

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

**PEYZAJ ALANLARINDA KULLANILAN SULAMA YÖNTEMLERİ VE BİTKİ
SU TÜKETİM MODELLERİNİN TÜRKİYE’NİN ÜÇ FARKLI İKLİM
BÖLGESİNDE UYGULANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Pey. Mim. Elif SARIKOÇ

**HAZİRAN 2007
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

**PEYZAJ ALANLARINDA KULLANILAN SULAMA YÖNTEMLERİ VE BİTKİ
SU TÜKETİM MODELLERİNİN TÜRKİYE’NİN ÜÇ FARKLI İKLİM
BÖLGESİNDE UYGULANMASI**

Pey. Mim. Elif SARIKOÇ

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Peyzaj Yüksek Mimarı”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 08/06/2007

Tezin Savunma Tarihi : 29/06/2007

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Öner DEMİREL

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Cengiz ACAR

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Emin Zeki BAŞKENT

Trabzon 2007

ÖNSÖZ

“Peyzaj alanlarında kullanılan sulama yöntemleri ve bitki su tüketim modellerinin Türkiye’nin üç farklı iklim bölgesinde uygulanması” adlı bu çalışma K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans programında yapılmıştır.

Yüksek Lisans danışmanlığımı üstlenerek, çalışmalarımın yönlendirilmesinde yardımını esirgemeyen danışman hocam sn. Doç. Dr. Öner DEMİREL’e teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca desteğini gördüğüm hocam sn. Doç. Dr. Cengiz ACAR’a, Yrd. Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ’ye ve diğer bölüm hocalarıma teşekkür ederim.

Ayrıca tez çalışmamın bitki su tüketim değerlerinin hesaplanmasında ve yorumlanmasında göstermiş olduğu ilgi ve desteğinden dolayı sn. Arş. Gör. Kürşad DEMİREL ‘e teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince her zaman desteğini gördüğüm Arş. Gör. Buket ÖZDEMİR, Arş. Gör. Zeynep PİRSELİMOĞLU, Demet ÖZDEMİR’e ve tavsiyelerinden yararlandığım diğer çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım süresince manevi desteğini her zaman hissettiğim Arş. Gör. M. Mahmut BAYRAMOĞLU’na teşekkür ederim.

Çalışmalarım süresince, bu zorlu dönemde tüm sıkıntılarımı paylaşarak her türlü desteğini esirgemeyen değerli ailem teşekkürlerimi sunarım.

Elif SARIKOÇ

Trabzon,2007

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER DİZİNİ	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Sulama ile İlgili Kavramların Açıklanması.....	4
1.2.1. Sulamanın Tanımı ve Önemi.....	4
1.3. Sulamanın Tarihçesi	7
1.4. Sulama Yöntemlerinin Planlanmasına Etki Eden Faktörler	8
1.4.1. Arazinin Şekli ve Topoğrafik Yapısı	8
1.4.2. İklim Özellikleri	9
1.4.2.1. Yağış.....	9
1.4.2.2. Sıcaklık	10
1.4.2.3. Hava Hareketleri.....	10
1.5.3. Toprak Koşulları	11
1.4.4. Bitki Özellikleri ve Sulama Suyu Gereksinimi	12
1.4.5. Mevcut Sulama Süresi	15
1.4.6. Binaların, Ağaçların ve Diğer Nesnelerin Konumu	15
1.4.7. Su Kaynağı	15
1.4.8. Su Kalitesi	16
1.4.9. Toprak-Su-Bitki İlişkisi	17
1.4.10. Maliyet.....	19

1.5.	Sulama Sistemlerinin Planlanması	19
1.6.	Sulama Yöntemleri	22
1.6.1.	Yüzey Sulama Yöntemleri.....	23
1.6.1.1.	Salma Sulama Yöntemi	23
1.6.1.2.	Bordür Sulama Yöntemi.....	24
1.6.1.3.	Göllendirme Sulama Yöntemi	24
1.6.1.4.	Karık Sulama Yöntemi	25
1.6.1.5.	Tava Sulama Yöntemi	26
1.6.2.	Basıncılı Sulama Yöntemleri	26
1.6.2.1.	Yağmurlama Sulama Yöntemleri	27
1.6.2.1.1.	Yağmurlama Sulama Sisteminin Ekipmanları	29
1.6.2.1.1.1.	Yağmurlama Başlıkları (Sprinkler)	34
1.6.2.1.1.1.1.	Püskürtücü (Spray) Başlıklı Sistemler.....	34
1.6.2.1.1.1.2.	Döner (Rotor) Başlıklı Sistemler.....	37
1.6.2.1.1.2.	Vanalar.....	39
1.6.2.1.1.3.	Borular	40
1.6.2.1.1.4.	Kontrolörler	41
1.6.2.1.2.	Yağmurlama Sulama Sisteminin Avantajları ve Dezavantajları	41
1.6.2.2.	Damlama Sulama Yöntemi.....	42
1.6.2.2.1.	Damlama Sulama Yönteminin Avantajları ve Dezavantajları	47
1.6.2.3.	Bubbler Sulama Yöntemi	48
1.6.2.4.	Mikro Yağmurlama Sistemi	48
1.7.	Sulama Yöntemlerinin Seçimine İlişkin Etkenler	49
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	51
2.1.	Materyal.....	51
2.2.	Yöntem	53
2.2.1	Bitki Su Tüketim Yöntemi	53
2.2.1.1	Penmann-Monteith Bitki Su Tüketim Yöntemi.....	55
2.2.1.2	Blaney-Criddle Bitki Su Tüketim Yöntemi	59
2.2.2	Sulama Suyu İhtiyacının Belirlenmesi	62

2.2.3.	Her Sulamada Uygulanacak Su Miktarı, Sulama Aralığı Ve Sulama Süresinin Hesaplanması.....	63
3.	BULGULAR	64
3.1	Çalışma Alanlarının Belirlenmesi	64
3.2.	Alan Verileri	64
3.2.1.	Çalışma Alanı 1. Antalya	64
3.2.2.	Çalışma Alanı 2. Ankara	67
3.2.3	Çalışma Alanı 3. Trabzon.....	69
3.2.3.1.	Trabzon İline Ait Çalışma Alanının Mevcut Sulama Koşullarının Değerlendirilmesi	73
3.2.3.2.	Toprak örneklerine ait bulgular	74
3.2.3.3.	Bitki Su Tüketimine ait bulgular	74
3.2.3.4.	Sulama Suyu İhtiyacı, Sulama Aralığı ve Sulama Süresi Sonuçlarına ait bulgular	76
3.2.3.5.	Seçilen Sulama Yöntemine ait bulgular	77
4.	TARTIŞMA	78
4.1.	Bitki Su Tüketim Yöntemine İlişkin Değerlendirmeler	78
4.2.	Uygulama Alanlarına Ait Özelliklerin Değerlendirilmesi.....	78
5.	SONUÇLAR.....	81
6.	ÖNERİLER	83
8.	EKLER	91
ÖZGEÇMİŞ.....		97

ÖZET

Su hayatın devamı için vazgeçilmez en önemli kaynaklardan biridir. İnsanoğlu yaşamının devamı için suya doğrudan ve dolaylı olarak gereksinim duyulmaktadır.

Park ve bahçelerde bitkilerin normal gelişim için gereksinim duyulan ve büyüme mevsimi boyunca toprakta bulunması gereken suyun temin kaynaklardan ilki doğal yağışlardır. Ancak kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde bitki büyüme mevsimi boyunca düşen yağışlar hem miktar, hem de dağılım bakımından yetersiz kalmakta, dolayısıyla normal bitki su gereksinimi bu yoldan karşılanamamaktadır. Bu durumda sulama suyuna gereksinim duyulmaktadır. Bu nedenle sulama; peyzajda bitkilerin gelişimi ve bakımı açısından son derece önem taşımaktadır. O halde, bitki su gereksiniminin doğal yağışlarla karşılanamadığı yer ve durumlarda sulama söz konusu olmaktadır. Sulama ve sulama yöntemlerinin amacı, bitkinin terleme ve toprağın buharlaşma yoluyla kaybettiği suyun karşılanmasıdır.

Çalışmada öncelikle sulama sistemleri ve ekipmanları konusunda bilgiler verilerek peyzaj alanlarında kullanılan basınçlı sulama yöntemleri ve planlanması detaylı olarak incelenmiştir.

Araştırmada bitki su tüketim modellerinden iklim elemanlarına dayalı bir yöntem olan Penmann-Monteith yöntemi kullanılarak, ülkemizin 3 farklı iklim bölgesindeki (Antalya, Ankara ve Trabzon) park alanlarında çim bitkisinin su tüketimi, sulama suyu ihtiyacı, sulama aralığı ve sulama süresi bulunmuştur.

Anahtar kelimeler : Sulama, Yağmurlama Sulama Yöntemi, Bitki Su Tüketim Modeli, Penmann- Monteith Yöntemi, Sprinkler,

SUMMARY

Irrigation System which is Used Landscape Area and Apply for the Plant Water Consumption Model of three Different Climate Zones in Turkey

Water is one of the most important and indispensable resources for the maintenance of life. The humankind needs water directly or indirectly for his survival.

For the plants in parks and gardens, natural precipitation is the primary source for supplying water that has to exist in the ground during the growing season for their normal development. However in arid and semi-arid climate zones, the precipitation that falls during plant growth season remains inadequate in terms of both amount and distribution, thus it is not possible to meet the normal need of plants for water in this way. For this reason, irrigation carries a great importance for the growth and care of plants in landscaping. Then, irrigation becomes necessary when the need for water cannot be met through natural precipitation. The purpose of irrigation and irrigation methods is to give back water that the plant has lost through perspiration and the vaporization of the ground water.

In this study, primarily, information has been given about equipment and systems used for irrigation and pressure irrigation methods and their planning has been examined in detail.

In the research the by using Penmann-Monteith Method which is a method based on climatic elements, the water consumption, need for irrigation water, interval of irrigation and duration of irrigation have been found for the grass plant in park areas located in three different climate zones (Antalya, Ankara and Trabzon) in our country.

Key Words : Irrigation, Sprinkler Irrigation Method, Plant Water Consumption Model, Penmann-Monteith Method.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Bitki kök bölgesinde depolanan nem miktarı	6
Şekil 2. Rüzgârlı ve rüzgârsız koşullardaki su dağıtım düzeni.....	11
Şekil 3. Üçgen sulama deseninde yağmurlama başlıklarının birbirini örtme durumları	21
Şekil 4. Kare sulama deseninde yağmurlama başlıklarının birbirini örtme durumları.	22
Şekil 5. Sulama yöntemlerinin sınıflandırılması.....	23
Şekil 6. Bordür sulama yöntemi.	24
Şekil 7. En etkili geleneksel sulama yöntemlerinden biri olan karık sulama yöntemi	25
Şekil 8. Tava sulama yönteminde sulanacak parselin etrafı toprak seddelerle çevrilir ve parselin tamamı su ile doldurulur.	26
Şekil 9. Yağmurlama sulama sistemi.....	27
Şekil 10. Açık alandaki yağmurlama sulama sistemi	28
Şekil 11. Yağmurlama sulama sisteminin ekipmanları	29
Şekil 12. Yağmurlama başlığının toprak yüzeyindeki kesiti	30
Şekil 13. Yağmurlama başlıklarında ıslatma alanı ve su dağılım eğrisi.....	31
Şekil 14. Yol kenarı yağmurlama başlıkları ıslatma deseni.....	31
Şekil 15. Yağmurlama başlıklarının optimum basınçta uygun örtme ve ıslatma derinliği.....	32
Şekil 16. Yağmurlama başlıklarının birbirini örtecek şekilde planlanmış su dağıtım düzeni	33
Şekil 17. Püskürtücü (Spray) Pop-up başlıklı sistem elemanının toprak altındaki kesiti.....	34
Şekil 18. Püskürtücü (Spray) Pop-up başlıklı sistem elemanı	34
Şekil 19. Çim veya kauçuk ile kaplı püskürtücü (spray) pop-up başlıklar	35
Şekil 20. Püskürtücü (Spray) Pop-up Başlıklar	35
Şekil 21. Püskürtücü (spray) pop-up başlıklarından bir görünüş.....	36
Şekil 22. Döner (Rotor) başlıklı sistem elemanının toprak altındaki kesiti	37

Şekil 23.	Döner (rotor) başlıklı sistem elemanından bir görünüş.....	38
Şekil 24.	Damlama sulama sisteminden bir görünüş.....	42
Şekil 25.	Damlama sulama yönteminde emitörlerin yerleştirilmesi.....	43
Şekil 26.	Bir park alanındaki damlama sulama sistemi	44
Şekil 27.	Damlama sulama sisteminin bir görünüşü.....	44
Şekil 28.	Damlama sulama sisteminde bulunan damlatıcılar ve damlama mesafesi.....	45
Şekil 29.	Bir ağaç etrafındaki iki damlatıcının ıslatma şekli	46
Şekil 30.	Bir alandaki damla sulama yönteminin uygulanması	46
Şekil 31.	Çalışma alanlarının konumları.....	52
Şekil 32.	Bitki Su Tüketimini Etkileyen Faktörler	54
Şekil 33.	Kepez Belediyesi'ne ait Şafaklar Parkı	65
Şekil 34.	Şafaklar Parkı çocuk oyun alanı	66
Şekil 35.	Şafaklar Parkı'nda uygulanan yağmurlama sulama	66
Şekil 36.	Ankara ilindeki çalışma alanı, Etimesgut Atatürk Koşu Yolu	68
Şekil 37.	Etimesgut Atatürk Koşu Yolu'ndan bir görüntü	68
Şekil 38.	Etimesgut Atatürk Koşu Yolu'ndaki kullanım alanları	68
Şekil 39.	Etimesgut Atatürk Koşu Yolu'nun ana yoldan görünüşü.....	69
Şekil 40.	Trabzon ilindeki çalışma alanı, İller Bankası Arboretumu.....	72
Şekil 41.	İller Bankası Arboretumu gezinti Yolu	72
Şekil 42.	İller Bankası Arboretumu'nda bulunan sosyal tesisler.....	73
Şekil 43.	Arboretumda bulunan doğal gölet	73
Şekil 44.	Trabzon ili için çim bitkisinin aylara göre günlük bitki su tüketimi değerleri	75
Şekil 45.	Çim bitkisi için aylara göre bitki su tüketim değerleri	75
Şekil 46.	Aylara göre yağışlardan sonra sulama suyu ihtiyacı (mm/ay)	76

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Bitki gruplarının kurak koşullara karşı tepkileri.....	14
Tablo 2. Farklı bitkilerin su tüketimleri	14
Tablo 3. Farklı toprak bünyelerinin su tutma özellikleri	17
Tablo 4. Toprak tipi ve arazi eğimine göre toprağın su alma hızları	19
Tablo 5. Sprey ve döner yağmurlama başlıklarının kıyaslanması	39
Tablo 6. Basınçlı sulama yöntemlerinin kıyaslanması	49
Tablo 7. Bitki su tüketim eşitliklerin hesaplanmasında kullanılan değişkenlerin tanımları.....	55
Tablo 8. Ortalama hava sıcaklığındaki doygun buhar basıncı, e_a değerleri.....	56
Tablo 9. Atmosferin dış yüzüne ulaşan radyasyon, R_a değerleri, $MJ/m^2/gün$	58
Tablo 10. Olası maksimum güneşlenme süresi, N değerleri	58
Tablo 11. Buhar basıncı fonksiyon, $f(e_a)$ değerleri	59
Tablo 12. Güneşlenme oranı fonksiyonu, $f(n/N)$ değerleri	59
Tablo 13. Sıcaklık fonksiyonu, $f(T)$ değerleri	59
Tablo 14. Blaney-Criddle yöntemi bitki su tüketim tahmininde kullanılan grafikler.....	61
Tablo 15. Günlük gündüz saatlerinin yıllık gündüz saatlerine oranı ($p, %$)	62
Tablo 16. Üç farklı iklim bölgesinde bulunan çalışma alanları	64
Tablo 17. Trabzon iline ait meteorolojik veriler.....	71
Tablo 18. İller Bankası Arboretumu'na ait toprak analiz sonuçları	74
Tablo 19. Trabzon İli İller Bankası Arboretum'u için hesaplaması yapılan sulama suyu ihtiyacı, sulama aralığı sulama süresi sonuçları.....	77

SEMBOLLER DİZİNİ

c	: Düzeltme faktörü	
D	: Etkili bitki kök derinliği	mm
dt	: Her sulamada uygulanacak toplam sulama suyu miktarı	mm
dn	: Bitki su tüketiminin sulama suyu ile karşılanacak miktarı	mm
d _N	: Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı	mm
e _d	: Ortalama hava sıcaklığındaki gerçek buhar basıncı	kPa
e _a	: Ortalama hava sıcaklığındaki doymuş buhar basıncı	kPa
E _a	: Su uygulama randımanı	
E _{to}	: Referans bitki su tüketimi	mm/gün
E _t	: Bitki su tüketimi	mm/gün
f	: Göz önüne alınan ay için günlük iklim faktörü	mm/gün
f(e _d)	: Buhar basıncı fonksiyonu	
f(n/N)	: Güneşlenme oranı fonksiyonu	
F(T)	: Sıcaklık fonksiyonu	
G	: Topraktaki ısı akımı	MJ/m ² /gün
Ha	: Toprağın hacim ağırlığı	g/cm ³
I _y	: Yağmurlama hızı	mm/h
n	: Güneşlenme süresi	h
N	: Olası maksimum güneşlenme süresi	
p	: Göz önüne alınan ay için ortalama günlük gündüz saatlerinin yıllık gündüz saatlerine oranı	
P	: Atmosfer basıncı	kPa/°C
r	: Etkili yağış	mm
R _a	: Atmosferin dış yüzeyine ulaşan radyasyon	MJ/m ² /gün
RH _{min}	: Minimum bağıl nem	
R _{nl}	: Uzun dalgalı net radyasyon	MJ/m ² /gün
R _{ns}	: Kısa dalgalı net radyasyon	MJ/m ² /gün

R_n	: Bitki yüzeyindeki net radyasyon	MJ/m ² /gün
R_s	: Yeryüzüne ulaşan kısa dalgalı radyasyon	MJ/m ² /gün
R_y	: Kullanılabilir su tutma kapasitesinin tüketilmesine izin verilen kısmı	%
SN	: Solma noktası	%
T	: Sıcaklık	°C
TK	: Tarla kapasitesi	%
u	: Bitki su tüketimi	mm
u_2	: 2m yükseklikte ölçülmüş rüzgâr hızı	m/s
u_z	: z m yükseklikte ölçülmüş rüzgar hızı	m/s
z	: Rüzgar hızının ölçüldüğü yükseklik	m
γ	: Psikometrik sabite	kPa/°C
γ^0	: Modifiye psikometrik sabite	kPa/°C
λ	: Buharlaşma gizli ısısı	MJ/kg
δ	: Buhar basıncı eğrisinin eğimi	kPa/°C

1.GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Su hayattır. Nasıl insanlar ve hayvanlar susuz yaşayamazsa, bahçelerde susuz düşünülemezler. Sadece bitkiler değil elbette diğer elemanlar da su ile hayat bulurlar. Suyun kullanıldığı her yer bambaşka bir görünüm alır, hayat dolar.

Teknolojik gelişmelerle birlikte daha modern ve sağlıklı bir çevreye sahip olmak amacıyla, doğal çevre aleyhine, kültürel çevreyi oluşturan insan, ancak ekolojik dengenin bozulması ve çevre sorunları ile karşı karşıya kaldığında, kent içerisinde açık-yeşil alan gereksiniminin önemini daha iyi kavrayabilmiştir. Bu nedenle, kentlerin tüm gereksinimlerine cevap verebilecek nitelikte, çeşitli boyut, işlev ve uzaklıklarda, kent dokusu ile bütünleşen bir yeşil doku sistemine, planlama çalışmalarında yer verilmesi, ihtiyaçtan çok bir zorunluluk durumuna gelmiştir [1].

Açık ve yeşil alanların birçok olumlu işlevlerine rağmen kentleşme süreci içinde çeşitli kullanımlar için alan elde etmek amacıyla çoğu kez yeşil alanlar gözden çıkarılmakta ve bunun yanında çok hızlı artan nüfusa karşı yeşil alanların miktarlarında artış sağlanamamakta, kişi başına düşen yeşil alan miktarı günden güne azalmaktadır.

Bugün genellikle büyük şehirlerimizde kişi başına düşen yeşil alan miktarı 1m² ve daha küçük ölçüdedir. Hızlı nüfus artışı ile bu miktarın giderek daha da azalmakta olduğu görülmektedir. Oysa milyonun üzerinde nüfusa sahip yerleşme alanlarımızın kişi başına asgari 20m² yeşil alan standartlarına sahip olması gereklidir. Bu nedenle, yerleşme alanlarımız arasında kalan ve giderek daralan mekânları korunması ve yeni ortamların yaratılması gerekmektedir. Dolayısıyla peyzaj alanlarının korunması için en önemli faktörlerden biri bitkilerin gereksinim duyduğu suyu karşılamaktır [2].

Kentlerimizi içinde zevkle yaşanır bir hale getirmek ve görsel niteliklerinin geliştirilmesi için kent estetiğinin en önemli unsurları olan [3] park alanlarının ve özellikle geniş yüzeyler kaplayan çim alanlarının planlanması, bakımının yapılarak sürdürülebilir kılınması şarttır. Günümüz insanı da sosyal yaşamda çok önemli bir yeri bulunan açık-yeşil alanların korunması ve arttırılması yönünde çalışmalarını yoğunlaştırmıştır.

Hızla artan dünya nüfusunun gıda, giyecek ve yakıt ihtiyacının karşılanabilmesi için doğal kaynaklar hızla tüketilmeye başlanmıştır. Ancak özellikle yenilenemeyen

kaynakların kirlenmesi ve yok olması, uygulamaların yeniden bütünsel bir yaklaşımla değerlendirilmesine yol açmıştır [4].

Şüphesiz peyzaj alanlarının planlanması yanında önemli bir diğer konu da bakımını yaparak yaşatmak ve peyzaj kalitesini devam ettirecek çalışmalar yapmaktır. Dolayısıyla peyzaj alanlarının korunması için en önemli faktörlerden biri bitkilerin gereksinim duyduğu suyu karşılamaktır.

Su, hayatın devamı için vazgeçilmez en önemli kaynaklardan biridir ve insanoğlu yaşamının devamı için suya doğrudan ya da dolaylı olarak gereksinim duymaktadır. Başta içme ve kullanma olmak üzere, tarım, enerji, beslenme, sanayi, turizm ve dinlenme vb. alanlarda sudan istifade edilmektedir. Ancak su kaynakları sınırsız da değildir. Bu sınırlılık suyun kullanım alanı ile ve bu kullanım alanındaki kalitesiyle ilgilidir.

1950 ile 1990 yılları arasında dünya nüfusu iki misli artarken kullanılan su miktarı 6 kat artmıştır. 1995 yılında kişi başına düşen 7300 m³'lük yıllık su miktarının 2025 yılında 4800 m³'e düşeceği tahmin edilmektedir. Kişi başına düşen yıllık yenilenebilir tatlı su miktarı, ülkede hızlı nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşme olayları ile kişisel bazda su tüketiminin artmasından kaynaklanan hızlı bir düşüş gözlenmektedir. Bu gelişmelere göre ülkemizde kişi başına düşen su miktarı 1990 yılında 1950 m³ iken [5], 2000 yılında bu rakam 1500 m³ seviyesine ineceği ve 2030 yılında ise nüfusumuzun 100 milyon civarında olacağı tahmin edilerek, kişi başına su tüketiminin 1000 m³/yıl civarında olacağı söylenmektedir [6]. Dolayısıyla Türkiye'nin gelecek nesillere sağlıklı ve yeterli su bırakılabilmesi için kaynakların çok iyi korunup kullanılması gerekmektedir.

Sulama, peyzaj mühendisliği çalışmalarında temel alt yapı sistemlerinden biri olarak büyük önem taşımaktadır. Büyük ya da küçük ölçekteki planlamalarda bitkisel materyal kullanımı genellikle en fazla yoğunluğa sahiptir ve bitkiler suyun yokluğunda veya yetersizliğinde yaşamlarını ya da gelişmelerini sürdüremezler. Bu nedenle peyzaj uygulamalarında bitkinin gereksinim duyduğu miktar ve süredeki suyun en uygun sistem aracılığı ile verilmesi gerekmektedir. Uygun olmayan sistemlerin kullanılması günümüzde zaten kıt olan su kaynakları tüketiminde belirgin bir israfa yol açabileceği gibi bitkinin su alımını kısıtlayarak ya da aşırı sulamaya neden olarak zararlar oluşturabilmektedir [7].

Sulama genellikle, bitki gelişmesi için gerekli olan ancak doğal yollarla karşılanamayan suyun, çevre sorunu yaratmadan, toprağa verilmesi şeklinde tanımlanmaktadır [8]. Peyzaj alanlarının estetik güzelliğini korumak için, bu alanların çoğunda, onları canlı tutmak için doğal yağışa benzer sulama uygulanır. Eğer bu

yapılmazsa çevremizdeki parkların, yeşil alanların çoğu kaybedilebilir. Su kaynaklarımızın etkili ve devamlı kullanılması ile bu sistemlerin bakımı ve sulanması ile peyzaj alanlarının genişlemesi umut edilmektedir [9].

Su kullanımında önemli bir belirleyici özellik olan çevre şartları yanında, insan faktörü de önemli planlama prensiplerinden sayılabilir. Çünkü peyzaj içinde su; durgun-hareketli, sade-dekoratif, formal-informal, küçük veya büyük ölçekli, dar-geniş, derin-sığ, koyu veya açık renkli olma gibi görsel ve psikolojik etkiler yaratmaktadır [10].

Bitkilerin gereksinim duydukları su miktarı doğal olarak türlere göre farklılık göstermektedir. Başka bir deyişle her türün yararlanabileceği su düzeyinin azlığına ya da aşırı miktarda bulunmasına gösterdiği tolerans sınırları aynı değildir [11]. Diğer yandan bitkilerin suyu aldığı ortam koşulları da sudan yararlanma düzeyini önemli ölçüde etkilemektedir. Dolayısıyla kullanılan bitkinin türü ile bu türün yetiştirilebileceği toprağın özellikleri, sulama sistemi tasarımında göz önüne alınacak iki temel faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

Rekreasyon alanlarında sulanacak bitki örtüsü, genellikle çim bitkileri, tek yıllık ve çok yıllık süs bitkileri, çalılar ve ağaçlardan oluşmaktadır. Rekreasyon alanlarını klasik metotlarla (hortumla) sulamak çok zordur ve işgücüne gerek vardır. Eğer alan büyükse gereksinim duyulan işgücü ve işin zorluğu daha da artmaktadır. Bu nedenle son yıllarda rekreasyon alanlarında modern sulama yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır.

Bugünkü sulama tasarımcıların amacı; peyzaj alanlarının yeşil kalmalarını sağlamak ve daha düşük fiyatla sistemleri üretmektir [9]. Bugün, su kullanımındaki artış ve enerji tüketim harcamalarının toplam bakım masrafları içerisindeki yoğunluğunun artması, pek çok sulama suyu kullanıcılarını su yönetimi konusunda daha fazla düşünmeye yöneltmiştir. Su yönetiminin hedefi; peyzajın yeşilliğini, estetik yapısını korurken yıllık sulama suyu kullanımını ve enerji tüketimini minimize etmektir [12].

Park ve bahçeler, dinlenme yerleri ve oyun alanlarında (spor sahaları) modern sulama tekniklerinin başarı ile uygulanabilmesi için bitki su tüketiminin belirlenmesi gerekmektedir. Bitki su tüketiminin belirlenmesinde doğrudan ölçme yöntemleri ve iklim verilerinden tahmin yöntemleri kullanılmaktadır [13].

Bu araştırmada da iklim elemanlarına dayalı bir yöntem olan Penman-Monteith yöntemi kullanılarak, ülkemizin üç farklı iklim bölgelerindeki (Antalya, Ankara ve Trabzon) park alanlarında çim bitkisinin su tüketimi, sulama aralığı ve sulama süresi bulunmuştur.

Uygulama çalışmalarında temel olarak Penmann-Monteith Yöntemi kullanılmıştır. Yöntemi Deniz (1998) “Çevre Düzenleme Çalışmalarında Sulamanın Bayraklı Turgut Özal Rekreasyon Alanı ve Olof Palme Parkı Örneğinde İrdelenmesi” adlı yüksek lisans tezinde, İlbeyi (2001) “Türkiye’de Bitki Su Tüketimleri tahmininde kullanılacak bitki katsayılarının belirlenmesi” adlı doktora tezinde, Kabakçı(1996) “Bitki su tüketim tahmininde kullanılan bazı parametrelerin Türkiye koşullarında belirlenmesi” adlı doktora tezinde, Akgün (1989) “Ankara koşullarında bitki su tüketim tahminlerinin karşılaştırılması” adlı yüksek lisans tezinde ve Erakın (2000) “Peyzaj Çalışmalarında Kullanılan Sulama Sistemleri” adlı yüksek lisans tezinde kullanmışlardır.

1.2. Sulama ile İlgili Kavramların Açıklanması

1.2.1. Sulamanın Tanımı ve Önemi

Su; karbonhidratlar, yağlar, proteinler ve benzeri karışık moleküllerin olduğu gibi yaşamın da temel unsurudur. Su, doğrudan doğruya veya dolaylı olarak bütün yaşamsal olaylar ve bütün kimyasal olaylarda gereklidir [14].

Su yer kabuğunun derinliklerinden stratosfere kadar yaygındır. Dünya’daki suyun %99’u yeryüzünden 15 km kadar yukarı giden troposferde bulunur. Yeryüzünden aşağılarda ise su yaklaşık 3 km, hatta bazen 8 km ‘ye kadar derinliklerde bulunabilir. Yeryüzünün derinliklerinde kayaların yoğunluğunun artması gözenek hacminin azalması ve daha derinlerdeki artan sıcaklıklar suyun belirtilen derinliklerden daha aşağılarda bulunmasını önlemektedir [15].

Toprak ve su kaynaklarının geliştirilmesi, insanlığın temel uğraşlarından biri olup, toplum yaşamında ekonomik ve sosyal düzenin bir güvencesi olarak nitelenebilir. Gereksinmelerin gittikçe arttığı çağımızda, varlığı sınırlı olan toprak ve su kaynaklarının önemi daha da artmış ve bu durum doğal kaynakların optimal kullanımına olanak sağlayıcı bir biçimde geliştirilmesini zorunlu kılmıştır [16].

Tüm canlılarda olduğu gibi, bitkilerde de öncelikle yaşamalarını devam ettirebilmeleri için suya ihtiyaç duyarlar. İhtiyaç duyulan su ise esas itibariyle bitki kökleriyle topraktan alınır. Bitkiler tarafından alınan suyun bir kısmı çeşitli bileşiklerin yapımında ve başta fotosentez için kullanılır. Çok önemli bir kısmı ise terleme yoluyla atmosfere verilir. Bitki bünyesinde kalan ve çeşitli fizyolojik süreçlerde kullanılan su

miktarı, terleme yoluyla toprağa verilen su miktarının yanında göz önüne alınmayacak kadar az miktardadır.

Bitkilerin yetiştirme mevsimi boyunca ihtiyaç duyduğu su miktarı düzenli ve yeterli miktarda karşılanabiliyorsa sulama yapmak gereksizdir. Ancak kurak ve yarı kurak bölgelerde bu durum genel olarak gerçekleşmez. Hatta nemli (humid) bölgelerde bile fazla yağış olmasına rağmen, yağış dağılımının düzensizliği nedeniyle bitkinin ihtiyaç duyduğu dönemde yağış olmaması durumunda sulama gerekebilir [17].

Korukçu' ya göre sulama genel bir tanımla, bitki gelişmesi için gerekli olan fakat doğal yollarla karşılanamayan eksik suyun toprağa verilmesidir. Bitkilerin gereksindiği sulama suyu; sulamanın yapılacağı alanın koşulları, uygun bir yöntem bulunarak bir sulama sistemiyle toprağa verilir [16].

Hakgören' e göre sulama ise; genel bir anlamda bitki gelişmesi için gerekli olan fakat yetiştirme dönemi içinde doğal yollarla karşılanamayan suyun toprağa çeşitli biçimlerde verilmesi olarak tarif edilebilir. İfadeden de anlaşılacağı gibi bir sulama işleminde su, toprak ve bitki olmak üzere üç etmen mevcuttur. Başarılı bir sulamanın en önemli koşulu bu etmenler arasındaki ilişkilerin bitkisel üretimi optimum düzeyde ve devamlı kılacak şekilde düzenlenmesine bağlıdır [18].

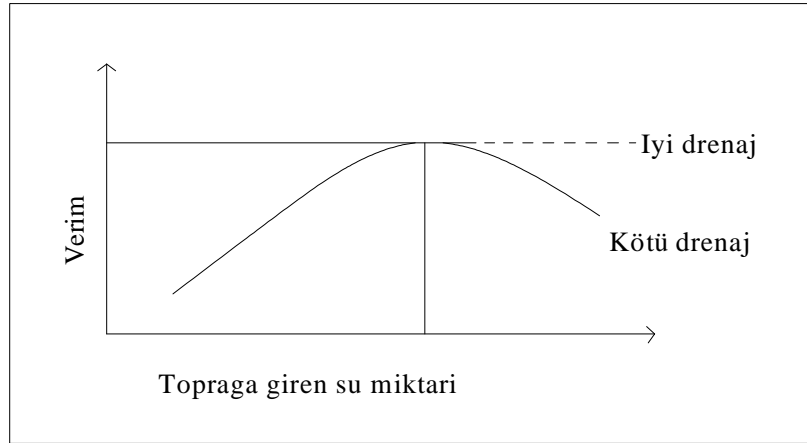
Düzenli sulama, bitkisel peyzaj elemanlarının yaşamını ve bakımını sürdürmek açısından bilinmesi gereken tekniklerin en önemli ve en zorlarından birisidir. Bitkiler susuz yaşayamaz. Su, bitki sisteminin sürekliliğini sağlayan hemen hemen bütün proseslerin esasıdır. Bitki yapısının büyük bir kısmını su oluşturur. Nitekim aktif şekilde yaşamını sürdüren bir bitkinin % 85-90'ı sudur. Diğer bir ifade ile su, hem bitki gelişimini sağlayan hem de bitki beslenmesine özgü gıdaları oluşturan kimyasal prosesler için gerekli yaşam sürdürme sıvısıdır [19].

Bitkiler normal gelişmelerini sürdürebilmeleri için kökleri aracılığıyla topraktan devamlı su alırlar. Alınan suyun bir bölümü topraklardan terleme yoluyla atmosfere verilir. Bir bölümü bitki dokularında su olarak kalır ve bir bölümü de parçalanarak bitkide çeşitli bileşiklerin yapımında kullanılır. Bu nedenle toprakta bitki kök bölgesinde yeterli düzeyde nemin bulunup bulunmaması, bitki gelişmesini diğer etmenlere göre daha fazla etkilemektedir. Kök bölgesinde gereğinden az nem bulunursa, hücrelerin bölünmesi, çoğalması ve bazı hayati faaliyetler olumsuz yönde etkilenmekte, terleme miktarını karşılayacak düzeyde su alınmaması durumunda bitki ölmektedir. Bitki gelişmesi için bitkisel üretimde olduğu gibi rekreasyon alanlarında sulama gereklidir [13].

Bitki tarafından alınan su;

1. Bitki dokularında su olarak kalır.
2. Parçalanarak bitki bünyesinde çeşitli bileşiklerin yapımında kullanılır ve
3. Bitki yapraklarından terleme yoluyla atmosfere verilir.

Bitkilerin büyüme mevsimi boyunca kök bölgesinde yeterli düzeyde nemin bulunması gerekmektedir. Bu nemi sağlayan kaynaklardan ilki doğal yağışlardır. Nemli bölgelerde bitki büyüme mevsimi boyunca düşen yağışların miktarı ve dağılımı genellikle bitki su ihtiyacını karşılayacak düzeyde olmaktadır. Ancak kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde bitki büyüme mevsimi boyunca düşen yağışlar hem miktar hem dağılım açısından yetersiz kalmakta ve bitki su ihtiyacını karşılayamamaktadır. Dolayısıyla, bitki kök bölgesindeki eksik nem sulama suyu ile tamamlanmaktadır [20].



Şekil 1. Bitki kök bölgesinde depolanan su miktarı [20]

Şekil 1'den de anlaşılacağı gibi, büyüme mevsimi boyunca bitki kök bölgesinde depolanan nem miktarı arttıkça verimde de bir artış meydana gelmekte ve belirli bir toprak nemi düzeyinde verim en yüksek değere ulaşmaktadır. İyi drenaj koşullarında toprak nemi daha da artsa bile verim sabit kalmakta, ancak, kötü drenaj koşullarında bitki kök bölgesinde gereğinden fazla su olacağı için verimde tekrar bir azalma meydana gelmektedir [20].

1.3. Sulamanın Tarihçesi

İnsanlar asırlardan beri yetiştirdikleri bitkileri sulayarak verim almayı düşünmüş ve bunu da yer yer başarmışlardır. Eldeki belgelere göre ilk sulama, günümüzden 7000 yıl önce Mezopotamya'da başlamıştır. 5000 yıl önce Mısır'da tava sulama metodu kullanılmıştır. Ancak bu çok ilkel bir anlamda olmuştur. Nehrin yükseldiği zamanlarda, batı yakası boyunca taşkın sularını toplamak için bir duvar çekilir, karşı tarafta ise yükselen suların, büyük alanları kapsaması için, arazi içlerine doğru kanallar kazılırdı. Böylece hem yükselen suların yardımıyla geniş alanlar sulanmakta hem de suyun taşıdığı milden yararlanılmaktadır [21].

Genellikle, sulamanın doğduğu ülkenin Mısır olduğu kabul edilir. Bu ülkede sulama uygulamalarına Milattan çok önceleri başlanmıştır. Örneğin MÖ. 5000 yıllarında Nil nehrinden su saptırılarak tarım alanlarına iletilmiştir. Dünyanın bilinen ilk kaya dolgu barajı, MÖ. 3000 yıllarında Nil nehri üzerinde Kral Menes tarafından yaptırılmıştır. Bunun yanında MÖ. 2000 yıllarında Mısır kraliçesi Seramis büyük sulama kanalları inşa ettirmiştir. Bu sulama kanallarının bazılarında bugün halen yararlanılmaktadır [20].

Eski uygarlıklardan kalma pek çok su yapısı bugün Anadolu'nun birçok yöresinde bulunmaktadır. Orta, Güney, Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da Hititler (İÖ. 2000), Urartu (İÖ. 1000), Helenistik periyodu, Roma, Bizans, Selçuk ve Osmanlı dönemlerinde yapılmış çok sayıda su yapısı bulunmaktadır [22].

İnsanlığın yazılı tarihi boyunca sulamayla ilgili çok belgeler mevcuttur. Bu belgeler eski devirlerde yapılmış olan ve günümüze kadar gelen su yapıları, sulama suyunun sağlanmasında geçirilen aşamaları göstermektedir. Bilinen kayıtlara göre MÖ. 5000 yıllarında Hindistan'da İndüs Vadisi'nde sulama ve drenaj yapılarının kalıntlarına rastlanmaktadır.

Yine İspanyollar Meksika ve Peru'ya ilk girdiklerinde birçok jenerasyon tarafından kullanılan özenle yapılmış su taşıma ve depolama yapılarına rastlanmıştır.

Ülkemizde devlet eliyle ilk defa Çumra sulama şebekesi ile modern sulama tesisleri yapımına 1902 yılında başlanmış ve 1908 yılında bitirilmiştir. Ancak, asıl çalışmalara 1953 yılından sonra başlanmıştır [18].

Bugün birçok alanda asırlar boyunca hızla ilerlemeler sağlanmasına karşın, özellikle yüzey sulama uygulamaları eski zamanlarda uygulanan yöntemlere benzemektedir. Günümüzde dünyanın birçok yerindeki yüzey sulama sistemleri, eski sulama

sistemlerinden çok az farklılık göstermektedir. Bu ise eski sulama sistemlerinin yapımında oldukça üst düzeyde uzmanlık ve beceri kullanıldığını ortaya koymaktadır [20].

1.4. Sulama Yöntemlerinin Planlanmasına Etki Eden Faktörler

Sulama yöntemleri belirlenmeden önce bazı parametrelerin belirlenmesi ve irdelenmesi gerekmektedir;

- Arazinin şekli ve topoğrafik yapısı
- İklimsel özellikler
- Yağış
- Sıcaklık
- Hava hareketleri
- Toprak Koşulları
- Bitki özellikleri ve sulama suyu gereksinimi
- Mevcut sulama süresi
- Binaların, ağaçların ve diğer nesnelerin konumu
- Su kaynağı
- Su kalitesi
- Toprak-su-bitki ilişkisi
- Maliyet [9].

Bitkilerin gereksinim duydukları su miktarı doğal olarak türlere göre farklılık göstermektedir. Başka bir deyişle her türün yararlanabileceği su düzeyinin azlığına ya da aşırı miktarda bulunmasına gösterdiği tolerans sınırları aynı değildir. Diğer yandan bitkilerin suyu aldığı ortam koşulları da sudan yararlanma düzeyini önemli ölçüde etkilemektedir. Dolayısıyla kullanılan bitkinin türü, doğal yetişme koşulları, bitkinin toprak-su ilişkisi ve çevresel konumun bilinmesi gerekmektedir [12].

1.4.1.Arazinin Şekli ve Topoğrafik Yapısı

Sulama yöntemi seçiminde, topoğrafya en önemli etkenlerin başında gelir. Topoğrafya, sulanacak arazilerin yükseltisi, su kaynaklarının bulunduğu yükselti, arazi sınırları, yollar, elektrik, doğal gaz ve diğer su hatları, arazinin biçimi ve arazinin eğimi

gibi çok geniş faktörleri kapsar. Ancak, sulama sistemi seçiminde arazi eğimi en önemli parametredir. Bazı yağmurlama sistemleri %20 eğime kadar çalıştırılabilir. Genel olarak, arazinin eğimi arttıkça toprak derinliği azalır. Bu durumda zaten sığ (yüzlek) topraklar için, yüzey akış ve erozyon oluşturmayacak, toprağa az miktarlarda uygulayabilen basınçlı sulama yöntemlerinden birisi tercih edilir [17].

Eğimi düşük düzgün arazilerde hemen her türlü sulama yöntemi uygulanabilir. Bu koşullarda sulama yönteminin seçimine diğer faktörler etkili olur. Ancak, eğim yüksekse ya da ortalama eğim düşük olmasına karşın arazi dalgalı bir topografyaya sahipse basınçlı sulama yöntemleri tercih edilir [23].

Bazı araziler erozyon oluşturabilecek durumdadırlar. Bu şekilde olan erozyona uygun topraklarda, yüzey sulama yöntemleri dikkatli bir biçimde uygulanmalıdır. Erozyonu önlemek için ya eğimi çok düşük olmalı ya da sulama suyu düşük debide araziye verilmelidir. Bu tip topraklarda basınçlı sulama yöntemlerini seçmek daha doğrudur [23].

1.4.2. İklim Özellikleri

Sulama yöntemleri seçilip planlanırken bölgedeki sıcaklık durumu, rüzgâr, nem, don ve yağış gibi iklim özellikleri dikkate alınır. İlkbahar mevsiminde özellikle nisan ayında don olayının gerçekleştiği geceler, bitkinin ve sulama sisteminin dinlenme zamanı olan ocak ayı başlarında bitkilerin ve çalışan sulama sisteminin toprak üstü tabakasına zarar verir.

Bu bölümde iklim özelliklerinden yağış, sıcaklık ve hava hareketlerinden rüzgârın, sulama yöntemleri üzerindeki etkisi incelenmiştir.

1.4.2.1. Yağış

Toprağa düşen yıllık yağış miktarı o alana en uygun sulama sistemini belirler. Yıllık yağış değerleri ise yerel meteoroloji istasyonlardan edinilen bilgilerle sağlanır. Bu yağış değerleri; sulama için en kritik zamanı belirlemeye yardımcı olur. 6 temel faktör yıllık yağış miktarındaki veriler yardımıyla sulamadaki su miktarını belirler;

- Mevsimlerin süresi
- Yağış oranı (mevsimler süresi boyunca)
- Buharlaşma oranı

- Toprak türü
- Bitkilerdeki sulama oranı
- Bitki materyallerindeki su ihtiyacı

Yağışların azaldığı ve giderek kesildiği mevsimsel kuraklık dönemlerinde sulama sistemi, bitkilerin gelişimini sürdürebilmesi için, yaşamsal öneme sahiptir [17].

Sulama alanındaki bitkilerin su gereksiniminin ne kadar olduğunu ve bu gereksinimin ne kadarının yağmur, kar, sis ve çiy biçiminde doğal yoldan sağlandığının bilinmesine gerek vardır. Doğal yağış değerlerini yerel meteoroloji istasyonlarından sağlamak mümkün olabilir [24].

1.4.2.2. Sıcaklık

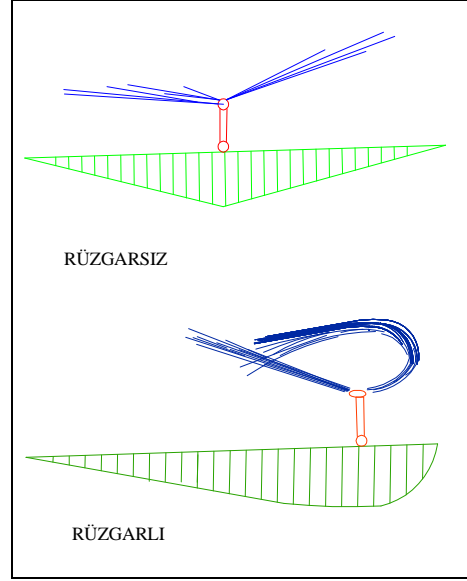
Havanın sıcaklığı ve soğukluğu, bitkiler ve sulama sistemi üzerinde etkili olur. Soğuk, kuru hava; bitkiler üzerinde en büyük sıkıntıyı yaratır. Hatta bu sıkıntı, sıcak ve kuru havadan çok daha fazla etkili olur. Bu durum bitkinin kloroplastlarına zarar verebilir, su ve besin maddelerinin toprak üstü kısımlarına taşınmasını büyük ölçüde engelleyebilir. Kuru sıcaklık, özellikle aşırı sıcak ve rüzgârlı havalarda daha fazla su kaybına yol açar. Nem oranı yüksek olan yaz sıcaklığında fazla sulama çok yararlı olmaz; çünkü bu nem bitkinin bünyesindeki suyun terleme ile kaybını önemli ölçüde engeller. Böyle durumlarda sulama düzeyinin iyi ayarlanması ve aşırıya kaçılmaması gerekir [24].

En uygun sulama saatleri sabahın ilk saatleridir. Bu şekilde buharlaşma oranı minimize edilmiş olur. Gün içerisindeki sulama pek tercih edilmez [25].

1.4.2.3.Hava Hareketleri

Rüzgâr, sprinklerin su dağıtımında çok önemlidir. Rüzgârın hızı arttıkça su dağıtım katsayısı değeri de azalır. Rüzgâr hızının artması ile suyun dağıtım düzeninin bozulması sonucu küçük ıslanmamış mekânlar ortaya çıkar [26].

Şekil 2'de de görüldüğü üzere rüzgârsız hava şartlarında yağmurlama başlıkları homojen bir su dağılımı gösterirken, rüzgârlı hava şartlarında düzensiz ıslak alanlar veya kuru alanlar oluşur.



Şekil 2. Rüzgârlı ve rüzgârsız koşullardaki su dağıtım düzeni [16]

Rüzgâr hızının yüksek ve esme süresinin fazla olduğu yerlerde yağmurlama sulama yönteminin seçilmesi sakıncalıdır. Bunun nedeni ise; yüksek rüzgâr hızında su damlalarının rüzgârla sürüklenmesi ve eş su dağılım düzeninin bozulması, dolayısıyla su uygulama randımanının düşmesidir. Zamanlayıcılar rüzgâr hızının en az olduğu zamanlarda, örneğin; sabahın erken saatlerinde, sulama sistemi devre sokulmalıdır. Buna ek olarak sprink başlıkları, kavisleri ve konumları hâkim rüzgâra karşı tasarlanmalıdır [27].

1.5.3. Toprak Koşulları

Toprak, üzerinde bitkilerin yetiştiği, yerkürenin geçirgen olan en üst katmanıdır. Bu katman mineral ve organik maddelerin bir karışımından oluşur ve bu oluşum, çeşitli ve karmaşık fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkileşimlerin söz konusu olduğu çok uzun bir süreci gerektirir [24].

S.A.Wilde'a göre toprak; yeryüzünün ayrılmış üst tabakasıdır ki, bu tabakanın yapısı; suyun, havanın, organik maddenin ve yaşayan organizmaların etkisi ile değiştirilmiş bir yapıdır [28].

Genelde 3 çeşit toprak yapısı vardır. Killi topraklar, kumlu topraklar ve balçıklı topraklar. Killi topraklar; kil miktarı yönünden zengin topraklardır (%35'den fazla). Genellikle ilkbaharda yüksek oranda su içerdiklerinden çok yavaş ısınırlar. Bu nedenle

vejetasyon devresi kısadır. Besin maddesi depolama yeteneği oldukça fazladır [29]. Killi toprağı elimize alıp bastırduğımızda, elimizin şeklini alır ve tekrar elimizi açtığımızda dağılmaz. Genellikle killi topraklar sıkı topraklar olarak adlandırılır [25].

İçinde az miktarda organik madde bulunan ve çoğunlukla kilden oluşan bu topraklarda, drenaj özellikleri zayıf olup, suyun toprak içindeki hareketi de çok yavaştır. Bu nedenle killi toprakların su alma ve su verme hızları düşüktür [24].

Kumlu toprakların içinde suyun hareketi, dolayısıyla suyun toprağına iletilmesi oldukça kolaydır. Bu tip toprakların su gibi hava geçirgenlikleri de oldukça yüksektir. Bu yüzden bitki köklerine yayılmasına elverişlidir [24].

Killi toprakların aksine kumlu topraklar el içinde şekil almazlar çünkü eliniz açılır açılmaz dağılır. Kumlu topraklarda sulama yapıldığında su toprak yüzeyinde birikmez ve hemen emilir [25].

Balçıklı topraklar genellikle en iyi toprak türüdür. Toprak taneleri ne çok büyük, ne de çok küçük olup tam boyutundadır. Bu toprakların su tutma kapasitesi organik madde ve toprak besinlerinin bolluğı ile oldukça yüksektir.

Balçık topraklar, koyu renkli ve iyi kokulu olup, kolay işlenir, ideal bir kök büyüme ortamına ve yeterli bir su tutma kapasitesine sahiptir

Sulama yapılacak alandaki toprağıın yapısını anlamak sistemin düzenlenmesinde yardımcı olan bir etmendir. Toprakta bir geçirgenlik oranı vardır. Bu oran suyun toprağına işlenmesi ve suyu absorbe etme oranıdır. Geçirgenlik oranı yöntemin planlanması açısından önemli bir olaydır. Çünkü sistemden aktarılan su geçirgenlik oranında toprağına intikal ettiğinde bu olaya geçirgenlik denir ve bu oran yani toprağıın geçirgenlik oranı kadar suyun verilmesi arzu edilir [25].

1.4.4. Bitki Özellikleri ve Sulama Suyu Gereksinimi

Peyzaj alanlarında bitkilerin değişik ihtiyaçlarına göre sulama sistemleri farklı biçimlerde tasarlanabilir. Çünkü her bitkinin su ihtiyacı birbirinden farklıdır.

Bitkilerin topraktan yeteri kadar su almaları gerekir. Yeteri miktarda su alamadıklarında veya topraktan aldığı su miktarını aştığında bitki ile suyun dengesi bozulur. Bu durumda bitkinin gelişmesi yavaşlamakta veya tamamen durmaktadır [30].

Bitki bünyesinde erimiş minerallerin topraktan yapraklarına doğru hareketi, ksilem denilen mikroskopik kanallar içinde cereyan eder. Bu suretle yapraklara ulaşan bitki

suyunun bir kısmı stomalar yoluyla, terleme suretiyle bitkiyi terk eder. Ksilemdeki bu akışın yavaşlaması, yaprakların soluk yeşile ve sarıya dönmesine yol açar. Eğer ksilemdeki akış aniden azalır ve terleme nispeti yükselirse büyük olasılıkla sıcak veya rüzgârlı havalar yüzünden, yapraklar canlılığını kaybeder, giderek kurur ve düşer [24].

Sulanacak olan bitki türleri, büyüme periyotları esnasında beslenmelerini ve hayatlarını sürdürebilmek için gereksinim duydukları su miktarı ya da tüketiminin belirlenmesi amacıyla değerlendirilmelidir [7].

Bitkiler su gereksinimi bakımından, genel olarak üç gruba ayrılabilir; bunlar kurak koşullara uygun ya da kuraklığa dayanıklı bitkiler, kuraklığa toleranslı bitkiler ve kuraklığa toleranssız bitkilerdir.

Kurak koşullara uygun bitkiler, nemli topraklarda yaşamayı sevmezler. Hiçbir bitki sıfır su koşullarında yaşayamaz, ancak bu gruba giren bitkiler, sıfır su koşullarında doğal olarak sağlanan sulamanın dışında sulamayı hiç gerektirmezler ya da pek az miktarda sulamaya gereksinim gösterirler. Kaktüsler, Salvia gibi çok yıllık otsu türler bu gruba girer. Kuraklığa toleranslı bitkiler, kurak dönemlerinde, kök kitlesi zonu yüzeyine her hafta verilecek şekilde 2,5 cm tabak kalınlığındaki bir su hacminden daha az su ile yaşamlarını sürdürebilirler. Aslında bu bitkiler, kuraklık koşullarının hakim olmadığı durumlarda iyi bir gelişme yaparlar. Dianthus, Echinacea, mera ve çayır gibi türler bu gruba girer. Kuraklığa toleranslı olmayan bitkilere gelince, bunlar ani kuraklıklara karşı dayanıksızdırlar. Hostalar, birçok eğrelti otları, orman gülleri ve bataklık bitkileri bu narin bitkilerin örneklerini oluştururlar [24].

Bu üç bitki grubuna ait tipik özellikler tablo 1’de görülmektedir.

Tablo 1. Bitki gruplarının kurak koşullara karşı tepkileri [24].

Bitki grupları	Tipik özellikleri
Kuraklığa dayanıklı bitkiler (Kurak iklim bitkileri)	Ender olarak sulamaya gereksinim duyarlar Su istekleri azdır Sürekli olarak kurak topraklarda yaşarlar. Su gereksinimi: ender olarak derin sulama.
Kuraklığa toleranslı bitkiler (Kurak iklim koşullarına ender olarak uyum sağlayan bitkiler.)	Az sulamaya uyum sağlayabilirler. Su gereksinimi vasattır. Normal olarak kurak olmayan koşullarda gelişme gösterirler, fakat orta derecede kurak ortamlarda da yaşamlarını sürdürebilirler. Su gereksinimi: Ara sıra derin sulama.
Kuraklığa toleranssız bitkiler (Nemli ve yağışlı iklim koşullarına uyum sağlayan bitkiler)	Büyüme mevsimi kurak geçen yerlerde denenmelidir. Su gereksinimi yüksektir. Yağışlı, nemli ya da bataklık topraklarda yaşarlar. Su gereksinimi: Sürekli olarak derin sulama.

Su tüketimi, bitki yapraklarındaki terleme ve toprak yüzeyindeki buharlaşma miktarı ile ölçülür. Bu, bitkinin normal buharlaşma ve terleme sonucunda tükettiği su miktarıdır. Bu su tüketimi miktarı mevsimden mevsime ve bölgeden bölgeye büyük ölçüde değiştiği gibi bitki tipleri itibariyle de farklılık gösterir ve bu farklılık Tablo 2’ de görülmektedir [30].

Tablo 2. Farklı bitkilerin su tüketimleri [19]

Bitki Tipi	Su Tüketimi (mm/hafta)
Çimler	38,1 – 50,8
Yer örtücüler	12,7 – 25,4
Çalılar	25,4
Ağaçlar	25,4 – 38,1
Güller	50,8
Çok yıllık ve bir yıllıklar	38,1 – 50,8
Sebzeler	>50,8

Sulamada bitki türünün en hızlı büyüme dönemindeki zorunlu su gereksiniminin bilinmesi gerekmektedir. Bitkinin su isteği evapo- transpirasyon (bitkinin su tüketimi ve buharlaşma ile birlikte toplam su kaybıdır) oranıyla ilişkilidir. Evapo-transpirasyon oranı; bitkinin normal evaporasyon ve transpirasyon aracılığıyla dışarıya verdiği suyun miktarını ifade etmektedir. Evapo- transpirasyon iklimsel parametrelere göre bölgeden bölgeye

farklılık gösterir. Örneğin; sıcaklık, yağış, nem, rüzgâr ve güneşlenme faktörleri evapotranspirasyon üzerine önemli etkide bulunmaktadır [7].

1.4.5. Mevcut Sulama Süresi

Mevcut sulama süresi golf alanları gibi büyük alanlı projelerin kapsamında dikkate alınması gereken bir konudur. Su ihtiyacını ve ne kadar sürede su ihtiyacının karşılanacağını belirlenmesinde önce pompa büyüklüğünün belirlenmesi gerekir.

Herhangi bir zamanda daha çok sprinkler verilen, daha çok su ihtiyacı karşılayacak ve daha büyük bir su kaynağına ihtiyaç duyacaktır. Sabahın erken saatleri sulama işlemi için en uygun zamandır. Çünkü rüzgâr hızı tipik olarak düşüktür, ayrıca buharlaşma minimumdur ve bitki yaprakları uzun bir dönem boyunca neme ihtiyaç duymaz.

1.4.6. Binaların, Ağaçların ve Diğer Nesnelerin Konumu

Planlama yapılırken sprinklerin konumları önemsenmeli ve alandaki yerleri işaretlenmelidir. Sprinkler direkt olarak ağaçların veya çalılıkların üzerine ve çok yakın mesafede püskürtülmemelidir. Çünkü bitkiler üzerinde oluşacak bu aşırı basınç, zarara sebep olabilir ve yakın çevresindeki nesnelerin işlevini aksatabilir. Sprinklere yakın konumlandırılmış binalar sprinklerin çalışmasıyla suyun boşa harcanmasına, aşırı doymuş alanların oluşmasına ve taş briket gibi yapı malzemelerinin görünüşlerinin ve renklerinin bozulmasına neden olur [27].

Ayrıca yürüyüş yollarında genellikle sprey başlıkları yerine büyük döner başlıkların kullanılması tercih edilir. Sprinklerin dönüş açıları sadece yeşil alanları ıslatacak biçimde ayarlanır.

1.4.7. Su Kaynağı

Yağmurlama sulama yöntemlerinde her türlü su kaynağından yararlanılabilir. Sulama sistemleri aracılığıyla su, su kaynakları olarak bilinen göller, havuzlar, su depoları, akarsu ve nehirlerden kolaylıkla sağlanabilir. Özellikle düşük kotlardaki akarsu ya da kuyulardan su alınmıyorsa, suyu arazi yüzeyine çıkarmak için bir pompa birimine ihtiyaç duyulacak ve

pompa maliyeti ile enerji masrafları söz konusu olacaktır. Diğer bir deyişle birim su maliyeti yüksek olacaktır.

Ayrıca fabrika atığı sular da sulama amaçlı kullanılmaktadır. Fabrika atığı sular kullanılmadan önce analiz edilir, işleminden geçirilir ve kullanılır.

Su miktarında sediment ya da yüzücü cisim içeriyorsa, bu maddelerin çöktürme havuzları ya da süzgeçlerle tutulduktan sonra, sisteme verilmesi gerekir.

1.4.8. Su Kalitesi

Dünya'daki suyun ancak %1'i tatlı sudur. Bu tatlı suyun da %99'u yeraltındadır. Yeraltı suyunu bulmak ve çıkarmak, yüzeysel suları işlemek, deniz suyunu tuzundan arındırmak ve benzerleri çok masraflı olduğundan, mevcut su kaynaklarının korunması ve etkili bir şekilde kullanılması artan bir önem taşımaktadır [24].

Son yıllarda su kaynaklarının giderek azalması ve sulanan alanların genişlemesi nedeniyle özellikle atıksuların arıtılıp kullanılması üzerinde çok fazla çalışılmaktadır [9]. Sulama amaçlı kullanılacak olan suyun kalitesi büyük önem taşımaktadır. Su kaynağı kullanılmadan önce analiz edilmelidir [31].

Her su, sulama için elverişli değildir. Sulama suyu; havalandırılmış olmalıdır, fazla madeni maddeler içermemelidir, acı, tuzlu ve kireçli olmamalıdır, soğuk olmamalıdır [32].

Su içerisinde sediment miktarının fazla olması ve filtreleme yapmadan kullanılması durumunda yağmurlama ve damlama sistemlerinin kullanılmasına engeller. Bu tip ekipman ise pahalı ve zahmetlidir. Sediment yüzey sulama sistemlerinde kanalların dolmasına, arazide parsel yüzeylerinde birikerek arazi yüzeyinin yükselmesine neden olur.

Sulama suyunun en önemli fiziksel özelliği sıcaklığıdır. Su ve dolayısıyla toprak sıcaklığı bitkilerin gelişimi üzerine doğrudan etkilidir. Örneğin ilkbaharda yapılan sulamalar suyun soğuk oluşu yüzünden toprağı soğutur ve sonuçta bitkinin gelişmesini engeller; buna karşın yazın yapılan sulamalar bitki büyümesini hızlandırır. Genelde sulama suyu sıcaklığının 15°C dolayında olması arzu edilir. Sıcaklığın 7-8°C' den düşük olması büyüme üzerinde olumsuz etki yapabilir.

Sulama amacıyla kullanılan su, nehir, göl, rezervuar, kuyu gibi çeşitli kaynaklardan sağlanmaktadır. Bu kaynaklar tuz, klor ve sanayi atıkları gibi çeşitli kimyasal ve fiziksel maddeler içermektedir. Bunlardan özellikle tuzun bitki büyümesine ve topraklara zararlı etkisi olacaktır.

1.4.9. Toprak-Su-Bitki İlişkisi

Bitkiler, gelişmeleri için gereksindikleri suyun tamamına yakın bir bölümünü kökleri aracılığıyla topraktan alırlar. Sulamadan beklenen yararın sağlanması ve istenen düzeyde kalite elde edilmesi, büyük ölçüde, gelişme döneminde etkili bitki kök derinliğindeki toprakta yeter nemin bulundurulmasına ve toprak-bitki-su ilişkileri arasında iyi bir dengenin kurulmasına bağlıdır. Bu dengenin kurulması için toprak, bitki, su ile ilgili temel ilişkiler iyi bilinmelidir [16].

Sulama sistemleri kullanılırken; bitki toprak ve su ilişkisi hakkında bazı bilgilerin bilinmesi gerekir. Bu elemanların birbirleriyle olan ilişkileri dikkate alınmalıdır [25].

Gözenekli bir yapıda olan toprak içinde suyun belli oranda tutulması mümkün olup, bu oranın en büyük değeri teorik olarak toprak porozitesine eşittir. Doyma noktası ya da satürasyon noktası olarak adlandırılan bu durumda, toprağın bütün boşlukları su ile doludur.

Pratikte doyma noktasına ulaşılması çok zordur. Çünkü sulama sırasında ne kadar su verilirse verilsin toprak içindeki bir kısmı toprak içerisindeki bir kısım hava boşluklarda hapsolür. Ender durumlarda gözenek hacminin %85-90'ı su ile dolar. Bu nedenle, doyma noktası teoride kalır [24].

Toprağın su tutma kapasitesinin tamamı değil, ancak %5-10'u bitki için kullanışlıdır. Eğer bitki bu kullanılabilir su hacmini hemen harcarsa solar. Daha önce de belirtildiği gibi, su sıkıntısı devam eder ve toprak aşırı derecede kurursa ölür [19].

Toprağın 15cm derinliğindeki su tutma kapasitesi ile ilgili bazı değerler tablo 3'de verilmiştir. Bu değerlerden de anlaşılacağı üzere, tarla kapasitesi, örneğin killi topraklarda yüksek, kumlu topraklarda ise düşük değerlere sahiptir [24].

Tablo 3. Farklı toprak bünyelerinin su tutma özellikleri [33].

Toprak Tipi	Tarla Kapasitesi	Solma Noktası	Kullanılabilir Su	15cm derinliğindeki toprağın su alma kapasitesi(mm)
Kumlu	8	3	5	10,2
Tınlı	20	10	10	22,9
Killi	30	15	15	35,6

Bitkilerin toprakta yaşamlarını sürdürecekt kadar su bulamadığı, ya da bitki köklerinin emme gücü olan en fazla 15atm'lik bir güçle topraktan suyunu alamadığı, solmaya başladığı ve toprağa su verilse bile eski durumlarına dönemediği durumda, toprakta bulunan nem miktarına solma ya da pörsüme noktası denilir. Solma noktası killi topraklarda yüksek, kumlu topraklarda ise düşük değerlerdedir. (Tablo 3). Bitki yetiştirilen toprağın içerdiği su miktarının solma noktası kadar düşürülmesi, bitkide fizyolojik değişimlere neden olur ve sonuçta bitki ölür [24].

Suyunu tam alan bitkiler sağlıklı yapraklara ve normal büyüme hızına sahiptir. Sulamanın yetersizliğini bitkiler genel olarak şu tip tepkileri ile yansıtır:

- Bazı bitkilerde, su sıkıntısının ilk işareti olarak parlak yapraklar donuklaşır;
- Büyüme çok yavaşlar ve durur;
- Çiçekler hızla solar ve erken ölür;
- Yeşil yapraklar kahverengileşir; kurur ve düşer;
- Yeni ve eski yapraklar canlı değil, solgundur [24].

Sulama sistemi tasarımında infiltrasyon hızı ve tarla kapasitesi olmak üzere iki temel toprak özelliği önem kazanır. İnfiltrasyon hızı; toprak tarafından 1 saatlik sürede absorbe edilen su miktarını ifade etmektedir. İnfiltrasyon, toprak tipi ve yüzey eğimine bağlı bir faktördür. Tipik olarak kumlu topraklar daha yüksek, killi topraklar daha düşük infiltrasyon hızına sahiptir. Aynı şekilde, düz ya da hafif eğimli topraklarda infiltrasyon hızı, yüzey akışı fazla olan eğimli topraklara oranla daha yüksek olmaktadır. Diğer bir değişle toprağın eğim derecesi arttıkça yüzey akışının fazlalaşması nedeniyle infiltrasyon hızı düşmektedir.

Tarla kapasitesi ise toprağın serbest drenaj koşullarında fazla suyunun yer çekimi kuvveti etkisiyle drene olmasından sonra toprak tarafından tutulan su hacmini (nem miktarını) ifade eder. Toprağın su alma hızı mm/saat ya da cm/saat olarak ölçülür. Bir toprağın su alma hızları toprak tipine ve arazi eğimine bağlıdır.(Tablo 4) [19]. Diğer bir ifade ile su alma hızı, birim zamanda birim alandan toprak içerisine giren suyun hacmidir ve hız boyutuna sahiptir.

Tablo 4. Toprak tipi ve arazi eğimine göre toprağın su alma hızları [33].

Eğim	Kumlu Toprak	Tınlı Toprak	Ağır Toprak
%0-5	19,0 mm/saat	12,7 mm/saat	6,3 mm/saat
%6-8	15,2 mm/saat	10,2 mm/saat	5,1 mm/saat
%9-12	14,0 mm/saat	7,6 mm/saat	4,3 mm/saat
%13-20	8,9 mm/saat	5,1 mm/saat	2,5 mm/saat
%20<	6,3 mm/saat	3,8 mm/saat	1,8 mm/saat

1.4.10. Maliyet

Sulama sistemlerinin tesis ve işletme giderleri, sulanacak alanlardan sağlanacak gelir artışı ve ekonomik olanaklarla denge halinde olmalıdır. Yüzey sulama yöntemleri, yağmurlama ve damlama sulama yöntemleriyle karşılaştırıldığında ilk tesis ve işletme bakım masrafları yönünden daha avantajlı olduğu görülür. Yüzey sulama yöntemleri için gerekli işçilik miktarı ve işletme giderleri dağıtım sisteminin tipi ve konumu, parsel büyüklüğü gibi etmenlere bağlıdır. İşletme masrafları yüzey altı sulama sistemlerinde minimumdur. Bu tip yöntemlerde sulama mevsimi başlangıcında yapılacak yıllık arazi hazırlanmasından başka işçilik gereksinimi yok denecek kadar azdır [18].

İdeal olarak sulama sistemi, suyu randımanlı olarak kullanılmalıdır. Kurulması kullanımı ve tamiri de kolay olmalıdır. Bu amaçla peyzaj alanlarını sulamak için çok sayıda yaklaşım vardır. Bunlar tesis maliyetini, yıllık su uygulamalarını minimize etmek için veya alandaki bitkilerin farklılıklarını ve karmaşıklığın karşılamak için tek başına veya belli kombinasyonlarla kullanılır. İdeal sistem, suyu etkin bir şekilde kullanır. Ayrıca kolay kurulur, bakımı ve onarımı kolay sağlanır.

Sulama sistemlerinin kullanıldığı ve uygun sulama metodlarının uygulandığı sulama çalışmaları uygulama alanlarında oldukça pratik olup maddi boyutu genellikle yüksektir. Bununla birlikte sulama sistemleri her türlü arazide uygulanamamakta olup sınırlı uygulamaları sınırlı uygulama sahaları vardır [34].

1.5. Sulama Sistemlerinin Planlanması

Herhangi bir alanda sulama sistemlerinin planlanabilmesi için o alanın içerdiği toprak ve topografya koşulları ile kullanılacak bitkinin ya da bitkilerin kök derinlikleri ve su tüketiminin bilinmesi gerekmektedir. Diğer bir yandan, sulamada kullanılacak su

kaynağına ilişkin özellikler sistemin planlanmasını etkileyen temel belirleyicilerden biridir [7].

Toprak, topografya ve su kaynağının özelliklerine ilişkin veriler belirlenip değerlendirildikten sonra sulamayı biçimlendiren ölçütlerin ortaya konulması gerekmektedir.

Bu ölçütler;

- Sulama yapılacak toplam alanın büyüklüğü
- Sulamada uygulanacak su derinliği
- Günlük sulama süresi
- Sulama yapılacak gün sayısı
- Sulanacak alanda istenilen sürede, gerekli olan su derinliğini karşılayabilecek düzeyde su verdisi.

Uygulamada bu belirtilen ölçütlerin birbirleriyle ilişkileri şu şekilde açıklanabilir;

$$Q = A \times \left[\left(\frac{d}{e} \right) \times 100 \right] / (3.6 \times t \times h) \quad (1)$$

eşitliği ile gereksinim duyulan su miktarı belirlenebilir.

Q= Gereksinim duyulan su verdisi (lt/s)

A= Sulanacak alan büyüklüğü (dekar)

d= Bir sulamada uygulanacak su derinliği

e= Sulama randımanı (kök bölgesinde depo edilen suyun, toprağa verişen suya oranıdır. Uygulamaya göre %50–95 arasında bir değer alabilir.)

t= Günlük sulama süresi (saat)

h= Sulama yapılacak gün sayısı

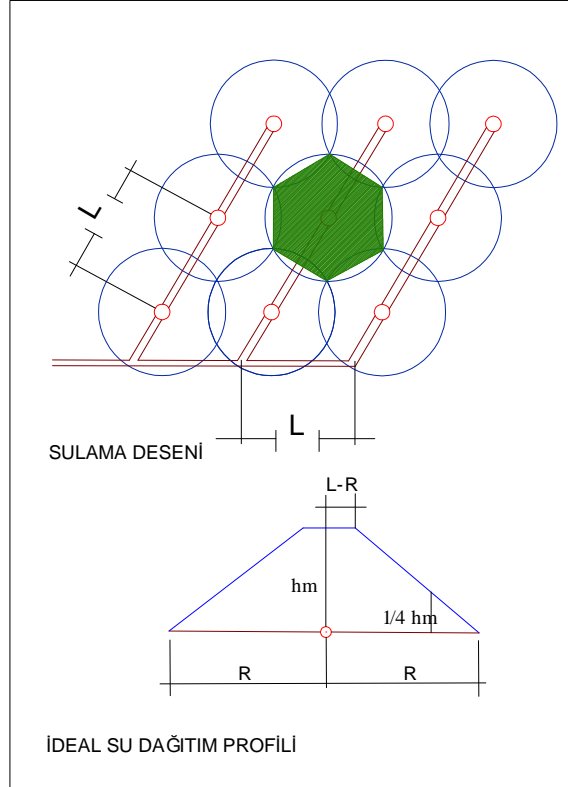
3.6= Birim çevirme kat sayısını ifade eder [35].

Sulama yapılacak alanın özellikleri ve sulamaya ilişkin temel ölçütlerin belirlenmesinden sonra sistemin planlanmasına geçilir.

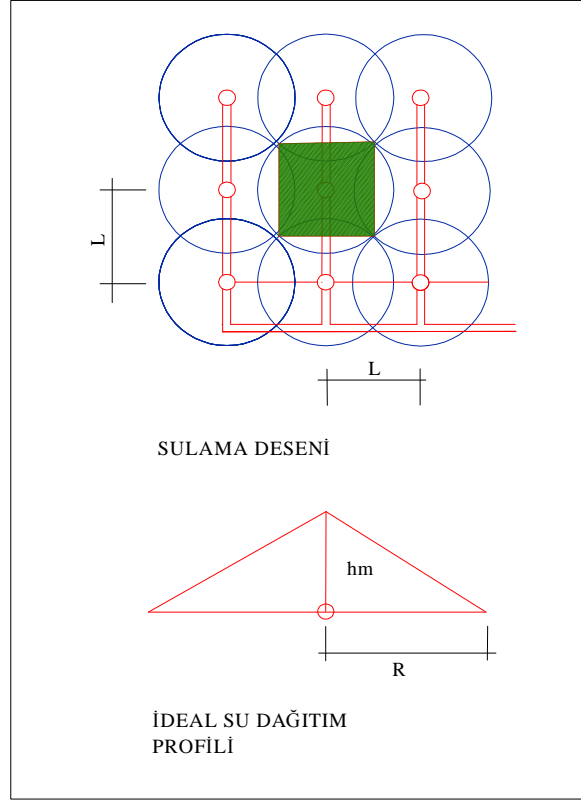
Yağmurlama başlıkları, çevreye doğru azalan bir su dağıtımı yaparlar. Dolayısıyla sulanacak alanın tümüne eşit miktarda su veremezler. Uygulamada, başlıklar olanak oranında, özellikleri dikkate alınarak, ıslatma daireleri birbirlerini belli bir oranda örtecek biçimde tertiplenirler. Böylece örtme sonucu, seçilen bir noktadaki sulama suyu derinliği çevre yağmurlama başlıklarından gelen su derinliklerinin toplamına eşit olduğundan, suyun eş dağılım düzeyi, ele alınan başlığın diğer özellikleri ile birlikte tertip aralıklarının bir

işlevi olmaktadır. Böylece, kabul edilebilir bir su dağılım açısından, uygulamada kullanılacak optimum tertip aralıkları sistem tasarımında kullanılmak üzere saptanmış olur [16].

Yağmurlama başlıklarının tipi ve boyutu, büyük ölçüde başlıkların düzenini ve aralığını belirler. Bu başlıklar ekseriye geometrik bir düzende, örneğin ya kare ya da üçgen şekilde konumlandırılır. Ancak üçgen şekil daha iyi sonuç verir. Bazı durumlarda hem üçgen hem de kare şekiller birlikte kullanılır. Şekil 3’de üçgen, şekil 4’de ise kare sulama deseninde yağmurlama başlıklarının birbirini örtme durumları verilmiştir. Yağmurlama başlıkları arasındaki mesafeler uygun ve eşit olmazsa düzensiz ve dengesiz bir sulama söz konusu olur.



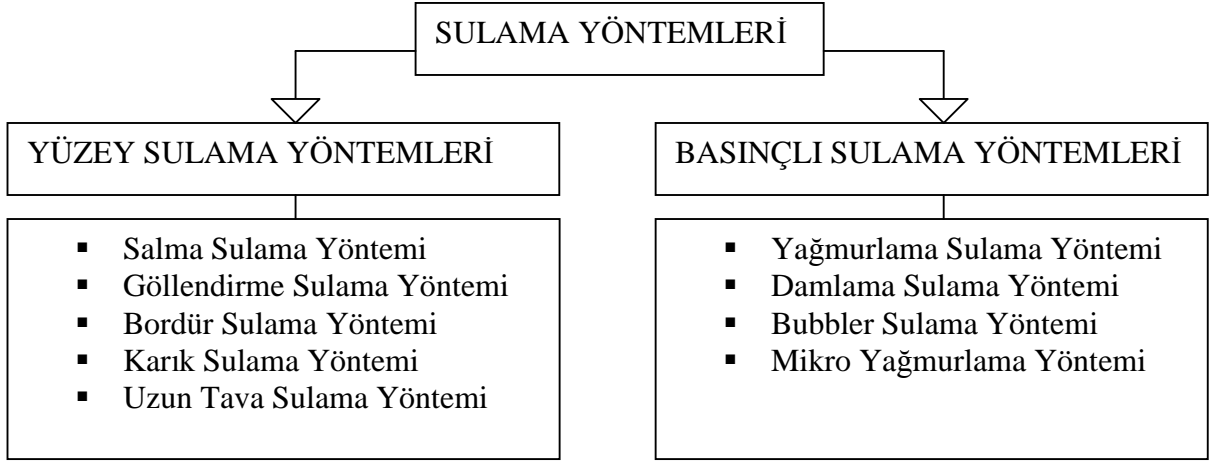
Şekil 3. Üçgen sulama deseninde yağmurlama başlıklarının birbirini örtme durumları [35].



Şekil 4. Kare sulama deseninde yağmurlama başlıklarının birbirini örtme durumları [35].

1.6. Sulama Yöntemleri

Bitki gelişimi için gerekli olan fakat yağışlarla sağlanamayan suyun yapay yollarla toprağa verilmesi, sulama, bu suyun bitki kök bölgesindeki toprağa verilmiş biçimine ise sulama yöntemi denir. Sulama suyunun toprağa verilmesinde kullanılan belli başlı yöntemler; yüzey sulama yöntemleri ve basınçlı sulama yöntemleri olmak üzere iki grupta toplanabilir. Yüzey sulama yöntemleri; Salma Sulama Yöntemi, Göllendirme Sulama Yöntemi, Bordür Sulama Yöntemi, Karık Sulama Yöntemi ve Uzun Tava Sulama Yöntemi'nden oluşur. Basınçlı sulama Yöntemleri ise; Yağmurlama Sulama Yöntemi, Damlama Sulama Yöntemi, Bubles Sulama Yöntemi ve Mikro Yağmurlama Sulama Yöntemleri'dir. Şekil 5'de sulama yöntemlerinin sınıflandırılması verilmiştir.



Şekil 5. Sulama yöntemlerinin sınıflandırılması

1.6.1. YüzeY Sulama Yöntemleri

YüzeY sulama yöntemlerinde su, arazi yüzeyine bırakılmakta eğim doğrultusunda arazinin bir kısmı veya tamamı su ile kaplanarak sulama tamamlanmaktadır. Bu bakımdan akışın yerçekimine bağlı serbest bir su yüzeyine sahip olması ve suyun taşınması, dağıtımının arazi yüzeyi tarafından kontrol edilmesi gibi iki özellik yüzeY sulama yöntemlerini diğer yöntemlerden ayırır.

1.6.1.1. Salma Sulama Yöntemi

Suyun tarla başı kanallarından tarla üzerinde rasgele yayılmaya bırakılmasıdır. Randımanı en düşük yöntemdir. Bu yöntemle tarlanın her tarafını eşit olarak sulamak mümkün değildir. Ülkemizde kullanım alanının çok sınırlı olması gerekirken, sulama kültürünün düşük olduğu yörelerde işçilikten kaçınmak için istenmeyen oranlarda kullanılmaktadır.

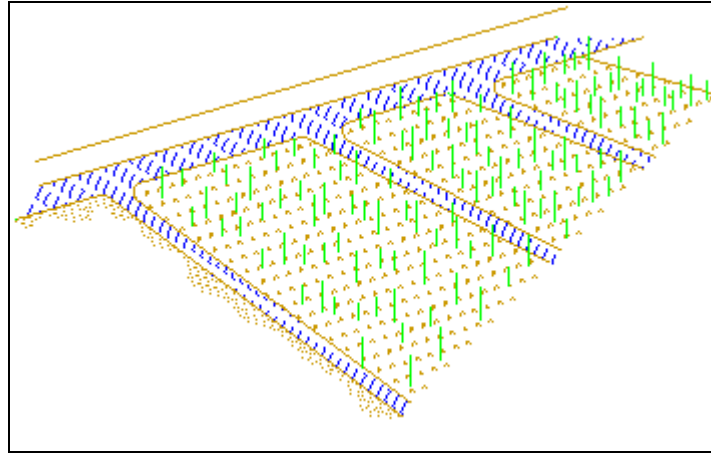
Uygun topoğrafik yapı ve toprak koşullarında uygulandığında ancak iyi sonuçlar veren bu tür sulama, tarihin ilk dönemlerinden beri uygulanan bir yöntemdir. Yöntemde su, tarla hendeklerinden saptırılarak parsel üzerinde toprak yüzeyini kaplayacak biçimde eğim doğrultusunda rasgele yayılmaya bırakılır. Arazi hazırlanmasının yapılmadığı serbest salma sulama yönteminde suyun dağılımı arazideki topoğrafya ile sağlanır. Sonuçta arazi yüzeyine bırakılan su çukur yerlerde göllenir veya yüzey akış halinde araziye terk eder.

Buna karşın yüksek noktalar kuru kalır ve elverişli olmayan bir nem dağılımı ortaya çıkar [18].

1.6.1.2. Bordür Sulama Yöntemi

Bu yöntem uzun tava yöntemi veya kenar yöntemi olarak da adlandırılır. Hafif eğimli arazilerde uygulanan bu yöntemle sulamada, parselin hâkim eğimi doğrultusunda paralel toprak seddeler yapılarak dar ve uzun şeritlere bölünür. Bu yöntemde suyun göllendirilmesi söz konusu değildir. Tava sonu açıktır ve tavadan çıkan su bir yüzey drenaj kanalı ile uzaklaştırılır. Su, uzun tava boyunca, toprak yüzeyinde ince bir katman oluşturacak biçimde ilerler.

Uzun tava sulama yöntemi ancak su alma hızı nispeten düşük, kullanılabilir su tutma kapasitesi yüksek olan topraklarda uygulanabilir. Sulama doğrultusuna dik yönde tavanın eğimsiz olması gerekir. Sulama doğrultusunda genelde eğimin %3 olması tercih edilir [24].



Şekil 6. Bordür sulama yöntemi [36].

1.6.1.3. Göllendirme Sulama Yöntemi

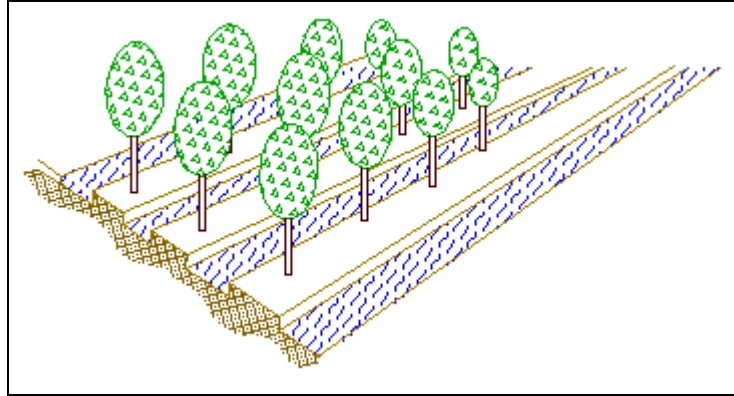
Göllendirme sulama sisteminde, sulanması istenen arazide, toprak seddelerle sınırlanan eğimsiz alanlar oluşturulur ve bu alanlar kısa sürede göllendirilir. Su, zamanla toprağa sızarak bitki kök bölgesinde depolanır. Suyun göllendirilmesi tava ya da karıklar içerisinde yapılır.

Su alma hızı orta ve düşük (50mm/h veya daha az) topraklar için uygun bir yöntemdir. Orta derecede yüksek ve yüksek su alma hızına sahip topraklarda ise tava boyutlarının çok küçük olması gerekir. Düz, hafif ve üniform eğimli arazilerde başarılı şekilde uygulanan göllendirme yöntemi eğimli arazilerde hafif kazı-dolgu ile teraslama yaparak veya tesviye eğrilerine paralel bir dizi tavalara oluşturularak planlanabilir [18].

Tavalarda göllendirme sulama yönteminde arazi, etrafı seddelerle çevrilmiş eğimsiz dikdörtgen tavalara bölünür. Tarlabası kanalından bu tavalara su alınır.

1.6.1.4. Karık Sulama Yöntemi

Yüzey sulama yöntemleri içinde en yaygın olarak kullanılan yöntem, karık sulama yöntemidir. Yöntem, eşit aralıklarla eğim doğrultusunda veya tesviye eğrilerine paralel çizilen sığ kanallarla suyun dağıtılması şeklinde uygulanmaktadır. Göllendirme ve tava yönteminin aksine bu yöntemde arazi yüzeyi tamamen ıslatılmaktadır. Birçok bitki bu yöntemle sulanabilir. Bitki çeşidine ve kanal boyutuna göre karıklar oluşturulur [18].



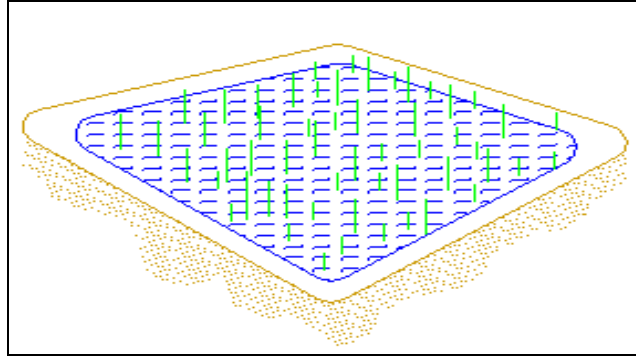
Şekil 7. En etkili geleneksel sulama yöntemlerinden biri olan karık sulama yöntemi [36].

Karık sulama yönteminde sulama suyu, bitki sıraları arasına açılan sığ kanallara yani karıklara verilir, bu suretle su tarlaya dağıtılarak toprağa emdirilir. Bu yöntem, kullanılabilir su tutma kapasitesi yüksek, orta ve ağır dokulu topraklarda kullanılır. Su alma hızı yüksek, hafif dokulu topraklarda karık boyları kısa olacağından pek tercih edilmez.

1.6.1.5. Tava Sulama Yöntemi

Bu yöntemle sulamada sulanacak parsel, etrafı seddelerle çevrilmiş tavalara ayrılır. Sulama için bu tavalar su ile doldurulur ve suyun kısa zamanda tavayı kapatması sağlanır.

Bu yöntem eğimsiz ya da çok düşük eğimli alanlarda uygulanabilir. Genellikle, su alma hızı nispeten düşük, kullanılabilir su tutma kapasitesi yüksek topraklarda söz konusu olur. Derine su sızmasını azaltmak için kontrollü sulama yapmak gerekir [24].



Şekil 8. Tava sulama yönteminde sulanacak parselin etrafı toprak seddelerle çevrilir ve parselin tamamı su ile doldurulur [36].

Yöntem aslında salma sulama sisteminin geliştirilmiş şeklidir. Aşırı göllenme ve lateral bölünmeleri engellemek amacıyla arazi, eğim doğrultusunda birbirine paralel açık seddelere ayrılarak uniform şeritlere bölünmüştür. Tava diye adlandırılan bu şeritlerin yüzeyi akış doğrultusunda eğim 0 olacak şekilde tesviye edilmiştir. Ancak doğal arazi eğimi nispeten düz olmadıkça tesviye maliyeti sistemin uygulanabilirliğini engelleyici olabilmektedir. Genellikle uygulamalarda tavalanın alt ucu açıktır.

1.6.2. Basınçlı Sulama Yöntemleri

Peyzaj alanlarında yüzey sulama yöntemleri uygulama alanı bulamamıştır. Buna karşın basınçlı sulama yöntemleri, öncelikle yağmurlama sulama oldukça geniş uygulama alanı bulmuştur [37]. Basınçlı sulama yöntemlerinde özellikle boru sistemlerinin yöntemin randımanının arttırması, su taşması ya da dağıtım sırasında sızma ya da buharlaşma ile su kaybı olmayışı peyzaj alanlarında kullanılmasının ana sebeplerindedir. Basınçlı sulama yöntemlerinde kullanılan ekipman dayanıklı, işletme ve bakım masrafları az, su

kontrollüdür. Bu gibi fonksiyonel faydaların yanında basınçlı yöntemlerde sistemin estetik sorunlara neden olmaması, istendiğinde toprak altına gömülerek kullanılan sabit sistemlerin tamamen görüş alanı dışına çıkması yöntemlerin en önemli avantajları arasındadır [38].

1.6.2.1. Yağmurlama Sulama Yöntemleri

Yağmurlama sulama yöntemi, kullanılabilir su tutma kapasitesi düşük, su alma hızı yüksek, hafif bünyeli topraklarda, özellikle ekonomik değeri yüksek ve topraktaki nem eksikliğine duyarlı bitkilerin sulanmasında kullanılabilecek en uygun sulama yöntemlerinden birisidir [39].



Şekil 9. Yağmurlama sulama sistemi [40].

Yağmurlama sulama yöntemini, Alagöz [41] suyun basınç altında püskürtülerek sulama yapılması olarak tanımlamıştır. Güngör ve Yıldırım [40] ise, yağmurlama sulama yöntemini, arazi yüzeyine belli aralıklarla yerleştirilen yağmurlama başlıklarından belirli basınç altında püskürtülerek atmosfere verilen suyun toprağa iletilmesi şeklinde tanımlamıştır.

Korukçu ve Öneş [42] göre sığ köklü bitkilerin topraktaki kullanılabilir su miktarını sınırladığını ve ancak topraktaki nemden, toprak nemi gerilimi düşük olduğunda

yararlanabildiklerini belirtmektedir. Uygun bitki gelişmesi açısından gerekli olan düşük toprak nemi gerilimi ise sık aralıklarla yapılacak sulamalarla sağlanabilmektedir.

Wilson, peyzaj düzenleme alanlarının sulanmasında bütün yöntemlerin kullanılabileceğini, fakat uygun sulama yönteminin alanın büyüklüğüne ve topoğrafik yapısına, toprak özelliklerine, bitki cinsine, su kayağının özelliğine, sulama suyu miktarı ve kalitesine, mevcut sermaye ve işgücü kaynaklarına bağlı olarak seçilmesi gerektiğini belirtmiştir [43].



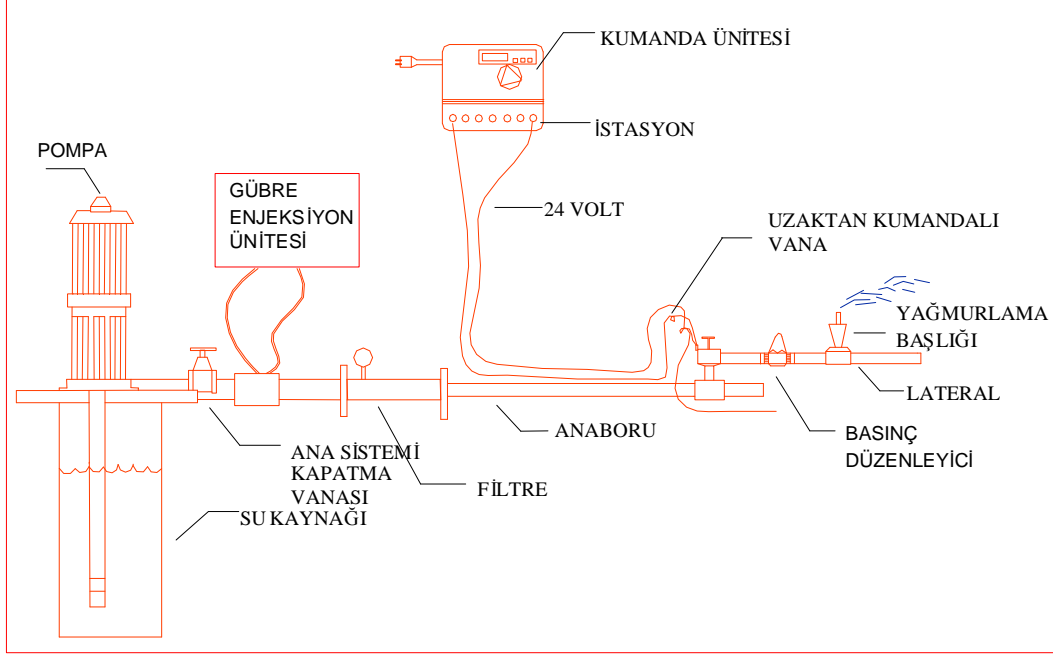
Şekil 10. Açık alandaki yağmurlama sulama sistemi [40]

Yağmurlama sulama yöntemi çok yüksek su kullanım kontrolü sağlaması itibariyle diğer sulama yöntemlerine nazaran büyük bir kullanım avantajına sahiptir. Yağmurlama sulama yöntemiyle su uygulama oranı 2.5 mm/saat gibi çok düşük değerde bile olabilir. Bu özellik gerek eğimli gerekse düz alanlarda, hem erozyonu hem de su kayıplarını en aza indirir. Yağmurlama sulama yöntemi az miktarda suyu, diğer yüzey sulama yöntemlerine kıyasla çok daha etkili dağıttığı için çok değişik toprak tipleri için de ideal bir yöntemdir [44].

Yağmurlama sulama sistemleri; taşınabilir sistemler, yarı sabit sistemler ve sabit sistemler olarak sınıflandırılabilir. Taşınır ve yarı sabit sistemler genellikle tarımsal amaçlı tarla sulamalarında kullanılır. Taşınabilir sistemin öğeleri; portatif veya yarı sabit bir pompa, taşınabilir ana hatlar, lateraller ve sprinklerdir. Yarı sabit sistemlerde ise; pompa birimi ve ana hatlar sabitken lateraller hareketlidir. Buna karşılık sabit sistemler, sabitlenmiş bir pompa biriminden, lateraller de dahil olmak üzere tümü toprağa gömülerek sabitlenmiş borulardan ve sprinklerden oluşur. Park ve bahçelerde, futbol ve golf

sahalarında sabit yağmurlama sistemleri kurulurken taşınabilir ve yarı sabit sistemler tarımsal sulamalarda kullanılır [44].

1.6.2.1.1. Yağmurlama Sulama Sisteminin Ekipmanları



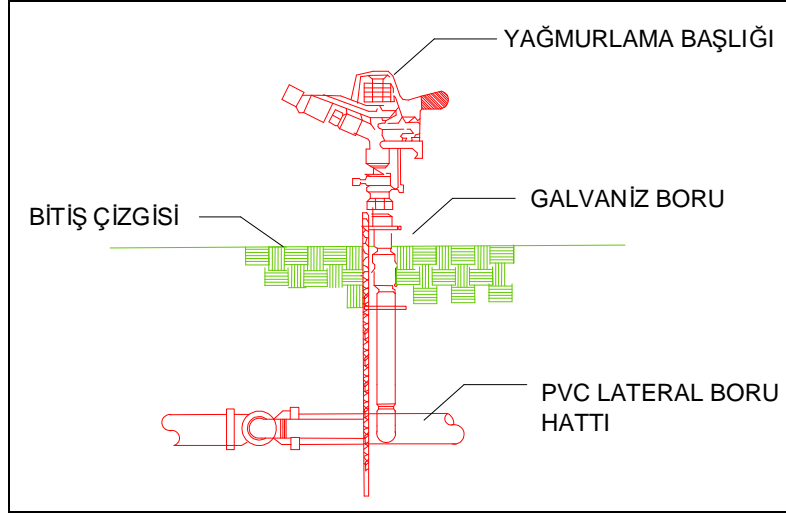
Şekil 11. Yağmurlama sulama sisteminin ekipmanları [9].

Sistem, su kaynağından başlıyor. Su kaynağı bir göl, kanal veya diğer basınçsız kaynaklarda basınç, bir pompa kullanılarak sağlanır. Sistemin akış yönü takip edilirse sırayla ana sistemi açma ve kapama ünitesi gelir. Sonra gübre enjeksiyonu bu sırayı takip eder. Gübre enjeksiyonu suda çözünen gübreleri sistemin içine enjekte eder. Sulama yapılacak alanda farklı birçok bitki çeşidi olacağı düşünülürse gübre istekleri de farklı olur. Bu şekilde bitkinin gübre isteğine göre gübre miktarı enjekte edilir. Ardından filtre gelir. Filtre sistemde olması gereken bir elemandır.

Bir yağmurlama sulama sistemi; sprinkler (yağmurlama başlığı) gibi su püskürtme elemanları, vanalar, kontrolörler, borular, filtre gibi öğelerin tümünden oluşur.

1.6.2.1.1.1. Yağmurlama Başlıkları (Sprinkler)

Yağmurlama başlıkları, sulanacak alana suyu dağıtan sistem elemanlarıdır. Genellikle bir gövde ve sulama memesinden oluşur. Şekil 11, bir yağmurlama başlığının toprak yüzeyindeki kesiti ve elemanlarını göstermektedir.

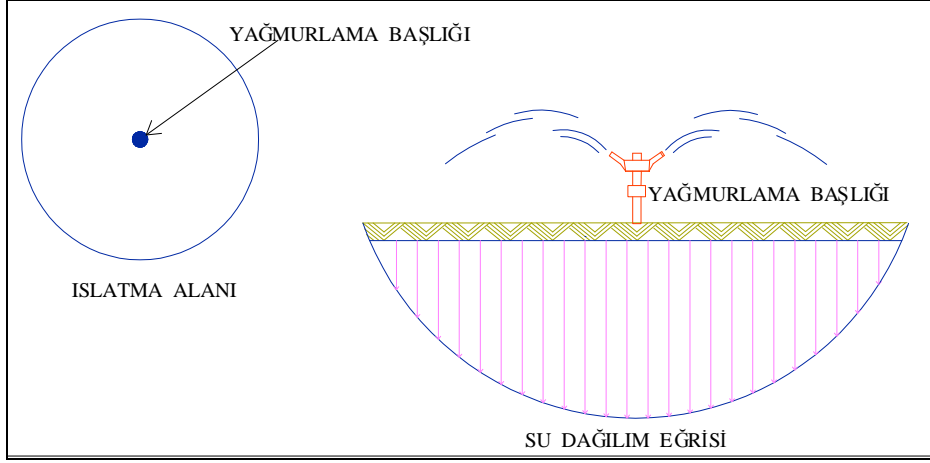


Şekil 12. Yağmurlama başlığının toprak yüzeyindeki kesiti

Yağmurlama başlıkları daire biçiminde bir alanı ıslatırlar. Bu alana ıslatma alanı denir. Islatma alanının kesitine ise su dağılım eğrisi adı verilir.

Sulama sistemlerinde en üst düzeyde verim elde edilmek isteniyorsa yağmurlama başlıkları hem yarım daireli hem de tam daireli açılarla düzenlenir. Alanda tam daireli sprinklerin kullanılması olumlu sonuç vermez. Bu şekilde bir kullanımla istenmeyen alanlar ıslanmış olur [46].

Su dağılım eğrisinde şekil 13'de görüldüğü üzere; yağmurlama başlığının yakınına fazla su düşmemekte ve ıslatma alanının çeperine yaklaştıkça düşen su miktarı da azalmaktadır.

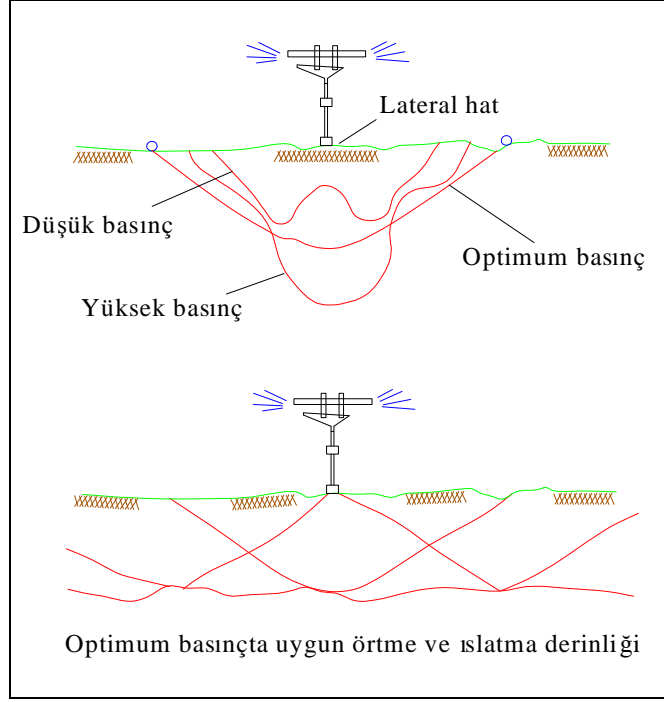


Şekil 13. Yağmurlama başlıklarında ıslatma alanı ve su dağılım eğrisi [20].

Yağmurlama başlıkları, ıslatma alanları birbirlerini belli oranlarda örtecek biçimde yerleştirilerek su dağılım desenleri elde edilir. Böylece alanın her tarafına eş bir su dağılımı sağlanmış olur [47]. Şekil 14’de yağmurlama başlıklarının birbirini örtecek şekilde planlanmış su uygulama düzeni görülmektedir.



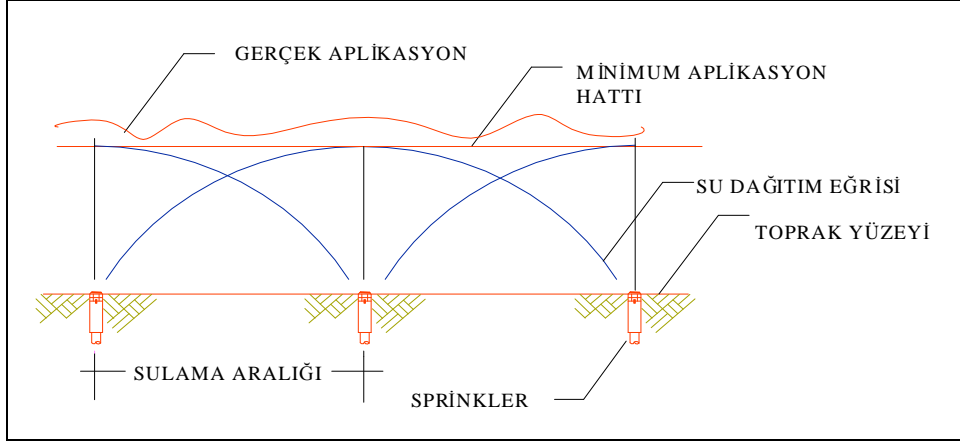
Şekil 14. Yol kenarı yağmurlama başlıkları ıslatma deseni [48].



Şekil 15. Yağmurlama başlıklarının optimum basınçta uygun örtme ve ıslatma derinliği[47].

Yağmurlama başlıkları uygun olarak tertip aralıkları randımanlı bir su dağılım deseninin elde edilmesi yönünden birleştirilir (Şekil 15). İşletme basıncı ile tertip aralıkları uygun olarak seçilmediğinde kötü bir su dağılımı elde edilir.

Su dağılım eğrisinin randımanlı olabildiği, optimal basınç yükü sınırları değişik yapıdaki her başlık için farklıdır. Bu sınırı, aynı zamanda, meme büyüklüğü de etkiler. Islatma eğrisi farklı olabilmekle birlikte genellikle üçgen biçimindedir [16]. Şekil 16'da yağmurlama başlıklarının birbirini örtecek şekilde planlanmış su dağılım düzeninin toprak üzerindeki konumu görülmektedir.



Şekil 16. Yağmurlama başlıklarının birbirini örtecek şekilde planlanmış su dağıtım düzeni [9].

Yağmurlama başlıkları; dönüş hızlarına, işletme basıncına ve başlıkların işlevlerine göre sınıflandırılabilirler [39].

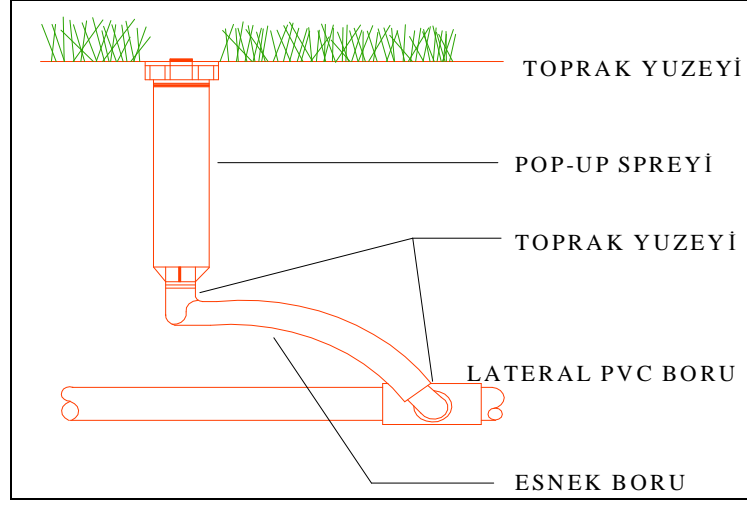
- Dönüş hızlarına göre; başlık dönme hızı dakikada 1 devirden az ise yavaş dönen, 1 devirden fazla ise hızlı dönen başlık adını alır. [44].
- İşletme basıncına göre; işletme basıncı 2 atmosferden az ise düşük basınçlı, 2-4 atmosfer ise orta basınçlı, 4 atmosferden fazla ise yüksek basınçlı başlık tipi söz konusudur.
- İşlevlerine göre; tarla ve bahçe olmak üzere ikiye ayrılır. Tarla başlıklarının olağan püskürtme açısı 30° 'dir. Bahçe yağmurlama başlıkları alttan ve üstten su verebilen tiptedir [16,44].

Çim ve yer örtücü gibi bitkisel peyzaj elemanları ile kaplı alanların sulanmasında kullanılan yağmurlama sulama sistemleri ekipman türüne göre iki ana tip içinde sınıflandırılır:

- Püskürtücü (spray) başlıklı sistemler
- Döner (rotor) başlıklı sistemler

Genel anlamda püskürtücü başlıklı sistemler küçük aplikasyonlu düzenlemelerde daha çok tercih edilirken, döner başlıklı sistemler büyük çaplı peyzaj alanlarında kullanılması uygundur [9].

1.6.2.1.1.1. Püskürtücü (Spray) Başlıklı Sistemler



Şekil 17. Püskürtücü (Spray) Pop-up başlıklı sistem elemanının toprak altındaki kesiti [9].

Şekilde görülen sistem püskürtücü (spray) pop-up başlığının toprak altındaki kesitinin bir görünüşüdür. Pop-up başlıklı ekipmanlar genellikle bitiş çizgisinde zeminle birlikte çalışan düzeneklerdir. Sistem çalışmaya başladığında sadece sprinklerin üst yüzeyleri gözüktür. Lateral vanalar açıldığında ise hatlarda bulunan sprinkler basınçla dolar. Basınçla yukarı çıkan pop-up sprinkleri normal bir şekilde çalışmaya başlarlar [9].



Şekil 18. Püskürtücü (Spray) Pop-up başlıklı sistem elemanı

Çim alanlarda kullanılan püskürtücü başlıklar çim veya kauçukla kaplandığı için 'çim başlıkları' olarak adlandırılır. Bu başlıklar çim zemini ile aynı seviyede hemzemin tesis edilir. Başlık gövdesi içinde bulunan memeli bir dil, sulama esnasında yuvasından yukarı çıkar yükselir ve sulama işi bittiğinde alçalarak tekrar yuvasına çekilir.



Şekil 19. Çim veya kauçuk ile kaplı püskürtücü (spray) pop-up başlıklar [40].

Sprey başlıkları çok değişik bir şekilde üretilmiş olabilir. Bu başlıkların değişmesiyle spreyle suyu değişik ölçülerde atabilir. Islatma alanının tümünü veya bir kısmını ıslatması gibi [25]. Tasarımcılar için piyasada ayarlanabilir tam daire 360 °, ve kısmi daire (45°,60°,90°,180°) başlık memeleri mevcuttur. Bu memeler püskürtme yarıçapını ayarlamak için bir ayar vidasına sahiptir.



Şekil 20. Püskürtücü (Spray) Pop-up Başlıklar [40].

Püskürtücü başlıklar değişik dil yüksekliklerine sahiptir. Sulama yapılan alanın büyüklüğüne ve bitki yüksekliğine göre ayarlanabilir. Dilli başlık memelerinin normal ıslatma alanı meme ya da ağız boyutuna bağlı olarak 4.8m ile 12m çaplı dairesel alanlar arasında değişir. ıslatma alanı tam daire değil kısmı daire olan başlıklarda daha küçük yarıçaplar mevcuttur. Başlıklar sık aralıklı bindirmeler yapıldıktan sonra genellikle 3m ile 7m aralıklarla yerleştirilir [24].

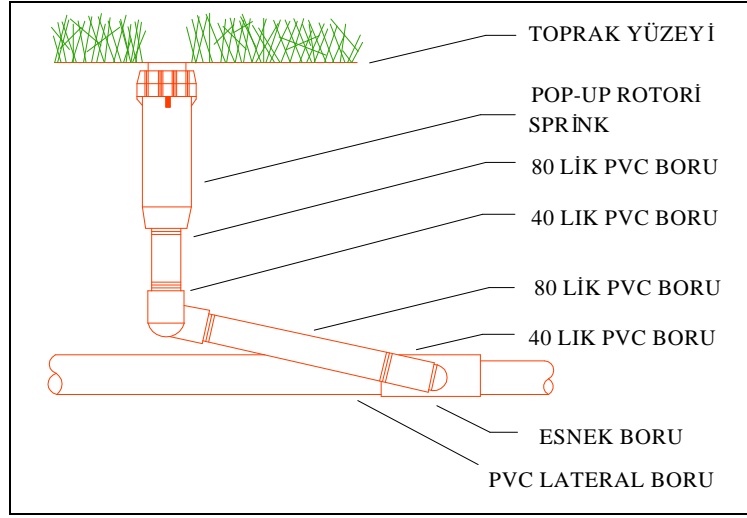


Şekil 21. Püskürtücü (spray) pop-up başlıklarından bir görünüş [40].

Püskürtücü başlıkların çok yönlülüğü, bu sistemlerin her alanda yoğun bir şekilde kullanılma nedeninin en belirgin açıklamasıdır. Masraflı olmalarına rağmen otomasyonda, verimlilikte, rahatlıkla, işçilik tasarrufunda ve estetik değerde en yüksek faydayı sağlaması yüzünden bunlar en revaçta olan yağmurlama sistemini oluştururlar. Bu sistemde kullanılan sulama suyu zarif ve düzenli bir şekilde püskürtür [39].

Püskürtücü başlıklı sistemler suyu hızlı bir şekilde, saatte 25–60 mm kalınlığında bir su tabakası, yağış yüksekliği oluşturacak şekilde yağmurlanır; sistemin iyi tasarlanması halinde yağmurlanan su, üniform dağılım gösterir. Yağmurlama hızı, diğer sulama sistemi tiplerinden çok fazla olduğu için sulama programı çok daha kısa bir zaman periyodu içinde olur. Püskürtücü başlıklı sistemlerde bu zaman kaybı daha az olur. Otomasyon gece kullanımı kolaylığını sağlamakla buharlaşma kaybını azaltmaktadır.

1.6.2.1.1.1.2. Döner (Rotor) Başlıklı Sistemler



Şekil 22. Döner (Rotor) başlıklı sistem elemanının toprak altındaki kesiti [9].

Şekilde görülen döner (rotor) başlıklı sistem elemanının toprak altındaki kesitidir. Sprey başlıklar sabit, rotor başlıklar ise dönerek çalışır ve döner başlıklar suyu spreya başlıklardan daha uzun mesafeye fırlatır. Döner başlıkların suyu dağıtması dönme hareketi ile sağlanır [24].

Döner yağmurlama başlıkları; çarpmalı- kaşıklı- döner başlık, şanzımanlı döner başlık ve bilyeli döner başlık olmak üzere genelde üç tiptir. Bu döner başlıklar çim alanlarda kullanılan püskürtür başlıklar gibi tamamen çim içinde gizlenen pop-up tiplerde olup; bu tiplerde memeli dil sulama esnasında yükselmekte ve sulama işi bittiğinde tekrar yerine çekilmektedir.

Döner başlıklı yağmurlama sistemleri, püskürtücü başlıklı sistemlere oranla daha az masraflı olduğundan, kentsel siteler, parklar, okullar, oyun ve golf alanları, resmi binalar, fabrikalar vb. gibi büyük boyutlu projelerde kullanımı oldukça yaygındır. Bu proje alanları, genel olarak yaya yolları, bina vs. ile fazla bölünmüş olmamalıdır [19].



Şekil 23. Döner (rotor) başlıklı sistem elemanından bir görünüş [40].

Döner başlıkların yağmurlama hızı, püskürtücü başlıklarının 1/5 ile 1/3'ü kadar olduğundan aynı miktar sulama için gerekli olan zaman da yaklaşık dört misli daha fazla olacaktır. İlk bakışta daha düşük yağmurlama hızının beraberinde getirdiği daha uzun sulama programı ve meydana gelen buharlaşma kayıpları, ayrıca daha az düzenli su dağılımı gibi sakıncalar döner başlıklı sistemlerin daha az arzu edilen sistemler olduğu düşüncesini akla getirebilir. Ancak söz konusu sistemlerin bu zayıf yönlerini büyük projelerde sağlayacağı ekonomi önemli ölçüde kapatır. Ayrıca bu zayıflıklar şu önlemlerle asgari düzeye çekilebilir;

- Gece sulaması buharlaşmayı azaltır ve
- Çoğu yerlerde rüzgâr hızı ve yönü daima değiştiğinden, rüzgâr etkileri, sulama daha uzun sulama periyotları ile kontrol altına alınır [19].

Tablo 5. Sprey ve döner yağmurlama başlıklarının kıyaslanması

Öğeler	Sprey (püskürtür) başlıklar	Döner (rotor) başlıklar
Genel açıklama	Plastik ya da piriç (daha çok plastik) ya da piriç memeli bir plastik sprinkler gövdesi gibi bir kombinasyon ürün; lateral basıncın etkisiyle, pop-up yükselişi hariç herhangi bir mekanik hareket söz konusu değil; memenin içindeki vida yardımıyla su fırlatma mesafesi ayarlama olanağı mevcut.	Plastik, metal ya da plastik ve metal kombinasyonu ürün; rotasyonu sağlayan mekanik hareket; birçok modelde su fırlatma mesafesi ayarlama olanağı mevcut.
Püskürtme yarıçapı	Yaklaşık yarıçap 2,1–4,5 m; küçük boyutlar (<9m),daha küçük ve gayri muntazam alanlar için uygun.	Yaklaşık yarıçap 9–27 m; büyük boyutlar, daha büyük ve daha muntazam alanlar için uygun.
Meme çalışma basıncı	1,02 – 3,40 atm	2,72 – 6,12 atm
Yağmurlama oranı	25,4 – 63,5 mm/saat	7,6 – 19,2 mm/saat

Peyzajın farklı boyut ve biçimindeki mekânlarına uyumun sağlanması için, birçok küçük projelerde ve çoğu büyük projelerde hem sprej, hem de döner başlıklara gereksinim vardır. Tasarımcı açısından en iyi başlık, tek başına ne döner ne de sprej başlık olup, bunların sunulacak alanın boyutuna ve biçimine uygun olarak seçilmiş olan veya olanlardır [24].

1.6.2.1.1.2.Vanalar

Vanalar, sulama sistemindeki suyun akışını kontrol etmek amacıyla geliştirilmiş bir sistem elemanıdır [50]. Sulama sisteminin özelliğine ve kullanım amacına göre farklı vana tipleri mevcuttur. Bunlar el kontrollü vanalar ve uzaktan kumandalı vanalardır. [27].

El kontrollü vanalar: El kontrollü vanalar, sulama sisteminin açılıp kapanmasını ve sulanacak alana verilecek suyun miktarının kontrolünü sağlayan ve kullanımları manuel (el ile) olan parçalardır. Günümüzde yoğun olarak kullanılan üç tip el kontrollü vana mevcuttur:

Küresel vanalar: Bu tip vanalar, su debisi ve basıncın düzenlenmesindeki etkinliği ve bakım-onarımının kolaylığı nedeniyle daha fazla tercih edilir. Küresel vanaların avantajı; sık kullanımda daha az sızdırmaya sebep olmasıdır. Ancak çok yoğun ve düzenli kullanılan sistemlerdir.

Sürgülü vanalar: Kauçuk bir yapısı yoktur. Bu yüzden çok kullanılmaya aşınmaya sebep olur ve vanada sızıntıyı sağlar. Sürgülü vanalar temelde çok kullanılır. Çünkü hemen hemen hiç sürtünme kaybı yoktur [27].

Sulama başlığına bağlı vanalar: Bu vanaların kullanım amacı; taşınabilir yağmurlama başlıklarına kolayca monte edilerek, boru hattında mevcut sürekli su basıncının istenildiği an, başlığa uygulanmasını sağlamaktadır.

Uzaktan kumandalı vanalar: Bu tip vanalar, otomatik sulama sistemlerinde merkezi bir kumanda ünitesinden suyun amaca ve isteğe uygun sirkülasyonunu sağlayan parçalardır. Günümüzde kullanılan elektrikli ve hidrolik olmak üzere iki türlü vana vardır.

Elektrikli vanalar: Normal pozisyonda kapalı olan, elektrik akımı verildiğinde açılan ve sulama periyodu boyunca su akışında sürekliliği sağlayan vanalardır.

Hidrolik vanalar: Bu tip vanalar, vanayı kapatacak ayrı bir su haznesine bağlıdır. Vanayı kapatmak için hazneye uygulanan su basıncı kesilir. Su basıncı tekrar uygulandığında vana otomatik olarak açılır.

Elektrikli ve hidrolik vanaların kullanımı sulama sisteminin karakterine, toprak tipine ve su koşullarına ve sulanacak alanın özelliklerine bağlıdır. Hidrolik vanalar genelde golf sahaları gibi çok geniş alanların sulama sisteminde kullanılmaya uygun özellik içermektedirler. Elektrikli vanalar ise sulama sisteminin daha yoğun ve karmaşık olduğu durumlarda tercih edilir.

1.6.2.1.1.3. Borular

Borular, bir sulama sisteminde suyu kaynaktan alıp sulama başlıklarına taşıyan hattı oluşturan parçalardır.

Günümüzde farklı malzemelerden imal edilmiş boru çeşitleri mevcuttur. Bunlar arasında dökme demir borular, asbest çimentolu borular, bakır borular, polietilen (PE) borular ve polivinil klorid (PVC) borular başlıcalarıdır. Boru hatları gömülü ya da yüzeyde olabilir. Gömülü olduklarında, çelik, asbestli çimento boru ya da sert polivinil klorid (PVC) borulardan, yüzeye döşendiğinde ise alüminyum, sert PVC ya da sert PE borulardan oluşur. [50].

PVC borular polivinil klorür bileşimindeki plastik malzemeden üretilmiştir. PVC borular sert ve kırılğan, basınca karşı dayanıksız, fazla esnek olmayan borulardır. Toprağın oturması karşısında esneyerek birlikte hareket etme yeteneği fazla değildir [24].

PE boruların hammaddesi polietilendir. PE borular çok yaygın bir şekilde kullanılır; çünkü oldukça esnektirler ve taşıma kolaylığı vardır. Soğuk iklimde; dondan zarar görmediği için sulama sisteminin lateral hatlarında PVC yerine sıkça kullanılır. Yumuşak veya sert yapıda üretilmektedir [27].

1.6.2.1.1.4. Kontrolörler

Bir kontrolör, sulama sisteminin beynini oluşturur. Vanaların ne zaman açılacağı ve verilecek su miktarına göre ne kadar süre çalıştırılacağı kontrolörle ayarlanır. Bir başka ifade ile kontrolör, çim, çalı ve benzeri bitkisel materyalin elle sulamasını yapmak durumundaki personelin yerini alan sistem ögesidir. Bu personel, sulama alanına yeterli suyun gerekli sürede verilmesini kararlaştırır ve sonra hortumlarla sulamayı gerçekleştirir. Bir sulama sisteminde kontrolör de aynı işi görür. Bu amaçla önce sulanacak peyzaj alanı için gerekli sulama süresi belirlenir ve sonra söz konusu alanın belirlenen sürede ne zaman sulanacağı programlanır. Kontrolörlere bu sulama programı yüklenir ve kontrolörler, verilen sulama emrini yerini getirir [19].

1.6.2.1.2. Yağmurlama Sulama Sisteminin Avantajları ve Dezavantajları

Yağmurlama sulama sistemi diğer sulama sistemlerine oranla peyzaj mimarlığında kullanılan en uygun sulama yöntemidir. Yağmurlama sulama sisteminin avantajları;

- Suyun az olarak bulunduğu koşullarda sudan en ekonomik bir biçimde optimum faydalanmayı sağlar.
- İyi bir projeleme ve uygulama sonucunda erozyon sorununa yönelik en uygun sulama yöntemidir.
- Suyu bitkilerin üzerine yağmurlayarak doğal bir yağış izlenimi verir.
- Yağmurlama sulama sistemleri suyu etkili ve verimli bir şekilde bitkilerin üzerine aktarır.
- Sulanacak alanın her tarafına eş dağılımlı su uygulanır. Bununla genellikle verim artışı sağlanmış olur.
- Ticari gübreler ve bitki koruma ilaçları sulama suyuyla birlikte kolaylıkla bitkiye verilebilir.

- Sistemi oluşturan elemanların bakım, onarım ve korunması kolaylıkla sağlanabilir.
- Sulama işçiliği kıyaslanmayacak ölçüde azdır. Özellikle otomatik kontrollü sistemlerde hem hata payı düşük hem de işletme son derece ekonomiktir [27].
- Sistemde boru hatları toprağa gömülü olduğundan açık kanallara oranla hem estetik hem de kullanım kolaylığı bakımından daha çok tercih edilirler [51].

Yağmurlama sulama yönteminin bu avantajları yanı sıra bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Yağmurlama sulama sisteminin dezavantajları;

- Yağmurlama sulama yöntemlerinin ilk tesis maliyetleri oldukça yüksektir.
- Rüzgârın su dağılım hızına olumsuz bir etkisi vardır. Rüzgar hızının fazla olduğu yerlerde lateraller hakim rüzgar yönüne dik olacak biçimde yerleştirilir.
- Projede pompaj için güç gereklidir, örneğin elektrik enerjisi gibi. Bu da yakıt sarfiyatı ve masraf gerektirir [52].

1.6.2.2. Damlama Sulama Yöntemi

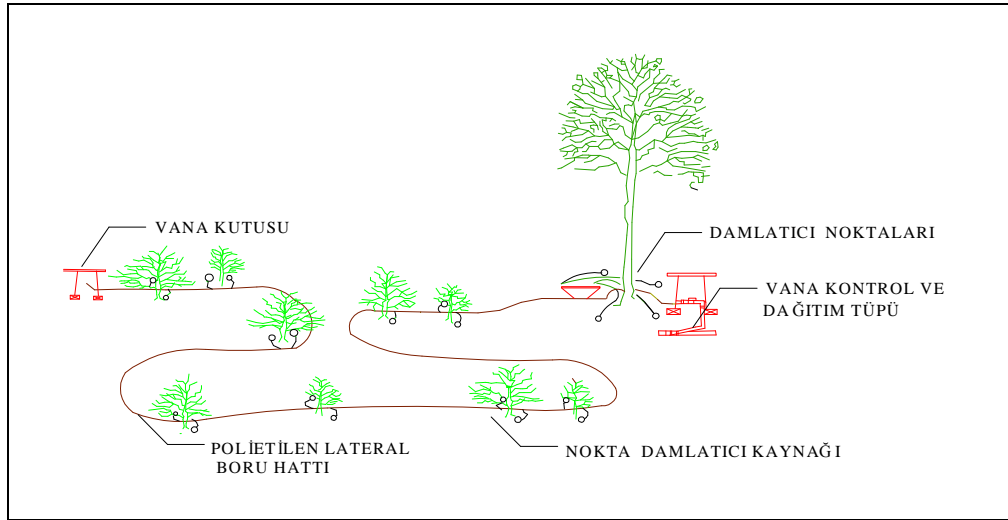
Damlama sulama yönteminde temel ilke, bitkide nem eksikliğinden kaynaklanan bir gerilim yaratmadan, her defasında az miktarda sulama suyunu sık aralıklarla yalnızca bitki köklerinin geliştiği ortama vermektir. Bu yöntemde bazen her gün, hatta günde birden fazla sulama yapılabilir [23].



Şekil 24. Damlama sulama sisteminden bir görünüş

Damlama sulama, bitki gelişmesi için gerekli olan suyun ana boru ve lateral hatlardan oluşan bir iletim sistemiyle basınç altında taşınarak, lateral üzerine veya içerisine yerleştirilen ve ‘damlatıcı’ olarak tanımlanan özel yapıya sahip araçlarla bitki kök bölgesi çevresine kısa zaman aralıklarıyla verilmesi şeklinde tanımlanabilir [53].

Damlama sulama düşük basınçta ve düşük debide çalışan bir sulama tekniğidir. Bu özellik sayesinde istasyon başına birçok sayıda damlatıcı kullanmak mümkün olmaktadır. Bunun birçok avantajı vardır; su bitki köklerine yavaş ve direkt olarak iletilir. Yoğun bitki bulunan belli bir alanın nemli kalmasını sağlamak üzere bir ağ kurulabilir. Bu ağ, çiçekler ve yer örtücüler için yüzeyde olabilir; çalılıkları ve sıralı ağaçları sulamak için, toprak altında olabilir [54].



Şekil 25. Damlama sulama yönteminde emitörlerin yerleştirilmesi [9].

Sulama suyunun kaynağından alınarak kapalı boru sistemi vasıtasıyla düşük basınç altında bitkinin kök bölgesine damlatıcılar vasıtasıyla damlalar halinde bitkiyi strese sokmadan daha sık aralıklarla ve daha az su vererek yapılır. Bu yöntemle bitki sırası boyunca ıslak bir şerit elde edildiğinden bitkiler mevcut sulama suyundan en iyi şekilde yararlanır. Bu yüzden de randımanın %90'dan fazla olması istenir [55].



Şekil 26. Bir park alanındaki damlama sulama sistemi

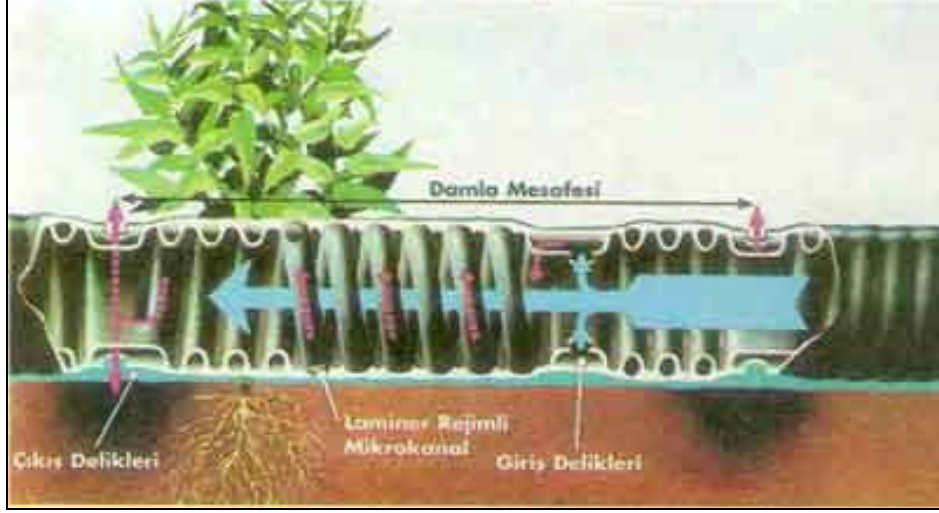
Bu yöntemle genellikle, bitkinin günlük ya da birkaç günlük su gereksinimi karşılanır. Kaynaktan alınan suyu, bir kontrol biriminde, kum, sediment, yüzücü cisimler ve çok küçük parçalardan arındırıldıktan, gerektiği zamanda bitki besin maddeler sulama suyuna karıştırıldıktan, ayrıca sistem debisi ve basıncı denetledikten sonra, basıncı boru ağıyla bitki yakınına yerleştirilen damlatıcılara kadar iletir. Düşük basınç altında ve düşük debide damlalar biçiminde toprak yüzeyine verilen su, buradan infiltrasyonla toprak içine girer, yerçekimi kuvvetinin etkisiyle dağılır ve bitki kılcal köklerinin geliştirdiği toprak hacmini ıslatır. İyi bir tasarım ve uygulaması ile derine sızma ya da yüzey akışı söz konusu olur. Böylece mevcut su kaynağından en etkin bir biçimde yararlanılır [16].



Şekil 27. Damlama sulama sisteminin bir görünüşü

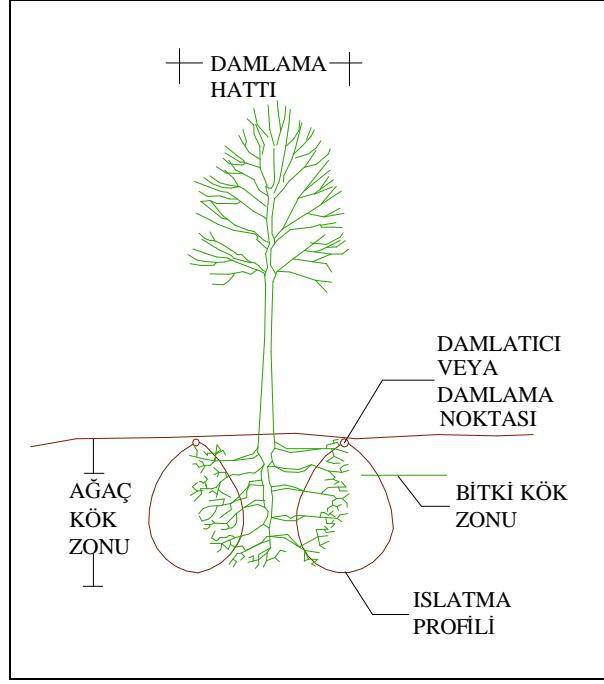
Damlama sulama sisteminde; yağmurlama sulama sisteminin tersine su sadece bitkide sulanmak istenen alana iletilir. Şekilde de görüldüğü üzere lateral borular sadece bitki köklerine yerleştirilmiştir. Bunu başarmak için küçük çaplı lateral borular ile her bir

bitki köküne yerleştirilecek bitki köküne ihtiyaç vardır. Bu amaçla emitörler kullanılır. Emitörler sistemin anahtar elemanlarıdır [56].

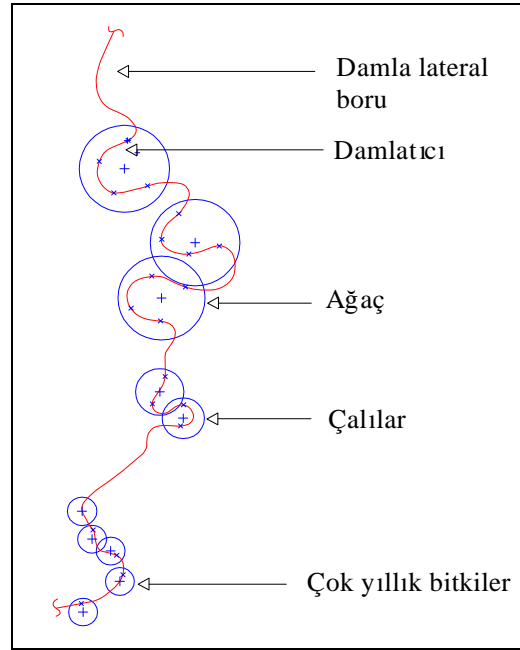


Şekil 28. Damlama sulama sisteminde bulunan damlatıcılar ve damlama mesafesi [40].

Damlama sulama yönteminde arıtmadan geçmiş su, basınçlı bir boru ağıyla bitki yakınına yerleştirilen damlatıcılara kadar iletilir ve damlatıcılardan düşük basınç altında toprak yüzeyine verilir. Su buradan infiltrasyonla toprak içerisine girer, yerçekimi etkisi ile bitki köklerinin geliştiği toprak hacmi ıslatılır. Başka bir ifade ile bu yöntemde alanın tamamı ıslatılmaz. Bitki sırası boyunca ıslak bir şerit elde edilir ve bitki sıraları arasında ıslatılmayan kuru bir alan kalır. Böylece, mevcut sulama suyundan en üst düzeyde yararlanılır [23].



Şekil 29. Bir ağaç etrafındaki iki damlatıcının ıslatma şekli [9].



Şekil 30. Bir alandaki damla sulama yönteminin uygulanması [9].

1.6.2.2.1. Damlama Sulama Yönteminin Avantajları ve Dezavantajları

Damlama sulama, ağaçları, çalıları, yer örtücüleri, çiçekleri sulamada başarıyla kullanılmaktadır. Damlama sulamanın avantajları şöyle sıralanabilir;

- Damlama sulamanın elemanları pahalı değildir, dolayısıyla tesis maliyeti yağmurlama sistemine göre düşüktür.
- Damlama sulama, suyu bitkinin suyu ihtiyaç duyduğu kadarıyla iletir.
- Su yağmurlama sulama sisteminde olduğu gibi dolaylı değil direkt olarak bitki kök zonuna iletilir.
- Yağmurlama sulama sistemine oranla suyun akış oranı düşüktür.
- Bitkilerin fizyolojik su gereksinimleri yüksektir.
- Peyzaj uygulaması yapılan alanda tasarım ve ihtiyaç gereği yeni bitki eklenmesi durumunda yeni damlaticıların da eklenebilir olması.
- Suyun yavaş yavaş verilmesi nedeniyle yüzeysel akış olmaz ve suyun hemen hemen tümü toprağa sızar.
- Yağmurlama sulama sisteminde olduğu gibi su havaya püskürtülmediği için havada ve bitki yapraklarında buharlaşma meydana gelmez.
- Damlama sulama yöntemi genelde bütün topraklarda ve her topografyada kullanılabilir.
- Su sadece bitki kök bölgesine gittiğinden damlama sulamada daha az yabancı ot gelişimi vardır [24].

Damlama sulamanın dezavantajları ise;

- Damlama sulama yönteminde karşılaşılan en yaygın sorun damlaticıların tıkanmasıdır. Tıkanmaya en çok kum ve silt parçacıkları, organik madde birikimi ve kimyasal madde birikimi neden olmaktadır. Dolayısıyla sulama suyunun kontrol biriminde çok iyi süzülmesi gerekmektedir.
- Sulama suyu çok iyi kalitede olsa dahi bir miktar tuz içerir. Ayrıca toprakta da tuz bulunur. Damlama sulamada bu tuzlar hareketle ıslak hacme taşınır ve burada birikirler. Yıllık yağış miktarı yetersiz ve az miktarda olursa toprakta devamlı olarak tuz birikimi oluşur.
- Damlama sulama sisteminde ilk tesis masraflarının yüksek olması bu yöntemin uygulanmasını sınırlayan bir etmendir [57].

- Damlama sulama sistemindeki sorunların kolay görülmeşi ile tıkanıklıkların ve ortaya çıkan sorunların ancak bitkiler kurduktan sonra fark edilmemesi [9].

1.6.2.3. Bubbler Sulama Yöntemi

Bubbler sulama yöntemi daha çok ağaç, çalı ve meyve bahçelerinin sulanması için uygun olup, çim ve diğer tarla bitkileri için uygun değildir. Sistemin esası, düşük basınçla su ileten lateral boru ile buna bağlı 10–12 mm çaplı saydam polietilen su dağıtım borularından oluşur [24].

Lateral borudaki su basıncı 0,1–0,5 atm kadardır. Lateraller ağaç sıra aralığının ortasına, 40–50 cm derinliğe gömülür. Dağıtım boruları ise her bir çalı ya da ağacın yakınına kadar toprak altından getirilir. Gövde yakınında toprak üstüne çıkarılan dağıtım borusu T parçası ile söz konusu bitkinin dalına asılır ve aynı zamanda kök dibine iniş boruları bağlantısı yapılır [24].

Sistemin belli başlı üstünlükleri; tıkanabilecek veya arıza yapabilecek herhangi parçasının bulunmaması, çok düşük basınçla çalışması, yabancı ot sorununun genelde bulunmaması ve su kullanımının rasyonel olmasıdır [24].

1.6.2.4. Mikro Yağmurlama Sistemi

Küçük yağmurlama başlıklarının kullanıldığı yağmurlama sulama yöntemi adı da verilmektedir. Mikro yağmurlama yöntemleri 1980 yılları başından itibaren çok popüler olmaya başladı ve bu zamandan sonra damla sulama yönteminin yerini mikro yağmurlama sulama yöntemi almıştır. Mikro yağmurlama, damla sulamaya göre biraz daha pahalıdır.

Sistem unsurları damla sulama unsurları ile aynıdır. Mikro yağmurlama yönteminde işletme basıncı 1–2 atm kadardır. Başlık debileri ise genellikle 50–300 L/h arasında değişmektedir. Bir yağmurlama başlığı, genellikle ağaç tacının izdüşümü kadar bir alanı ıslatır. Bu nedenle, gerek sıra üzerindeki ağaçlar arasında, gerekse sıraları arasında ıslatılmayan kuru bir alan kalabilir. Bu yöntemde, başlık aralığı sıra üzerindeki ağaç aralığına, lateral aralığı ise ağaç sıra aralığına eşittir [58].

Mikro yağmurlama damla sulama yönteminin birkaç dezavantajını gidermek için kullanılır. Ağacın etrafında lateral hareketi sınırlı olduğu için, ağaçlarda çok kumlu topraklarda ve mikro yağmurlama damlamaya göre daha tercih edilir [59].

1.7. Sulama Yöntemlerinin Seçimine İlişkin Etkenler

Basınçlı sulama sistemlerinde söz konusu olan yağmurlama, damlama, bubbler yöntemlerinin genel bir kıyaslanması tablo 6 'da görülmektedir.

Tablo 6. Basınçlı sulama yöntemlerinin kıyaslanması [24].

Öğeler	Yağmurlama Sulama	Damla sulama	Bubbler Sulama
Temel kapsam	Düzensiz şekilli peyzaja uyum sağlamak için değişik modellerde yağmurlama başlıklarından yararlanılır ve bu başlıklar sulama alanlarını tamamlayacak ve gerekli örtüşmeyi sağlayacak aralık ve mesafelerle yerleştirilir.	Emitörler her bitki için kullanılır ve suyun her bitkinin zonuna yavaş yavaş ve doğrudan damlaması sağlanır.	Uygun sulama için, bubblerlar bitki kök çukuru alanının içine yerleştirilir.
Yağmurlama oranı	Orta-yüksek	Çok düşük-düşük	Orta –yüksek
Arazi eğimi	Orta derecede yerler için uyumlu	Çok eğimli yerler için uygun	Eğimli yerler için uygun
Birim tesis maliyeti	Orta-yüksek	Çalı yastıkları için düşük-orta	Düşük-orta
Çim için kullanımı	Uygun	Bazı durumlar için uygun	Uygun değil
Çalı yastıkları için kullanımı	Uygun	Çok uygun	Çok uygun
Çalışma basıncı	Orta-yüksek	Çok düşük	Çok düşük
Su kalitesi	Az önemli	Filtre gerekli	Filtre gereksiz
Gübre ve ilaç verme	Mümkün	Mümkün	Mümkün
İşletme gideri	Düşük	Çok düşük	Çok düşük
Su tasarrufu	Orta	En iyi	İyi
Buharlaşma kaybı	Orta	En az	Az
Rüzgârdan	Etkilenir	Etkilenmez	Etkilenmez

Özel bir projede bir yöntem ya da yöntemler kombinasyonunun seçimini etkileyen bazı nedenler öznel nitelik gösterir. Kişisel deneyim, üretici firma ve yerel distribütörün varlığı ve kullanıcının istek ve eğilimi bu seçim üzerinde çoğunlukla etkili olur. Sulama tasarımcısı bu seçimi etkileyen öznel ve nesnel nedenlerin değerlendirilmesinde ve kararın oluşturulmasında genellikle karar vericidir. Uygun sulama sistemini belirlemeden önce, teknik bakımdan, aşağıdaki etkenlerin bilinmesi ve değerlendirilmesi gerekir [24]:

- Toprağın tekstürü ve profili
- Toprağın infiltrasyon hızı
- Su kaynağı
- Mevcut debi ve basınç
- Su kalitesi
- Su maliyeti
- Sulanacak alanın büyüklüğü (eğimi, toprak yapısı vb.)
- Proje alanının tesviye durumu ve kot değişimleri
- Bitki türü, dağılımı ve yıllık yağış miktarı
- Evapotranspirasyon ve yıllık yağış miktarı
- Bütçe durumu [24]

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu araştırma Türkiye’de 3 farklı iklim bölgesinde yer alan yeşil alanların iklim verileri doğrultusunda su tüketim modelleri uygulanarak çim bitkisinin su tüketim ihtiyacının belirlenmesine yönelik olarak yapılmıştır. Ayrıca bitkilerin su tüketim ihtiyaçlarını belirlenmesinin sulama projelerinin hazırlanmasındaki önemi ortaya konmaktadır.

2.1. Materyal

Çalışma alanı olarak Türkiye’nin 3 farklı iklim bölgesi seçilmiştir. Bu bölgeler; sıcak iklim bölgesi olan Akdeniz Bölgesi, soğuk iklim bölgesi olarak İç Anadolu Bölgesi ve ılıman iklim bölgesine örnek olarak da Karadeniz Bölgesi’ dir. Farklı iklim bölgelerini temsil eden 3 yerleşme yerinde çalışma ortamları olarak belirlenen park alanları şunlardır. Sıcak iklim bölgesine örnek olarak seçilen Akdeniz Bölgesi’ndeki Antalya ili ve bu ilde bulunan Şafaklar Parkı, soğuk iklim bölgesini temsil eden İç Anadolu Bölgesi’ndeki Ankara ilinde bulunan Etimesgut Atatürk Koşu Yolu ve son olarak da ılıman iklim bölgesi olan Karadeniz Bölgesi’nde Trabzon ili ve Trabzon ilinde bulunan İller Bankası Arboretumu çalışmanın materyalini oluşturmaktadır. Ayrıca bu alanlar içinde Ankara ili Etimesgut Atatürk Koşu Yolu ile Antalya ili Şafaklar Parkı’na ait sulama projeleri mevcut olup, Trabzon ili İller Bankası Arboretumu sulama projesi tarafımızca yapılmış, yardımcı materyal olarak kullanılmıştır.

Şekil 31’de çalışma alanlarının konumları verilmiştir.



Şekil 31. Çalışma alanlarının konumları

Araştırma alanı ile ilgili sulama projeleri, peyzaj tasarım projeleri, fotoğraflar, raporlar ve diğer materyallerden geniş ölçüde yararlanılmıştır.

Bitkilerin su tüketim ihtiyaçlarını belirlemeye yönelik çalışmada veri olarak yönteme konu olan iklim verileri Trabzon ve Antalya Meteoroloji Bölge Müdürlükleri ile Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nde, araştırma alanları ile ilgili çalışmanın gerçekleştirildiği 2005 rasat değerleri elde edilerek incelenmiştir.

Çalışmalar sırasında araştırma alanından çekilen fotoğraflarda, arazi üzerinde yapılan gözlem ve incelemelerden yararlanılarak bu bilgiler değerlendirmeye alınmıştır. Ayrıca konu ile ilgili geniş kapsamlı bir literatür taraması yapılmıştır. Özellikle alandaki mevcut bitki örtüsünün peyzaj tasarım projelerinde tasarlandığı biçimi ile uyum içinde olup olmadığı ve aplikasyonu ile proje arasındaki farkı belirlemeye dönük çalışmalar yapılmıştır.

Ayrıca Trabzon ilinde bulunan İller Bankası Arboretumu ile ilgili sulama projesi yapımında ve bitki su tüketim ihtiyaçlarının belirlenebilmesi için İller Bankası Arboretumu' nun toprak analizi İl Özel İdaresi Genel Sekreterliği Toprak ve Su Analiz Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

2.2. Yöntem

Araştırmada, gerek duyulan bilgilere ulaşabilmek amacıyla geniş kapsamlı literatür çalışması yapılarak, sulama yöntemleri ve projelendirilmesi ile bitki su tüketim ihtiyaçlarını belirlemeye yönelik modeller, sulama suyu ihtiyacı, sulama aralığı ve sulama süresine ilişkin araştırmalar incelenerek derlenmiştir.

Elde edilen kuramsal bilgilerin ışığı altında çalışma alanlarında 2004–2005 yıllarında etüt ve gözlemler yapılmıştır. Ankara ve Antalya’da bulunan çalışma alanlarında mevcut sulama projeleri, çevre tasarım projeleri ve çevre analizi ile Trabzon ilindeki alanda ise sulama projesi yapmak için gerekli veriler ile çevre değerleri ve diğer özellikler konusunda bilgiler edinilmiştir.

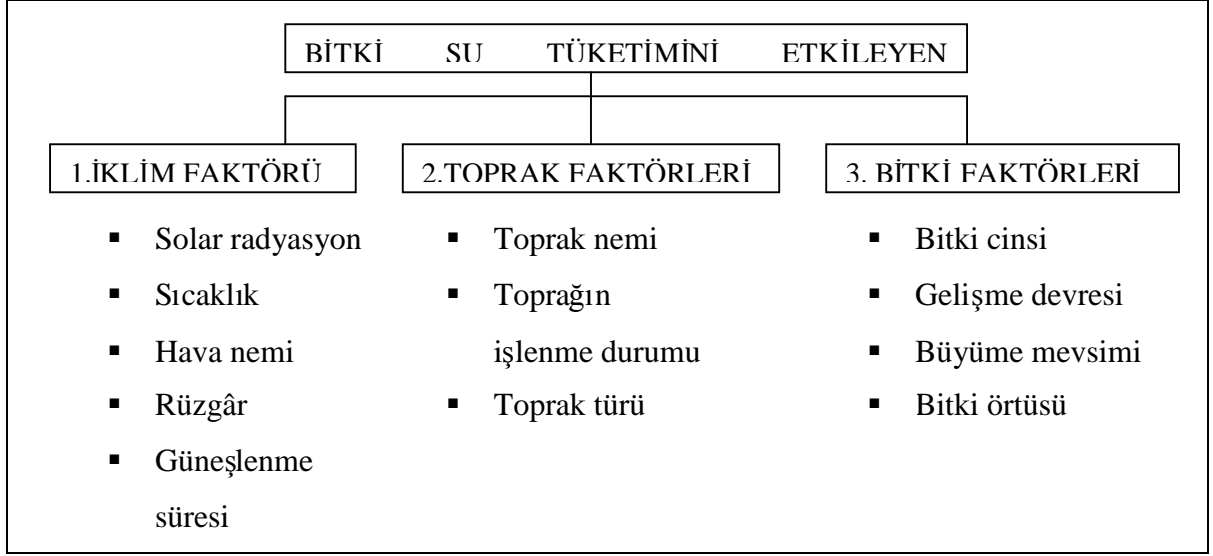
Yöntem olarak Penman-Monteith Yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca diğer bir bitki su tüketim yöntemi olan Blaney- Criddle yönteminden de bahsedilmiştir. Sulama yöntemleri ve bitki su tüketim ihtiyaçlarının belirlenmesi konularında Seçkin (1998), Smith (1997), Altunkasa (1998), Havgören (1996), Landphair ve Klatt (1979), Yıldırım (1999), Seçkin ve Çelik (2003) kitaplarından yararlanılmıştır.

Araştırma ön araştırma niteliğinde olan farklı iklim bölgelerinde bulunan park alanlarının belirlenmesi, mevcut peyzaj tasarım projeleri ile sulama projelerinin elde edilmesi, Pennmann’ın bitki su tüketim miktarını belirlemeye yönelik yöntemin kullanılması, farklı iklim bölgelerindeki bitki su tüketim miktarını belirlemeye yönelik yöntemin kullanılması ve farklı iklim bölgelerindeki bitki su ihtiyaçlarının değerlendirilmesine yönelik çalışmalar olmak üzere gerçekleştirilmiştir.

2.2.1 Bitki Su Tüketim Yöntemi

Bitki su tüketimi (evapotranspirasyon), toprak yüzeyinden olan buharlaşma (evaporasyon) ve bitki yapraklarından olan terleme (transpirasyon) miktarlarının toplamıdır. Genellikle derinlik (mm) cinsinden ifade edilmektedir.

Bitki su tüketimini çok sayıda faktör etkilemektedir. Bu faktörlerden en önemli olanları şekil 32’de verilmiştir.



Şekil 32. Bitki Su Tüketimini Etkileyen Faktörler [20].

İklim faktörleri açısından; solar radyasyon miktarı (güneş ışınları şiddeti), sıcaklık, rüzgâr hızı ve esme süresi, güneşlenme süresi (gündüz havanın bulutla kaplı olmadığı süre) ve güneşin batışına kadar olan gündüz saatleri arttıkça, hem toprak yüzeyinden olan buharlaşma miktarı hem de bitki yapraklarından olan terleme miktarı artacağından bitki su tüketimi de artmaktadır. Buna karşın, bitki civarındaki havanın bağıl nemi arttığında ise, buharlaşma ve terleme miktarı düşeceğinden, bitki su tüketimi azalmaktadır [20].

Bitki su tüketimi uygulamada ya doğrudan ölçülmekte ya da iklim verilerinden yararlanarak tahmin edilmektedir. Doğrudan ölçme yöntemleri daha sağlıklı sonuç vermesine karşın hem oldukça pahalı hem de zaman alıcıdır. Bu nedenle, bitki su tüketiminin doğrudan ölçülmesi ancak iklim verilerinden tahmin eşitliklerinin kalibrasyonu ve yöresel bitki katsayılarının bulunması amacıyla yapılmaktadır. Dolayısıyla uygulamada bitki su tüketimi değerleri yaygın olarak, iklim verilerine dayalı tahmin eşitlikleri kullanılarak belirlenmektedir.

Parklardaki ve geniş yeşil alanlardaki sulama sistemlerinin projelendirilmesinde, uygulamada verilecek su miktarı ve sulama aralığının tespit edilmesi için parklarda yer alan bitkilerden çim bitkisi kritik bitki olarak kabul edilmiştir. Bitki su tüketim modelleri çim bitkisine göre hesaplanmıştır. Bu tespit yapılırken parklardaki ağırlıklı bitkinin çim olması ve çim bitkisi su ihtiyacının diğer bitkilerin su ihtiyacı için yeterli olacağı yaklaşımından yola çıkılmıştır.

İklim verilerinden yararlanılarak bitki su tüketiminin tahmininde kullanılabilecek çok sayıda eşitlik geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları birkaç iklim faktörünün dikkate alınmasıyla geliştirilen, çözümü kolay, ancak uzun periyotlar için sağlıklı sonuç verebilen eşitliklerdir.

Çalışmada bitki su tüketim modellerinden Penmann-Monteith Yöntemi ve Blaney-Criddle yöntemleri; Güngör, Erözel ve Yıldırım (1995)da verilen biçimi ile ele alınmıştır.

2.2.1.1 Penmann-Monteith Bitki Su Tüketim Yöntemi

Penman-Monteith yönteminde ilk olarak referans bitki su tüketimi bulunur, bu değer daha sonra bitki kat sayısı ile çarpılarak gerçek bitki su tüketim değeri elde edilir.

Bu yöntemde referans bitki su tüketimi;

$$E_{T_o} = \frac{\delta}{\delta + \gamma} (R_a - G) \frac{1}{\lambda} + \frac{\gamma}{\delta + \gamma} \frac{900}{T + 273} u_2 (e_a - e_d) \quad (2)$$

eşitliği ile tahmin edilmektedir. Bu eşitlikteki bazı terimlerin hesaplanmasında kullanılan değişkenlerin karşılıkları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 7. Bitki su tüketim eşitliklerin hesaplanmasında kullanılan değişkenlerin tanımları

<i>Simge</i>	<i>Tanımı</i>	<i>Birimi</i>
E_{T_o}	Referans bitki su tüketimi	mm/gün
ET	Gerçek bitki su tüketimi	mm/gün
δ	Buhar basıncı eğrisinin eğimi	kPa/°C
γ^0	Modifiye psikometrik sabite	kPa/°C
γ	Psikometrik sabite	kPa/°C
P	Atmosfer basıncı	kPa
R_n	Bitki yüzeyindeki net radyasyon	MJ/m ² /gün
R_a	Atmosferin dış yüzeyine ulaşan radyasyon	MJ/m ² /gün
R_s	Yeryüzüne ulaşan kısa dalgalı radyasyon	MJ/m ² /gün
R_{ns}	Kısa dalgalı net radyasyon	MJ/m ² /gün
R_{nl}	Uzun dalgası net radyasyon	MJ/m ² /gün
f(T)	Sıcaklık fonksiyonu	—
T	Sıcaklık	°C
f(e _d)	Buhar basıncı fonksiyonu	—
e _d	Ortalama hava sıcaklığındaki gerçek buhar basıncı	kPa
e _a	Ortalama hava sıcaklığındaki doymun buhar basıncı	kPa
f(n/N)	Güneşlenme oranı fonksiyonu	—
n	Güneşlenme süresi	h

Tablo 7'nin devamı

N	Olası maksimum güneşlenme süresi	h
G	Topraktaki ısı akımı (Ardışık periyotlarda toprağın ortalama sıcaklığı çok fazla değişmediğinden ihmal edilebilir)	MJ/m ² /gün
λ	Buharlaşma gizli ısısı (Ortalama bir değer olarak 2,45 MJ/kg alınabilir)	MJ/kg
u_2	2 m yükseklikteki ölçülmüş rüzgâr hızı	m/s
u_z	z m yükseklikte ölçülmüş rüzgar hızı	m/s
z	Rüzgâr hızının ölçüldüğü yükseklik (Türkiye'de meteoroloji bültenlerinde genellikle 10 m yükseklikte ölçülmüş rüzgâr hızı)	m
RH	Ortalama bağıl nem (% değeri olarak)	=

Eşitlikteki bazı terimlerin hesaplanmasında kullanılan eşitlikler ise aşağıda verilmiştir.

Buhar basıncı eğrisinin eğimi formül 3'deki şekli ile hesaplanır.

$$\delta = \frac{4098 e_a}{(T+273.3)^2} \quad (3)$$

Formülde bulunan ortalama hava sıcaklığındaki doymuş buhar basıncı (e_a) değeri Tablo 8'den doğrudan alınır. Ortalama hava sıcaklığındaki gerçek buhar basıncı (e_d) için eğer ölçüm değeri yoksa aşağıdaki eşitlikten yararlanılır.

$$e_d = e_a \frac{RH}{100} \quad (4)$$

e_a ; Ortalama hava sıcaklığındaki doymuş buhar basıncı kPa

e_d ; Ortalama hava sıcaklığındaki gerçek buhar basıncı kPa

RH ; Ortalama bağıl nem (% değeri olarak)

Tablo 8. Ortalama hava sıcaklığındaki doymuş buhar basıncı, e_a değerleri [20].

$T, ^\circ C$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
e_w, kPa	0.66	0.71	0.76	0.81	0.87	0.93	1.00	1.07	1.15
$T, ^\circ C$	10	11	12	13	14	15	16	17	18
e_w, kPa	1.23	1.31	1.40	1.50	1.61	1.70	1.82	1.94	22.6
$T, ^\circ C$	19	20	21	22	23	24	25	26	27
e_w, kPa	2.20	2.34	2.49	2.64	2.81	2.98	3.17	3.36	3.57
$T, ^\circ C$	28	29	30	31	32	33	34	35	36
e_w, kPa	3.78	4.01	4.24	4.49	4.76	5.03	5.32	5.62	5.94

Modifiye psikometrik sabite (γ^0) değerinin bulunması için aşağıdaki formülden yararlanılır.

$$\gamma^0 = \gamma (1 + 0.34u_2) \quad (5)$$

γ ; Modifiye psikometrik sabite

u_2 ; 2 m yükseklikte ölçülmüş rüzgâr hızı

Formülde bulunan Modifiye psikometrik sabite (γ) değeri bir başka eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$\gamma = 0.0016286 \frac{P}{\lambda} \quad (6)$$

P; Atmosfer basıncı

λ ; Buharlaşma gizli ısısı

Buharlaşma gizli ısısı (λ , MJ/kg), ortalama sıcaklık değerine bağlı olarak değişen bir değerdir. Ortalama bir değer olarak genellikle 2,45 MJ/kg alınabilir. Formül 6'daki şekli ile hesaplanır.

$$\lambda = 2.501 - (2.361 \times 10^3)T \quad (7)$$

T; Sıcaklık

U_2 , 2 m yükseklikte ölçülmüş rüzgâr hızıdır. M/s birimiyle gösterilir. Rüzgâr hızı eğer değişik yükseklikte ölçülmüşse aşağıda bulunan eşitlikten yararlanılarak 2 m yükseklikteki eşdeğeri bulunur.

$$u_2 = u_z (2/z)^{0.2} \quad (8)$$

Penman yönteminde bitki yüzeyindeki net radyasyon (R_n) değeri; kısa dalgalı net radyasyonun uzun dalgalı net radyasyona oranı ile bulunur.

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} \quad (9)$$

R_{ns} ; Kısa dalgalı net radyasyon

R_{nl} ; Uzun dalgalı net radyasyon

Formülde bulunan kısa dalgalı net radyasyon (R_{ns}) değerini elde etmek için aşağıdaki formül uygulanır.

$$R_{ns} = 0.75R_s \quad (10)$$

R_s ; Yeryüzüne ulaşan kısa dalgalı radyasyon

Formülde bulunan yeryüzüne ulaşan kısa dalgalı radyasyon R_s değeri Formül 10'daki şekli ile hesaplanır. Atmosferin dış yüzeyine ulaşan radyasyon (R_a , MJ/m²/gün) değerleri enlem dereceleri ve aylara göre Tablo 9'dan doğrudan alınır. Olası maksimum güneşlenme süresi (N) ise Tablo 10'dan alınır.

$$R_s = (0.25 + 0.50 \frac{N}{N})R_a \quad (11)$$

- R_a ; Atmosferin dış yüzeyine ulaşan radyasyon (Tablo 9’ dan doğrudan alınır)
 n ; Güneşlenme süresi
 N ; Olası maksimum güneşlenme süresi (Tablo 10’ dan doğrudan alınır)

Tablo 9. Atmosferin dış yüzüne ulaşan radyasyon, R_a değerleri, MJ/m²/gün [20].

ENLEM DERECESİ	AYLAR							
	<i>Mart</i>	<i>Nisan</i>	<i>Mayıs</i>	<i>Haziran</i>	<i>Temmuz</i>	<i>Ağustos</i>	<i>Eylül</i>	<i>Ekim</i>
44	26.0	33.6	39.5	42.2	40.7	36.0	29.2	21.3
42	27.0	34.3	39.7	42.4	40.9	36.8	29.9	22.3
40	27.9	35.0	39.7	42.4	40.9	37.3	30.6	23.5
38	28.9	35.5	40.2	42.2	40.9	37.5	31.4	24.5
36	29.7	36.0	40.2	42.2	40.9	37.7	32.1	26.0
34	30.4	36.3	40.4	41.9	41.2	38.0	32.8	26.5

Tablo 10. Olası maksimum güneşlenme süresi, N değerleri [20].

ENLEM DERECESİ	AYLAR							
	<i>Mart</i>	<i>Nisan</i>	<i>Mayıs</i>	<i>Haziran</i>	<i>Temmuz</i>	<i>Ağustos</i>	<i>Eylül</i>	<i>Ekim</i>
44	11.9	13.4	14.7	15.4	15.2	14.0	12.6	11.0
42	11.9	13.4	14.6	15.2	14.9	13.9	12.6	11.1
40	11.9	13.3	14.4	15.0	14.7	13.7	12.5	11.2
35	11.9	13.1	14.0	14.5	14.3	13.5	12.4	11.3
30	12.0	12.9	13.6	14.0	13.9	13.2	12.4	11.5

Uzun dalgalı net radyasyon (R_{nl}) değeri ise aşağıdaki formül ile hesaplanır. Formülde bulunan ortalama hava sıcaklığındaki gerçek buhar basıncı $f(e_d)$, Tablo 11 ‘den ortalama hava sıcaklığındaki gerçek buhar basıncı (e_d) değerlerine bakılarak bulunur. $f(n/N)$ güneşlenme oranı ise güneşlenme süresinin (n), olası maksimum güneşlenme süresine (N) oranı değerlerine bakılarak doğrudan alınır. Sıcaklık fonksiyonu $f(T)$, değerleri ise sıcaklığa (T) bağlı olarak Tablo 12’den eş değeri alınır.

$$R_{nl} = 2.451f(T)f(e_d)f\left(\frac{n}{N}\right) \quad (12)$$

T ; Sıcaklık

e_d ; Ortalama hava sıcaklığındaki gerçek buhar basıncı

$f(n/N)$; Güneşlenme oranı (Tablo 12’ den doğrudan alınır)

Tablo 11. Buhar basıncı fonksiyon, $f(e_d)$ değerleri [20].

e_d , kpa	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.0	2.00	2.2
$f(e_d)$	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.16	0.17	0.14	0.13
e_d , kpa	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0
$f(e_d)$	0.12	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06

Tablo 12. Güneşlenme oranı fonksiyonu, $f(n/N)$ değerleri [20].

n/N	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
$f(n/N)$	0.10	0.15	0.19	0.24	0.28	0.33	0.37
n/N	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65
$f(n/N)$	0.42	0.46	0.51	0.55	0.60	0.64	0.69
n/N	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	
$f(n/N)$	0.73	0.78	0.82	0.87	0.91	0.96	

Tablo 13. Sıcaklık fonksiyonu, $f(T)$ değerleri [20].

T , °C	2	4	6	8	10	12	14	16	18
$F(T)$	11.4	11.7	12.0	12.4	12.7	13.1	13.5	13.8	14.2
T , °C	20	22	24	26	28	30	32	34	39
$F(T)$	14.6	15.0	15.4	15.9	16.3	16.7	17.2	17.7	18.1

Tablo 8’de ortalama hava sıcaklığındaki doymuş buhar basıncı e_a değerleri, Tablo 9’de atmosferin dış yüzeyine ulaşan radyasyon değeri R_a (MJ/m²/gün), Tablo 10’da olası maksimum güneşlenme süresi N değerleri, Tablo 11’de buhar basıncı fonksiyon $f(e_d)$ değerleri, Tablo 12’de güneşlenme oranı fonksiyonu $f(n/N)$ değerleri, Tablo 13’de ise sıcaklık fonksiyonu $f(T)$ değerleri formüllerde yerlerine yazılıp bitki su tüketimi hesaplanır.

Bu değerlerin yanı sıra, göz önüne alınan yöre ve bitki su tüketiminin hesaplanacağı periyot için, enlem derecesi, ortalama sıcaklık, rüzgar hızı, ortalama bağıl nem, güneşlenme süresi ve atmosfer basıncı değerleri meteoroloji istasyonlarından alınır ve değerlendirmeye konulur.

2.2.1.2 Blaney-Criddle Bitki Su Tüketim Yöntemi

Bu yöntemde kullanılan iklim verileri; ortalama sıcaklık, gündüz saatleri, minimum bağıl nem ve ortalama gündüz rüzgârının hızıdır [60].

$$Et_0 = cf \quad (13)$$

$$f = p(0.46t + 8) \quad (14)$$

$$u_2 = 1.33u_z(2/z)^{0.2} \quad (15)$$

Et_0 ; göz önüne alınan ay için günlük ortalama referans bitki su tüketimi, mm/gün

c ; düzeltme faktörü

f ; göz önüne alınan ay için günlük iklim faktörü, mm/gün

p ; göz önüne alınan ay için ortalama günlük gündüz saatlerinin yıllık gündüz saatlerine oranı

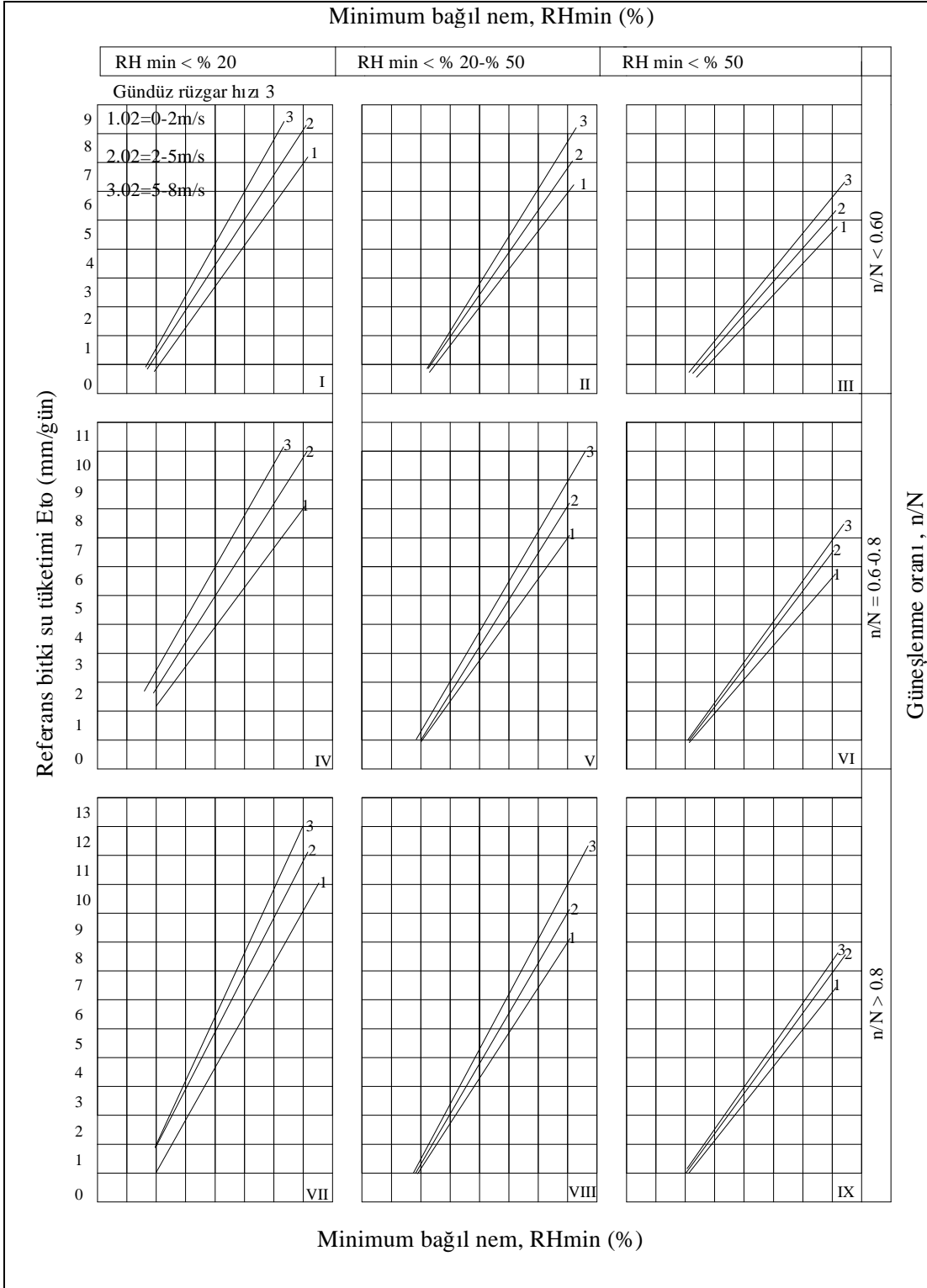
t ; göz önüne alınan ay için ortalama günlük sıcaklık °C tır.

u_2 ; Gündüz rüzgâr hızının 2m yükseklikteki eşdeğeri

u_z ; z m yükseklikteki ölçülmüş rüzgar hızı

Blaney-Criddle yönteminde ilk önce göz önüne alınan ay için günlük iklim faktörü (f) değerleri hesaplanır ve Et_0 değerleri Tablo 14'den doğrudan alınır. Bitki su tüketiminin hesaplanacağı ay ve mekânın enlem derecesine bağlı olarak Tablo 15'den göz önüne alınan ay için ortalama günlük gündüz saatlerinin yıllık saatlerine oranı (p) değerleri elde edilir. P değerleri ile göz önüne alınan ay için günlük iklim faktörü (f) hesaplanır. Minimum bağıl nem (RH_{\min}), gündüz rüzgâr hızının 2m yükseklikteki eşdeğeri (u_2), güneşlenme oranı (n/N) ve göz önüne alınan ay için günlük iklim faktörü (f) değerleri ile Tablo 14'den Et_0 değeri elde edilir.

Tablo 14. Blaney-Criddle yöntemi bitki su tüketim tahmininde kullanılan grafikler [20].



Tablo 15. Günlük gündüz saatlerinin yıllık gündüz saatlerine oranı (p,%) [20].

<i>ENLEM DERECESİ</i>	<i>AYLAR</i>						
	<i>Nisan</i>	<i>Mayıs</i>	<i>Haziran</i>	<i>Temmuz</i>	<i>Ağustos</i>	<i>Eylül</i>	<i>Ekim</i>
43	0.300	0.329	0.344	0.336	0.312	0.280	0.247
42	0.300	0.327	0.341	0.334	0.310	0.280	0.248
41	0.299	0.325	0.339	0.332	0.309	0.280	0.249
40	0.298	0.323	0.336	0.330	0.308	0.280	0.250
39	0.297	0.321	0.344	0.328	0.307	0.279	0.251
38	0.296	0.319	0.332	0.326	0.306	0.279	0.252
37	0.296	0.318	0.330	0.324	0.305	0.279	0.253
36	0.295	0.316	0.327	0.322	0.304	0.279	0.253
35	0.295	0.315	0.325	0.320	0.302	0.279	0.254

Blaney-Cridde yönteminde birçok iklim faktöründen yararlanıldığı için oldukça kaba sonuçlar vermektedir. Bitki su tüketiminin hesaplanmasında iklim faktörlerinden sıcaklık, nispi nem, güneşlenme süresi, rüzgâr ve toplam yağışların aylık ortalama değerlerinin doğrudan kullanılması ve hesaplama sonuçlarının güvenilir olması nedeniyle bu araştırmada Penmann-Monteith yöntemi kullanılmış olup seçilen park alanlarının bitki su tüketimi hesaplanmıştır [20].

2.2.2 Sulama Suyu İhtiyacının Belirlenmesi

Sulanan alanlarda bitkinin tükettiği su miktarı yağışlarla ve sulama suyu ile karşılanır. Bitki su tüketiminin sulama suyu ile karşılanacak kadar miktarı aşağıda verilen eşitliğin kullanılmasıyla hesap edilir [20].

$$d_n = u - r \quad (16)$$

d_n ; Bitki su tüketiminin sulama suyu ile karşılanacak miktarı, mm

u ; Bitki su tüketimi, mm

r ; Etkili yağış, mm

Bu eşitlikten yararlanılarak aylara göre bitki su tüketimi miktarından, o aya ait çok yıllık ortalama yağış miktarları çıkartılarak çim bitkisinin aylara göre su ihtiyacı belirlenmiş olur [20].

2.2.3. Her Sulamada Uygulanacak Su Miktarı, Sulama Aralığı ve Sulama Süresinin Hesaplanması

Her sulamada uygulanacak net ve toplam sulama suyu miktarları aşağıdaki eşitliklerin kullanılmasıyla elde edilir.

$$dn = \frac{(TK - SN) \times Ry}{100} \times Ha \times D \quad (17)$$

$$dt = \frac{dn}{Ea} \quad (18)$$

dn; Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı, (mm)

TK; Tarla kapasitesi, (%)

SN; Solma noktası, (%)

Ry; Kullanılabilir su tutma kapasitesinin tüketilmesine izin verilen kısmı, (%)

Ha; Toprağın hacim ağırlığı, g/cm³

D; Etkili bitki kök derinliği, mm

d_t; Her sulamada uygulanacak toplam sulama suyu miktarı, (mm)

E_a; Su uygulama randımanı [20].

Sulama suyu miktarı hesaplanırken, çim bitkilerinin etkili kök derinliği 30 cm, bu derinlikteki kullanılabilir su tutma kapasitesinin tüketilmesine izin verilen kısmı 0.50 ve su uygulama randımanı olarak 0.70 değerleri, Korukçu ve Yıldırım (1981), Güngör ve Yıldırım'a (1987), Çakmak (1990) 'dan alınmıştır.

Sulama aralığı her sulamada uygulanan net sulama suyu miktarının, bitkinin günlük su tüketimine bölünmesiyle elde edilir.

$$SA = \frac{dn}{ET_o} \quad (19)$$

$$t = \frac{dt}{Iy} \quad (20)$$

SA; Sulama aralığı, gün

dn; Her sulamada uygulanan net sulama suyu miktarı, (mm)

ET_o; Bitki su tüketimi, (mm/gün)

t; Sulama süresi, h

dt; Her sulamada uygulanan toplam sulama suyu miktarı, (mm)

Iy; Yağmurlama hızı, (mm/h)

3.BULGULAR

3.1 Çalışma Alanlarının Belirlenmesi

Çalışmada parkların yerlerinin seçimi iklimsel veriler bakımında farklılık gösteren bölgeler olarak ele alınmıştır. Bu nedenle öncelikle farklı iklim bölgeleri ele alınmış ve daha sonra bu bölgelerin iklimini temsil eden tipik iller belirlenmiştir.

Tez çalışması kapsamında araştırmaya konu olan iller; soğuk, sıcak ve ılıman iklim bölgesi olmak üzere üç farklı iklim bölgesinden seçilmiştir.

Bu park alanları, bulunduğu iller ve bölgeler Tablo 16'da gösterilmiştir.

Tablo 16. Üç farklı iklim bölgesinde bulunan çalışma alanları

İklim Bölgesi	Bulunduğu il	Seçilen parkın adı
Sıcak iklim bölgesi	Antalya	Şafaklar Parkı
Soğuk iklim bölgesi	Ankara	Etimesgut Atatürk Koşu Yolu
İlman iklim bölgesi	Trabzon	İller Bankası Arboretumu

Çalışma alanlarındaki parkların seçilmesindeki temel kriter ise; o iklim bölgesini iyi bir şekilde temsil etmesidir. Çalışma alanlarındaki Ankara ilindeki Etimesgut Atatürk Koşu Yolu'nun ve Antalya ilindeki Şafaklar Parkı'nın mevcut sulama sistemleri vardır.

3.2. Alan Verileri

Bu bölümde çalışma alanlarının bulunduğu farklı iklim bölgelerinin özellikleri ve çalışma alanı ile ilgili bilgiler verilmektedir.

3.2.1. Çalışma Alanı 1. Antalya

Sıcak iklim bölgesinde bulunan çalışma alanı Antalya ilidir. Antalya ili 36 ° 90' enlem derecesinde olup Akdeniz Bölgesi'nde yer almaktadır. Bu iklim bölgesi; Ege Bölgesi'nin büyük bir bölümü ile İç Anadolu'nun batı kesimlerinde etkilidir. Toroslar'ın güneye bakan kesimlerinde etkilidir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Kıyı

kuşağında kar yapısı ve don olayları nadiren görülür. Yüksek kesimlerde kışlar karlı ve soğuk geçer. En soğuk ay olan Ocak ayı ortalama sıcaklığı 6,4 °C, sıcak ay olan Temmuz ayı ortalama sıcaklığı 27,8 °C, yıllık ortalama sıcaklık ise 16,3 °C civarındadır. Ortalama yıllık toplam yağış miktarı 725,9 mm.dir ve yağışların çoğu kış mevsiminde görülür. Yaz yağışlarının yıllık toplam içindeki payı %5,7' dir. Bu yüzden bölgede yaz kuraklığı hâkimdir. Yıllık ortalama nispi nem % 64 civarındadır. Güneşlenme süresi 12h ve ortalama basıncı 100,1 kPa' dır [63].

Antalya ilinde, dağlık bölgeler kıyıya göre daha çok yağış alır ve buralarda kışlar uzun, çok soğuk ve karlı; yazlar ise kısa ve sıcaktır. Kıyı bölümü, yüksek sıcak isteyen bitkilerin yetiştirilmesine uygunluktadır. Antalya'nın kıyı bölgesinde yazlar hem uzun hem de sıcaktır. Kışlar bile ılığa yakın serinlikte geçer [64].

Antalya ilinin en yüksek hava sıcaklığı 45 °C olarak 12.07.2006 yılında ölçülmüştür. En düşük hava sıcaklığı ise; -3 °C dir (06.02.1997). Antalya ilinin ortalama nispi nem oranı %64'tür. Yıl boyunca en çok yağış miktarı 1914,3mm olarak 1969 yılında ölçümü yapılmıştır [64].

İle egemen rüzgârlar, genellikle kuzeybatı ve kuzeydoğu yönlerinden eserler. Yaz aylarında ise güneyden esen rüzgârlar yer yer yoğun duruma geçerler. Ortalama rüzgâr hızı 3,7 m/sn. olan ilde, şiddetli rüzgâr kuzeydoğudan 30,6 m/sn. hızla esmektedir. Şiddetli rüzgârlar genellikle Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında görülmektedir.

Antalya ilinden seçilmiş araştırma alanı; Kepez Belediye'sine ait Şafaklar Parkı'dır.



Şekil 33. Kepez Belediyesi'ne ait Şafaklar Parkı



Şekil 34. Şafaklar Parkı çocuk oyun alanı



Şekil 35. Şafaklar Parkı'nda uygulanan yağmurlama sulama

Bu alanda bulunan parkın sulama projesi Kepez Belediyesi, Peyzaj Mimarı Çiğdem Şehnaz UYSAL tarafından planlanmış olup Şekil 36'da verilmiştir.

Şafaklar Parkı'nda basınçlı sulama yöntemlerinden yağmurlama sulama sistemi kullanılmıştır. Alanda farklı 6 farklı çapta polietilen (PE) boru bulunmaktadır; Ø63 PE boru, Ø50 PE boru, Ø40 PE boru, Ø32 PE boru, Ø25 PE boru ve Ø20 PE borulardır. Yağmurlama başlığı olarak döner (rotor) sprink ve püskürtücü (spray) sprink kullanılmıştır.

Antalya ili için yukarıda verilen iklim verileri doğrultusunda bitki su tüketim modellerinden Penmann-Monteith yöntemi kullanılarak ET_0 değeri hesaplanmıştır.

$ET_0 = 7.805$ mm/gün değeri bulunmuştur.

3.2.2. Çalışma Alanı 2. Ankara

Bir diğer çalışma alanı soğuk iklim bölgesinde bulunan Ankara ilidir. Ankara ili İç Anadolu Bölgesi'nde bulunur ve bu bölgenin tipik iklim özelliklerini taşır. Bölgenin çevresi yüksek dağlarla çevrili olduğundan, denizlerin nemli ılıman havası bölgeye sokulmaz. Bu nedenle bölgede, yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlı karasal iklim hakimdir. Bölgede, doğuya doğru gidildikçe yüksekliğin artmasına bağlı olarak karasallık derecesi artar ve kış sıcaklıkları çok düşük değerler ulaşır.

İç Anadolu bölgesi, ülkemizin en az yağış alan bölgesidir. Ortalama yağış 400mm civarındadır. Bölge en fazla yağışı ilkbahar aylarında sağanak halinde alır. En kurak mevsimi yazdır. Bölge olarak yıllık sıcaklık ortalaması 10 °C–12 °C dır. Aylık sıcaklık ortalamaları en yüksek değerleri (24 °C) Temmuz ayında verirken; en düşük aylık ortalamalar (2–4 °C) Ocak ayında kaydedilmiştir [65].

Ankara ili; 39° 57' kuzey enlemi ve 32° 53' doğu boylamı arasında yer almaktadır. Ortalama olarak deniz seviyesinden yüksekliği 894 m'dir. Ankara meteoroloji istasyonununun 80 yıllık verilerine göre (1926–2005) sıcaklığın yıllık ortalama değeri 11,8 °C' dir. En sıcak aylar ise; Temmuz ve Ağustos'tur. Temmuz ayındaki maksimum sıcaklık 30 Temmuz 2000 tarihinde 40,8 °C, minimum sıcaklık ise 5 Ocak 1942 tarihinde (-24,9 °C) olarak ölçülmüştür. Güneşlenme süresi ise 12 saat 27 dakika'dır. Atmosfer basıncı ise 89,7 kPa olarak belirlenmiştir.

Ankara 2005 yılı aylık toplam yağış değerleri normallerinin üzerinde gerçekleşmiştir. En yüksek yağış miktarı 41,6 mm'dir (27 Mayıs 2005). Yıllık toplam yağış miktarı 461,8 mm olmuştur.

Bu bölgenin araştırma alanı olan Etimesgut Atatürk Koşu Yolu; Etimesgut ilçesinde bulunmaktadır. Atatürk Orman Çiftliği İşletmesi Müdürlüğü'nün, Ankara Şeker Fabrikası yanındaki arazisi üzerinde 85 dönümlük alana kurulmuştur. [66].



Şekil 36. Ankara ilindeki çalışma alanı, Etimesgut Atatürk Koşu Yolu



Şekil 37. Etimesgut Atatürk Koşu Yolu'ndan bir görüntü [67].



Şekil 38. Etimesgut Atatürk Koşu Yolu'ndaki kullanım alanları [67].



Şekil 39. Etimesgut Atatürk Koşu Yolu'nun ana yoldan görünüşü

Etimesgut Atatürk Koşu Yolu'nun çevre tasarım projesi, bitkilendirme tasarımı ve sulama projesi; Peyzaj Yüksek Mimarı Özkan Özgü, Peyzaj Mimarı Ekrem Bayraktar, Jeoloji Mühendisi, Makine Mühendisi Ercan Taban tarafından yapılmış olup ekte verilmiştir.

Ankara ilinin iklim verileri doğrultusunda Penmann-Monteith yöntemine göre bitki su tüketim değeri;

$ET_0 = 5.43$ mm/gün olarak hesaplanmıştır.

3.2.3 Çalışma Alanı 3. Trabzon

Ilıman iklim bölgesindeki çalışma alanı ise Trabzon ilidir. Trabzon ili Karadeniz Bölgesi'nde yer almaktadır. Trabzon iklimi; genel olarak kendine özgü, deniz etkisinin oldukça fazla hissedildiği bir iklim olan Karadeniz ikliminin karakteristik özelliklerini sergiler. Bu iklim tipinin önemli özelliği kışların ılık, yazların sıcak ve yağışlı olmasıdır. Trabzon genelinde rüzgârlar farklı yönlerden farklı hızlarda esebilmektedirler.

Bölge yüksek basınç etkisi altındayken genellikle kuzey ve kuzeydoğu rüzgârları egemendirler. Genellikle kışın soğuk etkisiyle kendini hissettiren bu rüzgârlar yazın da serinlik gösterir. Bölge alçak basınç etkisine girdiğinde ise güney ve güneybatı rüzgârları egemendir. Bölgenin ikliminde ılımanlığın olmasında en önemli etmenlerden biri olan güney ve güneybatı rüzgârları yağış oluşumunda da etkindir.

Aşağıdaki tabloda Trabzon ilinin 2004 yılı meteorolojik verileri verilmiştir. Trabzon'da bulunan çim bitkisinin aylara göre bitki su tüketimi bu değerler yardımıyla hesaplanmıştır.

Tablo 17. Trabzon iline ait meteorolojik veriler [68].

Meteorolojik Elemanlar	AYLAR											
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama Sıcaklık (°C)	8,2	7,2	9,3	12,3	15,5	19,8	22,5	23,8	20,4	17,4	12,5	8,2
Ortalama Max. Sıcaklık (°C)	12,2	11,4	13,4	16,5	19,0	28,2	26,2	28,1	24,9	21,9	16,9	11,9
Ortalama Min. Sıcaklık (°C)	4,6	3,7	5,7	8,5	12,4	16,0	23,2	26,2	24,9	13,7	9,2	5,0
Max. Sıcaklık (°C) ve günü	20,3/23	26,4/29	27,3/24	28,3/12	30,2/7	26,8/19	30,3/30	30,4/10	31,2/25	29,7/18	23,4/10	23,5/30
Min. Sıcaklık (°C)ve günü	-2,2/10	-2,0/22	-2,1/8	2,0/4	8,6/2	10,3/12	15,0/3	18,1/14	12,0/6	9,6/23	1,8/24	-0,3/16
Günlük max. Sıcaklık Farkı(°C)	11,2	14,1	15,1	19,5	15,2	10,8	11,5	11,2	10,4	10,5	16,6	15,4
Ortalama Buhar Basıncı (mb)	6,8	7,0	8,0	9,8	14,0	18,2	20,6	22,9	17,7	14,6	10,7	7,8
Ortalama Nispi Nem (%)	63	69	69	69	79	78	75	76	73	73	71	71
Max. Nispi Nem(%)	95	96	96	95	94	96	96	95	94	94	95	96
Min. Nispi Nem (%)	12	20	28	2	46	43	53	58	55	35	9	27
Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	2,7	2,9	2,4	2,2	2,0	2,4	2,7	2,5	2,7	2,6	2,6	2,5
Max. Rüzgar Hızı ve yönü	20,2 WNW	25,4 WNW	18,2 WNW	18,2 WNW	19,0 WNW	18,0 WNW	25,5 WN	15,6 WNW	19,1 WNW	17,5 WNW	19,5 WNW	19,0 WNW
Toplam Yağış Miktarı (mm)	64,9	76,2	83,5	79,4	74,8	94,7	28,1	30,2	31,1	66,1	134,7	199,0
Max. Yağış Miktarı ve günü	31,6/8	19,0/7	42,8/6	16,9/24	30,3/28	24,7/9	18,7/16	15,0/12	15,3/12	18,9/2	45,1/22	41,7/16
Max. Kar Kalınlığı (cm)	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Yüzey buharlaşması (mm)	-	-	-	2,7	3,1	3,8	4,5	4,2	3,6	2,2	1,4	1,0
Ortalama Güneşlenme şiddeti (cal/cm ² dak)	133,01	170,2	269,97	355,19	375,51	438,27	435,27	352,02	309,88	230,60	161,36	113,46
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2,9	2,2	3,3	5,3	4,7	6,6	7,1	5,6	5,2	5,1	4,0	2,5

Trabzon ilinden seçilmiş olan araştırma alanı, İller Bankası bünyesinde bulunan Arboretum'dur. İller Bankası Arboretumu, İller Bankası Lojmanları karşısında bulunan birçok değişik bitki türünü barındıran doğal bir ortamdır. Alana ilişkin bitkilendirme projesi Doç. Dr. Mustafa VAR tarafından yapılmış olup sulama projesi ve planlanması tarafımızca yapılmıştır. İller Bankası Arboretumu'na ait bitkilendirme projesi ekte verilmiştir.



Şekil 40. Trabzon ilindeki çalışma alanı, İller Bankası Arboretumu



Şekil 41. İller Bankası Arboretumu gezinti Yolu



Şekil 42. İller Bankası Arboretumu'nda bulunan sosyal tesisler



Şekil 43. Arboretumda bulunan doğal gölet

3.2.3.1. Trabzon İline Ait Çalışma Alanının Mevcut Sulama Koşullarının Değerlendirilmesi

Trabzon iline ait çalışma alanı olan İller Bankası Arboretumu'nda mevcut sulama sistemi, sulama yöntemi ve işletme koşullarını değerlendirmek amacıyla söz konusu olan alana gidilerek yerinde incelemeler yapılmış, tespitlerde bulunulmuş, fotoğraflar çekilmiş elde edilen sonuçlar kaydedilmiştir.

Araştırmalar ve gözlemler sonucunda İller Bankası Arboretumunda mevcut bir sulama sisteminin bulunmamakta olduğu, mevcut çim yüzeyi ve bitkiler manüel bir sulama

yöntemiyle hortumla sulandığı tespit edilmiştir. Sulamada kullanılan su şehir suyu şebekesinden elde edilmektedir.

3.2.3.2. Toprak Örneklerine Ait Bulgular

Araştırma alanlarındaki toprak bünyelerinin ve geçirgenliğinin saptanması amacıyla ilk 30 cm toprak katmanından toprak örnekleri alınmıştır.

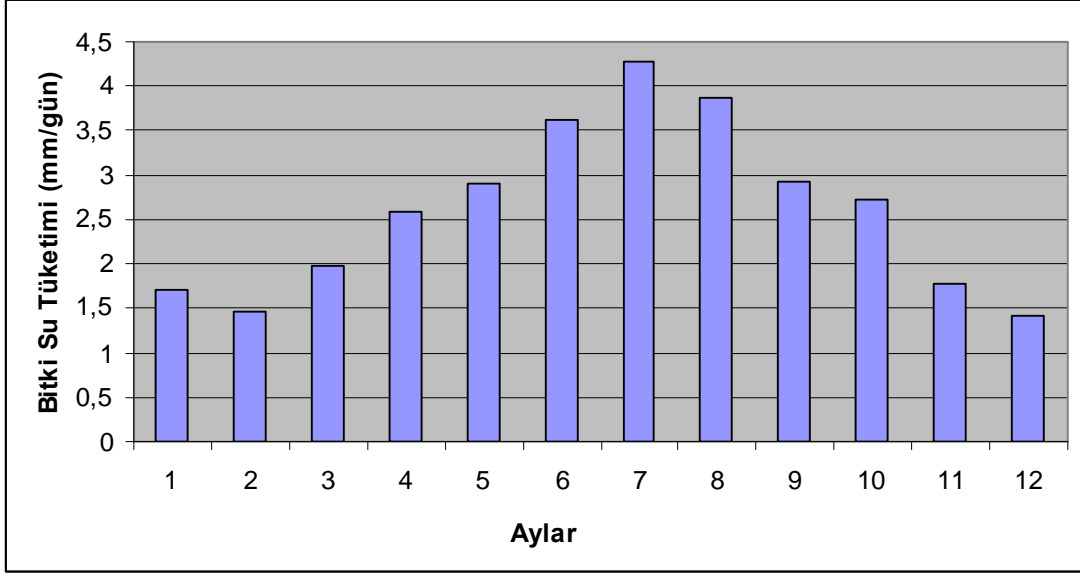
Trabzon iline ait çalışma alanı olan İller Bankası Arboretumu, toprak analizi İl Özel İdaresi Genel Sekreterliği Toprak ve Su Analiz Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Su analiz Laboratuvarı'ndan elde edilen sonuçlar doğrultusunda toprak bünyesinin killi bir yapıya sahip olduğu saptanmıştır. İller Bankası Arboretumu'na ait toprak analiz sonuçları Tablo 18'de verilmektedir.

Tablo 18. İller Bankası Arboretumu'na ait toprak analiz sonuçları

Parkın Adı	Kum %	Kil %	Mil %	Toprak Bünye Sınıfı	Tarla Kapasitesi	Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	pH	Solma Noktası
İller Bankası Arboretumu	21,84	50,72	27,44	Killi	33,60	1,44	6,95	25,5

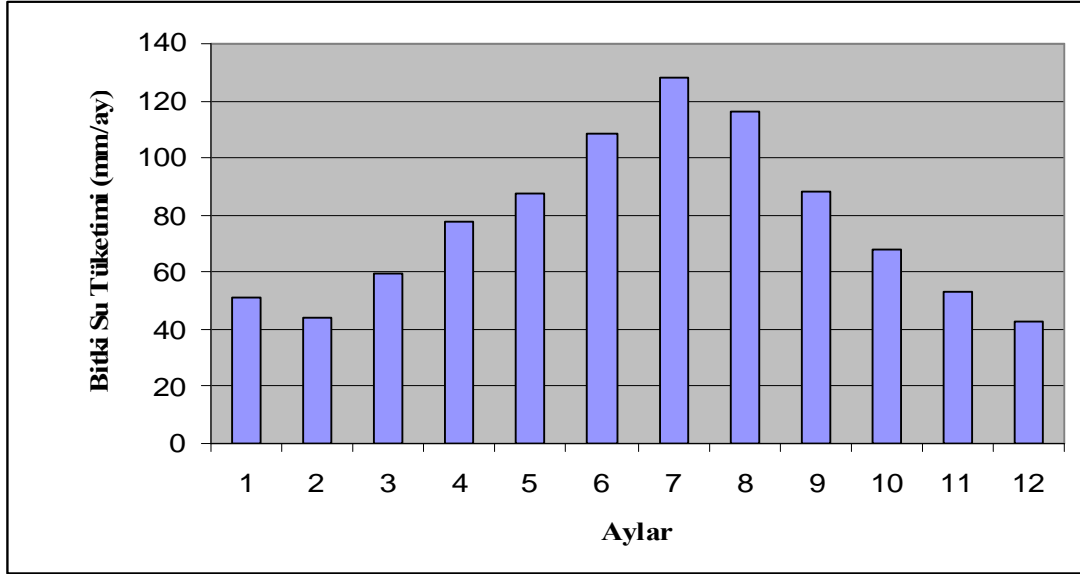
3.2.3.3. Bitki Su Tüketimine Ait Bulgular

Trabzon iline ait çalışma alanında kritik bitki olarak kabul edilen çim bitkisinin günlük su tüketimi değerleri Şekil 44'de, yıl içerisinde bitki su tüketim değerleri Şekil 45'de verilmiştir.



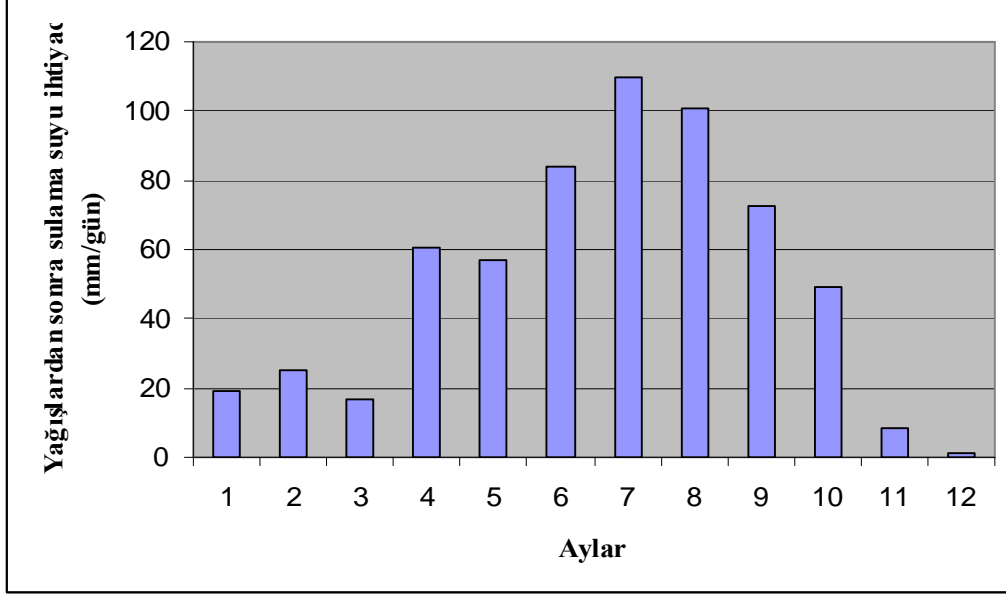
Şekil 44. Trabzon ili için çim bitkisinin aylara göre günlük bitki su tüketimi değerleri

Şekil 44'te görüldüğü üzere bitki su tüketiminin en yüksek değeri 4,278 mm/gün ile Temmuz ayında, en düşük değeri ise 1,42 mm/gün ile Aralık ayında olmaktadır. Bu değerler Penmann-Monteith yöntemine göre Trabzon 2004 iklim verileri formüle edilerek hesaplanmıştır. Şekil 45'te Trabzon ili için çim bitkisinin aylara göre bitki su tüketim değerleri gösterilmektedir.



Şekil 45. Çim bitkisi için aylara göre bitki su tüketim değerleri

Aylık ortalama yağış miktarları, bitki su tüketimi (mm/gün) değerlerinden çıkartıldıktan sonra çim bitkisinin ihtiyaç duyduğu sulama miktarları hesaplanmıştır. Bu değerler Şekil 46'da verilmektedir.



Şekil 46. Aylara göre yağışlardan sonra sulama suyu ihtiyacı (mm/ay)

3.2.3.4. Sulama Suyu İhtiyacı, Sulama Aralığı ve Sulama Süresi Sonuçlarına ait Bulgular

Elde edilen Trabzon iline ait iklim verileri ve diğer değerler yöntem bölümünde verilen eşitliklerde yerlerine konularak aylara göre referans bitki su tüketim miktarları bulunmuştur. Bu değerler çim bitkisi kat sayısı ile çarpılarak aylara göre çim bitkisinin gerçek bitki su tüketim değerleri elde edilmiştir. Gerçek bitki su tüketim değerlerinden aylık ortalama yağış miktarları çıkartılarak da çim bitkisinin ortalama sulama suyu ihtiyacı hesaplanmıştır. Elde edilen bu veriler ve İller Bankası Arboretumu'na ait toprak analiz sonuçları yöntem kısmında verilen her sulamada uygulanacak olan su miktarı, sulama aralığı ve sulama süresi eşitliklerinde yerlerine konularak Tablo 19'daki değerler elde edilmiştir.

Tablo 19. Trabzon İli İller Bankası Arboretum'u için hesaplaması yapılan sulama suyu ihtiyacı, sulama aralığı sulama süresi sonuçları

Aylar	Sulama Suyu İhtiyacı	Sulama Aralığı	Sulama Süresi
Ocak	0,65 (mm/gün)	10,2 (gün)	138 (dakika)
Şubat	0,83 (mm/gün)	11,9 (gün)	138 (dakika)
Mart	0,57 (mm/gün)	8,7 (gün)	138 (dakika)
Nisan	2,02 (mm/gün)	6,7 (gün)	138 (dakika)
Mayıs	1,90 (mm/gün)	6,0 (gün)	138 (dakika)
Haziran	2,79 (mm/gün)	4,8 (gün)	138 (dakika)
Temmuz	3,65 (mm/gün)	4,0 (gün)	138 (dakika)
Ağustos	3,36 (mm/gün)	4,5 (gün)	138 (dakika)
Eylül	2,42 (mm/gün)	5,9 (gün)	138 (dakika)
Ekim	1,64 (mm/gün)	6,4 (gün)	138 (dakika)
Kasım	0,27 (mm/gün)	9,8 (gün)	138 (dakika)
Aralık	0,036(mm/gün)	12,3(gün)	138 (dakika)

3.2.3.5. Seçilen Sulama Yöntemine Ait Bulgular

Araştırma alanında mevcut bir sulama sistemi bulunmamaktadır. Bitkilerin ihtiyaç duydukları su, manuel olarak hortumla sağlanmaktadır. Kullanılan bu su artezyen vasıtalarıyla su depolarından temin edilmektedir. Bu sebeple alanda minimum sistem debisi kullanımı zorunluluğu bulunmaktadır. Sistemin bir bütün olarak peyzaj estetiğine uygun olması, eş dağılımlı su uygulaması, suyun az olarak bulunduğu koşullarda sudan en ekonomik bir biçimde optimum faydalanmayı sağlamak için yağmurlama sulama sistemi seçilmiştir. Sistem sabit yağmurlama sulama sistemidir. Peyzaj estetiği açısından yağmurlama başlıkları zemine gömülü pop-up tipindedir.

4. TARTIŞMA

4.1. Bitki Su Tüketim Yöntemine İlişkin Değerlendirmeler

İklim verilerinden yararlanılarak bitki su tüketiminin tahmininde kullanılabilecek çok sayıda eşitlik geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları birkaç iklim faktörünün dikkate alınmasıyla geliştirilen, çözümü kolay, ancak uzun periyotlar için sağlıklı sonuç verebilen eşitliklerdir. Tez kapsamında bu eşitliklerden Penman-Monteith Yöntemi ile Blaney-Criddle Yöntemi'nden bahsedilmiştir.

Uygulama çalışmalarında temel olarak Penmann-Monteith Yöntemi kullanılmıştır. Penman-Monteith Yöntemi'nin seçilme sebebi ise; birçok veri ile daha doğru sonuç elde edilmesidir. Bu yöntem tarımsal son yıllarda özellikle peyzaj alanlarında sıkça kullanılır olmuştur.

Bitki su tüketim tahmininde kullanılan ve yönteme veri olarak giren iklim verileri, coğrafi konum, araziye ait veriler ve bitki türleri doğrultusunda hesaplamalar yapılmıştır. Penman-Monteith bitki su tüketim yöntemindeki hesaplamalarda kullanılan iklim elemanları olarak; ortalama sıcaklık, rüzgâr hızı, ortalama bağıl nem, güneşlenme süresi, atmosfer basıncı kullanılmıştır.

Çalışmada ayrıca bitki su tüketim yöntemi dışında İl Özel İdaresi Genel Sekreterliği Toprak ve Su Analiz Laboratuvarı'ndan elde edilen toprak verileri dikkate alınarak Trabzon ili için, sulama suyu ihtiyacı, sulama aralığı ve sulama süresi hesaplanmış olup su tüketim yöntemini destekleyen çalışmalardır.

4.2. Uygulama Alanlarına Ait Özelliklerin Değerlendirilmesi

Araştırmaya konu olan çalışma alanları Türkiye'nin 3 farklı iklim bölgesinden seçilmiştir. Bu bölgeler; sıcak iklim bölgesi olan Akdeniz Bölgesi, soğuk iklim bölgesi olarak İç Anadolu Bölgesi ve ılıman iklim bölgesine örnek olarak da Karadeniz Bölgesi belirlenmiştir. Sıcak iklim bölgesine örnek olarak seçilen Akdeniz Bölgesi'ndeki Antalya ili ve bu ilde bulunan Şafaklar Parkı'dır. Soğuk iklim bölgesini temsil eden İç Anadolu Bölgesi'ndeki Ankara ilindeki Etimesgut Atatürk Koşu Yolu ve son olarak da ılıman iklim

bölgesi olan Karadeniz Bölgesi'nde Trabzon ili ve Trabzon ilinde bulunan İller Bankası Arboretumu çalışmanın materyalini oluşturmuştur.

Çalışmanın 3 farklı iklim bölgesinde yapılmasındaki hedef, özellikle son yıllarda geniş kentlerde ve yakın çevresinde geniş alanlar kaplayan çim yüzeylerin su ihtiyaçlarının ortaya konması ve diğer bölgelerle karşılaştırılabilir yönlerini tartışmaktır.

Uygulama alanlarında mevcut fonksiyon bölgeleri, kullanım alanları, bitki örtüsü ve çevre verileri değerlendirmeye alınarak ve özellikle tezin giriş kısmında sulama yöntemlerinin planlanmasına ilişkin kurumsal bilgiler ışığında hazırlanmıştır. Kuramsal bilgilerden yağmurlama sulama yöntemlerine göre park alanlarının sulama projelerinin yapılması bu alanlardaki yetişen çim bitkilerinin su tüketiminde karşılaştırılabilir durumlarını ortaya koymaya yöneliktir.

Uygulama alanlarında alanlara ait veriler birbirleriyle karşılaştırılabilir kriterler olarak arazi eğimi, coğrafi konum, büyüklük, parkın fonksiyonu ve park içi kullanımlar olarak ele alınmaktadır.

Bu yaklaşımla sıcak iklim bölgesinde bulunan çalışma alanı Antalya iline ait Şafaklar Parkı'dır. Şafaklar Parkı, Kepez Belediyesi'ne bağlı Şafaklar Mahallesi'nde bulunmaktadır. Çalışma alanı yerleşim alanları arasında kalan bir semt parkı niteliğindedir. Parkın her 2 yanında da tali yollar bulunmaktadır. Topografya yapısı ile tamamen düz bir alana kurulmuş olup eğim bulunmamaktadır. Parkın toprak özellikleri yer yer değişiklikler göstermekte olup dolgu toprak niteliğindedir. Alanın kullanıcısı tamamen çevre halkından oluşmaktadır. Parkta 1 adet çocuk oyun alanı ve 5 adet sabit oturma bankı bulunmaktadır.

Sulamanın başarısı iklimsel elemanlar ile yeşil alanda mevcut doğal ve kültürel verilerin doğru tanımlanmasına sıkı sıkıya bağlıdır. Burada plancıya düşen görev minimum su kullanarak maksimum fayda elde etmek olmalıdır. Bitkilerin büyük ölçüde mevsimlere ve mevsimler içinde de zaman dilimlerine bağlı olarak suya olan ihtiyacının değiştiği bilinmektedir.

Her 3 uygulama alanında da Penman-Monteith bitki su tüketim yönteminin uygulandığı çalışma alanlarındaki çim türleri karışım türler olup benzer türlerden oluşur.

Uygulama alanlarındaki mevcut bitkilendirme projeleri doğrultusunda Trabzon iline ait sulama projesi hazırlanmış olup bütün alanın eşit şekilde sulanmasını sağlamak üzere bitkiler ve alandaki diğer yapısal veriler dikkate alınmıştır. Diğer çalışma alanları olan Antalya ve Ankara illerindeki sulama projeleri benzer ilkelere uyularak projelendirilmiştir.

Antalya iline ait çalışma alanı olan Şafaklar Parkı ile Ankara iline ait çalışma alanı olan Etimesgut Atatürk Koşu yolu'na dikilen bitkiler genç yaşta fidanlar olup bitki su tüketimini etkileyecek özellikler içermemektedir. Bu çalışma alanların sadece Trabzon İller Bankası Arboretumu'nda bulunan bitkiler gelişmiş olup bitki su tüketim açısından gereksinimleri oldukça fazladır. Hesaplamalarda çim bitkisi kriter olarak ele alındığında boylu bitkilerin bölgenin nemli ve yağışlı olma gibi iklim özellikleri nedeniyle tolere edilebileceği varsayımından yola çıkılmıştır.

Burada dikkat edilmesi gereken diğer bir konu çim alanları oluşturulmadan sulamaya ilişkin tüm alt yapı çalışmalarının tamamlanması ve gelecekte drene edilecek olan suyun bertarafını sağlayacak sistemler düşünmektir.

5. SONUÇLAR

Çevrenin ve ekolojik sistemin korunması ile çevresel kaynakların daha dengeli kullanılması konusu tüm ülkelerin ortak sorunu haline gelmiştir. Kent yaşamının ayrılmaz parçalarından olan yeşil alan ve parklar, sosyo-kültürel aktiviteleri ve yeşil dokuları ile hem doğayı hem de kenti ifade etmektedir.

Parklar, doğanın kent içinde sembolünün yansıması olarak, kentlilerin doğa ile ilişkilerine olanak sağlamakta, zamanın getirdiği yeni kullanım ihtiyaçları doğrultusunda sürekli çeşitlenmekte ve yeni anlamlar kazanmaktadır.

Bu nedende kentli açısından öneminin göz ardı edilmemesi, eskileri korunup geliştirilirken yenilerinin hem büyüklük hem de işlevsel olarak gereksinimlerine cevap verecek şekilde planlanması tasarlanması ve uygulanması gerekmektedir. Bu amaçla konu ele alındığında yeşil alanların sağlıklı yönetiminde uygulama çalışmalarının en önemlilerinden biri sulama ve alt yapı çalışmalarının hazırlanmasıdır.

O halde kentlerde yer alan park alanlarındaki bitki örtüsü ve çim alanların canlılığını sürdürebilmesi ve sürekli bir yeşil alan elde edilmesi sulama ile yakın ilişkili bir konudur.

Su kaynaklarının korunması, geliştirilmesi ve toplum yararına en iyi biçimde değerlendirilmesi çağımızda hemen hemen tüm ülkelerde en önde gelen sorunlardan bir tanesidir. Sudan devamlı ve yüksek düzeyde bir verim elde edilmesi için en uygun sulama sisteminin seçimi ve aynı zamanda projelendirilmesi gerekir.

Bitkiler normal gelişimlerini sürdürebilmeleri için suya ihtiyaç duyarlar. İhtiyaç duydukları su, doğal yağışlarla ve sulamalarla çoğu zaman karşılanamamaktadır. Ancak ülkemiz yarı kurak iklim kuşağı içerisinde yer alması sebebiyle doğal yağışlarla karşılanan bitkinin ihtiyaç duyduğu su miktarı, sulama suyu ile karşılanana oranla oldukça düşük düzeyde kalmaktadır. Bitkinin büyüme mevsimi boyunca ihtiyacı olan suyun önemli bir kısmı sulama suyu ile karşılanır.

Bitkiler gereksinim duydukları suyun küçük bir kısmını bitki dokularında kendi yapılarında kullanırken önemli bir kısmını da yaprak yüzeyinden atmosfere atarlar. Bitkilerin ihtiyaç duyduğu suyun doğal yollarla sağlanamadığı bölgelerde ilave sulamaya ihtiyaç duyulur. Sulamaların gerektiği zamanda, bitki gelişmesini engelleyici bir dereceye düşmeden her bitkinin günlük veya aylık bitki su tüketim değerlerinin bilinmesi gerekir.

Araştırma kapsamında 3 farklı iklim bölgesini temsil eden 3 benzer park alanındaki bitki su tüketim değerleri Penmann-Monteith yöntemine göre hesaplanmıştır. Hesaplamalar her 3 çalışma alanı için de bitkilerin yıllık periyotlar içinde su tüketimlerinin en fazla olduğu Temmuz ayı kriter olarak belirlenmiştir. Bu konuda yapılan akademik çalışmalar ve yöntemeye dayalı araştırmalar ile çeşitli analiz çalışmalarının sonuçları da bu yaklaşımları doğrulanmaktadır.

Tez kapsamında sıcak iklim bölgesi için seçilen Akdeniz Bölgesi'ne ait Antalya ilinde bulunan Şafaklar Parkı'nda Penmann-Monteith yöntemi uygulanmış ve Temmuz ayı iklim verileri doğrultusunda $E_{to}=7,805\text{mm/gün}$ olarak bulunmuştur.

Soğuk iklim bölgesi olan İç Anadolu Bölgesi'ndeki Ankara ilinden seçilmiş olan Etimesgut Atatürk Koşu Yolu'nda yapılan hesaplamalara göre $E_{to}=5,403\text{mm/gün}$ olarak belirlenmiştir.

Son olarak ise ılıman iklim bölgesi olan Karadeniz Bölgesi'nde bulunan Trabzon iline ait çalışma alanı olan İller Bankası Arboretumu'nda yapılan hesaplamalar sonucu $E_{to}=4,278\text{mm/gün}$ olarak bulunmuştur.

Hesaplamalar sonucunda en yüksek bitki su tüketim değeri $7,805\text{mm/gün}$ ile sıcak iklim bölgesinde bulunan Antalya iline aittir.

Ülkemiz kentlerinde, kentli için yenilenmenin, dinlenme ve eğlenmenin vazgeçilmez mekânlarından olan park alanların ve açık yeşil alanların çağdaş kent yaşamına yakışacak şekilde sürekli bakımının ve yenilenme çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Sulama çalışmaları da parkın bakım çalışmaları için de en ayrıcalıklı bir yere sahiptir. Bitkilerin gereksinim duydukları miktar ve süredeki suyun verilmesi şeklinde tanımlanan sulama günümüzde teknolojinin yardımıyla çeşitli sistemler yardımıyla yapılmaktadır.

Özellikle yüzyılımızda çok çeşitli insan faaliyetleri sonucu suya artan talep ve su ile olan etkileşim her geçen gün daha da artmaktadır. Ancak bununla birlikte ihtiyaç duyulan su kaynaklarının miktar ve kalitesi sınırlıdır. Günümüzde her geçen gün azalmakta olan temiz su kaynaklarının tüketiminde tasarrufun önemi artmakta ve bu durum sulama çalışmalarına da yansımaktadır. Bu nedenle gerçekleştirilen pek çok sulama projesi, su tüketimini minimize etmeye yönelik bir yaklaşım içindedir. Bu çalışmada da su tüketiminin en az olduğu sulama yöntemi olarak bilinen yağmurlama sulama yönteminin projelendirilmesi yapılmış olup bu amaca hizmet etmektedir.

6. ÖNERİLER

Çim alanlarının kalitesi sadece belli periyotlarda ve miktarda yani projelendirilmiş bir biçimde suyu vermek değil aynı zamanda çim alanlarının sağlıklı yaşamlarına yönelik önlemleri almak (sulama suyu kalitesi, alet ve ekipmanların düzenli kontrolü, sulamanın iklimsel verilere göre değerlendirilmesi, park alanındaki kullanımların ve fonksiyon bölgelerinin değişmesine koşut olarak projenin yeniden gözden geçirilmesi vb.) ve sürdürülebilirliği sağlamaktır.

Bilindiği üzere en iyi toprak şartlarında oluşturulan çim alanlarının ekonomik ömrü 20–30 yıl kadardır. Çim alanlarının ekonomik ömrünü uzatmanın yolu ise olumsuz faktörlerin (ekstrem iklim değerleri, toprakta bulunan yabancı otların varlığı, geçirgen olmayan toprak yapısı v.b) bertaraf edilmesi ve kıt kaynaklardan olan suyun doğru zamanlama ve miktarda kullanılmasıdır.

Bakım çalışmaları içinde çok önemli bir yer tutan sulama çalışmalarının pek çok bileşeni bulunmaktadır. Şüphesiz dikkate alınması gereken en önemli faktör iklim değerleri olup çok önemli bir belirleyen durumundadır. Bununla birlikte sulama çalışmaları açısından dikkate alınması gereken arazi yapısı, topografyası, eğim değerleri, çevre kullanımları, bitkisel örtü, gibi pek çok etmen de bulunmaktadır. Yapılan bütün çalışmaların temel hedefi bu çalışmada referans olarak alınan özellikle çim bitkisinin sağlıklı bir şekilde varlığının devam etmesini sağlamaktır.

Su kaynakları sınırlı olan ülkemizde su kaynaklarının dağılımı eşitsiz, yağışlar düzensiz ve nüfus artış hızı ise yüksektir. Bu nedenlerle suyu ekonomik, yüksek randıman alacak bir biçimde ve düzenli bir şekilde kullanmak gerekir. Bu yolla var olan ekolojik dengenin korunması da sağlanmış olacaktır. Alınacak önlemler ile aşırı su kullanımından kaçınılmalı, su kirlenmeleri önlenmeli, sulama sistemlerinde işletme ve bakım açısından mevcut durum iyileştirilmelidir. Sulama sistemleri geliştirilmeli, sulamada daha ekonomik su kullanımı olan yağmurlama ve damlama sulama yöntemlerine öncelik verilmelidir. Yine sulamanın başarısının en önemli göstergelerinden biri de sulama alt yapısının çok iyi hazırlanmasıdır.

Sulama suyunun gereğinden az verilmesi yani yetersiz sulama elde edilecek verimi azaltarak bitki üzerinde zarar sebep olur. Aşırı su kullanımı ise toprakta tuzluluk ve çoraklık gibi istenmeyen durumlar meydana getirir. Bu tür durumları önlemek için bilimsel

araştırmalar ışığında uygun sulama sistemi, sulama zamanı seçilerek sulama suyu ihtiyaı ve sulama aralığı belirlenmelidir. Uygun sulama zamanının planlanması suyun özellikle eğimli yüzeylerde yüzeysel akışını önleyerek su tasarrufu sağlar.

Kentlerde oluşturulan ve oldukça büyük alanlar kaplayan yeşil alanlar ve parklar kapladıkları alanların nitelikleri doğrultusunda kentliler tarafından kullanılabilmekte ve o lde de niteliklerini koruyabilmektedirler. Parkların yapıldıkları günden aldıkları son Őekle kadar geçirdikleri değişim hep yeşil alanların aleyhinde olmakta ve azalan bu alanların da bakımının yapılması bu alanların yaşatılması için en önemli konuların başında gelmektedir. Yoğun nüfusa sahip olan kentlerde su kaynaklarına ulaşmanın zorluğu göz önüne alındığında parkların ve yeşil alanlarının sulanmalarının su kaynağıyla orantılı olarak mümkün olabileceği ve bunun sonucunda da su kaynağının yeterli olmaması durumunda suyun ekonomik bir Şekilde kullanılması gerektiği ortadadır.

Kentlerde yeşil alan ya da park olarak değerlendirilmek istenen bölgelerdeki çalışmalar bir bütünlük içinde pek çok faktörün bir arada değerlendirilmesi gereken bir uygulamadır. Bu çalışmalardan biri de bakım çalışmaları kapsamında ele alınan sulamadır. Sulama, bir park alanının alt yapı tesisi olup parkın devamlılığının sağlanmasında aşağıda belirtilen öneriler doğrultusunda ele alınmalıdır.

Sulama projeleri ve sulama yöntemleri ortaya konarken göz önünde bulundurulması gereken yaklaşımlar Şunlardır:

- Bölgenin iklim değerleri çok iyi analiz edilmelidir.
- Arazinin mevcut topografyası çok iyi incelenmelidir.
- Arazinin toprak yapısı analiz edilmelidir
- Arazi üzerinde yer alan bitki örtüsü tespit edilerek plana işlenmiş olmalıdır.
- Araziye bitişik olarak yer alan vre kullanımları çok iyi analiz edilmelidir.
- Arazinin yer altı su seviyesi belirlenmelidir.
- Arazi ve vre arazileri de içine alan yağış akış deseni ve doğal drenaj akışları ortaya konmalıdır.
- Arazi üzerinde mevcut yapı elemanları ve onların kapladıkları zemin set yüzey olarak belirlenmelidir.
- Sulamada kullanılacak olan su kaynağının teminine ilişkin su rezervuarı çalışması yapılmalıdır. (dere, gölet, baraj, sulama havuzu, yer suyu vb. su kaynağı)

Bir ÷lkede yer alan park ve yeşil alanlar ile uygun bir biçimde yönetilen su kaynaklarının varlığı ÷lkenin ekonomik kalkınması ve sosyal refahın en önemli göstergeleri olarak kabul edilmektedir. Park ve yeşil alanların oluşturulması yanında suyun sürdürülebilir kullanımına yönelik politikaların da beraberinde gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Eymirli, S., Erzurum Kenti Açık ve Yeşil Alanlarının Saptanması ve Kent İçi Açık-Yeşil Alan İlişkileri Yönünden Araştırılması, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana,1994
2. Korkut, A.B., Bitki Örnekleriyle Peyzaj Mimarlığı, Hasad Yayıncılık, İstanbul,1995
3. Kumbaracıbaşı, C., Kent, Estetik, Ankara, “2000’li Yıllar İçin Ankara Kenti’nin Açık ve Yeşil Alan Sistemi Ne Olmalıdır ?”, Peyzaj Mimarlığı Dergisi 91,2 (2003) 65-67
4. www.zmo.org.tr/etkinlikler/5tk02/15.pdf. 15 Aralık 2006.
5. <http://www.dsi.gov.tr/topraksu.htm>. 28 Kasım 2006.
6. DSİ (Devlet Su İşleri), DSİ Dünya Su Günü Basın Bildirisi, Trabzon, 22 Mart 1998.
7. Altunkasa, M.F., Peyzaj Mühendisliği, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 123, Ders Kitapları Yayın No: A-36, Adana, 1998.
8. Şener, S., Ertaş, R., Öğretir, K. ve Aran, A., Türkiye’de sulanan Bitkilerin Sulama Teknikleri, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, Menemen-İzmir, 1995.
9. Smith, W.S., Landscape Irrigation Design and Management, Chemical and Bioresource Engineering Department Colorado State University, John Wiley & Sons, Inc., Canada, 1997.
10. Uzun, G., Kentsel Rekreasyon Alan Planlanması. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No:48, 101, Adana
11. Anthony, P., ve Rees, Y., The Garden Design Book. Collins, London, 1988
12. Beccard, B., Taking Control, Landscape Design, USA, 1995
13. Çakmak, B., ve Aküzüm, T., Rekreasyon Alanlarının Sulanması, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1280, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler:712, Ankara,1992,
14. Treshow, M., Enviroment and Plant Response. Mac Graw-Hill Company. 1970.
15. Kohnke, H., Soil Phisycs. 1968.
16. Korukçu, A. ve Yıldırım, O., Yağmurlama Sistemlerinin Projelenmesi. Topraksu Kartografya Müdürlüğü. Ankara, 1981.
17. Çetin, Ö., Kara, N. ve Semiz, Celal., Tarım ve Köy İşleri Daire Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı, Çiftçi Eğitim Serisi Yayınları 2004/7, Ankara-2004

18. Hakgören, F., Sulama (Planlama ve Projelenme İlkeleri)Akdeniz Üniversitesi Basımevi, Akdeniz Üniversitesi Yayını, No:67 Antalya, 1996
19. Seçkin, Ö.B., Peyzaj Uygulama Tekniği, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4105, Orman Fakültesi Yayın No: 453, İstanbul-1998.
20. Güngör, Y., Erözel, A.Z., Yıldırım, O., Sulama, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1443, Ders Kitabı: 424, Ankara, 1995.
21. Omay, E., Zirai Sulama, Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Topraksu Genel Müdürlüğü, Tarsus Topraksu Eğitim Merkezi Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No: 71, Tarsus-1978.
22. Öziş, 1994. Su mühendisliği Tarihi Açısından Türkiye'deki Eski Su yapıları T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, DSİ. Genel Müdürlüğü 40.Kuruluş Yılı (1954–1994) Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı, Ankara, 2003
23. Yıldırım, O., Bahçe Bitkileri Sulama Tekniği, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ziraat Fakültesi Yayını, No:1281, Ankara, 1993.
24. Seçkin, Ö.B. ve Çelik, H.E., Sulamaya Giriş, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4421, Orman Fakültesi Yayın No: 472, İstanbul, 2003.
25. Tenn, M., How To Design and Build A Sprinkler System, A Complete Guide For The Do-It-Yourselfer, Irrigation IP Publishing Milwaukie, 1997,Oregon.
26. Tarjuelo, J.M., Montero, J., Carrion, P.A., Honrubia, F.T. ve Calvo, M.A., Irrigation Uniformity With Medium Size Sprinklers Part II: Influence Of Wind And Other Factors On Water Distribution, American Society of Agricultural Engineers, (1999) 677-689.
27. Harris, W.C. ve Dines, T.N., Time Saver Standards for Landscape Architecture, 1988.
28. Wilde, S.A., Forstliche Bodenkunde Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 1962.
29. Türüdü, Ö.A., Toprak Bilgisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, Trabzon, 2004.
30. Demirel, K., Peyzaj Alanların Sulanması, Çanakkale On sekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Çanakkale, 2003.
31. Parsons, J., Cotner, S., Roberts, R., Finch, C., Welsh, D ve Stein, L., Efficient Use Of Water in the Garden and Landscape, Extension Horticulture Information Resource, USA, 2000.
32. Hatat, M., Bahçivanın El Kitabı, Ankara Büyükşehir Belediyesi, 1999.
33. Landphair, H.C., Klatt, F., Landscape Architecture Construction. Elsevier, New York–1979.

34. Irrigated Acreage Determination Procedures for Wastewater Application Equipment, Stationary Sprinkler, Irrigation System, North Carolina Cooperative Extensive Service, North Carolina State University, 1994.
35. Ertuğrul, H. ve Apan, H., Sulama Sistemlerinin Projelenmesi, Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 562, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 252/38, Erzurum, 1979.
36. Hendrix, H., Straw, S., Reliable Rain, A Practical Guide to Landscape Irrigation, Taunton Press, USA-1998.
37. Özden, M.A., Peyzaj Çalışmalarında Farklı Sulama Tekniklerinin Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, A.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1994.
38. Haroğlu, R., Peyzaj Uygulamalarında Sulama Sisteminin Seçimi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, A.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü Ankara, 2000.
39. Demirel, K., Peyzaj Projelerinde Kullanılan Farklı Yağmurlama Sulama Başlıklarının Performanslarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, 2005.
40. Anonim, Rain Bird Landscape Irrigation Prducts, 2003.
41. Alagöz, H., Kültürteknik Sulama 1. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültür Teknik Bölümü. İzmir. 1984.
42. Korukçu, A. ve Öneş, A. Çağdaş Sulama Teknikleri . Türkiye Peyzaj Mimarisi Derneği Yayınları, No:3. Ankara. 1981.
43. Wilson, R.H., Arboriculture Care of Trees, Shrubs and Vines in the Landscape . Prentice-Hall Inc. New Jersey, USA. 1988.
44. Yıldırım, O., Sulama Sistemleri 2 Kitabı. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No:1449, Ankara,1996.
45. Christiansen, J.E. ve Davis, J.R. Sprinkler Irrigation Systems. Utah State University, USA. 1995.
46. Smajstrla, A.G., Zazueta, F.S. ve Haman, D.Z., Lawn Sprinkler Selection and Layout for Uniform Water Application, University of Florida Cooperative Extension Service, America, 1998.
47. Stryker J., Sprinkler Spacing, Landscape Sprinkler Design Tutorial 3 (2003) 127-135.
48. Anonim, Rain Bird Sulama Ürünleri Kataloğu, 2005.
49. Anonim, Irrigation Factsheet, Proper Usage of Flow Control Valves in Irrigation System, Yayın No: 753, British Columbia, 2000.

50. Yüksel, A.N., Erdem, Y., Sulama ve Gübreleme, Hasad Yayıncılık, İstanbul, 2002.
51. Anonim, Ege Yıldız, Yağmurlama Sulama Tekniği ve Projelendirilmesi, 1999.
52. <http://www.eskipazarziraatodasi.org/ysulama.htm#YAĞMURLAMA%20SULAMA%20YÖNTEMİ> 27 Kasım 2006.
53. Tüzel, İ.H., Balcı, A., Yerli Yapım Damla Sulama Sistem Unsurlarının Projelendirilme Kriterleri Üzerinde Bir Araştırma, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 27,2 (1990) 175-188.
54. Anonim, Floraplus Peyzaj Mimarlığı Tasarım ve Çevre dergisi, Peyzaj Alanlarında Damlama Sulama, 6 (2006).
55. Ayyıldız, Z., Z, Karşlı., H, Sarıtaş., Y, Gökalp. ve A, Çelik., Adana Zirai Üretim İşletmesi ve Mekanizasyon Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Yayın No:3, Adana, 1999.
56. Stuver, M. D. ve Liljegren F.S., Landscape Irrigation Simplified, Asla, 2001.
57. Deniz, B., Çevre Düzenleme Çalışmalarında Sulamanın Bayraklı Turgut Özal Rekreasyon Alanı ve Olof Palme Parkı Örneğinde İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 1998.
58. Yeşil, D., Yeşil Alanlarda Sulama Sorunları ve Karşıyaka Muammer Aksoy Parkı Örneğinde Sulama Projesi Oluşturulması, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi., Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2001.
59. Burt, C.M., Clemmens, A.J., Bliesner, R., Merriam, J.L. ve Hardy, L., Selection of Irrigation Methods for Agriculture, American Society of Civil Engineers, Virginia-2000.
60. Ersin, M., Sulama ve Kurutma Ders Notları, Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sayı No:196, İstanbul, 1987.
61. Güngör, Y. ve Yıldırım, O., Tarla Sulama Sistemleri, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 1987
62. Çakmak, B., Çankaya İlçesi Parkların Sulama Sorunları, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1990.
63. www.antalya.beltr/tr/kent-profil/iklim Antalya Belediyesi. 1 Aralık 2006.
64. <http://antalya.meteor.gov.tr/bmtur/ANT-ANASAYFA.htm>. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Antalya Bölge Müdürlüğü. 15 Aralık 2006.
65. <http://ankara.meteor.gov.tr/> Ankara Meteoroloji Bölge Müdürlüğü. 1 Aralık 2006.
66. <http://www.ankarahaber.com/> Ankara Haber. 27 Kasım 2006.

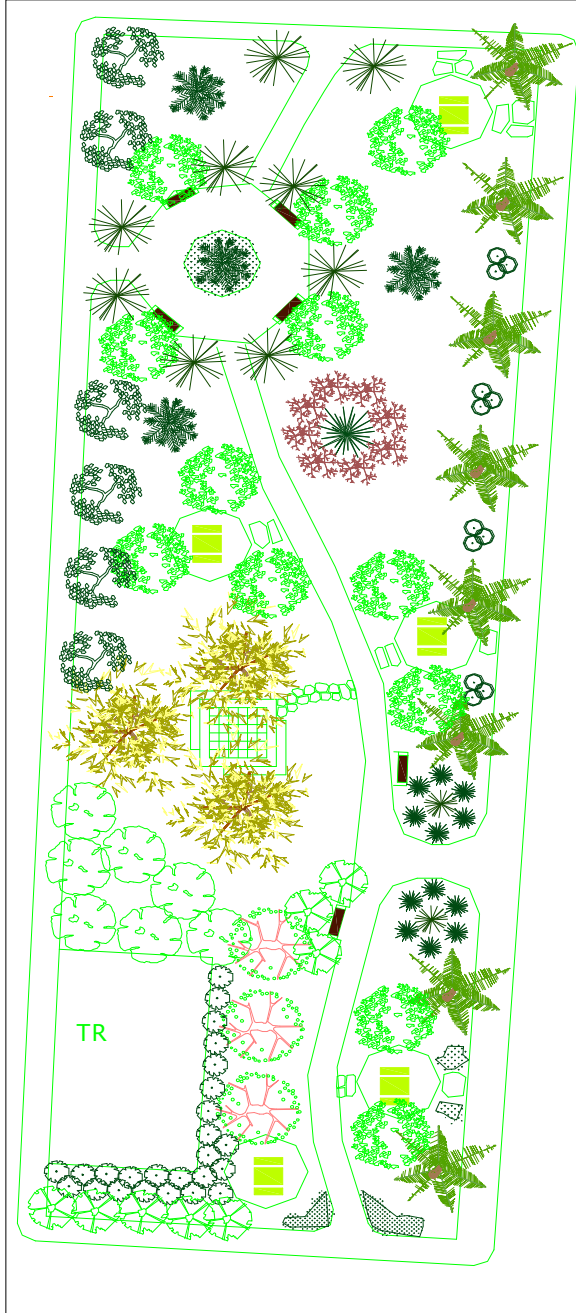
67. <http://www.etimesgut.bel.tr/index.php?ln=2&id=2&un1=4&un2=45&un3> Etimesgut Belediyesi. 10 Aralık 2006.

68. Meteoroloji İşleri Bölge Müdürlüğü, Trabzon İklim Değerleri, 2004, Trabzon.
















8.EKLER

Ek – 1: Kepez Belediyesi Şafaklar Mahallesi Bitkilendirme Projesi

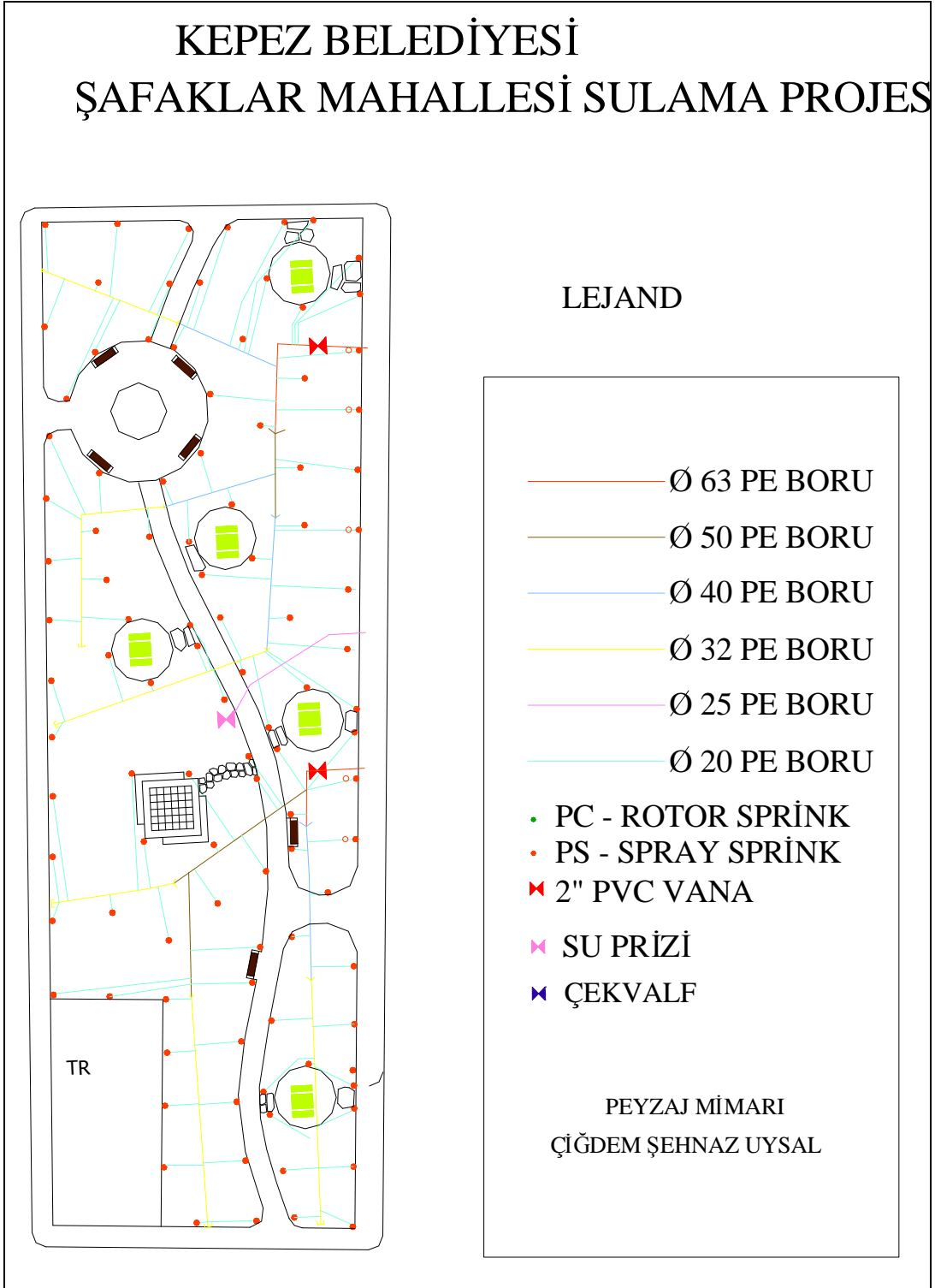
KEPEZ BELEDİYESİ ŞAFAKLAR MAHALLESİ BITKİLENDİRME PROJESİ



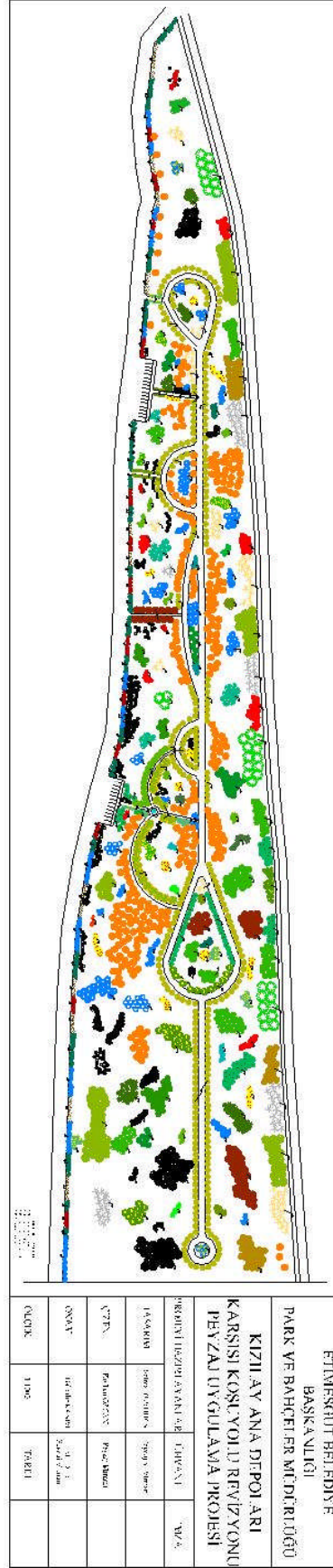
LEJAND

	Phoneix canariensis
	Palmae
	Casia
	Ceratonia siliqua
	Morus alba
	Thuja occidentalis
	Grevillea annulifera
	Platanus orientalis
	Lagerstromia indica
	Nerium olender
	Viburnum opulus
	Dresena
	Berberis thunbergi
	Picea pungens 'Glauca'
	Euonymus fortunei

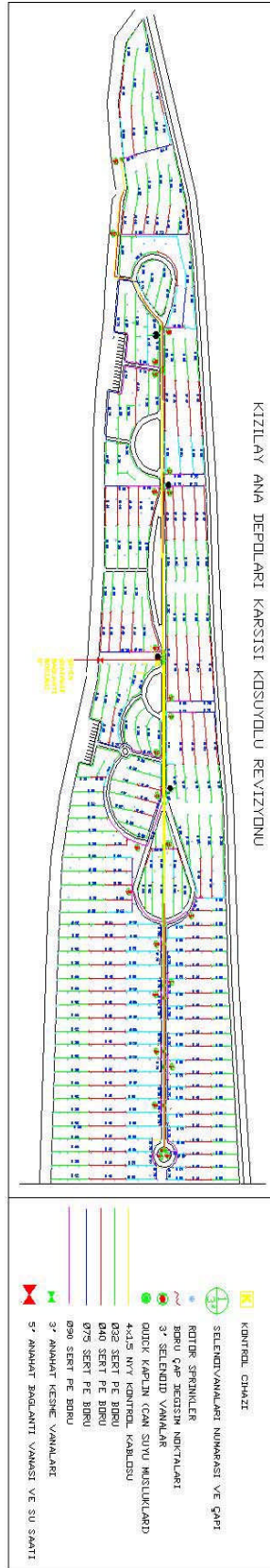
Ek 2. Şafaklar Parkı sulama projesi



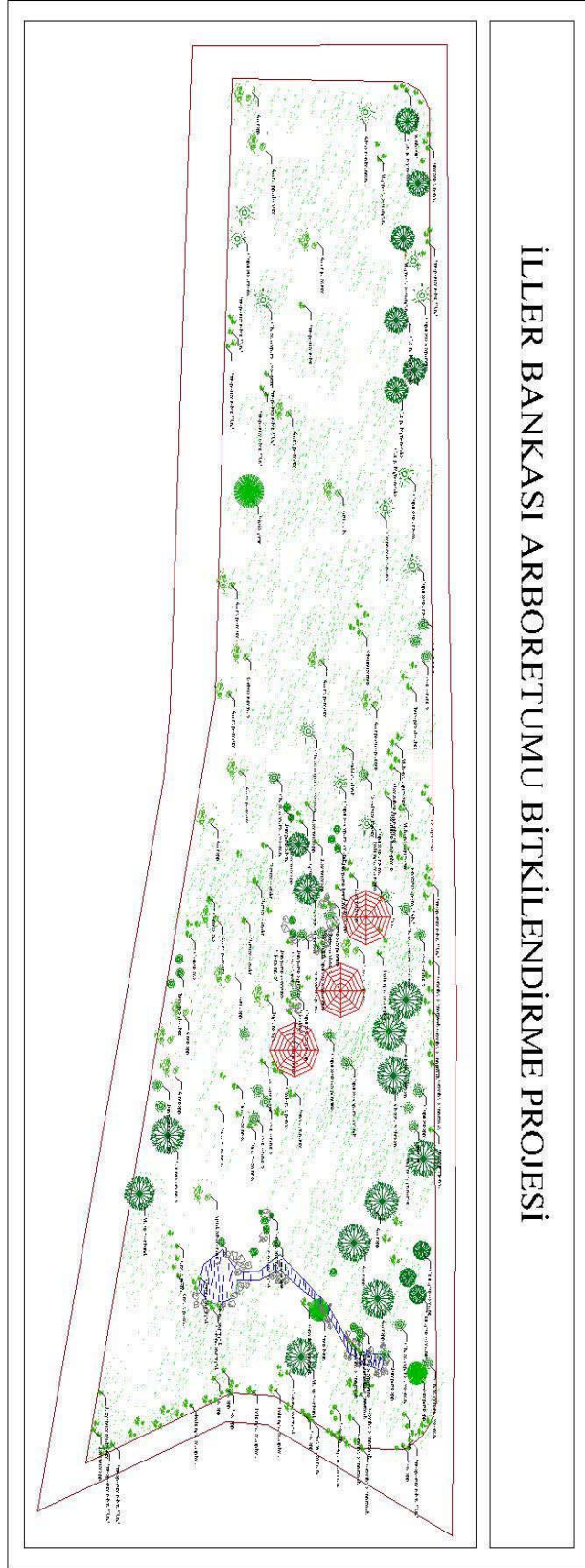
Ek 3. Etimesgut Atatürk Koşuyolu Bitkilendirme Projesi



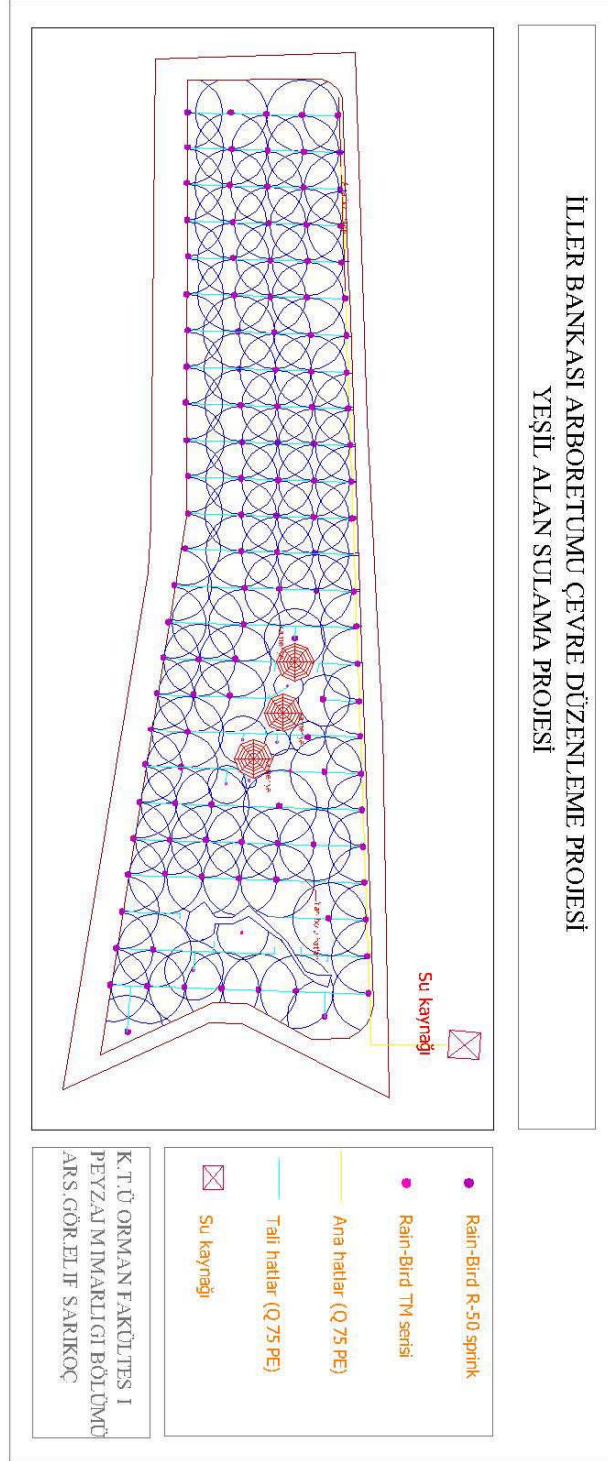
Ek 4. Etimesgut Atatürk Koşuyolu Sulama Projesi



Ek 5. İller Bankası Arboretum Bitkilendirme Projesi



Ek 6. İller Bankası Arboretum Sulama Projesi



ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Trabzon'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Trabzon'da tamamladı. 1999 yılında başladığı K.T.Ü. Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümündeki üniversite öğrenimini 2003 yılında tamamladı. 2003–2004 yılında K.T.Ü. Fen Bilimleri Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2005 yılında Fen Bilimleri Enstitüsü araştırma görevlisi kadrosuna atandı. Halen aynı bölümde çalışmalarını sürdürmekte olup İngilizce bilmektedir.