mikro havzalarda (mikro havzaların % 28'inde)). Küçük değerlerin veya negatif farkların oluşmasının sebebi ise; bir önceki durumun tersine, gelişim öncesi alan kullanımı ve yüzey örtüsü gibi koşulların gelişim sonrasında olumlu yönde değişime uğramasındandır. Bu noktada yağmursuyu yönetimi açısından tercih edilen durum, gelişim öncesi ve sonrası yüzey akış miktarlarının arasındaki farkın küçük ve/veya negatif yönde olması durumudur. Bu çerçevede, araştırma alanı içerisinde yer alan özellikle açık-yeşil alan uygulamalarının (aktif ve pasif) bulunduğu alanlar genelinde, yüzey akış miktarları arasındaki farklar küçük ya da negatif yönde çıkmıştır. Örneğin; araştırma alanı güneybatısında mevcut durumda yer alan taş ocaklarının (4 No.lu mikro havza), gelişim sonrasında ağaçlandırılacak olması; alanın gelişim öncesi ve sonrasındaki yüzey akış miktarları arasındaki negatif farkın sebebidir (bk. Çizelge 4.19).

Öte yandan, yüzey akış miktarları arasında ortaya çıkan büyük farklılıklar, düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında çözüm bekleyen miktarları oluşturmaktadır. Düşük etkili gelişim yaklaşımının ana amacı olan gelişim öncesindeki hidrolojik şartların gelişim sonrasında da devam ettirilmesi kapsamında (Anonymous 1999a), yüzey akış miktarlarının gelişim öncesi duruma dönmesi ve/veya gelişim öncesi miktarlara yaklaşılması, elde edilmek istenilen durumdur.

Araştırma alanının gelişim öncesi ve sonrasında ortaya çıkan yüzey akış miktarları arasındaki farkların belirlenerek karşılaştırılmasına ek olarak, yağmursuyu yönetimi kapsamında araştırma alanının geçirimsizlik analizi ve 1/1000 uygulama imar planı çakıştırılarak, gelişim öncesindeki geçirimli alanların, gelişim sonrasında geçirimsiz yüzeylerle kaplanma durumlarını ortaya koyan “çelişki alanları” belirlenmiştir. Ortaya çıkan çelişki alanları ile mikro havzaların gelişim öncesi ve sonrasındaki yüzey akış miktarları arasında meydana gelen farklar, paralellik göstermektedir. Çelişki alanları 1’den 4’e kadar derecelendirilmiştir. Öte yandan, 1. derece çelişki alanları, ortaya konulan diğer çelişki alanlarına göre, yağmursuyu yönetimi açısından hızlı bir şekilde öncelikli çözüm bekleyen alanlardır. Buna göre, 1. derece çelişki alanları;

- Yüksek-çok yüksek geçirimsizliğin, geçirimsiz yüzey örtüsü ile kaplandığı alanları temsil etmektedir.
- Yoğun olarak araştırma alanının kuzeybatısı ve kuzeyinde yer almaktadır.
- Uygulama imar planına göre araştırma alanının kuzeybatısında ve toplu konut alanı girişinde yer alan karşılıklı konumlandırılmış ticaret alanı ile akaryakıt ve servis istasyonunun, yağmursuyu yönetimi ve geçirimsizlik durumu göz önüne alındığında, yer seçimlerinin hatalı olduğu ortaya çıkmaktadır. Her iki alan kullanımı için de yağmursuyu yönetimi kapsamında gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.
- Özellikle, ticaret alanının karşısında yer alan akaryakıt ve servis istasyonunun; mikro havzanın en yüksek geçirimsizliğe sahip bölgesinde yer almasından dolayı, yer altı suyunun petrol ve türevi maddelerle yüksek oranda kirlenmesi olasılığı üzerine geçirimsiz bir alana taşınması daha doğru olacaktır.
- Öte yandan, araştırma alanı kuzeyinde yer alan çelişki alanında ise; kentsel teknik altyapı alanı ile sosyal ve kültürel tesis alanına yer verilmiştir. Bu alan

için yağmursuyu yönetimi açısından gerekli önlemlerin alınması veya söz konusu alanın açık-yeşil alan düzenlemelerine bırakılması gerekmektedir.

- Araştırma alanının genel olarak geçirimsiz olması nedeniyle, alanda yer alan diğer 1. derece çelişki alanları ise, daha küçük boyutlarda asfaltla kaplı yollar üzerinde yer almaktadır.

Diğer yandan, 2.(yüksek-çok yüksek geçirimliliğin, orta geçirimlilikte yüzey örtüsü ile kaplandığı alanlar), 3.(orta geçirimliliğin, geçirimsiz yüzey örtüsü ile kaplandığı alanlar) ve 4. derece (orta geçirimliliğin, orta geçirimlilikte yüzey örtüsü ile kaplandığı alanlar) çelişki alanları, kademeli olarak yağmursuyu yönetimi açısından öncelikli önlem alınması gerekmeyen alanları kapsamaktadır.

Araştırma alanı için gelişim öncesi ve gelişim sonrası yüzey akış potansiyellerinin hesaplanarak karşılaştırılması ve çelişki alanları analizi çerçevesinde; iki ana mikro havzadan yüzey akış miktarları arasında en büyük farka sahip olan ve çelişki alanları analizinde de 1. derece çelişki alanı içerisinde yer alarak yağmursuyu yönetimi kapsamında önceliği olan 1 ve 19 No.lu mikro havza örnekleri üzerinde, düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında çözüm önerileri geliştirilmiştir.

Su-yağmur suyu döngüsünün sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmesini sağlayan düşük etkili gelişim yaklaşımı; kentsel bir alanın planlama aşamasında ve/veya planın uygulanması aşamasında kullanılabilen esnek bir yağmursuyu yönetim yaklaşımıdır. Yaklaşım kapsamında bulunan doğa dostu, ekolojik ve basit çözümler içeren uygulamalar, her tip kentsel alan için kolaylıkla tercih edilebilmektedir. Düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında, örnek mikro havzalarda gelişim öncesi hidrolojik özelliklerin korunarak sürdürülmesine dikkat edilmiştir. Bu bağlamda, 1 ve 19 No.lu mikro havzalar için gelişim öncesi ve gelişim sonrasındaki yüzey akış miktarlarının hesaplanmasının yanında daha da detaya inilerek, her iki mikro havzanın da öncesi ve sonrası için konsantrasyon zamanları (dk) ve en yüksek yüzey akış oranları (m^3/s) hesaplanarak karşılaştırılmalar yapılmıştır. Ayrıca bütün araştırma alanı için drenaj akış yönleri de belirlenmiştir.

1 ve 19 No.lu mikro havzalarda düşük etkili gelişim kapsamında geliştirilen çözüm önerileri (entegre yönetim uygulamaları) seçilirken, yukarıda yer alan hidrolojik özelliklerin dikkate alınmasının yanında entegre yönetim uygulamalarının alan sınırlayıcıları (Çizelge 2.11) ve her iki mikro havzanın fiziksel özellikleri de (topoğrafya, eğim, geçirimsizlik durumu gibi) göz önünde tutulmuştur. Bu bağlamda, her iki mikro havza için alternatif bir tasarım önerilmiştir. Ayrıca her iki havza için de farklı alternatifler geliştirilebilir.

Düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında yağmur suyunu kaynağında yönet prensibine dayanılarak, örnek mikro havzaların sınırları içerisinde tasarımlar yapılmış olsa da, araştırma alanı genelinde yapılacak yağmursuyu yönetiminin bir bütün olması gereği de göz ardı edilmemelidir.

Bu bağlamda, 1 ve 19 No.lu mikro havza örnekleri üzerinde tasarlanan ve alternatif olarak kullanılacak diğer entegre yönetim uygulamalarının veya bir başka deyişle en iyi yönetim uygulamalarının da detaylandırıldığı, yağmursuyu yönetimi kapsamında bir kentsel tasarım rehberi taslağı oluşturulmuştur. Oluşturulan bu rehber kapsamında; düşük etkili gelişim yaklaşımı detaylı bir şekilde tanımlanmış ve yağmur suyunu yönetmede kullanılacak en iyi yönetim uygulamalarının tamamının tanımı, tasarım kriterleri (plan, kesit ve kullanılacak bitki türü listeleri) ve boyutlandırılmalarına yer verilmiştir.

En iyi yönetim uygulamalarında kullanılacak bitki türü listeleri verilirken; detaylı literatür taraması yapılmış ve bitki soğuğa dayanıklılık haritasına (USDA Plant Hardiness Zone Map) göre ülkemiz için geliştirilen haritadan Ankara'nın 7b ((-12.2)-(-15.0) °C) (www.mgm.gov.tr, 1998) zonunda olduğu göz önüne alınarak, daha ekstrem koşullara dayanıklılık sağlamak için alt zonlarda yetişebilen bitki türlerine (bk. Ek 2) ve Ankara iklim şartlarında yetişebilen bitki listelerine (bk. Ek 3) yer verilmiştir.

Diğer yandan, bitki türü seçiminde kullanılan bitki soğuğa dayanıklılık zonu değerinin yanında fizyolojik yönden bitki dayanıklılığını etkileyen; güneşliği, sıcaklık, toprak

yapısı, eğitim durumu, bakı ve yağış miktarı gibi diğer koşulların da göz önüne alınması gerekmektedir (www.agaclar.net, 2003).

Hazırlanan kentsel tasarım rehberi taslağı sonucunda, yağmursuyu yönetimi kapsamında 1 ve 19 No.lu mikro havzalar özelinde bir değerlendirme (bk. Çizelge 4.31) yapılmıştır. Bu değerlendirme sonucuna göre; düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında örnek mikro havzalarda yer verilen en iyi yönetim uygulamalarıyla birlikte, gelişim öncesi yüzey akış miktarı ile gelişim sonrası yüzey akış miktarı arasındaki fark ortadan kaldırılmıştır. Bu bağlamda, araştırma alanı diğer mikro havzaları özelinde ve dolayısıyla tüm çalışma alanı genelinde gerçekleştirilecek yağmursuyu yönetimi düşük etkili gelişim yaklaşımı en iyi yönetim uygulamalarıyla birlikte, gelişim öncesi hidrolojik koşullara yaklaşmak mümkün olacaktır. Bununla birlikte, araştırma alanında yer alan geleneksel yağmursuyu yönetimi sistemi de sadece gelişim öncesindeki yüzey akış miktarını drene etmek, alandan uzaklaştırmak için kullanılabilir.

Öte yandan, düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında araştırma alanında gerçekleştirilecek yağmursuyu yönetiminin hayata geçirilmesi için önemli olan etkenlerden biri de mevzuattır. Bu kapsamda öncelikli olarak, dünyada ve ülkemizdeki mevzuat incelenerek, yağmur suyunun yeniden kullanımı ve yönetimi ile ilgili düzenlemeler ortaya konulmuştur. Dünyadaki örnekler incelendiğinde; yağmur suyunun yönetimi ve kullanımı ile ilgili olumlu yönde destek sağlayacak mevzuat düzenlemeleri ve kullanıcılara yönelik mali teşvikler olduğu görülmüştür. Hatta Japonya ve Hindistan'da yağmursuyu kullanımı yasalarla zorunlu hale getirilmiştir (Silkin 2014). Tabii ki bu kararda her iki ülkenin yoğun yağış almasının payı da büyüktür. Ancak sadece yoğun yağış alan ülkelerde değil, küresel ısınma ve dolayısıyla kuraklıkla mücadele edebilmek için tüm ülkelerde yağmursuyu kullanımı özendirilmelidir.

Ülkemizde ise; genel olarak yağmur sularının bir an önce toplanarak alandan uzaklaştırılması esasına dayanan geleneksel yağmursuyu yönetim sistemlerini düzenleyici maddeler mevzuatta yer alırken (bk. Çizelge 4.33), yağmur sularının doğa dostu uygulamalarla yönetilmesi ve kullanılmasının özendirilmesi, birkaç yerel girişim örneği dışında yaygın değildir. Ülkemiz mevzuatında yalnızca, 2012 yılında yayınlanan

“Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik’te” su verimliliği ile ilgili olan 11.maddede, sürdürülebilir su kullanımının sağlanması için yağmur sularının kullanımının ilgili kurumlar tarafından özendirilmesi ile ilgili bir bent görülmektedir. Söz konusu bu yasal düzenlemelerin geliştirilerek arttırılmasıyla birlikte, düşük etkili gelişim gibi doğa dostu yağmursuyu yönetim yaklaşımlarının uygulanabilmesi için de ülkemiz açısından sağlam bir yasal dayanak oluşturulacaktır.

“Ülkemizde çeşitli ölçeklerde farklı konular için hazırlanan kentsel tasarım rehberleri, kentsel ekolojinin sürdürülebilirliği açısından yeterli midir?” ana soru cümlesi ile araştırmaya başlanılan tez çalışmasının hipotezi ise; “Kentsel tasarım rehberlerinin hazırlanmasında kentsel ekolojinin sürdürülebilirliği göz önünde bulundurulursa, daha sağlıklı, doğa dostu ve yaşanabilir kentsel alanlar elde edilmiş olur” şeklinde belirlenmiştir. Bu kapsamda, seçilen kentsel ekolojik öğelerden kent baskısı karşısında en çok etki altında kalan su-yağmur suyu döngüsünün sürdürülebilirliği temelinde, yeni bir yerleşim alanı örneğinde yağmursuyu yönetimi kapsamında bir taslak kentsel tasarım rehberi önerisi gerçekleştirilmiştir. Bu çerçevede alt hipotez; “Yerleşim alanı planlarının yapılırken, ekolojik süreçlerden biri olan yağmur suyu ve drenajı sürecinin dikkate alınmasıyla birlikte, su döngüsü olumlu yönde etkilenir ve daha güvenilir, sağlıklı çevreler elde edilir.” şeklinde belirlenmiştir.

Araştırma örnek alanı olarak seçilen, Ankara Gölbaşı Yaylabağ Yaylaşehir toplu konut alanı; plan aşaması tamamlanmış, uygulamaya geçmeye hazırlanan bir projedir. Yapılan analizler sonucunda, su-yağmur suyu döngüsünün sürdürülebilirliği açısından olumlu (vadilerin açık-yeşil alanlar olarak bırakılması gibi) özelliklerin yanı sıra oldukça olumsuz özellikler de (geçirimlilik durumu çelişki alanlarının varlığı gibi) taşımaktadır. Diğer yandan, gelişim sonrası örnek alanın yüzey akış miktarı potansiyellerinde önemli bir artış tespit edilmiştir. Bu büyük artışlar, toplu konut alanı kullanıcılarının hayatını olumsuz anlamda etkilerken, aynı zamanda çevresel sorunlara da neden olacaktır. Söz konusu bu olumsuz özelliklerin en aza indirgenmesi; örnek alanın daha planlama aşamasında iken, su-yağmur suyu drenaj sürecinin özenle dikkate alınması ile mümkün olacaktır.

Yapılan tez kapsamında, örnek alanın su-yağmur suyu döngüsünün sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından geleneksel yağmursuyu yönetim sistemlerinin (kanal gibi) yetersiz kaldıkları düşüncesiyle; doğa dostu, ekolojik ve basit çözümleri içeren düşük etkili gelişim yaklaşımı benimsenmiştir. Örnek alana getirilen ve hazırlanan kentsel tasarım rehberi kapsamında detaylı tanımlanan çözüm önerileri ile birlikte, gelişim öncesi hidrolojik özelliklere (yüzey akış miktarı gibi) geri dönülmüş ve yağmursuyu yönetimi problemleri açısından örnek alan kullanıcılarına daha güvenilir ve sağlıklı yaşam alanları sağlanmıştır. Bu bağlamda, araştırmanın hipotez ve alt hipotezi de sınanmış olmaktadır.

Sonuç olarak, yapılan tez çalışması;

- Yeni yerleşim alanlarının planlanması sürecinde, kentsel ekolojinin de bir parçası olan su-yağmur suyu döngüsünün özellikle de geçirimsizlik analizinin göz ardı edilemeyecek olması,
- Araştırmanın sonuçlarıyla birlikte, kentsel alanlarda yağmursuyu yönetiminin sadece geleneksel yöntemlerle değil ekolojik çözümlerle de sağlanabileceği,
- Kentsel tasarım rehberlerinin sadece malzeme seçimi, renk vb. fiziksel özellikler hakkında değil, kentsel ekolojik döngülerin sürdürülebilirliği noktasında da kullanılabilecekleri

gibi konularda katkı sağlamıştır.

Ayrıca yapılan bu tez çalışması;

- Her iklim istasyonu için muhtemel tasarım yağışı hesabının yapılması,
- Kar erimesi sonucu ortaya çıkan tahmini yüzey akış miktarının tespiti,
- Entegre yönetim uygulamaları (en iyi yönetim uygulamaları) için kullanılabilecek iklime uygun bitki türlerinin tespiti için deneme çalışmalarının yapılması, özellikle Ankara Gölbaşı yerel bitki örtüsünde bulunan bitki türlerinin (*Centaurea tchihatcheffii* Fisch. & C.A.Mey. (sevgi çiçeği, yanardöner, peygamber çiçeği) gibi endemik türlerde dahil) en iyi yönetim uygulamalarında kullanım uygunluklarının tespiti,
- Kentsel alanlarda yağmursuyu yönetimi kapsamında iklime uygun kurakçıl peyzaj tasarımı çalışmaları,

- Geleneksel yağmur suyu toplama sistemlerine göre düşük etkili gelişim yaklaşımı kapsamında yapılan doğa dostu yağmursuyu yönetimi uygulamalarının maliyet/performans analizleri,
- Doğa dostu yağmursuyu yönetimi uygulamalarının ülkemiz açısından mevzuat altlıklarının hazırlanması ve
- Araştırma alanı benzer koşullarında yer alan kentsel yerleşim alanları için düşük etkili gelişim kapsamında yağmursuyu yönetiminin yaygınlaştırılarak gerçekleştirilmesi ve yağmursuyu yönetimi kapsamında peyzaj mimarlarının aktif rol aldıkları kentsel tasarım rehberlerinin hazırlanması

gibi ileride yapılacak çalışmalara ışık tutacaktır.



KAYNAKLAR

- Akkaya-Aslan, Ş.T., Gündoğdu, K.S. ve Demir, A.S. 2004. Sayısal Yükseklik Modelinden Yararlanılarak Bazı Havza Karakteristiklerinin Belirlenmesi: Bursa Karacabey İnkaya Göleti Havzası Örneği. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1); 167-180.
- Aklanoğlu, F. 2009. Geleneksel Yerleşimlerin Sürdürülebilirliği ve Ekolojik Tasarım: Konya-Sille Örneği. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Aksay, C.S. 2006. Pusat Dağı Flora ve Vegetasyonu (Silifke-Mersin-Türkiye). Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Algancı, U., Coşkun, H.G., Eriş, E., Ağralıoğlu, N., Cıgızoğlu, K., Yılmaz, L. ve Toprak, Z.F. 2009. Akım Ölçümleri Olmayan Akarsu Havzalarında Hidroelektrik Potansiyelin Belirlenmesine Yönelik Uzaktan Algılama ve CBS ile Hidrolojik Modelleme. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı. 11-15 Mayıs 2009, Ankara.
- Alparslan, E. ve Aydoğan, C. 2004. Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı Bilgilerinin Topoğrafya Bilgileriyle Birlikte Analizi: Kocaeli İli Uygulaması. Fatih Üniversitesi 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri. 06-09 Ekim 2004, İstanbul.
- Anlı, A.S. 2009. Ankara'da Meydana Gelen Yağmurların L Moment Yöntemleri ile Bölgesel Frekans Analizi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Anlı, A.S. ve Öztürk, F. 2011. Ankara'da Ölçülen Yıllık Maksimum Yağışların Bölgesel Frekans Analizi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1); 61-71.
- Anonim. 1992a. İstanbul Kentsel Tasarım Kılavuzu. Yıldız Teknik Üniversitesi Kentsel Tasarım Çalışma Grubu, İstanbul.

- Anonim. 1992b. Ankara İli Arazi Varlığı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim.1998. Web Sitesi: <https://www.mgm.gov.tr/tarim/bitki-soguga-ve-sicaga-dayaniklilik.aspx?g=h>, Erişim Tarihi: 05 Mart 2015.
- Anonim. 2002. Kemeraltı Koruma Amaçlı İmar Planı Revizyonu Kemeraltı Kentsel Tasarım Rehberi. Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, 89 s., İzmir.
- Anonim.2003. Web Sitesi: <http://www.agaclar.net/forum/hangi-bitkiler-hangi-sehre-hangi-kosullara-uygun/6569.htm>, Erişim Tarihi: 22 Kasım 2014.
- Anonim. 2006. İstanbul Büyükşehir Belediyesi İmar ve Şehircilik Daire Başkanlığı. Tarihi Çevre Koruma Müdürlüğü. Tanıtım Albümü. İstanbul.
- Anonim. 2007. Web Sitesi: http://www.ankaragolbasi.gov.tr/default_b0.aspx?Content=180, Erişim Tarihi: 13 Mart 2014.
- Anonim. 2009a. Web Sitesi: http://www.csb.gov.tr/db/bartın/edıtorıdosya/bolum_3.pdf, Erişim Tarihi: 17 Nisan 2013.
- Anonim. 2009b. Web Sitesi: <http://www.csb.gov.tr/db/e-plan/webmenu/webmenu13091.docx>, Erişim Tarihi: 20 Mayıs 2014.
- Anonim.2010. Ankara İli, Gölbaşı İlçesi Gölbaşı-Yaylabağ Toplu Konut Alanı Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi İmar Planı Plan Açıklama Raporu. MİA Planlama, 37 s., Ankara.
- Anonim.2012a. Ankara ve Tarım. Ankara Kalkınma Ajansı, 28 s., Ankara.
- Anonim.2012b. Web Sitesi: <http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/Kanunlar.aspx>, <http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/Yonetmelikler.aspx>, Erişim Tarihi: 27 Ocak 2014.
- Anonim.2013. Ankara İli, Gölbaşı İlçesi Gölbaşı-Yaylabağ Toplu Konut Alanı Atıksu-Yağmursuyu Projeleri Açıklama Raporu. Sudes Mühendislik Müşavirlik İnş. Tic. Ltd. Şti., 31 s., Ankara.

- Anonim.2015. Web Sitesi: <http://corine.ormansu.gov.tr/corineportal/araziortususiniflari.html>, Erişim Tarihi: 12 Mart 2015.
- Anonim.2016. Kentsel Tasarım Rehberleri. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Kentsel Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi, T.C. evre ve Şehircilik Bakanlığı Yayını, İncekara Matbaacılık, 3 cilt, 287 s., Ankara.
- Anonymous.1986a. Web Sitesi: <http://courses.washington.edu/gis250/lessons/hydrology/exercise/>, Erişim Tarihi: 27 Temmuz 2014.
- Anonymous.1986b. Urban Hydrology for Small Watershed TR-55 (Technical Release 55). United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service Conservation Engineering Division, 164 p., USA.
- Anonymous.1988. Web Sitesi: <http://sites.tufts.edu/gis/files/2013/11/Watershed-and-Drainage-Delineation-by-Pour-Point.pdf>. Erişim Tarihi: 14 Nisan 2012. Watershed and Drainage Delineation by Pour Point in ArcMap 10. (Written by Barbara Parmenter and Jack Melcher, revised January 10, 2012)
- Anonymous. 1990. Web Sitesi: <http://www.epa.gov/greeningepa/stormwater/>, Erişim Tarihi: 05 Aralık 2013.
- Anonymous. 1996. Web Sitesi: <https://www.alexandriava.gov/uploadedFiles/tes/info/WetSwaleMaintenanceGuidelines.pdf>, City of Alexandria, Virginia, USA, Erişim Tarihi: 07 Ekim 2014.
- Anonymous. 1999a. Low-Impact Development Design Strategies An Integrated Design Approach. Prince George’s County Department of Environmental Resources Programs and Planning Division, 140 p., Maryland, USA.
- Anonymous. 1999b. Web Sitesi: http://www.lowimpactdevelopment.org/raingarden_design/planting_design.htm, Erişim Tarihi: 21 Nisan 2014.
- Anonymous. 2000a. Web Sitesi: http://www.stormwatercenter.net/Manual_Builder/infiltration_design_example.htm, Erişim Tarihi: 17 Mayıs 2014.
- Anonymous. 2000b. Web Sitesi: <http://maps.google.com>, Erişim Tarihi: 19 Mart 2014.

- Anonymous. 2001a. Water Sensitive Urban Design in the Australian Context. Synthesis of a Conference Held 30 - 31 August 2000, Melbourne, Australia.
- Anonymous. 2001b. Web Sitesi: http://www.lid-stormwater.net/greenroofs_specs.htm, Erişim Tarihi: 10 Haziran 2014.
- Anonymous. 2002. Web Sitesi: www.toronto.ca/planning/urbdesign/guidelines.htm, Erişim Tarihi: 10 Eylül 2009.
- Anonymous. 2003a. Web Sitesi: <http://nisquallyriver.org/projects/low-impact-development-design-architectural-guidelines/>, Erişim Tarihi: 07 Nisan 2011.
- Anonymous. 2003b. Web Sitesi: http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0032_hidrologia/ch01.html, Erişim Tarihi: 10 Nisan 2011.
- Anonymous. 2003c. Rain Gardens A how-to Manual for Homeowners. Wisconsin Department of Natural Resources & University of Wisconsin-Extension, DNR Publication, 31 p., Wisconsin, USA.
- Anonymous. 2004. Web Sitesi: <ftp://ftp.dec.state.ny.us/dow/stormdocuments/.../GI%20Worksheets%201.2.xlsx>, New York State Department of Environmental Conservation, Erişim Tarihi: 28 Aralık 2013.
- Anonymous. 2005a. Web Sitesi: <http://www.bgs.ac.uk/suds/>, Erişim Tarihi: 12 Ocak 2014.
- Anonymous. 2005b. Low Impact Development and Architectural Guidelines for the Nisqually Watershed. Nisqually River Council, 69p., Washington, USA.
- Anonymous. 2006. Web Sitesi: http://en.wikipedia.org/wiki/Green_infrastructure, Erişim Tarihi: 15 Ocak 2014.
- Anonymous.2007. Low Impact Development Supplement to the Northern Virginia BMP Handbook. Northern Virginia Regional Commission, 275 p., Virginia, USA.

- Anonymous.2008a. Low Impact Development Manual for Michigan A Design Guide for Implementers and Reviewers. SEMCOG Southeast Michigan Council of Governments, 512 p., Michigan, USA.
- Anonymous.2008b. Web Sitesi: <https://www.tippecanoe.in.gov/DocumentCenter/Home/View/750>, List of Post-Construction BMP Appendices, Recommended Plant Lists for Best Management Practices Appendix D2, Erişim Tarihi: 19 Mayıs 2014.
- Anonymous.2009a. County of Los Angeles Low Impact Development Standards Manual. County of Los Angeles, 70p., California, USA.
- Anonymous.2009b. Low Impact Development A Guidebook for North Carolina. North Carolina State University, North Carolina Cooperative Extension, 310p., North Carolina, USA.
- Anonymous.2009c. Stormwater Management Handbook Implementing Green Infrastructure in Northern Kentucky Communities, Nevue Ngan Associates & Eisen Letunic & Van Meter Williams Pollack LLP & ICF International, 45 p., Northern Kentucky, USA.
- Anonymous. 2010a. Web Sitesi: <http://greenvalues.cnt.org/green-infrastructure.php>, Erişim Tarihi: 08 Mart 2014.
- Anonymous. 2010b. Workshop Exercises for “Digital Terrain Analysis with LiDAR for Clean Water Implementation. Minnesota Department of Agriculture, USA.
- Anonymous. 2010c. Web Sitesi: <https://www.bluewaterbaltimore.org/wp-content/uploads/RainGardenRoutineMaintenance1.pdf>, Erişim Tarihi: 09 Eylül 2015.
- Anonymous. 2011a. Low Impact Development Technical Design Manual, City of Santa Rosa and County of Sonoma, 272 p., California, USA.
- Anonymous. 2011b. Low Impact Development Best Management Practices Design Guide Edition 1.0. City of Edmonton, 251 p., Alberta, USA.

- Anonymous. 2012a. Swales&Filter Strips Operation&Maintenance Guide. Stormwater Device Information Series, Auckland Council, 7 p., New Zealand.
- Anonymous. 2012b. Web Sites: <http://www.directwatertanks.co.uk/enduramaxx-5000-litre-vertical-rain-water-tank-with-rainwater-harvesting-kit>, Erişim Tarihi: 07 Temmuz 2014.
- Anonymous. 2013a. Seattle Design Guidelines Design Review. City of Seattle Department of Planning and Development, 28 p., Seattle.
- Anonymous. 2013b. Virginia DCR Stormwater Design Specification No.9 Bioretention Version 2.0. Chesapeake Stormwater Network, 54 p., Maryland.
- Anonymous. 2013c. Virginia DEQ Stormwater Design Specification No.7 Permeable Pavement 2.0. Chesapeake Stormwater Network, 33 p., Maryland, USA.
- Anonymous. 2013d. Army Low Impact Development Technical User Guide. U.S. Army Corps of Engineers Baltimore District & U.S. Army Corps of Engineers Engineer Research and Development Center, 364 p., USA.
- Anonymous. 2013e. Richmond Hill Urban Design Guidelines Building A New Kind of Urban. Richmond Hill, 201 p., Ontario, Canada.
- Anonymous. 2013f. How to Maintain Your Buried Dry Well. Department of Environmental Protection, Stormwater Facility Maintenance Program, 2 p., Montgomery County, Maryland, USA.
- Anonymous. 2013g. How to Maintain Your Rain Barrel. Department of Environmental Protection, Stormwater Facility Maintenance Program, 2 p., Montgomery County, Maryland, USA.
- Anonymous. 2013h. Infiltration Trenches Structural Maintenance. Department of Environmental Protection, Stormwater Facility Maintenance Program, 2 p., Montgomery County, Maryland, USA.
- Anonymous.2013i. Stormwater Management Guidebook. Prepared for District Department of the Environment Watershed Protection Division District of

Columbia, Prepared by Center for Watershed Protection, 336 p., Washington DC, USA.

Anonymous.2013j. How to Maintain Your Green Roof. Department of Environmental Protection, Stormwater Facility Maintenance Program, 2 p., Montgomery County, Maryland, USA.

Anonymous. 2014a. World Urbanization Prospects. The 2014 Revision. United Nations, 27 p., New York, USA.

Anonymous. 2014b. City of Philadelphia Green Streets Design Manual. Philadelphia Streets Department, Pennsylvania Department of Transportation (PennDOT), Philadelphia City Planning Commission and Philadelphia Parks & Recreation, 96 p., Philadelphia.

Anonymous.2014c. Enhanced Grassed Swale Maintenance Guide. Charlotte-Mecklenburg Stormwater Services, 2 p., Charlotte, North Carolina, USA.

Apaydın, A. 2007. Yeraltı Suyu Besleniminin Eğri Numarası (SCS-CN) Yöntemi ile Hesaplanması: Çakıloba-Karadoruk Akifer Sisteminde (Beypazarı-Ankara) Örnek Uygulama. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Dergisi*, 28(3); 159-172.

Ardıçlıoğlu, M. 2014. Kanalizasyon Sistemleri. Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ders Notları, Kayseri.

Ayataç, H. 1999. Gerçek Kent Tasarımcısı Kimdir?. I. Ulusal Kentsel Tasarım ve Kongresi Bildiriler Kitabı. Mimar Sinan Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü. s. 250- 257; İstanbul.

Aydın-Türk, Y. 2006. Bütünleşik Kent Planlama ve Tasarımına Yönelik Bir Yöntem. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Badr, T.R. 2012. Toplu Konut Yerleşimlerinin Ekolojik Kentsel Tasarım İlke ve Ölçütlerine Uygunluk Yönü ile Sınanması İçin Bir Çerçeve Oluşturulması: Ankara'da Saha Çalışması. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Benedict, M.A. and McMahon, E.T. 2002. Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century. *Renewable Resources Journal*. 2002; 12-19.
- Benedict, M.A. and McMahon, E.T. 2006. Green Infrastructure, Island Press, 300p., Washington.
- Benliay, A. 2009. Peyzaj Planı Oluşturulması Bağlamında Finike-Kumluca Kıyı Bölgesinin Değerlendirilmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bogunovich, D. 2008. Eco tech urbanism: Merging urban design with clean technology. International conference on ecological and technological cities. Gazi University, 19 September 2008, Ankara.
- Bozkurt, O.Ç., Merzi, N. ve Akyürek, Z. 2013. Mogan ve Eymir Gölleri Su Kontrol Yapıları ile İncesu Sel Kapanının Taşkın Performansı Değerlendirmesi. 3. Ulusal Taşkın Sempozyumu, 29-30 Nisan 2013, İstanbul.
- Carmona, M. 1996. Controlling Urban Design, Part 1, A Possible Renaissance. *Journal of Urban Design*, 1(1); 47-73.
- Clar, M.L., Coffman, L.S., Cheng, M.S. and Weinstein, N. 1998. Low-Impact Development (LID) Hydrologic Analysis and Design, paper presented at the 25th Annual Meeting of the Water Resources Planning and Management Division, American Society of Civil Engineers, June 9-12, Chicago, Illinois.
- Çelebi, C. 2010. Gölbaşı (Ankara) ve Çevresindeki Yeraltı Sularında Bor Kirliliğinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çetiz, M. 2000. Kentsel Tasarım, Uygulama Araçları, Sorunları ve Öneriler. Yüksek Lisans Tezi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çubuk, M. 1994. Sunuş Bildirisi. 5. Kentsel Tasarım ve Uygulamalar Sempozyumu: Kentsel Tasarıma Ekolojik Yaklaşım. M.S.Ü. Mim. Fak. Şehir ve Bölge Planlama Bölümü Kentsel Tasarım Disiplin Grubu. 12-13 Mayıs 1994, İstanbul.

- Çulcuoğlu, G. ve Oğuz, D. 2000. Peyzaj Tasarımlarının Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Kalite Kriterleri. TMMOB Peyzaj Mimarları Odası Peyzaj Mimarlığı Kongresi. 19-21 Ekim 2000. Bildiri kitabı. s. 85-90; Ankara.
- Debo, T. and Reese, A. 2002. Municipal Stormwater Management. Second Edition. Lewis Publishers, A CRC Press Company, 1176 p., Boca Raton.
- Doğangönül, Ö. ve Doğangönül, C. 2008. Küçük ve Orta Ölçekli Yağmursuyu Kullanımı. Teknik Yayınevi, 2. Baskı, 498 s., Ankara.
- Ebrahimian, M., Nuruddin, A.A.B., Soom, M.A.B.M., Sood, A. M. and Neng, L.J. 2012. Runoff Estimation in Steep Slope Watershed with Standard and Slope-Adjusted Curve Number Methods. *Polish Journal of Environmental Studies*, 21(5); 1191-1202.
- Efe, M. ve Silaydın-Aydın, B. 2009. İdari Sınırlara Dayalı Planlamanın Değiştirilebilirliği ve Havza Temelli İl Sınırları Önerisi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 18(1-2); 73-84.
- Eker, R. 2013. Yığılca Orman İşletme Müdürlüğü'nde Heyelan Duyarlılık Haritalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımı ile Üretilmesi ve Orman Yolları Açısından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.
- Ekşi, M. 2012. Yeşil Çatı Sistemlerinin Su ve Enerji Dengesi Açısından Değerlendirilmesi: İstanbul Örneği. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ekşi, M. ve Uzun, A. 2012. Bitkilendirilmiş Bir Çatı Sisteminin Nicel Değerlendirilmesi: İÜ Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Peyzaj Teknikleri Anabilim Dalı Yeşil Çatı Araştırma Projesi Örneği, 6. Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu, Uludağ Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Görükle Kampüsü, 12-13 Nisan, Bursa.

- Elhan, S. 2006. Yapılı Çevrelerin Oluşumunda Bir Araç Olarak Kentsel Tasarım Rehberleri Gerekliliği: Örnek Alan Çekmeköy. Lisans Bitirme Tezi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, İstanbul.
- Erdoğan, A. 2007. Tarih İçinde Gölbaşı. Gölbaşı Belediyesi Başkanlığı Kültür ve Sosyal İşler Müdürlüğü Kültür Yayınları Araştırma Dizisi:1, Semih Ofset, 413 s., Ankara.
- Erpul, G. 2001. Yüzey Akışların Hesaplanması, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak ve Bitki Besleme Bölümü Ders Notları, Ankara.
- Getter, K.L. and Rowe, D.B. 2006. The Role of Extensive Green Roofs in Sustainable Development, *Hort Science* 41: 1276-1285.
- Güngör, Y. ve Erözel, A.Z. 1994. Drenaj ve Arazi Islahı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1341, Ders Kitabı: 389, 325 s., Ankara.
- Hacıoğlu, E. 2010. Tarihi Çevrede Yasal Düzenlemelerin Mimari Tasarım Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi (İstanbul Tarihi Yarımada Örneği). Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Huang, M., 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. *Hydrological Processes*, 20; 579-589.
- İlke, V. 2011. Ankara'nın Sucul Ortam Bitkileri. Lisansüstü Ders Ödevi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Botanik Bahçeleri Dersi, 68 s., Ankara.
- İnal, C., Turgut, B. ve Yiğit, C.Ö. 2002. Lokal Alanlarda Jeoit Ondülasyonlarının Belirlenmesinde Kullanılan Enterpolasyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. yıl Sempozyumu. 16-18 Ekim 2002, Konya.
- Jamwal, P., Mittal, A.K and Mouchel J.M. 2006. Non Point Source Microbial Pollution: A Case Study of Delhi. In Proceedings of the Man and River Systems II Conference, Ed. PIREN-Seine, Pub., 123-125.

- Kandemir, R.V. 2010. Kamusal Alan İçerisinde Mahalle Parkları ve Bir Mahalle Parkı Tasarım Rehberi Düşüncesi. Yüksek Lisans Tezi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kaplan, H. 1994. Yeni Bir Kentsel Tasarım Paradigması Olarak Ekolojik Kentsel Tasarım: Açıklanması, Temel İlkelerinin Belirlenmesi, Bu Kapsamda Ankara'nın Vadi Kentsel Tasarım Projelerinin Değerlendirilmesi Yönünde Bir Çalışma. 5. Kentsel Tasarım ve Uygulamalar Sempozyumu: Kentsel Tasarım ve Ekoloji: Kentsel Tasarıma Ekolojik Yaklaşım. Sempozyum Kitabı. s. 91-144; İstanbul.
- Karadağ, A. 2009. Kentsel Ekoloji: Kentsel Çevre Analizlerinde Coğrafi Yaklaşım. Ege Coğrafya Dergisi, 18 (1-2); 31-47.
- Karadağ, A.A. ve Yıldız, K. 2013. Peyzaj Fonksiyonlarının Hendek İlçesi Örneğinde Değerlendirilmesi. *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi* 9(1); 77-96.
- Karaman, A. 1999. Bir Disiplin Olarak Kentsel Tasarımın Yeni Konumu ve İçeriği. I. Ulusal Kentsel Tasarım ve Kongresi Bildiriler Kitabı. Türkiye'de 10. Kentsel Tasarım ve Uygulamalar Sempozyumu Çerçevesinde Bir Değerlendirme. Mimar Sinan Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü. s. 234-239, İstanbul.
- Karaman, A. 2008. Kentsel Tasarım: Kuramlar, İlkeler, Roller. *Mimar.ist Dergisi*, 29; 34-43.
- Karamouz, M., Nazif, S. and Ahmadi, A. 2013. Development of Integrated Drought Evaluation and Monitoring System: Case Study of Aharchay River Basin. *Journal of Hydrologic Engineering*, 18(7); 897-910.
- Koç, H. 1999. Kentsel Tasarım Rehberleri – Olanaklar / Sınırlamalar, 1. Ulusal Kentsel Tasarım Kongresi Bildiriler Kitabı: "Kentsel Tasarım Bir Tasarımlar Bütünü", Mimar Sinan Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü. s. 111- 120, İstanbul.

- Kol, Ç. ve K p u, S. 2008. Esri ArcGIS 3D Analiz ArcView, ArcEditor ve ArcInfo için. İŞlem Őirketler Grubu Eğitim Dokümanları, Sinan Ofset Matbaacılık, 180 s., Ankara.
- Krause, P.K. 1937. Ankara'nın Floru. T.C. Yüksek Ziraat Enstitüsü, 2. Kitap,  eviren: Hikemt Ahmet Birand, 207 s., Ankara.
- Lang, J. 2005. Urban Design: A Typology of Procedures and Products Illustrated With Over 50 Case Studies. Routledge, 421 p., UK.
- Levi, S. 2007. Yağış Sularının Sürdürülebilir Yönetimi. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Marselek, J. and Watt, W.E. 1984. Design Storms for Urban Drainage Design. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 11; 574-584.
- M ft oğlu, V. ve Perçin, H. 2015. Sürdürülebilir Kentsel Yağmursuyu Yönetimi Kapsamında Yağmur Bahçesi. *İn n  Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 5(11); 27-37.
- Nefeslioğlu, H.A., G k eoğlu, C. and S nmez, H. 2008. An Assessment on the Use of Logistic Regression and Artificial Neural Networks with Different Sampling Strategies for the Preparation of Landslide Susceptibility Maps. *Engineering Geology*, 97; 171-191.
- Ngan, G. 2004. Green Roof Policies: Tools for Encouraging Sustainable Design, Landscape Architecture Canada Foundation, Canada.
-  zdemir, H. 2007. Havran  ayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
-  zeren, M. 2012. Yeşil Altyapı Sistemi Kapsamında Meles Deltası ve  evresinin Kurgulanması. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

- Özkurt, Ş., Yiğit, N., Çolak, E. ve Sözen, M. 1996. Mogan Gölü Güneyinde Bulunan Step Alandaki Erozyonun Biyolojik Kanıtları. Mogan ve Eymir Gölleri II. Çevre Kurultayı, 9-10 Mayıs, Ankara.
- Öztürk, D. ve Batuk, F. 2011. SCS Yüzey Akış Eğri Numarasının Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Belirlenmesi. TUFUAB VI. Teknik Sempozyumu, 23-25 Şubat 2011, Antalya.
- Perçin, H. 2010. Gölbaşı Yaylabağ Toplu Konut Projesi Açık ve Yeşil Alan Sistemleri Peyzaj Tasarım Yaklaşımı. Teknik Rapor. Settar Yapı İnş. Tic. Ltd. Şti., Ankara.
- Punter, C. 1999. Design Guidelines in American Cities: A Review of Design Policies and Guidance in Five West Coast Cities. Liverpool University Press, 230 p., London.
- Punter, J. and Carmona, M. 1997. The Design Dimension of Planning: Theory, Content, and Best Practice for Design Policies. E&FN Spon, 399 p., London.
- Samur, Z. 2007. Örnek Alan Eminönü-Sirkeci'de Kentsel Tasarım Rehberi Hazırlanması. Yüksek Lisans Tezi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sarıemir, İ. 2009. Ankara-Gölbaşı Mogan Parkı'nın Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi'ne Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Schurch, W.T. 1999. Reconsidering Urban Design: Thoughts About Its Definition and Status As a Field or Profession. *Journal of Urban Design*, 4(1); 5-28.
- Sharma, D. 2008. Sustainable Drainage System (SuDs) for Stormwater Management: A Technological and Policy Intervention to Combat Diffuse Pollution. 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK.
- Shirvani, H. 1981. Urban Design Review: A Guide for Planners. Planners Press, American Planning Association 230 p., Chicago, Illinois.

- Silkin, H. 2014. İklim Değişikliğine Uyum Özelinde Bazı Uygulamaların Türkiye Açısından Değerlendirilmesi. Orman ve Su İşleri Uzmanlık Tezi. T. C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Stone, J.J., Shirley, E.D. and Lane, L.J. 1993. Impact of recession infiltration on runoff volume computed by the kinematic wave model. *Transactions of the ASAE* 36(5):1353-1361.
- Sykes, R.D. 1989. Chapter 3.1-Site Planning. University of Minnesota, USA.
- Şahin, Ş., Perçin, H., Kurum, E., Uzun, O., Bilgili, B.C., Tezcan, L., Çiçek, İ., Müftüoğlu, V., Çorbacı, Ö.L., Sütünç, S., Doğan, D., Koç, Ö., Ateş, E., Tarım, B., Kurdoğlu, G., Gökmenoğlu, H.V., Namal, E. ve Kaşko Arıcı, Y. 2013. İl Ölçeğinde Peyzaj Karakter Analizi ve Turizm/Rekreasyon Açısından Değerlendirilmesi (PEYZAJ-44). Final Proje Raporu, TÜBİTAK KAMAG 1007 Programı, Proje No: 109G074.
- Şala, D. 2013. Kentsel Kimlik Bağlamında Kentsel Tasarım Rehberlerinin İrdelenmesi (İzmir-Kemeraltı Tarihi Kent Merkezi Örneği). Yüksek Lisans Tezi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tekeli, Y. İ. 2009. Su Toplama Havzalarının Yağış-Akım İlişkilerinde, Yüzey Akışa Etki Eden Parametrelerin Belirlenmesi ve Farklı Yöntemlerin Örnek Havzalarda Uygulanması. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tokuş, M. ve Eşbah Tunçay, H. 2010. Ekolojik Ağlar, Yeşil Yollar ve Yeşil Altyapı Kavramlarının Tariflenmesi, Ortaklık ve Farklılıklarının Ortaya Konması. Peyzaj Mimarlığı IV. Kongresi Bildiriler Kitabı, TMMOB Peyzaj Mimarları Odası, 21 – 24 Ekim 2010, 799s., Selçuk.
- Uğur, S. 2009. Doğal Su Yüzeyleri Çevresinde Oluşturulan Büyük Ölçekli Parkların Ekolojik Kriterler Açısından İrdelenmesi: Mogan Parkı Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Van Buuren, M. 1994. The Hydrological Landscape Structure as a Basis for Network Formulation; A Case Study for The Regge Catchment-NL. In: E.A. Cook and H.N. van Lier (Eds), Landscape Planning and Ecological Networks, p. 117-137, Elsevier, Amsterdam.
- Yalçın Ercoşkun, Ö. 2007. Sürdürülebilir Kent İçin Ekolojik-Teknolojik (Eko-Tek) Tasarım: Ankara-Güdül Örneği. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yaprak, S. ve Arslan, E. 2008. Kriging Yöntemi ve Geoit Yüksekliklerinin Enterpolasyonu. *Jeodezi Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi*, 2008/1(98);36-42.
- Yavaş, M. 2012. Tarihsel Çevrede Kentsel Kimlik ve Bir Uygulama Aracı Olarak Tasarım Rehberleri; Erzurum Kale Çevresi Kentsel Sit Alanı Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yenigün, K. ve Gümüş, V. 2009. Hidroloji Ders Notları. Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 40 s., Şanlıurfa.
- Yıldız, H., Mermer, A., Ünal, E., Akbaş, F. 2012. Türkiye Bitki Örtüsünün NDVI Verileri ile Zamansal ve Mekânsal Analizi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 2012 21(2); 50-56.

EKLER

EK 1 En iyi yönetim uygulamaları için boyutlandırma parametreleri

EK 2 En iyi yönetim uygulamaları için önerilen bitki listeleri

EK 3 Yağmur bahçesinde kullanılabilir Ankara sucul ortam bitki listesi

EK 1 En iyi yönetim uygulamaları için boyutlandırma parametreleri

(ftp://ftp.dec.state.ny.us, 2004)

YAH \leq HT + HD + (DG x AYB) HT = AYB x DT x pT HD (isteğe bağlı) = AYBx DD x pD				
Tutulacak yüzey akış miktarını GİRİN	510.0	m^3		
Toprak Bilgileri				
Toprak Grubu				
Yeraltı drenaj kullanımı(Evet/Hayır)	Hayır			Tamam
İnfiltrasyon Oranı			cm/saat	
Yağmur Bahçesi Parametreleri				
Yağmur bahçesi sayısını GİRİN		90		
Her bir yağmur bahçesinin alanını GİRİN		15	m^2	
Yağmur bahçesi toplam yüzey alanı	AYB	1,350	m^2	
Toprak ortamın derinliğini GİRİN	DT	0.45	m	30-45 cm arasında olmalıdır.
Drenaj katmanının derinliğini GİRİN	DD	0.15	m	≥ 15 cm olmalıdır.
Yüzey üzerinden göllenme derinliğini GİRİN	DG	0.15	m	≤ 15 cm olmalıdır.
Toprak ortamın porozitesini GİRİN	pT	0.40		≥ 20 (ondalık olarak girilmelidir.)
Drenaj katmanının porozitesini GİRİN	pD	0.40		≥ 40 (ondalık olarak girilmelidir.)
Toprak ortamda sağlanan hacim	HT	243	m^3	
Drenaj katmanında sağlanan hacim	HD	81	m^3	
Göllenme alanında sağlanan hacim		203	m^3	
Toplam sağlanan hacim		527	m^3	
YAH \leq HT + HD + (DG x AYB)✓			TAMAM	

Tüm boyutlandırma parametreleri MS-Excel ortamında verilecektir.

EK 2 En iyi yönetim uygulamaları için önerilen bitki listeleri

(www.tippecanoe.in.gov, 2008b)

Bitki dikim zonları/En iyi yönetim uygulamaları	Zon A 5-10 cm su seviyesinin altında	Zon B 0-5 cm su seviyesinin altında	Zon C 0-5 cm su seviyesinin üzerinde	Zon D 5-10 cm su seviyesinin üzerinde	Zon E 10-45 cm su seviyesinin üzerinde	Zon F 45 cm- + su seviyesinin üzerinde	Zon G Bitki kasaları	Zon H Bitkilendirilmiş çatılar
Yağmur bahçeleri/ Biyotutma alanı	*	*	*	*	*	*		
Filtre şeritleri			*	*	*	*		
Bitkilendirilmiş yağmur hendekleri		*	*	*				
İnfiltrasyon çukurları				*	*	*		
Bitki kasaları							*	
Yeşil Çatılar								*

ZON A Bu türlerin, belirtilen su derinliklerinde gelişmeleri için sürekli su içerisinde olmaları gerekmektedir. Her ne kadar kısa süreli farklılıklar (48 saat veya daha az bir süre için +/- 15 cm) tolere edilebilse de, bitkinin maksimum gelişimi ve hayatta kalması amacıyla gelişme döneminin büyük bir bölümü için su seviyeleri belirtilen bu aralıkta olmalıdır.

Botanik Adı	Boy	Çiçek Rengi	Çiçekli Zamanı	Işık İsteği	Tuz toleransı
Odunsu Türler					
<i>Cephalanthus occidentalis</i>	4,5 m	Beyaz	Haziran-Ağustos	TG/KG/G	Yok
Otsu/Saz					
<i>Acorus calamus</i>	30-120 cm	Yeşil	Mayıs-Haziran	TG/KG	Yok
<i>Scirpus acutus</i>	120-180 cm	K.rengi	Nisan-Ağustos	TG	Var
<i>Scirpus validus</i>	120-240 cm	K.rengi	Mayıs-Ağustos	TG	Var
<i>Sparganium americanum</i>	60-150 cm	Yeşil	Haziran-Ağustos	TG/KG	Yok
<i>Sparganium eurycarpum</i>	60-180 cm	Yeşil	Mayıs-Ağustos	TG	Yok
Çim Dışı Otlar					
<i>Asclepias incarnata</i>	90-150 cm	Pembe	Haziran-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Decodon verticillatus</i>	60-120 cm	Mor	Temmuz-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Iris virginica</i>	60-90 cm	Mor	Mayıs-Temmuz	TG/KG/G	Yok

<i>Peltandra virginica</i>	60-150 cm	Yeşil	Haziran- Temmuz	TG/KG/G	Yok
<i>Pontedaria cordata</i>	30-90 cm	Menekşe	Haziran- Eylül	TG/KG	Yok
<i>Sagittaria latifolia</i>	30-120 cm	Beyaz	Haziran- Eylül	TG/KG	Yok

ZON B Bu türler, belirtilen aralıktaki dalgalanan su seviyelerine karşı tolerans göstermektedirler. Her ne kadar kısa süreli farklılıklar (48 saat veya daha az bir süre için +/- 15 cm) tolere edilebilse de, bitkinin maksimum gelişimi ve hayatta kalması amacıyla gelişme döneminin büyük bir bölümü için su seviyeleri belirtilen bu aralıktadır.

Botanik Adı	Boy	Çiçek Rengi	Çiçekli Zamanı	Işık İsteği	Tuz toleransı
Odunsu Türler					
<i>Cephalanthus occidentalis</i>	4,5 m	Beyaz	Haziran- Ağustos	TG/KG/G	Yok
Otsu/Saz					
<i>Acorus calamus</i>	30-120 cm	Yeşil	Mayıs- Haziran	TG/KG	Yok
<i>Carex comosa</i>	60-90 cm	Yeşil	Mayıs- Haziran	TG	Yok
<i>Carex lacustris</i>	60-120 cm	K.rengi	Mayıs- Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Carex stricta</i>	60-90 cm	K.rengi	Nisan- Haziran	TG/KG	Yok
<i>Eleocharis acicularis</i>	15 cm	Yeşil	Mayıs-Ekim	TG	Yok
<i>Eleocharis obtusa</i>	30-60 cm	Yeşil	Mayıs-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Glyceria striata</i>	30-150 cm	Yeşil	Mayıs- Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Juncus effusus</i>	30-120 cm	K.rengi	Temmuz	TG/KG	Yok
<i>Scirpus acutus</i>	120-180 cm	K.rengi	Nisan- Ağustos	TG	Var
<i>Scirpus cyperinus</i>	90-150 cm	Sarımsı k.rengi	Haziran- Eylül	TG	Var
<i>Scirpus pendulus</i>	60-120 cm	K.rengi	Mayıs- Haizran	TG	Yok
<i>Scirpus validus</i>	120-240 cm	K.rengi	Mayıs- Ağustos	TG	Var
<i>Sparganium americanum</i>	60-150 cm	Yeşil	Haziran- Ağustos	TG/KG	Yok
<i>Sparganium eurycarpum</i>	60-180 cm	Yeşil	Mayıs- Ağustos	TG	Yok
Çim Dışı Otlar					
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	60-120 cm	Beyaz	Haziran- Eylül	TG	Yok
<i>Asclepias incarnata</i>	90-150 cm	Pembe	Haziran- Eylül	TG/KG	Yok
<i>Decodon verticillatus</i>	60-120 cm	Mor	Temmuz- Eylül	TG/KG	Yok
<i>Iris virginica</i>	60-90 cm	Mor	Mayıs- Temmuz	TG/KG/G	Yok
<i>Peltandra virginica</i>	60-150 cm	Yeşil	Haziran- Temmuz	TG/KG/G	Yok
<i>Pontedaria cordata</i>	30-90 cm	Menekşe	Haziran- Eylül	TG/KG	Yok
<i>Sagittaria latifolia</i>	30-120 cm	Beyaz	Haziran- Eylül	TG/KG	Yok

<i>Saururus cernuus</i>	60-120 cm	Beyaz	Haziran- Ağustos	KG/G	Yok
-------------------------	-----------	-------	---------------------	------	-----

ZON C Bu bitkiler, belirtilen aralıktaki değişen su seviyelerine toleranslıdır. Ayrıca çoğu koşulda 48 saati aşmamak kaydıyla, kısa süreli su baskınlarına da dayanıklılık göstermektedirler.

Botanik Adı	Boy	Çiçek Rengi	Çiçekli Zamanı	Işık İsteği	Tuz toleransı
Odunsu Türler					
<i>Acer rubrum</i>	27 m	Yeşil/kırmızı	Mart-Mayıs	TG/KG/G	Yok
<i>Alnus rugosa</i>	8 m	K.rengi	Mart-Mayıs	TG/KG	Yok
<i>Amelanchier arborea</i>	12 m	Beyaz	Nisan	TG/KG/G	Yok
<i>Aronia prunifolia</i>	3 m	Beyaz	Nisan- Temmuz	TG/KG	Yok
<i>Betula alleghaniensis</i>	30 m	Mor/Sarı	Nisan- Mayıs	KG/G	Yok
<i>Betula papyrifera</i>	21 m	K.rengi	Nisan- Mayıs	TG/KG	Yok
<i>Cephalanthus occidentalis</i>	4,5 m	Beyaz	Haziran- Ağustos	TG/KG/G	Yok
<i>Cornus amomum</i>	3 m	Beyaz	Mayıs- Temmuz	TG/KG	Yok
<i>Cornus sericea</i>	3 m	Beyaz	Mayıs- Eylül	TG/KG	Yok
<i>Ilex verticillata</i>	3 m	Beyaz	Haziran	TG/KG/G	Var
<i>Larix laricina</i>	23 m	K.rengi	Mayıs	TG/KG	Yok
<i>Lindera benzoin</i>	4,5 m	Sarı	Nisan- Mayıs	KG/G	Yok
<i>Morus rubra</i>	15 m	Yeşil	Mayıs- Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Nyssa sylvatica</i>	30 m	Yeşil	Mayıs- Temmuz	TG/KG/G	Var
<i>Physocarpus opulifolius</i>	3 m	Beyaz	Mayıs- Haziran	TG/KG	Yok
<i>Picea mariana</i>	18 m	K.rengi	Mayıs- Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Quercus bicolor</i>	21 m	Yeşil/sarı	Mayıs	TG/KG/G	Var
<i>Quercus palustris</i>	27 m	Yeşil/sarı	Nisan- Mayıs	TG/KG/G	Var
<i>Ribes americanum</i>	1,5 m	Sarı	Nisan- Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Rosa palustris</i>	0,6-2,1 m	Pembe	Haziran- Ağustos	TG/KG/G	Yok
<i>Thuja occidentalis</i>	15 m	K.rengi	Nisan- Mayıs	TG/KG/G	Yok
<i>Ulmus americana</i>	30 m	K.rengi	Mart-Nisan	TG/KG/G	Yok
<i>Ulmus rubra</i>	24 m	Yeşil	Mart-Nisan	TG/KG/G	Yok
<i>Viburnum lentago</i>	6 m	Beyaz	Nisan- Haziran	KG/G	Var
Otsu/Saz					
<i>Calamagrostis canadensis</i>	60-120 cm	K.rengi	Haziran	TG/KG	Yok
<i>Carex comosa</i>	60-90 cm	Yeşil	Mayıs- Haziran	TG/KG	Yok
<i>Carex crinita</i>	60-150 cm	Yeşil	Mayıs	TG/KG/G	Yok
<i>Carex hystericina</i>	60-90 cm	Yeşil	Mayıs- Haziran	TG/KG/G	Yok

<i>Carex lupulina</i>	60-90 cm	Yeşil/K.rengi	Mayıs-Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Carex muskingumensis</i>	30-60 cm	K.rengi	Mayıs-Haziran	G	Yok
<i>Carex stipata</i>	30-90 cm	K.rengi	Nisan-Mayıs	TG/KG/G	Yok
<i>Carex stricta</i>	60-90 cm	K.rengi	Nisan-Haziran	TG/KG	Yok
<i>Carex vulpinoidea</i>	60-90 cm	K.rengi	Mayıs-Haziran	TG/KG	Yok
<i>Cinna arundinacea</i>	90-120 cm	Yeşil	Ağustos-Eylül	KG/G	Yok
<i>Eleocharis acicularis</i>	15 cm	Yeşil	Mayıs-Ekim	TG	Yok
<i>Eleocharis obtusa</i>	30-60 cm	Yeşil	Mayıs-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Glyceria striata</i>	30-150 cm	Yeşil	Mayıs-Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Juncus effusus</i>	30-120 cm	K.rengi	Temmuz	TG/KG	Yok
<i>Juncus tenuis</i>	15-30 cm	K.rengi	Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Juncus torreyi</i>	30-60 cm	K.rengi	Haziran-Eylül	TG	Var
<i>Scirpus acutus</i>	120-180 cm	K.rengi	Nisan-Ağustos	TG	Var
<i>Scirpus atrovirens</i>	90-150 cm	K.rengi	Haziran-Ağustos	TG	Yok
<i>Scirpus cyperinus</i>	90-150 cm	Sarımsı k.rengi	Haziran-Eylül	TG	Var
<i>Scirpus pendulus</i>	60-120 cm	K.rengi	Mayıs-Haziran	TG	Yok
<i>Scirpus validus</i>	120-240 cm	K.rengi	Mayıs-Ağustos	TG	Var
Çim Dışı Otlar					
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	60-120 cm	Beyaz	Temmuz-Eylül	TG	Yok
<i>Anemone canadensis</i>	30-60 cm	Beyaz	Mayıs-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Angelica atropurpurea</i>	180-270 cm	Beyaz	Mayıs-Haziran	TG/KG	Yok
<i>Asclepias incarnata</i>	90-150 cm	Pembe	Haziran-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Aster novae-angliae</i>	90-180 cm	Menekşe	Temmuz-Ekim	TG/KG	Yok
<i>Aster puniceus</i>	90-180 cm	Beyaz	Ağustos-Ekim	TG	Var
<i>Aster umbellatus</i>	30-120 cm	Beyaz	Temmuz-Ekim	TG/KG	Yok
<i>Cassia hebecarpa</i>	90-150 cm	Sarı	Temmuz-Ağustos	TG/KG	Yok
<i>Chelone glabra</i>	60-120 cm	Krem	Ağustos-Eylül	TG/KG/G	Yok
<i>Eupatorium maculatum</i>	120-210 cm	Pembe	Haziran-Ekim	TG/KG	Yok
<i>Eupatorium perfoliatum</i>	90-150 cm	Beyaz	Temmuz-Ekim	TG/KG	Var
<i>Euthamia graminifolia</i>	30-120 cm	Sarı	Temmuz-Eylül	TG/KG	Yok

<i>Gentiana andrewsii</i>	30-90 cm	Mavi	Ağustos-Ekim	TG/KG	Yok
<i>Helenium autumnale</i>	90-150 cm	Sarı	Temmuz-Kasım	TG/KG	Var
<i>Helianthus giganteus</i>	150-360 cm	Sarı	Temmuz-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Iris virginica</i>	60-90 cm	Mor	Mayıs-Temmuz	TG/KG/G	Yok
<i>Liatris spicata</i>	90-150 cm	Pembe	Temmuz-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Lilium michiganense</i>	90-240 cm	Portakal	Temmuz-Ağustos	KG/G	Yok
<i>Lobelia cardinalis</i>	60-150 cm	Kırmızı	Temmuz-Ekim	TG/KG/G	Yok
<i>Lobelia siphilitica</i>	30-120 cm	Mavi	Temmuz-Ekim	TG/KG/G	Yok
<i>Lobelia spicata</i>	30-90 cm	Eflatun	Mayıs-Ağustos	TG/KG	Yok
<i>Mimulus ringens</i>	60-120 cm	Eflatun	Haziran-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Physostegia virginiana</i>	60-150 cm	Pembe	Ağustos-Ekim	TG	Var
<i>Pycnanthemum virginianum</i>	30-90 cm	Beyaz	Haziran-Ekim	TG/KG	Yok
<i>Rudbeckia laciniata</i>	90-300 cm	Sarı	Temmuz-Kasım	TG/KG/G	Yok
<i>Sagittaria latifolia</i>	30-120 cm	Beyaz	Haziran-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Saururus cernuus</i>	60-120 cm	Beyaz	Haziran-Ağustos	KG/G	Yok
<i>Sisyrinchium angustifolium</i>	30 cm	Mavi	Mayıs-Ağustos	TG/KG	Yok
<i>Solidago ohioensis</i>	60-90 cm	Sarı	Temmuz-Ekim	TG/KG	Yok
<i>Solidago patula</i>	90-180 cm	Sarı	Ağustos-Ekim	TG/KG/G	Yok
<i>Solidago riddellii</i>	60-150 cm	Sarı	Eylül-Kasım	TG	Yok
<i>Spiraea alba</i>	90-180 cm	Beyaz	Haziran-Eylül	TG/KG	Var
<i>Spiraea tomentosa</i>	60-150 cm	Pembe	Temmuz-Eylül	TG/KG	Var
<i>Thalictrum dasycarpum</i>	90-180 cm	Krem	Mayıs-Temmuz	TG/KG	Yok
<i>Verbena hastata</i>	90-180 cm	Menekşe	Haziran-Eylül	TG	Yok
<i>Vernonia missurica</i>	90-150 cm	Mor	Temmuz-Eylül	TG	Yok
<i>Zizia aurea</i>	30-90 cm	Sarı	Nisan-Haziran	TG/KG/G	Var

ZON D Bu bitkiler, belirtilen aralıkta değişen su seviyelerine toleranslıdır. Ayrıca çoğu koşulda 48 saati aşmamak kaydıyla, kısa süreli su baskınlarına da dayanıklılık göstermektedirler.

Botanik Adı	Boyu	Çiçek Rengi	Çiçekli Zamanı	Işık İsteği	Tuz toleransı
Odunsu Türler					
<i>Acer rubrum</i>	27 m	Yeşil/Kırmızı	Mart-Mayıs	TG/KG/G	Yok
<i>Acer saccharinum</i>	30 m	Sarı	Mart-Nisan	TG/KG	Yok
<i>Amelanchier arborea</i>	12 m	Beyaz	Nisan	TG/KG/G	Yok
<i>Aronia prunifolia</i>	3 m	Beyaz	Nisan-Temmuz	TG/KG	Yok
<i>Betula alleghaniensis</i>	30 m	Mor/Sarı	Nisan-Mayıs	KG/G	Yok
<i>Betula papyrifera</i>	21 m	K.rengi	Nisan-Mayıs	TG/KG	Yok
<i>Celtis occidentalis</i>	18 m	Yeşil	Mayıs	TG/KG/G	Yok
<i>Cercis canadensis</i>	7,5 m	Kırmızı	Nisan-Mayıs	TG/KG/G	Yok
<i>Cornus amomum</i>	3 m	Beyaz	Mayıs-Temmuz	TG/KG	Yok
<i>Cornus sericea</i>	3 m	Beyaz	Mayıs-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Corylus americana</i>	3 m	Sarı	Nisan-Mayıs	TG/KG	Yok
<i>Ilex verticillata</i>	3 m	Beyaz	Haziran	TG/KG/G	Var
<i>Juglans nigra</i>	27 m	Yeşil	Mayıs	TG/KG	Yok
<i>Juniperus virginiana</i>	15 m	K.rengi	Nisan-Mayıs	TG/KG	Yok
<i>Larix laricina</i>	23 m	K.rengi	Mayıs	TG/KG	Yok
<i>Lindera benzoin</i>	4,5 m	Sarı	Nisan-Mayıs	KG/G	Yok
<i>Liriodendron tulipifera</i>	33 m	Yeşil	Mayıs-Haziran	TG/KG	Yok
<i>Morus rubra</i>	15 m	Yeşil	Mayıs-Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Nyssa sylvatica</i>	30 m	Yeşil	Mayıs-Temmuz	TG/KG/G	Var
<i>Physocarpus opulifolius</i>	3 m	Beyaz	Mayıs-Haziran	TG/KG	Yok
<i>Picea mariana</i>	18 m	K.rengi	Mayıs-Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Platanus occidentalis</i>	30 m	Yeşil	Mayıs	TG/KG	Yok
<i>Quercus bicolor</i>	21 m	Yeşil/Sarı	Mayıs	TG/KG/G	Yok
<i>Quercus macrocarpa</i>	26 m	Sarı	Mayıs-Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Quercus palustris</i>	27 m	Yeşil/Sarı	Nisan-Mayıs	TG/KG/G	Var
<i>Ribes americanum</i>	1,5 m	Sarı	Nisan-Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Rosa carolina</i>	0,9 m	Pembe	Haziran-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Rosa palustris</i>	0,6-2 m	Pembe	Haziran-Ağustos	TG/KG/G	Yok
<i>Thuja occidentalis</i>	15 m	K.rengi	Nisan-Mayıs	TG/KG/G	Yok
<i>Tilia americana</i>	30 m	Beyaz	Haziran-Temmuz	TG/KG/G	Yok
<i>Tsuga canadensis</i>	30 m	K.rengi	Nisan-Mayıs	TG/KG/G	Yok
<i>Ulmus americana</i>	30 m	K.rengi	Mart-Nisan	TG/KG/G	Yok
<i>Ulmus rubra</i>	24 m	Yeşil	Mart-Nisan	TG/KG/G	Yok
Otsu/Saz					
<i>Glyceria striata</i>	30-150 cm	Yeşil	Mayıs-Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Juncus tenuis</i>	15-60 cm	K.rengi	Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Juncus torreyi</i>	30-60 cm	K.rengi	Haziran-Eylül	TG	Var
<i>Panicum virgatum</i>	90-150 cm	Yeşil/Mor	Haziran-Ekim	TG/KG	Var

<i>Scirpus atrovirens</i>	90-150 cm	K.rengi	Haziran-Ağustos	TG	Yok
<i>Scirpus cyperinus</i>	90-150 cm	Sarımsı k.rengi	Haziran-Eylül	TG	Var
<i>Scirpus pendulus</i>	60-120 cm	K.rengi	Mayıs-Haziran	TG	Yok
<i>Spartina pectinata</i>	180-210 cm	Yeşil	Temmuz-Ağustos	TG	Var
Çim Dışı Otlar					
<i>Anemone canadensis</i>	30-60 cm	Beyaz	Mayıs-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Angelica atropurpurea</i>	180-270 cm	Beyaz	Mayıs-Haziran	TG/KG	Yok
<i>Asclepias incarnata</i>	90-150 cm	Pembe	Haziran-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Aster novae-angliae</i>	90-180 cm	Menekşe	Temmuz-Ekim	TG/KG	Yok
<i>Aster puniceus</i>	90-180 cm	Beyaz	Ağustos-Ekim	TG	Var
<i>Aster umbellatus</i>	30-120 cm	Beyaz	Temmuz-Ekim	TG/KG	Yok
<i>Cacalia atriplicifolia</i>	90-240 cm	Beyaz	Haziran-Ekim	TG/KG/G	Yok
<i>Cassia hebecarpa</i>	90-150 cm	Sarı	Temmuz-Ağustos	TG/KG	Yok
<i>Chelone glabra</i>	60-120 cm	Krem	Ağustos-Eylül	TG/KG/G	Yok
<i>Coreopsis tripteris</i>	120-240 cm	Sarı	Ağustos-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Desmodium canadense</i>	60-150 cm	Mor	Haziran-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Eryngium yuccifolium</i>	90-150 cm	Beyaz	Temmuz-Eylül	TG	Yok
<i>Eupatorium maculatum</i>	120-210 cm	Pembe	Haziran-Ekim	TG/KG	Yok
<i>Eupatorium perfoliatum</i>	90-150 cm	Beyaz	Temmuz-Ekim	TG/KG	Var
<i>Euthamia graminifolia</i>	30-120 cm	Sarı	Temmuz-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Gentiana andrewsii</i>	30-90 cm	Mavi	Ağustos-Ekim	TG/KG	Yok
<i>Helenium autumnale</i>	90-150 cm	Sarı	Temmuz-Kasım	TG/KG	Var
<i>Helianthus giganteus</i>	150-360 cm	Sarı	Temmuz-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Heliopsis helianthoides</i>	120-180 cm	Sarı	Haziran-Ekim	TG/KG	Yok
<i>Iris virginica</i>	60-90 cm	Mor	Mayıs-Temmuz	TG/KG/G	Yok
<i>Liatris spicata</i>	90-150 cm	Pembe	Temmuz-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Lilium michiganense</i>	90-240 cm	Portakal	Temmuz-Ağustos	KG/G	Yok
<i>Lobelia cardinalis</i>	60-150 cm	Kırmızı	Temmuz-Ekim	TG/KG/G	Yok
<i>Lobelia siphilitica</i>	30-120 cm	Mavi	Temmuz-Ekim	TG/KG/G	Yok
<i>Lobelia spicata</i>	30-90 cm	Eflatun	Mayıs-Ağustos	TG/KG	Yok
<i>Mimulus ringens</i>	60-120 cm	Eflatun	Haziran-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Monarda fistulosa</i>	60-150 cm	Eflatun	Temmuz-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Physostegia virginiana</i>	60-150 cm	Pembe	Ağustos-	TG	Var

			Ekim		
<i>Polygonatum biflorum</i>	30-120 cm	Yeşil/Beyaz	Mayıs- Temmuz	KG/G	Yok
<i>Pycnanthemum virginianum</i>	30-90 cm	Beyaz	Haziran-Ekim	TG/KG	Yok
<i>Rudbeckia laciniata</i>	90-300 cm	Sarı	Temmuz- Kasım	TG/KG/G	Yok
<i>Rudbeckia triloba</i>	60-150 cm	Sarı	Ağustos- Ekim	TG/KG	Yok
<i>Solidago caesia</i>	30-60 cm	Sarı	Eylül-Ekim	KG/G	Yok
<i>Solidago flexicaulis</i>	30-90 cm	Sarı	Ağustos- Ekim	KG/G	Yok
<i>Solidago ohioensis</i>	60-90 cm	Sarı	Temmuz- Ekim	TG/KG	Yok
<i>Solidago patula</i>	90-180 cm	Sarı	Ağustos- Ekim	TG/KG/G	Yok
<i>Solidago riddellii</i>	60-150 cm	Sarı	Eylül-Kasım	TG	Yok
<i>Spiraea alba</i>	90-180 cm	Beyaz	Haziran-Eylül	TG/KG	Var
<i>Spiraea tomentosa</i>	60-150 cm	Pembe	Temmuz- Eylül	TG/KG	Var
<i>Thalictrum dasycarpum</i>	90-180 cm	Krem	Mayıs- Temmuz	TG/KG	Yok
<i>Verbena hastata</i>	90-180 cm	Menekşe	Haziran-Eylül	TG	Yok
<i>Vernonia missurica</i>	90-150 cm	Mor	Temmuz- Eylül	TG	Yok
<i>Veronicastrum virginicum</i>	90-180 cm	Beyaz	Haziran- Ağustos	TG/KG	Yok
<i>Zizia aurea</i>	30-90 cm	Sarı	Nisan,Haziran	TG/KG/G	Var

ZON E Bu bitkiler, belirtilen aralıktaki değişen su seviyelerine toleranslıdır. Ayrıca çoğu koşulda 48 saati aşmamak kaydıyla, kısa süreli su baskınlarına da dayanıklılık göstermektedirler.

Botanik Adı	Boy	Çiçek Rengi	Çiçekli Zamanı	Işık İsteği	Tuz toleransı
Odunsu Türler					
<i>Acer rubrum</i>	27 m	Yeşil/Kırmızı	Mart-Mayıs	TG/KG/G	Yok
<i>Acer saccharum</i>	30 m	Yeşil	Nisan-Mayıs	TG/KG/G	Yok
<i>Acer saccharinum</i>	30 m	Sarı	Mart-Nisan	TG/KG	Yok
<i>Amelanchier arborea</i>	12 m	Beyaz	Nisan	TG/KG/G	Yok
<i>Aronia prunifolia</i>	3 m	Beyaz	Nisan-Temmuz	TG/KG	Yok
<i>Betula papyrifera</i>	21 m	K.rengi	Nisan-Mayıs	TG/KG	Yok
<i>Carya ovata</i>	24 m	Yeşil	Mayıs-Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Ceanothus americanus</i>	30-90 cm	Beyaz	Haziran-Ekim	TG/KG	Yok
<i>Celtis occidentalis</i>	18 m	Yeşil	Mayıs	TG/KG/G	Yok
<i>Cercis canadensis</i>	7,5 m	Kırmızı	Nisan-Mayıs	TG/KG/G	Yok
<i>Cornus amomum</i>	3 m	Beyaz	Mayıs-Temmuz	TG/KG	Yok
<i>Cornus florida</i>	9 m	Beyaz	Mayıs-Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Cornus sericea</i>	3 m	Beyaz	Mayıs-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Corylus americana</i>	3 m	Sarı	Nisan-Mayıs	TG/KG	Yok
<i>Gymnocladus dioica</i>	26 m	Beyaz	Haziran	TG/KG	Yok
<i>Juglans nigra</i>	27 m	Yeşil	Mayıs	TG/KG	Yok
<i>Juniperus virginiana</i>	15 m	K.rengi	Nisan-Mayıs	TG/KG	Yok
<i>Larix laricina</i>	25 m	K.rengi	Mayıs	TG/KG	Yok
<i>Lindera benzoin</i>	4,5 m	Sarı	Nisan-Mayıs	KG/G	Yok
<i>Liriodendron tulipifera</i>	33 m	Yeşil	Mayıs-Haziran	TG/KG	Yok
<i>Morus rubra</i>	15 m	Yeşil	Mayıs-Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Nyssa sylvatica</i>	30 m	Yeşil	Mayıs-Temmuz	TG/KG/G	Var
<i>Physocarpus opulifolius</i>	3 m	Beyaz	Mayıs-Haziran	TG/KG	Yok
<i>Picea mariana</i>	18 m	K.rengi	Mayıs-Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Pinus banksiana</i>	18 m	K.rengi	Mayıs-Haziran	TG/KG	Yok
<i>Pinus resinosa</i>	30 m	K.rengi	Nisan-Mayıs	TG/KG	Yok
<i>Pinus strobus</i>	30 m	K.rengi	Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Platanus occidentalis</i>	30 m	Yeşil	Mayıs	TG/KG	Yok
<i>Prunus americana</i>	9 m	Kırmızı	Nisan-Mayıs	TG/KG	Yok
<i>Prunus virginiana</i>	9 m	Beyaz	Mayıs-Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Quercus bicolor</i>	21 m	Yeşil/Sarı	Mayıs	TG/KG/G	Yok

<i>Quercus macrocarpa</i>	26 m	Sarı	Mayıs-Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Quercus palustris</i>	27 m	Yeşil/Sarı	Nisan-Mayıs	TG/KG/G	Var
<i>Quercus rubra</i>	27 m	Yeşil	Mayıs-Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Ribes americanum</i>	150 cm	Sarı	Nisan-Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Rosa carolina</i>	90 cm	Pembe	Haziran-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Tilia americana</i>	30 m	Beyaz	Haziran-Temmuz	TG/KG/G	Yok
<i>Thuja occidentalis</i>	15 m	K.rengi	Nisan-Mayıs	TG/KG/G	Yok
<i>Tsuga canadensis</i>	30 m	K.rengi	Nisan-Mayıs	TG/KG/G	Yok
<i>Ulmus americana</i>	30 m	K.rengi	Mart-Nisan	TG/KG/G	Yok
<i>Ulmus rubra</i>	24 m	Yeşil	Mart-Nisan	TG/KG/G	Yok
<i>Viburnum acerifolium</i>	210 cm	Beyaz	Mayıs-Ağustos	TG/KG	Yok
<i>Viburnum dentatum</i>	3 m	Beyaz	Mayıs-Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Viburnum prunifolium</i>	3 m	Beyaz	Nisan-Mayıs	TG/KG	Yok
Otsu/Saz					
<i>Andropogon gerardii</i>	120-240 cm	Mor	Temmuz-Eylül	TG	Yok
<i>Carex bicknellii</i>	30-60 cm	K.rengi	Mayıs-Haziran	TG	Yok
<i>Carex muhlenbergii</i>	30-90 cm	K.rengi	Mayıs-Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Elymus canadensis</i>	90-180 cm	Yeşil	Haziran-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Elymus hystrix</i>	90-150 cm	Yeşil	Haziran-Temmuz	KG/G	Yok
<i>Elymus virginicus</i>	60-120 cm	Yeşil	Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Eragrostis spectabilis</i>	30-60 cm	Mor	Ağustos-Ekim	TG	Yok
<i>Juncus tenuis</i>	15-30 cm	K.rengi	Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Panicum virgatum</i>	90-180 cm	Yeşil	Haziran-Ekim	TG/KG	Var
<i>Schizachyrium scoparium</i>	60-120 cm	K.rengi	Ağustos-Eylül	TG/KG	Var
<i>Sorghastrum nutans</i>	120-270 cm	Yeşil	Ağustos-Eylül	TG	Yok
<i>Spartina pectinata</i>	180-210 cm	Yeşil	Temmuz-Ağustos	TG	Var
<i>Stipa spartea</i>	60-120 cm	Yeşil	Ağustos-Eylül	TG	Var
Çim Dışı Otlar					
<i>Allium cernuum</i>	30-60 cm	Eflatun	Haziran-Ekim	TG/KG	Yok
<i>Aquilegia canadensis</i>	30-90 cm	Kırmızı/Sarı	Nisan-Haziran	TG/KG/G	Var
<i>Asclepias syriaca</i>	60-120 cm	Pembe	Haziran-Ağustos	TG/KG	Yok

<i>Asclepias tuberosa</i>	30-90 cm	Portakal	Haziran-Eylül	TG/KG	Var
<i>Asclepias verticillata</i>	30-60 cm	Beyaz	Haziran-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Aster cordifolius</i>	60-120 cm	Mavi/Beyaz	Eylül-Ekim	KG/G	Yok
<i>Aster laevis</i>	90-150 cm	Mavi	Ağustos-Ekim	TG	Var
<i>Aster lateriflorus</i>	30-90 cm	Beyaz	Temmuz-Ekim	TG/KG/G	Yok
<i>Aster macrophyllus</i>	15-30 cm	Beyaz	Temmuz-Ekim	KG/G	Yok
<i>Aster novae-angliae</i>	90-180 cm	Menekşe	Temmuz-Ekim	TG/KG	Yok
<i>Aster oolentangiensis</i>	30-120 cm	Mavi	Temmuz-Kasım	TG/KG	Var
<i>Aster shortii</i>	30-120 cm	Mavi	Ağustos-Ekim	KG/G	Yok
<i>Cacalia atriplicifolia</i>	90-240 cm	Beyaz	Haziran-Ekim	TG/KG/G	Yok
<i>Campanula americana</i>	60-180 cm	Mavi	Temmuz-Kasım	KG/G	Yok
<i>Cassia hebecarpa</i>	90-150 cm	Sarı	Temmuz-Ağustos	TG/KG	Yok
<i>Clematis virginiana</i>	270 cm	Beyaz	Temmuz-Ağustos	TG/KG	Yok
<i>Coreopsis tripteris</i>	120-240 cm	Sarı	Ağustos-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Desmodium canadense</i>	60-150 cm	Mor	Haziran-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Echinacea pallida</i>	60-150 cm	Eflatun	Mayıs-Ağustos	TG	Yok
<i>Eryngium yuccifolium</i>	90-150 cm	Beyaz	Temmuz-Eylül	TG	Yok
<i>Eupatorium purpureum</i>	90-180 cm	Pembe	Temmuz-Eylül	KG	Yok
<i>Euphorbia corollata</i>	60-120 cm	Beyaz	Mayıs-Ekim	TG/KG	Yok
<i>Geranium maculatum</i>	30-60 cm	Pembe	Nisan-Temmuz	TG/KG/G	Yok
<i>Helianthus divaricatus</i>	60-180 cm	Sarı	Haziran-Eylül	KG/G	Yok
<i>Helianthus giganteus</i>	150-360 cm	Sarı	Temmuz-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Helianthus pauciflorus</i>	90-150 cm	Sarı	Temmuz-Ekim	TG	Yok
<i>Heliopsis helianthoides</i>	120-180 cm	Sarı	Haziran-Ekim	TG/KG	Yok
<i>Lespedeza capitata</i>	60-120 cm	Yeşil	Temmuz-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Liatris aspera</i>	60-90 cm	Menekşe	Temmuz-Kasım	TG/KG	Var
<i>Liatris spicata</i>	90-150 cm	Pembe	Temmuz-Eylül	TG/KG/G	Yok
<i>Liatris scariosa</i>	90-150 cm	Menekşe	Ağustos-Ekim	TG/KG	Yok
<i>Monarda fistulosa</i>	60-150 cm	Eflatun	Temmuz-Eylül	TG/KG	Yok

<i>Penstemon digitalis</i>	60-120 cm	Beyaz	Mayıs-Temmuz	TG/KG	Yok
<i>Penstemon hirsutus</i>	30-60 cm	Mor	Mayıs-Temmuz	TG/KG	Yok
<i>Phlox divaricata</i>	30-60 cm	Mavi	Nisan-Haziran	KG/G	Yok
<i>Phlox pilosa</i>	30-60 cm	Pembe	Mayıs-Ağustos	TG/KG	Yok
<i>Physostegia virginiana</i>	60-150 cm	Pembe	Ağustos-Ekim	TG	Var
<i>Polygonatum biflorum</i>	30-120 cm	Yeşil	Mayıs-Temmuz	KG/G	Yok
<i>Polygonatum pubescens</i>	30-90 cm	Beyaz	Mayıs-Temmuz	KG/G	Yok
<i>Pycnanthemum virginianum</i>	30-90 cm	Beyaz	Haziran-Ekim	TG/KG	Yok
<i>Ratibida pinnata</i>	90-180 cm	Sarı	Temmuz-Ekim	TG	Yok
<i>Rudbeckia hirta</i>	30-90 cm	Sarı	Mayıs-Ekim	TG/KG	Var
<i>Rudbeckia triloba</i>	60-150 cm	Sarı	Ağustos-Ekim	TG/KG	Yok
<i>Silphium terebinthinaceum</i>	90-240 cm	Sarı	Haziran-Eylül	TG	Yok
<i>Smilacina racemosa</i>	30-90 cm	Beyaz	Nisan-Haziran	KG/G	Yok
<i>Smilacina stellata</i>	30-60 cm	Beyaz	Nisan-Haziran	TG/KG	Yok
<i>Solidago caesia</i>	30-60 cm	Sarı	Eylül-Ekim	KG/G	Yok
<i>Solidago flexicaulis</i>	30-90 cm	Sarı	Ağustos-Ekim	KG/G	Yok

ZON F Bu bitkiler, genellikle daha çok nem isteyen türlere göre daha düşük toleransta olmalarına rağmen, belirtilen aralıkta değişen su seviyelerine toleranslıdır. Ayrıca çoğu koşulda 48 saati aşmamak kaydıyla, kısa süreli su baskınlarına da dayanıklılık göstermektedirler.

Botanik Adı	Boy	Çiçek Rengi	Çiçekli Zamanı	Işık İsteği	Tuz toleransı
Odunsu Türler					
<i>Acer rubrum</i>	27 m	Yeşil/Kırmızı	Mart-Mayıs	TG/KG/G	Yok
<i>Acer saccharum</i>	30 m	Yeşil	Nisan-Mayıs	TG/KG/G	Yok
<i>Acer saccharinum</i>	30 m	Sarı	Mart-Nisan	TG/KG	Yok
<i>Betula papyrifera</i>	21 m	K.rengi	Nisan-Mayıs	TG/KG	Yok
<i>Carya ovata</i>	24 m	Yeşil	Mayıs-Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Ceanothus americanus</i>	30-90 cm	Beyaz	Haziran-Ekim	TG/KG	Yok
<i>Celtis occidentalis</i>	18 m	Yeşil	Mayıs	TG/KG/G	Yok
<i>Cercis canadensis</i>	7,5 m	Kırmızı	Nisan-Mayıs	TG/KG/G	Yok
<i>Cornus florida</i>	9 m	Beyaz	Mayıs-Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Corylus americana</i>	3 m	Sarı	Nisan-	TG/KG	Yok

			Mayıs		
<i>Gymnocladus dioicus</i>	26 m	Beyaz	Haziran	TG/KG	Yok
<i>Hamamelis virginiana</i>	9 m	Sarı	Ekim-Kasım	TG/KG/G	Yok
<i>Juglans nigra</i>	27 m	Yeşil	Mayıs	TG/KG	Yok
<i>Juniperus virginiana</i>	15 m	K.rengi	Nisan-Mayıs	TG/KG	Yok
<i>Liriodendron tulipifera</i>	33 m	Yeşil	Mayıs-Haziran	TG/KG	Yok
<i>Morus rubra</i>	15 m	Yeşil	Mayıs-Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Nyssa sylvatica</i>	30 m	Yeşil	Mayıs-Temmuz	TG/KG/G	Var
<i>Pinus banksiana</i>	18 m	K.rengi	Mayıs-Haziran	TG/KG	Yok
<i>Pinus resinosa</i>	30 m	K.rengi	Nisan-Mayıs	TG/KG	Yok
<i>Pinus strobus</i>	30 m	K.rengi	Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Prunus americana</i>	9 m	Kırmızı	Nisan-Mayıs	TG/KG	Yok
<i>Prunus virginiana</i>	9 m	Beyaz	Mayıs-Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Quercus macrocarpa</i>	26 m	Sarı	Mayıs-Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Quercus palustris</i>	27 m	Yeşil/Sarı	Nisan-Mayıs	TG/KG/G	Var
<i>Quercus rubra</i>	27 m	Yeşil	Mayıs-Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Rosa carolina</i>	90 cm	Pembe	Haziran-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Tilia americana</i>	30 m	Sarı	Haziran-Temmuz	TG/KG/G	Yok
<i>Tsuga canadensis</i>	30 m	K.rengi	Nisan-Mayıs	TG/KG/G	Yok
<i>Viburnum acerifolium</i>	210 cm	Beyaz	Mayıs-Ağustos	TG/KG	Yok
<i>Viburnum dentatum</i>	3 m	Beyaz	Mayıs-Haziran	TG/KG/G	Yok
Otsu/Saz					
<i>Andropogon gerardii</i>	120-240 cm	Mor	Temmuz-Eylül	TG	Yok
<i>Carex bicknellii</i>	30-60 cm	K.rengi	Mayıs-Haziran	TG	Yok
<i>Carex muhlenbergii</i>	30-90 cm	K.rengi	Mayıs-Haziran	TG/KG/G	Yok
<i>Elymus canadensis</i>	90-180 cm	Yeşil	Haziran-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Elymus hystrix</i>	90-150 cm	Yeşil	Haziran-Temmuz	KG/G	Yok
<i>Eragrostis spectabilis</i>	30-60 cm	Mor	Ağustos-Ekim	TG	Yok
<i>Koeleria macrantha</i>	30-60 cm	Beyaz	Mayıs-Temmuz	TG/KG	Yok
<i>Panicum virgatum</i>	90-180 cm	Yeşil/Mor	Haziran-Ekim	TG/KG	Var
<i>Stipa spartea</i>	60-120 cm	Yeşil	Ağustos-Eylül	TG	Var

Çim Dışı Otlar					
<i>Allium cernuum</i>	30-60 cm	Eflatun	Haziran-Ekim	TG/KG	Yok
<i>Asclepias syriaca</i>	60-120 cm	Pembe	Haziran-Ağustos	TG/KG	Yok
<i>Asclepias tuberosa</i>	30-90 cm	Portakal	Haziran-Eylül	TG/KG	Var
<i>Asclepias verticillata</i>	30-60 cm	Beyaz	Haziran-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Aster cordifolius</i>	60-120 cm	Mavi/Beyaz	Eylül-Ekim	KG/G	Yok
<i>Aster laevis</i>	90-150 cm	Mavi	Ağustos-Ekim	TG	Var
<i>Aster oolentangiensis</i>	30-120 cm	Mavi	Temmuz-Kasım	TG/KG	Var
<i>Aster shortii</i>	30-120 cm	Mavi	Ağustos-Ekim	KG/G	Yok
<i>Cacalia atriplicifolia</i>	90-240 cm	Beyaz	Haziran-Ekim	TG/KG/G	Yok
<i>Campanula americana</i>	60-180 cm	Mavi	Temmuz-Kasım	KG/G	Yok
<i>Clematis virginiana</i>	27 cm	Beyaz	Temmuz-Ağustos	TG/KG	Yok
<i>Coreopsis lanceolata</i>	30-60 cm	Sarı	Mayıs-Ağustos	TG/KG	Yok
<i>Coreopsis palmata</i>	30-60 cm	Sarı	Haziran-Ağustos	TG/KG	Yok
<i>Coreopsis tripteris</i>	120-240 cm	Sarı	Ağustos-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Echinacea pallida</i>	60-150 cm	Eflatun	Mayıs-Ağustos	TG	Yok
<i>Eryngium yuccifolium</i>	90-150 cm	Beyaz	Temmuz-Eylül	TG	Yok
<i>Eupatorium purpureum</i>	90-180 cm	Pembe	Temmuz-Eylül	KG	Yok
<i>Euphorbia corollata</i>	60-120 cm	Beyaz	Mayıs-Ekim	TG/KG	Yok
<i>Geranium maculatum</i>	30-60 cm	Pembe	Nisan-Temmuz	TG/KG/G	Yok
<i>Helianthus divaricatus</i>	60-180 cm	Sarı	Haziran-Eylül	KG/G	Yok
<i>Helianthus occidentalis</i>	60-120 cm	Sarı	Ağustos-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Helianthus pauciflorus</i>	90-150 cm	Sarı	Haziran-Ekim	TG	Yok
<i>Heliopsis helianthoides</i>	120-180 cm	Sarı	Haziran-Ekim	TG/KG	Yok
<i>Lespedeza capitata</i>	60-120 cm	Yeşil	Temmuz-Eylül	TG/KG	Yok
<i>Liatris aspera</i>	60-90 cm	Menekşe	Temmuz-Kasım	TG/KG	Var
<i>Liatris cylindracea</i>	30-60 cm	Menekşe	Temmuz-Ekim	TG/KG	Yok
<i>Liatris scariosa</i>	90-150 cm	Menekşe	Ağustos-Ekim	TG/KG	Yok
<i>Lupinus perennis</i>	30-60 cm	Mor	Nisan-Haziran	TG/KG	Yok
<i>Monarda fistulosa</i>	60-150 cm	Eflatun	Temmuz-	TG/KG	Yok

			Eylül		
<i>Penstemon digitalis</i>	60-120 cm	Beyaz	Mayıs- Temmuz	TG/KG	Yok
<i>Phlox pilosa</i>	30-60 cm	Pembe	Mayıs- Ağustos	TG/KG	Yok
<i>Polygonatum biflorum</i>	30-120 cm	Yeşil/Beyaz	Mayıs- Temmuz	KG/G	Yok
<i>Polygonatum pubescens</i>	30-90 cm	Beyaz	Mayıs- Temmuz	KG/G	Yok
<i>Ratibida pinnata</i>	90-180 cm	Sarı	Temmuz- Ekim	TG	Yok
<i>Rudbeckia hirta</i>	30-90 cm	Sarı	Mayıs- Ekim	TG/KG	Var
<i>Silphium terebinthaceum</i>	90-240 cm	Sarı	Haziran- Eylül	TG	Yok
<i>Smilacina racemosa</i>	30-90 cm	Beyaz	Nisan- Haziran	KG/G	Yok
<i>Smilacina stellata</i>	30-60 cm	Beyaz	Nisan- Haziran	TG/KG	Yok
<i>Solidago caesia</i>	30-60 cm	Sarı	Eylül-Ekim	KG/G	Yok
<i>Solidago juncea</i>	60-120 cm	Sarı	Temmuz- Eylül	TG/KG	Yok
<i>Solidago speciosa</i>	30-90 cm	Sarı	Temmuz- Ekim	TG/KG	Var
<i>Tradescantia ohiensis</i>	60-120 cm	Mavi	Mayıs- Ekim	TG/KG	Yok

ZON G Bitki Kasaları İçin Önerilen Bitkiler

Botanik Adı	Boy	Bitki/Çiçek Rengi	Çiçekli Zamanı	Işık İsteği
<i>Ajuga reptans</i> 'Bronze Beauty'	15 cm	Mavi	Mayıs- Haziran	TG
<i>Allium maximowiczii</i> 'Alba'	15-30 cm	Beyaz	Mayıs- Haziran	TG
<i>Allium schoenoprasum</i> 'Glaucum'	15-30 cm	Mavi	Haziran- Temmuz	TG
<i>Allium senescens montanum</i>	15-30 cm	Pembe/Mor	Haziran- Ağustos	TG
<i>Allium senescens glaucum</i>	15-30 cm	Pembe	Temmuz- Eylül	TG
<i>Allium tanguticum</i> 'Summer Beauty'	15-30 cm	Pembe	Temmuz- Ağustos	TG
<i>Aster</i> 'Wood's Light Blue'	30-90 cm	Mavi	Ağustos- Eylül	TG
<i>Athyrium filix-femina</i>	30-90 cm	Yeşil	Yok	TG/KG/G
<i>Blechnum spicant</i>	30-60 cm	Yeşil	Yok	TG/KG/G
<i>Dryopteris erythrosora</i>	30-60 cm	Yeşil	Yok	TG/KG/G
<i>Euphorbia myrsinites</i>	15-30 cm	Sarı	Mayıs- Haziran	TG
<i>Dryopteris intermedia</i>	30-90 cm	Yeşil	Yok	TG/KG/G
<i>Dryopteris marginalis</i>	30-60 cm	Yeşil	Yok	TG/KG/G

<i>Geranium x 'Rozanne'</i>	30-60 cm	Menekşe	Haziran- Eylül	TG/KG
<i>Hemerocallis 'Barbara Mitchell'</i>	60-90 cm	Pembe	Haziran- Ağustos	TG/KG
<i>Hemerocallis 'Bill Norris'</i>	60-90 cm	Sarı	Haziran- Ağustos	TG/KG
<i>Hemerocallis 'Chicago Apache'</i>	60-90 cm	Kırmızı	Temmuz- Eylül	TG/KG
<i>Hosta 'Francee'</i>	30-60 cm	Eflatun	Temmuz- Ağustos	TG/KG/G
<i>Hosta 'Guacamole'</i>	30-60 cm	Pembe	Ağustos- Eylül	TG/KG/G
<i>Hosta 'Summer Fragrance'</i>	30-60 cm	Eflatun	Ağustos- Eylül	TG/KG/G
<i>Hosta sieboldiana 'Elegans'</i>	30-60 cm	Beyaz	Temmuz- Ağustos	TG/KG/G
<i>Sedum 'Autumn Charm'</i>	15-30 cm	Pembe	Haziran- Temmuz	TG
<i>Sedum 'Joyce Henderson'</i>	15-30 cm	Pembe	Mayıs- Haziran	TG
<i>Sedum 'Mini Me'</i>	15-30 cm	Yeşil	Yok	TG
<i>Sedum acre 'Oktoberfest'</i>	15-30 cm	Sarı	Temmuz- Ağustos	TG
<i>Sedum album 'Athoum'</i>	15-30 cm	Pembe	Ağustos- Eylül	TG
<i>Sedum album 'Coral Carpet'</i>	15-30 cm	Beyaz	Temmuz- Ağustos	TG
<i>Sedum album 'Faro Island'</i>	15-30 cm	Beyaz	Temmuz- Ağustos	TG
<i>Sedum album 'Green Ice'</i>	15-30 cm	Beyaz	Haziran- Temmuz	TG
<i>Sedum album 'Murale'</i>	15-30 cm	Beyaz	Haziran- Temmuz	TG
<i>Sedum caucicola 'Sunset Cloud'</i>	15-30 cm	Pembe	Temmuz- Ağustos	TG
<i>Sedum divergens</i>	15-30 cm	Sarı	Haziran- Temmuz	TG
<i>Sedum ellacombianum</i>	15-30 cm	Sarı	Mayıs- Haziran	TG
<i>Sedum ellacombianum 'Variegatum'</i>	15-30 cm	Sarı	Mayıs- Haziran	TG
<i>Sedum floriferum 'Weihenstephaner Gold'</i>	15-30 cm	Sarı	Haziran- Temmuz	TG
<i>Sedum grisbachii</i>	15-30 cm	Sarı	Temmuz- Ağustos	TG
<i>Sedum hybridum 'Tekaridake'</i>	15-30 cm	Sarı	Haziran	TG
<i>Sedum kamtschaticum 'Variegatum'</i>	15-30 cm	Portakal	Temmuz- Ağustos	TG
<i>Sedum middendorffianum var. diffusum</i>	15-30 cm	Sarı	Mayıs- Haziran	TG

ZON H Bitkilendirilmiş Çatılar (Yeşil Çatılar) İçin Önerilen Bitkiler		
Botanik Adı	Bitki/Çiçek Rengi	Çiçekli Zamanı
<i>Allium maximowiczii</i> 'Alba'	Beyaz	Mayıs- Haziran
<i>Allium schoenoprasum</i> 'Dwarf'	Pembe	Mayıs- Haziran
<i>Allium schoenoprasum</i> 'Glaucum'	Mavi	Haziran- Temmuz
<i>Allium senescens montanum</i>	Pembe/Mor	Haziran- Ağustos
<i>Allium senescens glaucum</i>	Pembe	Temmuz- Eylül
<i>Allium tanguticum</i> 'Summer Beauty'	Pembe	Temmuz- Ağustos
<i>Euphorbia myrsinites</i>	Sarı	Mayıs- Haziran
<i>Sedum 'Autumn Charm'</i>	Pembe	Haziran- Temmuz
<i>Sedum 'Joyce Henderson'</i>	Pembe	Mayıs- Haziran
<i>Sedum 'Mini Me'</i>	Yeşil	Yok
<i>Sedum acre 'Aureum'</i>	Sarı	Mayıs- Haziran
<i>Sedum acre 'Oktoberfest'</i>	Sarı	Temmuz- Eylül
<i>Sedum album 'Athoum'</i>	Pembe	Ağustos- Eylül
<i>Sedum album 'Coral Carpet'</i>	Beyaz	Haziran- Ağustos
<i>Sedum album 'Faro Island'</i>	Beyaz	Haziran- Ağustos
<i>Sedum album 'Green Ice'</i>	Beyaz	Haziran- Temmuz
<i>Sedum album 'Murale'</i>	Beyaz	Haziran- Temmuz
<i>Sedum album 'Red Ice'</i>	Beyaz	Haziran- Temmuz
<i>Sedum cautacola 'Bertram Anderson'</i>	Pembe	Temmuz- Ağustos
<i>Sedum caudicola 'Sunset Cloud'</i>	Pembe	Temmuz- Ağustos
<i>Sedum divergens</i>	Sarı	Haziran- Temmuz
<i>Sedum ellacombianum</i>	Sarı	Mayıs- Haziran
<i>Sedum ellacombianum 'Variegatum'</i>	Sarı	Mayıs- Haziran
<i>Sedum floriferum 'Weihestephaner Gold'</i>	Sarı	Haziran- Temmuz
<i>Sedum grisbachii</i>	Sarı	Temmuz- Ağustos
<i>Sedum hispanicum 'Pinkie'</i>	Pembe	Haziran- Temmuz
<i>Sedum hybridum 'Immergunchen'</i>	Sarı	Haziran- Eylül
<i>Sedum hybridum</i>	Sarı	Haziran

<i>'Tekaridake'</i>		
<i>Sedum kamtschaticum</i> <i>'Variegatum'</i>	Portakal	Temmuz- Ağustos
<i>Sedum middendorffianum</i> <i>var. diffusum</i>	Sarı	Mayıs- Haziran

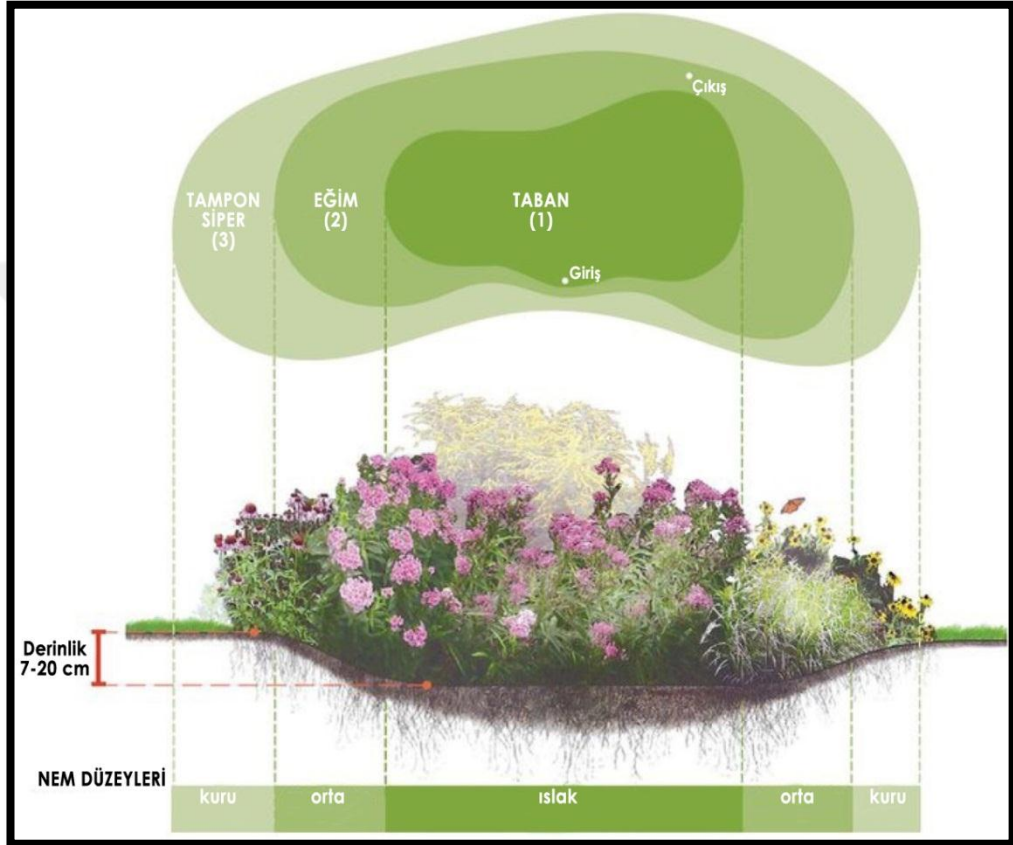


EK 3 Yağmur bahçesinde kullanılabilir Ankara sucul ortam bitki listesi

(Krause 1937, İlke 2011)

ANKARA’NIN SUCUL ORTAM BİTKİLERİ		
A-Tatlı Su Ortamı Su Kıyısı Bitkileri		
BOTANİK ADI	TÜRKÇE ADI	YAĞMUR BAHÇESİ DİKİM BÖLGESİ
<i>Butomus umbellatus</i> L.	Su menekşesi	1
<i>Cionura erecta</i> (L.) GRISEB.	Bodur otu	1
<i>Crataegus curvisepala</i> LINDMAN	Alıç	1
<i>Conium maculatum</i> L.	Baldıran	1
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.		1
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	Yabani iğde	1
<i>Euonymus europaeus</i> L.	Adi papaz külâhı	1
<i>Geranium rotundifolium</i> L.	Çoban iğnesi	1
<i>Geum urbanum</i> L.	Karanfil kökü	1
<i>Juncus anatolicus</i> SNOG.	Anadolu hasırotu	1
<i>Muscari comosum</i> (L.) Mill.	Dağ sümbülü	1
<i>Primula auriculata</i> LAM.		1
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Yılan dili	1
<i>Plantago maritima</i> L.	Deniz sinir otu	1
<i>Rhus coriaria</i> L.	Sumak	2-3
<i>Salix cinerea</i> L.		2-3
<i>Scrophularia catariifolia</i> BOISS. ET HELDR.		1
<i>Solanum dulcamara</i> L.		1
<i>Sophora alopecuroides</i> L. var. <i>alopecuroides</i> L.		1
<i>Tamarix parviflora</i> DC.		2-3
<i>Veronica anagalloides</i> GUSS. subsp. <i>anagalloides</i> GUSS.		1
B-Tatlı Su Ortamı Bataklık Bitkileri		
<i>Allium vineale</i> L.	Bağ sarımsağı	1
<i>Carex melanostachya</i> Willd.	Saparna	1
<i>Carex otrubae</i> PODP.	Saparna	1
<i>Carex pseudocyperus</i> L.	Saparna	1
<i>Carex riparia</i> Curtis	Saparna	1
<i>Carex rostrata</i> S.	Saparna	1
<i>Carex vesicaria</i> L.	Saparna	1
<i>Eleocharis mitracapa</i> STEUDEL		1
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. & Schult.	Adi bataklık sazı	1
<i>Iris orientalis</i> MILLER	D. süseni, bataklık süseni	1
<i>Juncus inflexus</i> L.	Hasırotu	1-2
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.		1
<i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) SOJAK	Hasır sazı	1
<i>Scirpus lacustris</i> L.	Zebrinus bitkisi	1
<i>Scirpus maritimus</i> L.	Çapıl otu	1
C-Tatlı Su Ortamı Çayır Bitkileri		
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	Ayrık çim	1
<i>Carex acuta</i> L.	Saparna	1
<i>Carex acutiformis</i> Ehrh.	Saparna	1
<i>Carex nigra</i> (L.) REICHARD subsp. <i>dacica</i>	Saparna	1
<i>Carex ovalis</i> Goodenough	Saparna	1
<i>Carex pallascens</i> L.	Saparna	1

<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	Çayır yumağı	1
<i>Geranium collinum</i> STEPH. EX WILLD.		1
<i>Juncus bufonius</i> L.		1-2
<i>Juncus capitatus</i> Weigel	Baş kofa	1-2
<i>Juncus tenageia</i> EHRH. EX L. FIL.	Kum kofası	1-2
<i>Ranunculus sericeus</i> BANKS ET SOL.	Sürüntücü düğün çiçeği	1



Yağmur bahçesinin nem düzeyleri ve bitki dikim bölgeleri (1-2 ve 3) (Anonymous 2003c, Müftüoğlu ve Perçin 2015)

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Volkan MÜFTÜOĞLU

Doğum Yeri : Çamlıhemşin

Doğum Tarihi : 24.11.1981

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Ankara Bahçelievler Deneme Lisesi (1998)

Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü (2004)

Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı (Şubat 2005 – Şubat 2008)

Doktora : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı (Şubat 2008 – Aralık 2016)

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Araştırma Görevlisi
2005 -

ANFA Ankara Altınpark İşletmeleri Ltd. Şti. - Teknik Kontrolör, 2005

Erdem Mimarlar - Peyzaj Mimarı, 2004 – 2005

Yayınları (SCI)

Bilgili, B.C., Çorbacı, Ö.L., Müftüoğlu, V. ve Abay, G. 2012. Determination of Potential Use in Urban Landscape Design of Natural Abies Taxa Growth at Different Altitudes in Turkey. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, Özel Sayı Special Issue ISSN: 1303-2399, E-ISSN: 1309-4181, Cilt/Vol. 12, Sayı/No.3 (2012), s. 237-241.

Bilgili, B.C., Şatır, O. ve Müftüoğlu, V. 2013. Using NDVI Values for Comparing Parks in Different Scales. Journal of Food, Agriculture and Environment (JFAE)

Print ISSN: 1459-0255, Online ISSN: 1459-0263, 2013 Vol. 11, Issue 3&4, p. 2451-2457.

Bilgili, B.C., Şatır, O., Müftüoğlu, V. ve Özyavuz, M. 2014. A Simplified Method for The Determination and Monitoring of Green Areas in Urban Parks Using Multispectral Vegetation Indices. *Journal of Environmental Protection and Ecology* 15, No 3, p. 1059-1065.

Hakemli Dergiler

Müftüoğlu, V. ve Perçin, H. 2015. Sürdürülebilir Kentsel Yağmursuyu Yönetimi Kapsamında Yağmur Bahçesi. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi İnönü University Journal of Art and Design*, ISSN: 1309-9876, E-ISSN: 1309-9884, DOI: 10.16950/std.34364, 5(11); 27-37.

Ulusal Kongre Sunum

Şahin, Ş., Bilgili, B.C. ve Müftüoğlu, V. 2007. Peyzaj Envanteri. Avrupa Peyzaj Sözleşmesi'nin Uygulanması Yolunda Türkiye Uluslararası Katılımlı Toplantı, Sözlü Bildiri, 17-20 Mayıs 2007, Bildiri Kitabı, TMMOB Peyzaj Mimarları Odası, Yayın No: 2008/3, s. 139-148, Ankara.

Şahin, Ş., Bilgili, B.C. ve Müftüoğlu, V. 2009. Peyzaj Plan ve Uygulamalarının Su Kaynaklarının Korunmasındaki Etkisi ve Ülkemiz Gerçeği. Van Kent Sempozyumu, Sözlü Bildiri, 01-03 Ekim 2009, TMMOB Van İl Koordinasyon Kurulu, Bildiriler Kitabı, s.191-206, Van.

Bilgili, B.C., Çorbacı, Ö.L., Müftüoğlu, V. ve Abay, G. 2012. Determination of Potential Use in Urban Landscape Design of Natural Abies Taxa Growth at Different Altitudes in Turkey. Poster bildiri. 14th International Fir Symposium, September 12th-14th, Kastamonu, Türkiye.

Müftüoğlu, V. ve Perçin, H. 2013. Yeni Yerleşim Alanlarında Yapılan Uygulamaların Peyzaj Mimarlığı Açısından Değerlendirilmesi. 5. Peyzaj Mimarlığı Kongresi, Dönüşen Peyzaj, Sözlü Bildiri, Bildiriler Kitabı, TMMOB Peyzaj Mimarları Odası, 14-17 Kasım 2013 Çukurova Üniversitesi, s. 810-823; Adana.

Çorbacı, Ö. L., Sayın, G., Müftüoğlu, V. ve Çetiner, Z. 2016. Sevimli Katil: *Taxus baccata* L.. 6. Peyzaj Mimarlığı Kongresi, Söylem-Eylem, Poster Bildiri, TMMOB Peyzaj Mimarları Odası, 08-11 Aralık 2016, Antalya.

Uluslararası Kongre Sunum

Başal M., Özdemir, A. and Müftüoğlu, V. 2006. Landscaping the public security directorate complex, Amman, Jordan: Cultural issues in sustainable landscape design. European Council of Landscape Architecture Schools (ECLAS), 17th International Conference, Oral presentation, 78 s., Bratislava, Slovakia.

Müftüoğlu, V., Sarihan, F. ve Perçin, H. 2015. Oyun Alanlarının Yer Seçiminde Peyzaj Tasarımının Önemi: Bursa Ziraat Parkı (Adrenalin Parkı) Projesi Örneği. Uluslararası Oyun ve Oyuncak Kongresi, Sözlü Bildiri, Atatürk Üniversitesi İletişim Fakültesi ve Atatürk Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi, 7-8 Mayıs 2015, s. 1254-1261; Erzurum.

Güneş, M., Müftüoğlu, V., Bilgili, B.C. ve Şahin, Ş. 2016. Kış Kentlerinde Yaya Hareketliliğinin Yeşil Altyapı Planı Temelinde ve Kentsel Tasarım Rehberlerindeki Önemi: Erzurum Kenti Cumhuriyet Caddesi Örneği. Uluslararası Kış Kentleri Sempozyumu, Sözlü Bildiri, Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, 10-12 Şubat 2016, Erzurum.

Kaymaz, I. ve Müftüoğlu, V. 2016. Ankara: Kayıp Başkent. 4. Uluslararası Kentsel ve Çevresel Sorunlar ve Politikalar Kongresi (Urban 2016), Sözlü Bildiri, Aksaray Üniversitesi, 20-22 Ekim 2016, İstanbul.

Diğer

Müftüoğlu, V. ve Külekçi, Ö. C. 2009. Landscape Character Assessment of the Silk Road Project. Çeviri, Peyzaj Karakter Analizi ve Değerlendirmesi Paneli, 19 Haziran 2009, Ankara.

Şahin, Ş., Bilgili, B.C. ve Müftüoğlu, V. 2009. Ülkemizde Peyzaj Mimarlığı Eğitiminin Kurucusu Prof. Dr. Sadri Aran'ın (1905-1988) Hayatı ve Eserleri. TMMOB Peyzaj Mimarları Odası Dergisi, Sayı: 2009/1, s. 96-100, Ankara.

Şahin, Ş., Perçin, H., Kurum, E., Uzun, O., Bilgili, B.C., Tezcan, L., Çiçek, İ., Müftüoğlu, V., Çorbacı, Ö.L., Sütüncü, S., Doğan, D., Koç, Ö., Ateş, E., Tarım,

B., Kurdoğlu, G., Gökmenoğlu, H.V., Namal, E. ve Kaşko Arıcı, Y. 2013. İl Ölçeğinde Peyzaj Karakter Analizi ve Turizm/Rekreasyon Açısından Değerlendirilmesi (PEYZAJ-44). Final Proje Raporu, TÜBİTAK KAMAG 1007 Programı, Proje No: 109G074.

Ödüller

Ağustos 2007 - Kahramanmarař Kùltür Parkı Ulusal Mimari Proje Yarışması'nda danışman peyzaj mimarı (2.lık ödùlü)

Temmuz 2006 - Balıkesir Çamlık Kentsel ve Mimari Tasarım Ulusal Proje Yarışması'nda danışman peyzaj mimarı (Satınalma ödùlü)

Ağustos 2005 - Bursa Yıldırım Belediyesi Kaplıkaya Rekreasyon Vadisi Kentsel Tasarım ve Mimari Proje Yarışması'nda yardımcı peyzaj mimarı (3. Satınalma ödùlü)

Haziran 2005 - Gebze Tarihi Kent Merkezi Kentsel Tasarım Fikir Proje Yarışması'nda yardımcı peyzaj mimarı (1. Mansiyon ödùlü)

Haziran 2005 - Van Beřyol Meydanı ve Çevresi Kentsel Tasarım Yarışması'nda proje ekibinde peyzaj mimarı (3.lük ödùlü)

şubat 2005 - Trabzon Belediyesi Kalkınma Mahallesi Parkı Bölgesel Fikir Projesi Yarışması'nda proje ekibinde peyzaj mimarı (1. Satınalma ödùlü)