

PEYZAJ MİMARLIĞI'NDA KULLANILAN  
SULAMA SİSTEMLERİ, TEKNOLOJİLERİ VE  
REKREASYON ALANLARININ  
PROJELENDİRİLMESİ

Soner MANAV

Yüksek Lisans Tezi

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Rüya YILMAZ

2009

**T.C.**

**NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**PEYZAJ MİMARLIĞINDA KULLANILAN SULAMA SİSTEMLERİ,  
TEKNOLOJİLERİ VE REKREASYON ALANLARININ PROJELENDİRİLMESİ**

**Soner MANAV**

**PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. Rüya YILMAZ**

**TEKİRDAĞ-2009**

**Her hakkı saklıdır.**

Yrd. Doç. Dr. Rüya YILMAZ danışmanlığında, Soner MANAV tarafından hazırlanan bu çalışma ..../...../..... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Prof. Dr. Aslı B. KORKUT

*İmza :*

ye :Yrd. Doç. Dr. Rüya YILMAZ

*İmza :*

ye : Yrd. Doç. Dr. İlknur KORKUTAL

*İmza :*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun ..... tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof.Dr. Orhan DAğLIOğLU

Enstitü Müdürü

# ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

## PEYZAJ MİMARLIĞINDA KULLANILAN SULAMA SİSTEMLERİ, TEKNOLOJİLERİ VE REKREASYON ALANLARININ PROJELENDİRİLMESİ

Soner MANAV

Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Rüya YILMAZ

Bu çalışmada, farklı peyzaj alanlarında kullanılacak uygun sulama yöntem, sistem ve tekniğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ön araştırma olarak sulama yöntemleri ve özellikleri, sulama sistemleri ve nitelikleri, sulama teknikleri, sulama sistemlerinin işletilmesi, bakımı, maliyeti, tüm özellikleri incelenmiş, nitelik ve niceliksel veri toplanmıştır. Çalışma kapsamında karşılaştırmalar ve sulama hesapları yapılmış, bu doğrultuda seçim yöntem ve kriterleri ortaya konmuştur.

Araştırmada, rekreasyon alanlarında kullanılan sulama sistemleri, ekipmanları ve teknolojilerine değinilmiş, peyzaj projelerinin devamlılığı açısından sulama sistemlerinin gerekliliği vurgulanmıştır.

Araştırma sonucunda, rekreasyon alanlarında istenilen üniform yeşil alan ve su kaynaklarının optimum kullanımı açısından, projelendirme aşamasında Peyzaj Mimarı ile Sulama Mühendisinin koordineli olarak çalışması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bitkinin tükettiği su miktarı, uygulanacak sulama suyu miktarı, sulama süresi, sulama zamanı gibi ön projelendirme faktörlerinin doğru olarak elde edilmesinin, sistemin başarısı için kaçınılmaz olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Peyzaj, sulama sistemi, sulama teknolojileri, rekreasyon alanları.

2009, 70 sayfa

## **ABSTRACT**

MSc. Thesis

THE IRRIGATION SYSTEMS, TECHNOLOGIES ARE USING IN LANDSCAPE  
ARCHITECTURE AND EVALUTION OF SOME RECREATIONAL AREAS PROJECTS

Soner MANAV

Namık Kemal University  
Graduate School of Natural and Applied Science  
Main Science Division of Landscape Architecture

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Rya YILMAZ

This work was intended to determine irrigation methods, systems and techniques that they can used for different landscape areas. As a preresearch, irrigation methods and their characteristics, irrigation systems and their features, irrigation techniques, management, upkeep, cost and all of features of irrigation were examined, quantity and features of them were determined. In the work, irrigation calculations and comparisons were done, in this way, methods and parametres of election was reached.

The irrigation systems, equipments and technologies are mentioned in this research. It has been underlined that the irrigation systems are a must for landscape projects to resume.

As a result of this study, requiried uniform green landscape and optimum usage of the water resources, landscape architect and irrigation engineer should work in coordination. Acquisition of preliminary project design factors such as amount of water plants consuming and that is going to be applied to the landscape, irrigation duration and time is important for the success of the project.

**Key words:** Landscape, irrigation system, irrigation technologies, recreational areas.

**2009, 70 pages**

## SİMGELER DİZİNİ

atm : atmosfer

bar : bar

c : Düzeltme faktörü

cm : santimetre

cm<sup>3</sup> : santimetre küp

CU: Christiansen eş su dağılım katsayısı

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)

dN : Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı (mm)

e<sub>d</sub> : Ortalama hava sıcaklığındaki gerçek buhar basıncı (kPa)

e<sub>a</sub> : Ortalama hava sıcaklığındaki doymuş buhar basıncı (kPa)

E<sub>a</sub> : Su uygulama randımanı

E<sub>to</sub> : Referans bitki su tüketimi (mm/gün)

E<sub>t</sub> : Bitki su tüketimi (mm/gün)

f : Göz önüne alınan ay için günlük iklim faktörü (mm/gün)

f(e<sub>d</sub>) : Buhar basıncı fonksiyonu

f(n/N) : Güneşlenme oranı fonksiyonu

F(T) : Sıcaklık fonksiyonu

G : Topraktaki ısı akımı (MJ/m<sup>2</sup>/gün)

g : gram

Ha : Toprağın hacim ağırlığı (g/cm<sup>3</sup>)

h : saat

HDPE : high density Poli Etilen, yüksek yoğunlukta Poli Etilen

I<sub>y</sub> : Yağmurlama hızı (mm/h)

kg : kilogram

kPa : kilopascal

LDPE : low density Poli Etilen, düşük yoğunlukta Poli Etilen

MJ : megajoule

m : metre

mm : milimetre

mm<sup>2</sup> : milimetre kare  
m<sup>2</sup> : metre kare  
mm<sup>3</sup> : metre küp  
n : Güneşlenme süresi  
N : Olası maksimum güneşlenme süresi  
p : Göz önüne alınan ay için ortalama günlük gündüz saatlerinin yıllık gündüz saatlerine oranı  
P : Atmosfer basıncı (kPa/°C)  
PE : poli etilen  
r : Etkili yağış (mm)  
R<sub>a</sub> : Atmosferin dış yüzeyine ulaşan radyasyon (MJ/m<sup>2</sup>/gün)  
RH<sub>min</sub> : Minimum bağıl nem  
R<sub>nl</sub> : Uzun dalgalı net radyasyon (MJ/m<sup>2</sup>/gün)  
R<sub>ns</sub> : Kısa dalga lınet radyasyon (MJ/m<sup>2</sup>/gün)  
R<sub>n</sub> : Bitki yüzeyindeki net radyasyon (MJ/m<sup>2</sup>/gün)  
R<sub>s</sub> : Yeryüzüne ulaşan kısa dalgalı radyasyon (MJ/m<sup>2</sup>/gün)  
R<sub>y</sub> : Kullanılabilir su tutma kapasitesinin tüketilmesine izin verilen kısmı (%)  
s : saniye  
SN : Solma noktası (%)  
T : Sıcaklık (°C)  
TK : Tarla kapasitesi (%)  
u : Bitki su tüketimi (mm)  
u<sub>2</sub> : 2m yükseklikte ölçülmüş rüzgâr hızı (m/s)  
u<sub>z</sub> : z m yükseklikte ölçülmüş rüzgar hızı (m/s)  
z : Rüzgar hızının ölçüldüğü yükseklik (m)  
γ : Psikometrik sabite (kPa/°C)  
γ<sub>0</sub> : Modifiye psikometrik sabite (kPa/°C)  
λ : Buharlaşıma gizli ısısı (MJ/kg)  
δ : Buhar basıncı eğrisinin eğimi (kPa/°C)  
% : yüzde  
° : derece  
°C : santigrad derece

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
SİMGELER DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. PEYZAJ MİMARLIĞINDA SULANAN ALANLAR ve KULLANILAN SULAMA YÖNTEMLERİ ve SULAMA SİSTEMLERİ</b> .....	6
2.1. Peyzaj Mimarlığında Sulanan Alanların Özellikleri.....	6
2.2. Sulama Yöntemleri.....	8
2.2.1. Yüzey sulama yöntemleri.....	9
2.2.1.1. Salma sulama yöntemleri.....	10
2.2.1.2. Göllendirme sulama yöntemleri.....	10
2.2.1.3. Bordür sulama yöntemleri.....	10
2.2.1.4. Karık sulama yöntemleri.....	11
2.2.2. Basınçlı sulama yöntemleri.....	12
2.2.2.1. Yağmurlama sulama yöntemi.....	13
2.2.2.2. Damlama sulama yöntemi.....	16
2.2.2.3. Mikro yağmurlama sulama sistemi.....	18
2.2.2.4. Bubbler sulama yöntemi.....	19
2.3. Sulama Sistemleri.....	20
2.3.1. Yağmurlama sulama sistemleri.....	21
2.3.1.1. Yağmurlama sulama sisteminin ekipmanları ve kullanılan teknolojiler.....	22
2.3.1.1.1. Yağmurlama başlıkları (sprinkler).....	23
2.3.1.1.1.1. Püskürtücü (sprey) başlıklı sistemler.....	26
2.3.1.1.1.2. Döner (rotor) başlıklı sistemler.....	29
2.3.1.1.2. Vanalar.....	31
2.3.1.1.3. Borular.....	32
2.3.1.1.4. Kontrolörler.....	33
2.3.2. Damlama sulama sistemi.....	33
2.3.2.1. Damlama sulama sisteminin ekipmanları ve kullanılan teknolojiler.....	34



<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	37
3.1. Materyal.....	37
3.2. Yöntem.....	37
<b>4. PEYZAJ MİMARLIĞINDA SULAMA SİSTEMLERİNİN PROJELENDİRİLMESİ</b> ...	39
4.1. Sulama Sistemlerinin Planlanmasına Etki Eden Faktörler .....	39
4.2. Yağmurlama Sulama Sistemlerinin Projelendirilmesi.....	41
4.2.1. Uygun yağmurlama başlığının seçimi.....	41
4.2.2. İşletme birimlerinin oluşturulması.....	42
4.2.3. Lateral boru çapının belirlenmesi.....	42
4.2.4. Ana boru çapının ve pompa biriminin belirlenmesi.....	43
4.2.5. Kontrol biriminin oluşturulması.....	45
4.3. Damlama Sulama Sistemlerinin Projelendirilmesi.....	45
4.4. Mikro Yağmurlama Sulama Sistemlerinin Projelendirilmesi.....	50
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER</b> .....	51
<b>6.KAYNAKLAR</b> .....	61
EKLER.....	64
ÖZGEÇMİŞ.....	70

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Sulama yöntemlerinin sınıflandırılması.....	9
Şekil 2.2. Bordür sulama yöntemi .....	11
Şekil 2.3. En etkili geleneksel sulama yöntemlerinden biri olan karık sulama yöntemi.....	12
Şekil 2.4. Yağmurlama sulama sistemi.....	13
Şekil 2.5. Damlama sulama yönteminde emitörlerin yerleştirilmesi.....	17
Şekil 2.6. Bir park alanındaki damlama sulama yönteminin kullanımı.....	18
Şekil 2.7. Yağmurlama sulama sisteminin ekipmanları.....	23
Şekil 2.8. Yağmurlama başlığının toprak yüzeyindeki kesiti.....	24
Şekil 2.9. Yağmurlama başlıklarında ıslatma alanı ve su dağılım eğrisi.....	24
Şekil 2.10. Yağmurlama başlıklarının optimum basınçta uygun örtme ve ıslatma derinliği.....	25
Şekil 2.11. Püskürtücü (spray) pop-up başlıklı sistem elemanının toprak altındaki kesiti.....	26
Şekil 2.12. Çim ve kauçukla kaplı püskürtücü (sprey) başlıklar.....	27
Şekil 2.13. Püskürtücü (spray) pop-up başlıklarından bir görünüş.....	28
Şekil 2.14. Döner (rotor) başlıklı sistem elemanının toprak altındaki kesiti.....	29
Şekil 2.15. Döner (rotor) başlıklı sistem elemanından bir görünüş.....	30

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Farklı bitkilerin su tüketimleri.....	8
Çizelge 2.2. Sprey ve döner yağmurlama başlıklarının kıyaslanması.....	31
Çizelge 4.1. Sulama sistemlerinin seçimini etkileyen faktörler.....	40
Çizelge 4.2. Bir damlatıcı için sulama süresi.....	47
Çizelge 5.1. Bitki gruplarının kurak koşullara karşı tepkileri.....	53
Çizelge 5.2. Peyzaj mimarlığında kullanılan süs bitkilerine göre sulama yöntemi seçimi.....	57
Çizelge 5.3. Peyzaj mimarlığında alan kullanım tipine göre sulama yöntemi seçimi.....	59

## 1. GİRİŞ

Peyzaj çalışmalarında zamanla en çok değişenler şüphesiz bitkilerdir. Bitkilerde değişim; büyüme, yapraklanma, tomurcuklanma, çiçeklenme, renk ve şekil değiştirme gibi çok yönlüdür. Peyzaj mimarları dördüncü boyut olan zamanı da tasarladıklarından bitkilerin zamanla kazanmaları gereken bazı özelliklerin, zamanı geldiğinde bitkide görülmesi tasarımcı için son derece önemlidir. Bu durum bitkilerin normal gelişme göstermeleri, ihtiyaçlarının zamanında ve uygun şekilde karşılanması ile olasıdır. Bu ihtiyaçların başında her canlıda olduğu gibi “su” gelmektedir.

Bitkilerin doğal ortamlarında su gereksinimleri doğal yollardan, yani yağışlardan, akar ve durgun sulardan ve taban suyundan karşılamaktadırlar. Bitkilerin doğada ekimi ve dikimi doğal yollarla gerçekleşmektedir. Bunlardan bazıları tozlanma, yetişkin bitki köklerinin toprak yüzeyine çıkması ile oluşan kök sürgünleri, tohumların doğal yollardan toprağa düşmesi ve toprakla örtülmesidir. Bu şekilde çoğalan bitkiler, doğada serbest olarak dağılırlar. Bunlardan yalnızca uygun bir ortamda bulunanlar, yani bir su kaynağına ulaşabilenler hayatta kalır. Bu nedenle doğal ortamlarda bitkilerin yerleşim düzeni diğer faktörlerden çok suya bağlıdır (Haroğlu 2000).

Tasarım bitkilerinde su ihtiyacı doğal ve yapay olmak üzere iki yoldan karşılanır. İklimin (rüzgar, güneşlenme, havanın nisbi nemi vb. iklim özelliklerinin) ve yağış durumunun uygun olduğu yeryüzü parçalarında su ihtiyacı kısmen ya da tamamen yağışlardan karşılanır. Ülkemizde bu durum yalnızca Karadeniz Bölgesi'nin doğusunda görülmektedir. Diğer bölgelerde yağış ile ya da tamamen sulama ile kültür bitkilerinin su ihtiyacı karşılanmaktadır.

Rekreasyon alanlarını kullanan kişilerin temel hedefi, yeşil dokunun ve estetiğin korunması olmuştur. Günümüze kadar sulama tasarımcılarının amacı, peyzaj alanlarının yeşil kalmasını sağlamak ve daha düşük maliyetlerle sistemleri üretmek idi. Fakat günümüzde, su kullanımındaki artış ve enerji tüketim harcamalarının toplam bakım masrafları içerisindeki yoğunluğunun artması, bir çok sulama suyu kullanıcılarını su yönetimi konusunda çok daha fazla düşünmeye yöneltmiştir. Rekreasyon alanlarında su yönetiminin yeni hedefi, yeşil dokunun estetik yapısını korurken, yıllık sulama suyu kullanımını ve enerji tüketimini minimize etmektir (Smith 1997).

Rekreasyon alanlarında sulama uygulamaları dikkate alındığında, genellikle kritik bitki olarak çim esas alınmaktadır. Park, bahçe, refüj gibi alanların % 50 ile % 95' ini oluşturan çim bitkisinin bakımında oldukça dikkatli önlemler alınmalıdır. Çim alanlar, yağışın yeterli ve eş dağılımlı olduğu nemli bölgelerde, nispeten kurak geçen dönemlerde çim rengini muhafaza etmek amacıyla destekleyici nitelikte sulanmaktadırlar. Kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde ise, tüm sezon boyunca sık aralıklarla ve her defasında az miktarda su uygulayarak, sulama yapma zorunluluğu vardır. Diğer tarımsal bitkilere nazaran çim alanlarının sulanması daha karmaşıktır. Bunun nedenleri arasında; çim alanları içerisinde değişik kök derinliğine ve farklı su ihtiyacına sahip ağaç, çalı, yer örtücü bitkiler, çiçekler gibi bitkilerin bulunması, farklı çim türü ve çeşitlerinin kullanılması, alan içerisinde toprak özelliklerinin farklılık göstermesi, genellikle eğimli ve dalgalı arazinin söz konusu olması ve alan içerisinde sulanmayacak bölgelerin bulunması sayılabilir. Tüm bu unsurlar, yeterli düzeyde eş su dağılımı sağlamak için farklı biçimde işletilen alt birimlerin oluşturulmasını zorunlu kılmaktadır (Yıldırım 1996).

Rekreasyon alanlarının sulanmasında basınçlı sulama yöntemleri kullanılmaktadır. Çim bitkisi için ideal sulama yöntemi yağmurlama sulama yöntemidir. Yağmurlama sulama sisteminde gerekli olan sulama suyu, yüksek basınçlı borular ile iletiildiğinden su kayıpları en az düzeyde ve suyun alan içerisinde üniform dağılımı en üst düzeydedir. Rekreasyon alanlarında kullanılan yağmurlama başlıkları sulama sırasında basınç ile yükselecek şekilde toprağın üst yüzeyi ile aynı seviyede olacak şekilde yerleştirilirler. Ayrıca, rekreasyon alanlarında kullanılan yağmurlama sulama sistemleri pop-up sulama sistemleri, kullanılan yağmurlama başlıkları ise pop-up sulama başlıkları adı ile anılmaktadırlar. Pop-up sulama başlıkları; rotor adı verilen 3600' ye kadar dönebilen tipte olabileceği gibi, değişik yatay açılarda suyu püskürten sprey adı yerine başlıklar şeklinde olabilir. Sprey başlıklar; rotor başlıklara göre, daha küçük ıslatma yarıçapına sahip ve daha düşük işletme basınçlarında çalışmaktadırlar. Bunun yanı sıra, sprey başlıklarının ıslatma çapından daha küçük çim alanları ile ağaç, çiçek ve diğer bitkilerin yoğun olarak yer aldığı rekreasyon alanlarında ise sulama sistemi olarak damla sulama tercih edilmektedir. Bu başlıkların hangisinin kullanılacağına seçimi bitki özelliklerinin yanı sıra toprak özelliklerine bağlıdır. Bu başlıkların kullanılan tertip aralığı ve tertip biçimine göre saatte verdikleri su miktarına yağmurlama hızı denir. Yağmurlama hızının toprağın su alma hızından büyük olmaması gerekmektedir (Seçkin ve Çelik 2003).

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.

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 m<sup>3</sup>'lük yıllık su miktarının 2025 yılında 4800 m<sup>3</sup>'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 m<sup>3</sup> iken, 2000 yılında bu rakam 1500 m<sup>3</sup> seviyesine ineceği ve 2030 yılında ise nüfusumuzun 100 milyon civarında olacağı tahmin edilerek, kişi başına su tüketiminin 1000 m<sup>3</sup>/yıl civarında olacağı söylenmektedir (Anonim 1998). 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 (Altunkasa 1998).

Sulama genellikle, bitki gelişmesi için gerekli olan ancak doğal yollarla karşılanamayan suyun, çevre sorunu yaratmadan, toprağa verilmesi şeklinde tanımlanmaktadır. 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 (Smith 1997).

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 (Sarikoç 2007).

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 ile bu türün yetiştirilebileceği toprağın özellikleri, sulama sistemi tasarımında göz önüne alınacak iki temel faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

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 yöntemlerinin kullanımı hızla artmaktadır.

Bugünkü sulama tasarımcıların amacı; peyzaj alanlarının yeşil kalmalarını sağlamak ve daha düşük fiyatla sistemleri üretmektir (Smith 1997). 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 (Beccard 1995). Bütün bunlar göz önüne alınarak, araştırmada peyzaj projelerinin devamlılığı açısından sulama sistemlerinin gerekliliği,

projelendirme kriterleri ve su kaynaklarının doğru kullanımının önemini vurgulamak amaçlanmıştır.



## 2. PEYZAJ MİMARLIĞINDA SULANAN ALANLAR ve KULLANILAN SULAMA YÖNTEMLERİ ve SULAMA SİSTEMLERİ

### 2.1. Peyzaj Mimarlığında Sulanan Alanların Özellikleri

Park ve bahçelerde bitkilerin normal gelişim için gereksinim duyulan ve büyüme mevsimi boyunca toprakta bulunması gereken suyun temin kaynaklarından 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 (Sarıkoç 2007).

Peyzaj alanlarında iki tür materyal kullanılarak planlama ve tasarım yapılmaktadır. Bunlar cansız materyaller olan döşeme elemanları, düşey elemanlar olan duvarlar, çatı örtüleri olarak kullanılan pergola, gazebo gibi elemanlar, donatı elemanları ve doğal materyal olan taş, toprak, demir ve ahşap malzeme, kapılar, yollar, sulama, aydınlatma ve drenaj tesisleri, havuz, fiske gibi su kullanımlarıdır (Haroğlu 2000). Canlı materyaller ise tasarım bitkileri olarak adlandırılan yer örtücü bitkiler, çalılar, küçük ağaçlar (ağaççıklar) ve büyük ağaçlar olmak üzere sınıflandırılabilir.

Tasarım bitkilerinin peyzaj mimarlığındaki önemleri türlerine, boyut ve yaşlarına ve en önemlisi de sınıflarına göre değişmektedir. Bu sınıflar farklı araştırmacılar tarafından değişik şekillerde sınıflandırılmıştır.

Korkut (1995) tarafından, bitkilerin yaşam süreleri boyunca alacakları taç büyüklüğü dikkate alınarak yapılan sınıflamaya göre; tasarım bitkileri aşağıdaki gibi gruplandırılabilir.

• **Yer örtücü bitkiler:** 0-30 cm boylanan, toprak yüzeyine çok yakın gelişme gösteren bitkilerdir. En önemli özellikleri, çim bitkileri dışındakilerin asgari bakım şartlarına

gereksinim göstermeleridir. Toprak kaymasını, erozyon ve su kaybını önleme gibi fonksiyonları vardır.

• **Çalılar** : Çalı, 30 cm.'den 2,5 m. hatta 5 m.'ye kadar boya ulaşabilen uzun ömürlü odunsu bitkilerdir. Çalıları, ağaç ve ağaççıklardan ayıran en önemli özellik, boylarının çok kısa olmaları, gövdelerinin çok sayıda olup toprak seviyesinden bir arada çıkmasıdır. Çalılar genellikle 4-5 yılda olgun hale gelirler ve çok az bir bakımla yıllar boyu canlılıklarını sürdürebilirler.

- Bodur çalılar : 30-100 cm. kadar boylanana, oturan bir insanın göz seviyesinden aşağıda olan bitkilerdir.

- Küçük çalılar : 1-1,5 m. arasında değişen bir çalı grubudur. Görmeyi engelleme yönünden kendini yavaş yavaş belli eder.

- Orta çalılar : 1,5-2 m. boylanır. Ayakta duran insanın göz seviyesinden yüksektir, gizlilik sağlarlar.

- Büyük çalılar : 3-5 m. arasında boylanır. Bunlara ağaççık da denebilir.

• **Küçük ağaçlar** : Büyük çalılardan en büyük farkı tek bir gövdeye sahip olmalarıdır. 3 - 3,5 m. veya 7-8 m. boylanırlar. Çiçek ve yaprakları yönünden etkilidirler.

• **Büyük ağaçlar** : En büyük ölçüğe sahip materyal grubudur. 15 m. veya daha fazla boylanabilir, uzun ömürlüdür. Bir mekanın esas özelliğini ortaya koyan yapı elemanlarıdır.

Yazgan ve ark. (2003), büyüklükleri, formları, işlevleri ve bitkisel özelliklerine göre tasarım bitkilerini 5 grupta incelemiştirler. Bu sınıflandırmaya göre tasarım bitkileri:

- Geniş yapraklı ağaç, ağaççık ve çalılar
- İbrelili ağaç ve ağaççıklar (Koniferler)
- Yer örtücü, tek ve çok yıllık bitkiler
- Tırmanıcı ve sarılıcı bitkiler
- Mevsimlik çiçekler, şeklinde sınıflandırılmaktadır.

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 (Demirel 2003).

Sulanacak olan bitki türleri, büyüme periyotları esnasında beslenmelerini ve hayatlarını sürdürebilmek için gereksinim duydukları su miktarı ya da tüketiminin belirlenmesi amacıyla değerlendirilmelidir (Altunkasa 1998).

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.

Su tüketimi, bitki yapraklarındaki terleme ve toprak yüzeyindeki buharlaşma miktar ile ölçülür. Bu, bitkinin normal buharlaşma ve terleme sonucunda tükettiği su miktarıdır. Bu su tüketimi miktarı mevsimden mevsime ve bölgeden bölgeye büyük ölçüde değiştii gibi bitki tipleri itibariyle de farklılık gösterir ve bu farklılık izelge 2.1.' de görülmektedir.

Çizelge 2.1. Farklı bitkilerin su tüketimleri (Seçkin 1998).

<b>Bitki tipi</b>	<b>Su tüketimi ( mm/hafta )</b>
imler	38,1 – 50,8
Yer örtücüler	12,7 – 25,4
alılar	25,4
Ağaçlar	25,4 – 38,1
Güller	50,8
Çok yıllık ve bir yıllıklar	38,1 – 50,8
Sebzeler	>50,8

## 2.2. Sulama Yöntemleri

Bitki gelişimi için gerekli olan fakat yağışlarla sağlanamayan suyun yapay yollarla toprağa verilmesine sulama, bu suyun bitki kök bölgesindeki toprağa verilii 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, ve karık sulama yönteminden oluşur. Basınçlı sulama yöntemleri ise; yağmurlama sulama yöntemi, damlama sulama yöntemi, bubbler sulama yöntemi ve mikro yağmurlama sulama yöntemleridir (Sarıkoç 2007). Şekil 2.1. de sulama yöntemlerinin sınıflandırılması verilmiştir.



Şekil 2.1. Sulama yöntemlerinin sınıflandırılması (Sarıkoç 2007).

### 2.2.1. Yüzey sulama yöntemleri

Yüzey sulama yöntemlerinde su, herhangi bir doğal kaynaktan alınarak, arazi yüzeyine bırakılır. Arazi eğiminden faydalanılarak, alanın bir kısmı ya da tamamı su ile kaplanarak sulama tamamlanır. Yüzey sulama yöntemlerinde kullanılan sistem elemanları, su kaynağı uzakta ya da durgun ise bir pompa, suyu alana getirecek bir karık ya da su kanallarından oluşmaktadır.

Suyun alanda uzun süre kalması, tesviye zorunluluğu, homojen olmayan su dağılımı, gereğinden fazla suyun kullanılması ve drenaj problemleri, randıman düşüklüğü, topraktaki besinlerin yıkanması, bitki kök boğazlarının uzun süre suyla teması ve alanın yine uzun süre kullanılmaması, sulamanın kontrol edilememesi, yabancı ot gelişimine izin vermesi, sulama hızının düşüklüğü gibi işlevsel dezavantajları yanında, alandaki toprağın çamurlaşması, suyun toprağı örtmesi gibi estetik problemleri nedeniyle peyzaj alanlarında kullanılmayan ancak üretim alanlarında kullanılmakta olan sulama yöntemleridir (Haroğlu 2000).

### **2.2.1.1. Salma sulama yöntemi**

Eğimli alanlarda alanın tamamına aynı anda uygulanarak suyun köklere ulaşmasını sağlayan sulama yöntemi olan salma sulama yönteminde kaynaktan motopomla çekilen su, tercihen beton bir su kanalıyla fidanlığın gerekli bölgelerine kadar akıtılır. Ürgenç (1992)'e göre sulamanın dozunu tayin etmek ve eşit bir sulama yapmak mümkün olmadığı gibi birçok da sakıncası vardır. Ekimlerde, günümüzde artık kullanılmayan alçak yastıkları zorunlu kılan bu sulama sisteminde fidanın istediği su miktarını tam olarak vermeye imkan yoktur. Akıp giden ve yastığa ulaşan su, hiçbir zaman ölçülemez ve kontrol büyük ölçüde zorlaşır ve genellikle salma usulünde yastıklara gereğinden fazla su verilir. Bu su israfı tuzlu topraklarda tuzlamayı yani çoraklaşmayı hızlandırır; toprağın kaymak bağlaması artar. Düzensiz sulama, yastıklarda erozyon oluşturması ve fazla işgücü talebi nedeniyle salma sulama sistemi, kavak ve bazı yaprakların şaşırtma alanı dışında fazla kullanılmamaktadır. Saatçioğlu (1976)'na göre ise ancak yapraklı türler ve özellikle kavak çelikleriyle repikaj alanları salma sulama ile sulanabilir. Kavak yetiştirmekle uğraşan bazı fidanlıklarda salma sulama ve yağmurlama sulama bir arada görülebilmektedir.

### **2.2.1.2. Göllendirme sulama yöntemi**

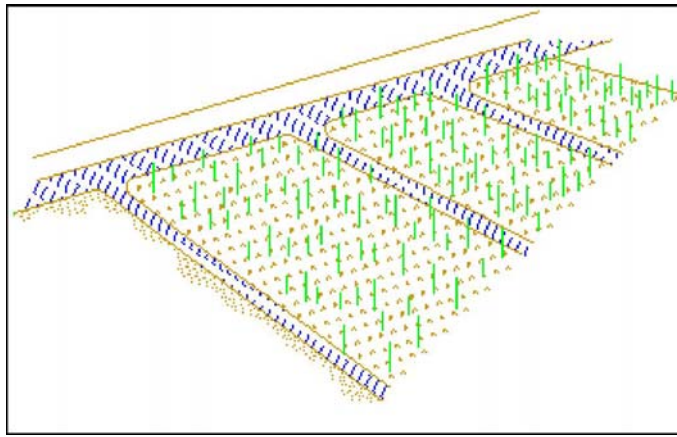
Göllendirme sulama yönteminde, su toprağın yüzüne taşkın sularına benzer biçimde bırakılır. Su toprak yüzeyinden taşar, ince bir tabaka halinde ve farklı taşıma alanlarında kısım kısım toprak yüzünü kaplar. bir drenaj kanalı ile fazla suyun akması sağlanır. Yöntem arazinin % 1,5-2'yi aşmayacak şekilde az meyilli olduğu, girinti-çıkıntısı bulunmayan alanlarda kullanılır. Fazla işçilik gerektirdiğinden işletilmesi pahalıdır, buna rağmen yavaştır ve eşit sulama zordur. Biraz yüksekçe olan kısımlara su gitmez. Kaymaklanma olur, bu yüzden sulamanın ardından çoğunlukla çapalama gerekmektedir (Ürgenç 1992).

### **2.2.1.3. Bordür sulama yöntemi**

Bu yöntem uzun tava yöntemi ve kenar yöntemi olarak da adlandırılır. Hafif eğimli arazilerde uygulanan bu yöntemle sulamada, parselin hakim eğimi doğrultusunda paralel toprak seddeler yapılarak dar ve uzun şeritlere bölünmektedir. Bu yöntemde suyun

göllendirilmesi söz konusu olmamaktadır. Tava sonu açıktır ve tavadan çıkan su bir yüzey drenaj kanalı ile uzaklaştırılmaktadır. Su, uzun tava boyunca, toprak yüzeyinde ince bir katman oluşturacak biçimde ilerlemektedir.

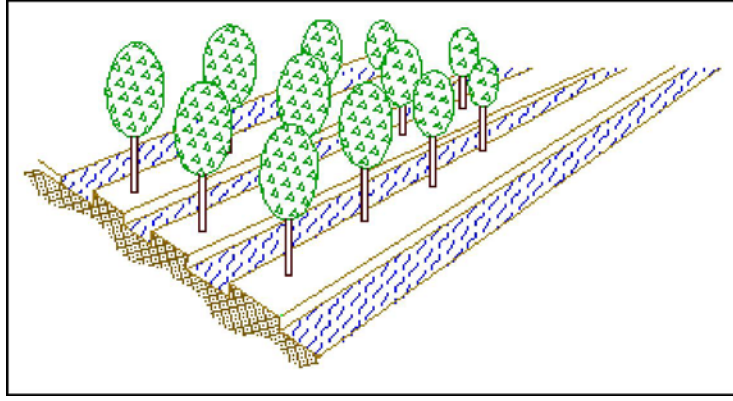
Uzun tava sulama yöntemi ancak su alma hızı nispeten düşük, kullanılabilir su tutma kapasitesi yüksek olan topraklarda uygulanabilir. Sulama doğrultusuna dik yönde tavanın eğimsiz olması gerekmektedir. Sulama doğrultusunda genelde eğimin % 3 olması tercih edilmektedir (Seçkin ve ark. 2003).



Şekil 2.2. Bordür sulama yöntemi (Hendrix and Straw 1998).

#### 2.2.1.4. Karık sulama yöntemi

Yüzey sulama yöntemlerinin bir diğeri ise karık (sızdırma) sulama yöntemidir. Bu yöntemle su, belirli sıklıklarda bitkilerin kenarlarında açılan karıklardan akmaktadır. Bu yöntemde diğere yöntemlere göre daha az su sarfiyatı olur. Su, bitki sıraları arasındaki karıklar içinden aktığı için bitkiler için zararlı geniş bir kaymaklanma olmaz. Karıklara su vermede sifon, kısa boru, tahta, yalak vb. vasıtalarla başvurularak karık açma ve kapama işi hızlandırılabilir. Karıklar kurak yörelerde daha derin açılırsa su toprağın alt tabakasının içine işler, üst tabaka kuru kalır ve toprak buharlaşması yoluyla su kaybı az olur. Yöntem oldukça ucuz, kolay ve hızlıdır. Ancak çok süzek topraklar suyu çabucak sızdırarak kaybederler. Ekim yastıkları için önerilmez. Bu çeşit sulama çoğunlukla yapraklı fidanların özellikle de kavakların yetiştirilmesinde yaygındır (Ürgenç 1992).



Şekil 2.3. En etkili geleneksel sulama yöntemlerinden biri olan karık sulama yöntemi (Hendrix and Straw 1998).

### 2.2.2. Basınçlı sulama yöntemleri

Peyzaj alanlarında yüzey sulama yöntemleri uygulama alanı bulamamıştır. Buna karşın basınçlı sulama yöntemleri, özellikle de yağmurlama sulama oldukça geniş uygulama alanı bulmuştur (Özden 1994). Yağmurlama sulama, damlama sulama, bubbler sulama ve mikro yağmurlama sulama yöntemlerinde, sulama suyuna basınçla belli bir ivme kazandırıldığından bu tür sulama yöntemlerine “Basınçlı sulama yöntemleri” adı verilir. Basınçlı sulama yöntemlerinde sulama suyu kaynaktan alındıktan sonra sulama alanına belli bir basınç altında ulaştırılır. Sulama suyunun bitkilere verilme hızı ve miktarı hesaplamalara uygun olarak yapıldığından sulama suyunun sistem içerisindeki hızı ve miktarı ile su damlalarının büyüklüğü kontrol altında tutulmaktadır. Bu amaçla kaynaktan alınan su sisteme potansiyel enerjisi ya da bir pompa biriminden aldığı enerji ile girmekte ve böylece suya belli bir ivme kazandırılmaktadır. Sulama suyu bitkiye ulaşmaya kadar bu basınçla hareket etmekte ve bitkinin istenen bölgesine verilmektedir.

Basınçlı sulama yöntemlerinde özellikle boru sistemlerinin yöntemin sulama randımanını artırması, su taşınması ya da dağıtım sırasında sızma ya da buharlaşma ile su kaybı olmayışı peyzaj alanlarında kullanılmasının ana sebeplerindedir. Basınçlı sulama yöntemlerinde kullanılan ekipman dayanıklıdır, işletme ve bakım masrafları az, su kontrolü kolaydır. İşletme masrafları az olduğundan yüksek maliyetli tesis masrafları kısa zamanda amortize edilir. Bu gibi fonksiyonel faydalarının yanında basınçlı yöntemlerinde sistemin estetik sorunlara neden olmaması, istendiğinde toprak altına gömülerek kullanılan sabit

sistemlerin tamamen görüş alanı dışına çıkması yöntemlerin en önemli avantajlarından. (Haroğlu 2000).

### 2.2.2.1. Yağmurlama sulama yöntemi

Peyzaj alanlarının sulanmasında en uygun yöntem yağmurlama sulama yöntemi olarak gösterilmektedir. Bunun en önemli nedeni, bir çok avantajının yanında bitkilerin doğal su alma yolu olan yağışa en yakın sulama yönteminin yağmurlama sulama yöntemi oluşudur. Küçük alanlarda taşınabilir yağmurlama sistemleri kullanılabilir. Ancak büyük alanlarda sulama sabit yağmurlama sistemleri ile yapılmaktadır.



şekil 2.4. Yağmurlama sulama sistemi (Anonim 2003).

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 kullanılabilir en uygun sulama yöntemlerinden birisidir (Demirel 2005).



Son 20-30 yıldır özellikle gelişmiş ülkelerde sulama teknolojisindeki en önemli değişiklik bu ülkelerde sulamaya yeni açılmış alanlarda da yağmurlama sulamaya öncelik verilmesi ve daha önce yüzey sulama yapılan alanlarda da yağmurlama sulamaya geçilmesi olmuştur. Örneğin Avusturya, Almanya, Danimarka, İngiltere, Macaristan, İsrail, Hollanda, Romanya ve İsviçre gibi ülkelerde tarımsal olan ya da olmayan toplam sulama alanlarının % 75'i yağmurlama sulama ile sulanmaktadır (Aküzüm 1998).

Bu yöntemde sulama suyu, kapalı borularda basınç altında mekanik püskürtücülere kadar taşınır ve doğal yağışa benzer bir biçimde toprağa uygulanır. Çeltik ayrı tutulursa, hemen bütün bitkiler bu yöntemle sulanabilir. Yağmurlama yönteminde, başlangıç sermayesi ile işletme masrafları yüzey sulama yöntemlerine oranla daha fazladır. Bu yöntemde su uygulama 0,25 cm/saat kadar düşük olabilir. Böylece fazla meyilli, düz olmayan alanlarda ve derinliği az olan topraklarda su kaybı ve erozyona neden olmadan uygulanabildiği gibi, yüksek geçirgenlik veya düşük su tutma kapasitesine sahip topraklarda da randımanlı olarak uygulanabilir (Ertuğrul ve Apan 1979).

Yağmurlama sulamanın üstünlüklerinin başında düzgün olmayan alanlarda tesviyeye gerek kalmadan başarılı bir sulama uygulaması yapılabilmesi, suyun üniform bir dağılımla verilebilmesi, arazilerin topoğrafik durum ve şekline uyulabilmesi gelir. Eğimli alanlarda yağmurlama başlıları yükselticileri belli bir açı yapacak şekilde yerleştirilirse su dağılımı yine homojen olmaktadır.

Yağmurlama sulamayla; sulanacak alana ilişkin topoğrafya, iklim, bitki deseni ve toprak koşullarına en uygun proje hazırlanıp bunun gerektirdiği sistem unsurları seçilirse sulama randımanı % 75 değerini geçmektedir. Diğer bir deyişle yüzey sulamanın yarısı kadar suya gerek duyulmaktadır. Drenaj ve tuzlaşma sorununa neden olan fazla su uygulaması, yağmurlama sulama ile engellenir. Kullanılan sulama suyu tam olarak bitki kök çevresine yönlenebildiğinden yabancı ot gelişimi azalır. Mevcut yabancı otlarda sulama suyu ile verilecek herbisitlerle yok edilebilir. Su alma hızı yüksek hafif bünyeli topraklarda da yüksek sulama randımanı elde edilir. Tuz yıkama gereksinimi yoksa, derine sızma önlenmektedir. Geçirimsiz tabakaların bulunduğu ya da taban suyunun yüzeye yakın olduğu sığ topraklarda taban suyu oluşturmada ya da taban suyunu yükseltmeden kontrollü bir sulama yapılabilir. Drenaj sorunu da böylece ortadan kalkar. Birim alanı sulamada gerekli olan sulama suyu miktarı daha azdır ve sınırlı su kullanımı gerektiğinde sudan maksimum derecede yararlanır.

İyi bir projelendirme ve uygulama ile erozyon sorunu ortadan kalkar, 5 mm/saate kadar olan permeabilitelerde erozyonsuz sulama yapılabilir (Haroğlu 2000).

Yağmurlama sulamanın yaygınlaşmasını sağlayan nedenlerin en önemlilerinden biri de yöntemin tam otomasyona çok yaklaşıacak kadar mekanize edebilme imkanlarının bulunmasıdır. Geliştirilmiş sistemlerde toprak ve bitkinin su isteğini saptayan gösterge araçlarına bağlı olarak zaman kontrollü veya akış kontrollü vanalarla sulama otomatik olarak başlayıp bitebilir. Sistemin takılmasında, çalıştırılmasında ve sökülmesinde özel yetişmiş kişilere ve kalifiye işçilere ihtiyaç yoktur. Böylece sulama personeli azalmış, sulama ihtiyacı ve zamanı da otomatik olarak belirlenmiş olur, randıman artmaktadır (Korukçu ve Öneş 1981).

Suyun ince zerreler halinde verilmesi, büyük damarlardan zarar görebilecek genç sürgünler ve tomurcuklar için avantajlıdır (Aküzüm 1998). Denize yakın yörelerde rüzgarla taşınan tuzlu suların yapraklarda bıraktığı tuz zerreleri ile yapraklarda biriken tozlar, bitkiye zarar vermeden yağmurlama sulama ile kolayca yıkanabilir (Anonim 1980).

Bu avantajları yanında ilk yatırım masrafları yüksek oluşu kısıtlayıcı bir etmendir. İşletme basıncını sağlamak için genellikle bir pompa birimine, dolayısıyla sürekli enerjiye ihtiyaç vardır. Bu da işletme masraflarını artırmaktadır (Güngör ve ark. 1995). Bunun yanında yüksek rüzgar hızı sistemin çalışmasını kısıtlar, atmosfere fırlatılan sulama suyu toprağa düşmeden önce rüzgarla yön değiştirebilir. Saniyede 2m' den küçük hızlı rüzgarlar sorun çıkarmazlar. 4m/sn hızdaysa ıslatma deseninde gözle görülür bozukluklar oluşur. Sulamanın rüzgar hızının düşük olduğu saatlerde yapılması ya da lateral boru hatlarının hakim rüzgar yönüne dik olacak şekilde yerleştirilmesi yoluyla bu sorun belirli oranda azaltılabilir. Yüksek sıcaklığa sahip yörelerde buharlaşma kayıpları artar ve dolayısıyla su uygulama randımanı düşer. Bu yörelerde sulamanın gece yapılması gibi tedbirler alınabilir. Bitki yaprakları ıslatıldığından bazı bitki hastalıkları yayılma eğilimi gösterebilirler (Haroğlu 2000).

Su damlalarının yapraklar üzerinde mercek etkisi yapması ile ya da tuzlu sularda yapılan sulamada suyun buharlaşması ardından kalan tuzun etkisi ile yapraklarda yanma görülebilir. Sulama zamanına dikkat edilmelidir (Güngör ve ark. 1995).

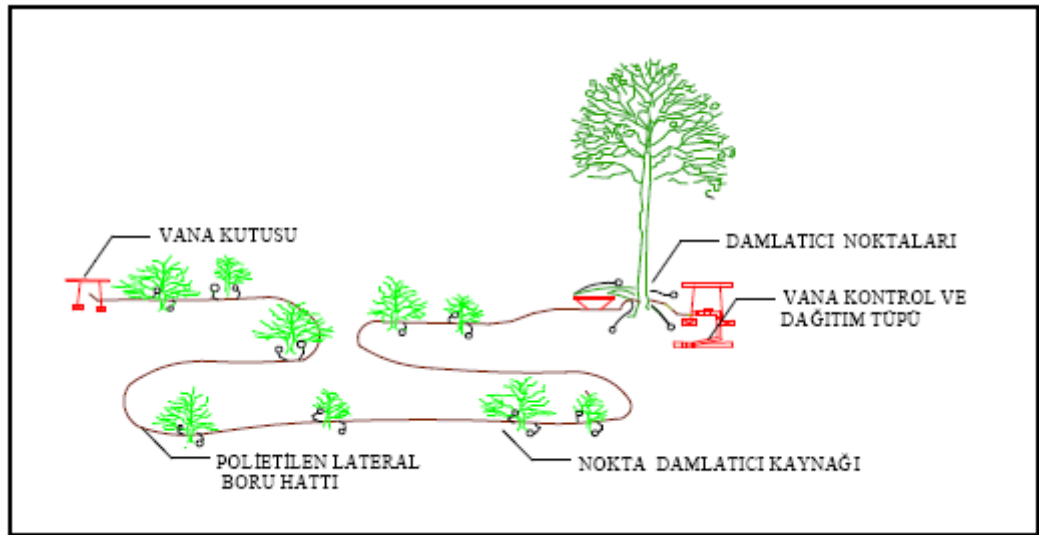
Diğer yöntemlerde olduğu gibi yağmurlama sulama yönteminde de yüksek oranlı ve sık sulama kaymak tabakası oluşturabilir. Toprak hava alamaz. Çiçek ya da tomurcukları ıslanmaya duyarlı olan bitkiler estetik ve fizyolojik olarak zarar görebilir (Alagöz 1984).

#### **2.2.2.2. Damlama sulama yöntemi**

Damlama sulama yöntemi kullanılmaya başladığı günden beri tüm dünyada ilgi karşılanmış bir yöntemdir ve kullanım alanı gün geçtikçe artmaktadır. Bunun başlıca nedeni, su, toprak ve besin maddelerinin en uygun biçimde kullanılmasına imkan sağlayıp, bitkilerin gelişimine uygun bir ortamın kolaylıkla oluşturulabilmesidir. Geleceğin bitkisel üretim ve bakımına yön verecek bir yöntem olarak görülen damla sulaması; bitki için gerekli olan sulama suyunun kısa aralıklarla ve suyun basınç altında iletildiği bir lateral üzerindeki açıklıklardan, basınçsız olarak bitki kök boğazı yakınına, toprak yüzeyine, damlalar halinde verildiği bir sistemdir. Bu sistemde toprak suyunun bitki gelişimine uygun sınırlarda tutulması sağlanabilmekte, bitkide aşırı bir su isteği ve dolayısıyla gerilim durumu oluşmamaktadır. Yapılan araştırmalara göre damlama sulamasında yüzey sulamasına göre sıralı bitkilerde %25-50, dağınık bitkilerde ise daha fazla su tasarrufu sağlanmaktadır. Damlaticı yakınındaki çok küçük bir alan su ile ıslatılacağından bitki köklerinin düzensiz bir su rejimi ile havasız kalması söz konusu olamaz. Bitki kök bölgesinde sabit bir nem dengesi sağlanacağından topraktaki su eksikliğinin bitkiye vereceği zarar önlenir. Damla sulama yöntemiyle sulama suyu yavaş bir biçimde verildiği için toprak rutubeti tarla kapasitesine yakın bir düzeyde tutulabilmektedir. Tüm toprak zerrecilerinin aniden su ile dolması toprağın havalanmasını engeller. Ayrıca toprak nemi istenen düzeyde tutulduğundan toprak gerilimi ile karşılaşmaz, böylece bitkinin ihtiyaç duyduğu suyu alması daha kolay olur, bitki gelişimi hızlanmaktadır (Korukçu ve Öneş 1981).

Damlama sulamayla kuru toprak yüzeyinden buharlaşma, yüzey akışı ve derine sızma önlenerek su tasarrufu arttırılır, sulama randımanı artar. Sulama suyu gereksinimi de birim alan için az olduğundan eldeki su kaynağı ile daha geniş bir alan sulanabilir. Böylece su kaynağının sınırlı olduğu yerlerde suyun optimal olarak kullanılabilmesine olanak sağlanır (Kanber ve ark. 1994).

Damlama sulama yönteminin peyzaj mimarlığında kullanılma nedenlerinden en önemlileri ise topoğrafik yönden düzgün olmayan arazilerde tesviyeye gerek olmaması, diğer sulama uygulamalarında olduğu gibi bitkilerin yerini sulamaya uygun olarak belirleme yerine, damlaticılar bitkilerin oldukları yerlere yerleştirmek mümkün olduğundan tasarım özgürlüğü sağlamasıdır. Ayrıca işçilik gereksinimi azdır. Bitkiler için gerekli gübre, istenen zaman ve miktarda bitki kök bölgesine sulama suyu ile verilebildiğinden gübre tasarrufu da sağlanır. Sıralı dikimlerde damlama sulaması uygulandığı sıra aralarına su ulaşmayacağından yabancı ot gelişimi azalmaktadır. Islak bölgelerde gelişebilecek yabancı otlara karşı ise, sulama suyuyla verilecek herbisitler etkili olmaktadır (Haroğlu 2000).



Şekil 2.5. Damlama sulama yönteminde emitörlerin yerleştirilmesi (Smith 1997).

Damlama sulama yönteminin dezavantajları; özellikle sıralı düzende ekilmiş ya da dikilmiş bitkilerin sulanmasında her sıraya bir lateral gerektiğinden ilk yatırım masrafı yüksek olmasıdır. Ancak dağınık bitkilerde bu durum söz konusu değildir. Sistemin en önemli sorunu damlaticıların tıkanmasıdır. Tıkanmaya neden olan etmenler küçük kum ve çakıl parçaları, yosunlar, ince sulu çamur ve oksitlerdir. Bu tıkanma sisteme eklenecek bir filtre ile önlenir (Korukçu ve Öneş 1981).

Peyzaj mimarlığında damlama sulama yöntemi, soliter yerleşimli çalılar gibi çevresinin kuru kalmasını istediğimiz bitkilerde, özel istekleri olan egzotik bitkilerde, çiçek parterlerinde üretim alanlarında kullanılır. Damlama sulama yöntemi ayrıca çim altına yakın mesafelerde yerleştirilmiş paralel hatlarla gizli sulamada kullanılmaktadır (Haroğlu 2000).



Şekil 2.6. Bir park alanındaki damlama sulama yönteminin kullanımı

### 2.2.2.3. Mikro yağmurlama sulama yöntemi

Peyzaj mimarlığında en çok kullanılan üçüncü yöntemdir. Küçük yağmurlama başlıklarının kullanıldığı bu yağmurlama sulama yöntemine “Mikro yağmurlama sulama yöntemi” adı verilir. Sistem unsurları damlama sulama sistem unsurlarıyla aynıdır. Tek fark damlaticılar yerine küçük yağmurlama başlıklarının kullanılmasıdır. Başka bir deyişle bu yöntem, damla sulama sisteminin ve küçük yağmurlama başlıklarının kullanıldığı, ancak sulama uygulamasının yağmurlama sulama yöntemiyle yapıldığı bir sulama şeklidir. Bu yöntemde her ağaç sırasında bir lateral boru hattı döşenir ve lateral boyunca her ağacın altına bir yağmurlama başlığı yerleştirilmektedir (Güngör ve ark. 1995).

Bu teknikte yağmurlama ve damlama sulamanın üstün yanlarını bir arada görmek mümkündür. Yağmurlama sulama sistemlerindeki gibi daha küçük çaplı olan plastik lateral borular ve bağlantıları, soket biçiminde ve oldukça pratik olduğundan kalifiye işçiye ihtiyaç kalmamaktadır. Kuruluş maliyetleri damla ve yağmurlama sulamaya göre daha azdır. Kısa boylu ağaçlarda yalnızca taç altını suladığından yabancı otların üremesi güçleşir.

Gübreleme de yapılabilir. Alçak basınçla çalışabilirler, yağmurlama hızı düşük olduğundan toprak yüzeyinde erozyona yol açmazlar. Ayrıca bu teknik tuzlu topraklarda veya tuzlu su ile yapılacak sulamalarda bitkilerde tuz zararını önemli derecede önlemektedir (Korukçu ve Öneş 1981).

Mikro yağmurlama, damla sulama yönteminin birkaç dezavantajını gidermek için kullanılır. Ağacın etrafında lateral hareketi sınırlı olduğu için, ağaçlarda ve çok kumlu topraklarda mikro yağmurlama, damlamaya göre daha çok tercih edilir (Burt ve ark. 2000).

Mikro yağmurlama sulama yöntemi peyzajda özellikle eğimin değişiklik gösterdiği parklarda, yağmurlama başlıklarıyla normalde sulanamayan dar alanların sulanmasında, allelerde ve benzeri şekilde tüm peyzaj alanları için ağaç sulamasında kullanılmaya uygundur (Haroğlu 2000).

#### **2.2.2.4. 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.

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.

Sistemin belli başlı üstünlükleri; tikanabilecek veya arıza yapabilecek herhangi parçasının bulunmaması, çok düşük basınçla çalışması, yabancı ot sorununun genelde bulunmaması ve su kullanımının rasyonel olmasıdır (Seçkin ve Çelik 2003).

### 2.3. Sulama Sistemleri

Bitkilerin yapay sulama yöntemleri ile sulanmasında kullanılan, sulama suyunun su kaynağından alınmasını, sulama alanına ulaştırılmasını ve sulama alanındaki bitki kök bölgelerine dağıtılmasını ve sulamanın kontrolünü sağlayan yapıların bir arada ve karşılıklı etkileşerek oluşturduğu bütüne “Sulama Sistemi” adı verilir. Sulama yönteminin başarıya ulaşması, sulama sistemi elemanlarının birbirleriyle ve sulama yöntemiyle uyumlu olmalarına bağlıdır (Haroğlu 2000).

Sulama sistemleri hizmet ettikleri alanlara göre büyük ve küçük çaplı sulama sistemleri olarak, su iletim ve dağıtımına göre de yüzey sulama ve basınçlı sulama olarak ikiye ayrılabilirler. Büyük sulama sistemleri binlerce hektar alana hizmet götüren sistemlerdir. Çok fazla yatırım gerektiğinden bu tip sistemler (Örneğin GAP) devlet tarafından gerçekleştirilmektedir. Herhangi bir sulama sistemi kurulmadan önce sistemin planlanması, sistem unsurlarının boyutlandırılması, sistemin kurulması ve işletilmesi için gerekli tüm bilgiler yapılacak etütlerle değerlendirilmelidir. İyi projelene ve projeye uygun olarak kurulan ve işletilen bir sulama sistemi ile su kaynağından sağlanan sulama suyundan en üst düzeyde faydalanmaktadır (Güngör ve ark. 1995).

Bir sulama sistemi suyu etkili olarak uygulamalı, araziye kolay yerleştirilmeli ve kolay çalıştırılmalı, bakım ve tamiri basit olmalıdır. Peyzaj sulamasında bütçeyi ve mevsimlik uygulamaları ya da benzer şekilde peyzajın giriftliğini ve farklılaşmalarını en aza indirmek amaçlı, tek başına ya da beraber kullanılan birçok sistem mevcuttur. Bu sistemler arasından seçim; elde mevcut alan özelliklerine ve kullanımına, mali duruma, işveren önceliklerine ve sulanacak bitkilere bağlı olarak yapılır. Tasarım disiplinlerinin çoğunda tasarımcı genellikle ürünlerin kalitesine ve tecrübeye dayalı uygulamalı bilgiye sahip olmalıdır. Peyzaj sulamasında da örneğin konutsal projeler için tasarlanmış ürünler konutsal projelerde kullanılamaz. Bazı ürünlerse bir spor alanı ya da bir golf sahasının ekstrem koşulları için tasarlanmıştır. Ve konutsal ya da ticari projeler için fazla maliyetlidirler. Tasarımcı diğer sulama disiplinleriyle tartışarak ve kendi tecrübesi doğrultusunda proje için en uygun ekipmanı seçmelidir (Smith 1997).

Sulama sistemlerini oluşturan ve sulama yöntemi ne olursa olsun sulama uygulamalarının hepsinde ya da çoğunda görev yapan temel bazı sulama sistemi elemanları

vardır. Bu elemanlar sulama uygulamalarında yönteme bağlı olarak bir araya gelerek kombine halde kullanılırlar. Bir sulama sistemi esas olarak  kısımdan oluşur:

Su kaynağı (Sulama suyunun alındığı doğal kaynak, şebeke ya da depo ve pompa birimi),

1.İletim sistemi (Ana ve yan iletim hatları-anahat, lateral ve manifold borular, kanallar),

2.Dağıtım sistemi (Yağmurlama başlıkları, damlatıcılar, kprtcler, mikro tüpler, kılcal borular, tavalar, kök çanakları vb.),

3.Yardımcı elemanlar (Filtre, vanalar, gbreleyici, basınç regülatörü, geri akışı nleyiciler, kontrol cihazları vb.) (Haroğlu 2000).

### **2.3.1. Yağmurlama sulama sistemi**

Basınçlı sulama sistemlerinde kullanılan sulama sistemleri ve sistem elemanları yöntemlere göre ismen olmasa da niceliksel ve niteliksel olarak farklılık göstermektedir. Bu nedenle bu yöntemlere ait sistemler kendi ilerinde ayrıca ele alınmalıdır. Bunlardan en bilineni yağmurlama sulama sistemleridir ve sistem, peyzaj sulamasında en çok kullanılan yöntem olan elemanlardan oluşmaktadır. Bu nedenle sistem elemanlarının çoğu diğer basınçlı sulama sistemlerinden farklı ve daha büyük çaplıdır (Haroğlu 2000).

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 (Yıldırım 1996).

1. Taşınabilir sistemler: Bu sistemde ana borular, yan borular ve yağmurlama başlıkları ile beraber pompa üniteleri de portatiftir (Anonim 1968). Tamamen portatif tesisat,



uzun mesafelere taşınabilir ve serilebilir nitelikte birbirlerine çabuk bağlanabilen borulardan oluşur. Bu sistemle boru döşenemeyen fazla eğimli ve fazla yumuşak yapılı toprakların ve boru döşemenin ya da yağmurlama başlıkları sabitlemenin alan kullanımı nedeniyle uygun olmayacağı çim oyun ve spor sahaları gibi alanların sulanması mümkündür (Aküzüm 1998).

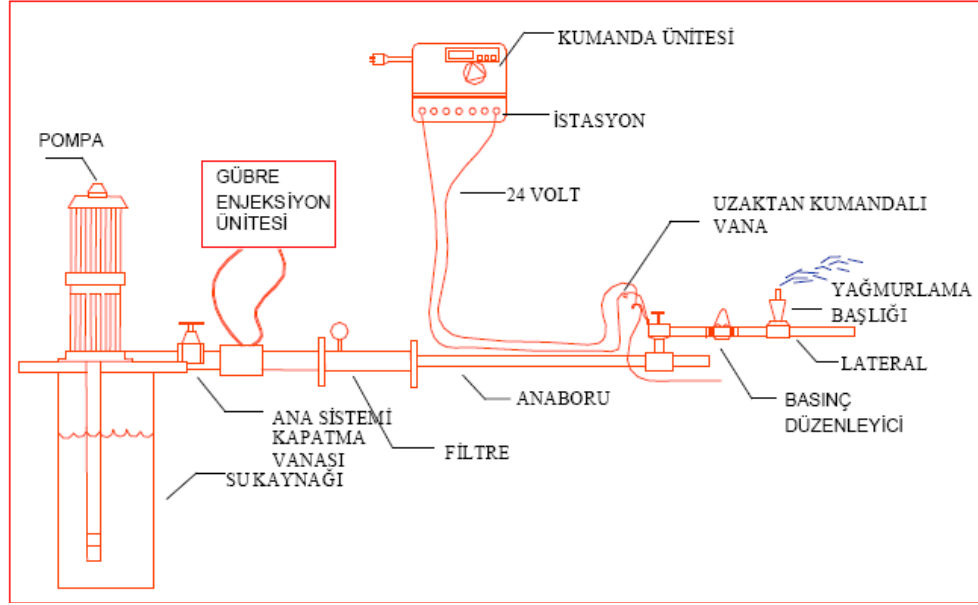
2. Yarı sabit sistemler: Ana ve yan borularla yağmurlama başlıkları portatif, yalnızca pompa tesisi sabittir. Bunlarda otomatik olarak yer değiştirecek şekilde geliştirilmiş sistemler de bulunmaktadır. Bu yöntem özellikle bitkilerin; toprak ıslahı, mevsim-güneşlenme değişiklikleri ya da ekonomik şartlar nedeniyle sık sık değiştiği parsellere sahip fidanlıklarda sulama kolaylığı sağlar (Anonim 1968).

3. Sabit sistemler: yağmurlama başlıkları (püskürtücü ya da sprinkler) sisteme sabit bir şekilde takılıdır. Ana ve yan borularla pompa gömülüdür. Sisteme sökülüp takılabilen yükseltici borularda eklenebilir. Sabit sulama tesisleri başlangıçta büyük kurma masraflarını gerektirirler. Fakat bu tesisatta diğerlerinde olduğu gibi bir yerden alınarak bir başka yere takılmasına, döşenmesine lüzum yoktur. Sabit tesisat, yağmurlamaya hazır bir durumdadır ve iletilmesi için gerekli zaman çok kısadır. Bunlar genellikle fidanlıklarda, genç korularda ve park-bahçelerde ve don kontrolünde kullanılırlar (Anonim 1980).

Peyzaj mimarlığında yağmurlama sulamada sabit ve yarı sabit sistemler tercih edilir (Tanrıverdi 1975). Sabit sistemlerin ilk tesis masrafı yüksektir ancak işletme masrafı düşüktür. Yarı sabit sistemlerde ise ilk tesis maliyeti nispeten ucuzdur. Ancak çalıştırmak için fazla işçiye gerek vardır (Haroğlu 2000).

### **2.3.1.1. Yağmurlama sulama sisteminin ekipmanları ve kullanılan teknolojiler**

Sistem, su kaynağından başlamaktadır. Su kaynağı bir göl, kanal veya diğer basınçsız kaynaklarda basınç, bir pompa kullanılarak sağlanmaktadır. Sistemin akış yönü takip edilirse sırayla ana sistemi açma ve kapama ünitesi gelmekte, sonra gübre enjeksiyonu bu sırayı takip etmektedir. Gübre enjeksiyonu suda çözünen gübreleri sistemin içine enjekte etmektedir. Sulama yapılacak alanda farklı birçok bitki çeşidi olacağı düşünülürse gübre istekleri de farklı olmaktadır. Bu şekilde bitkinin gübre isteğine göre gübre miktarı enjekte edilmekte, ardından filtre gelmektedir. Filtre sistemde olması gereken bir elemandır.



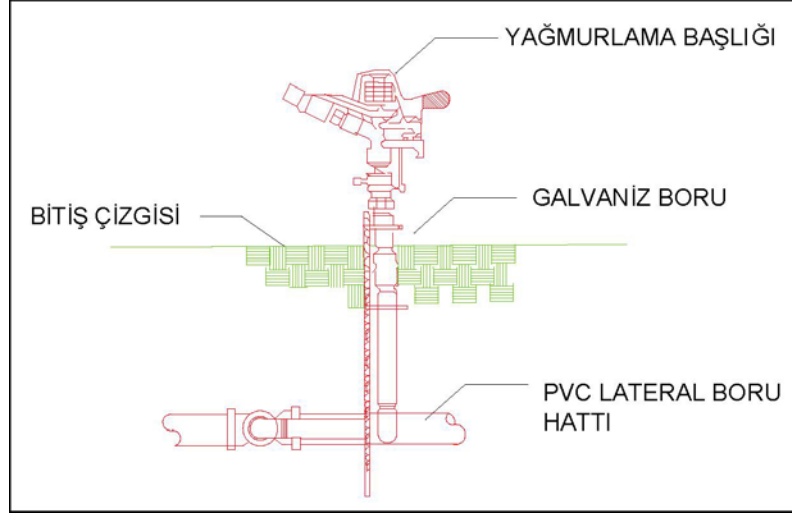
Şekil 2.7. Yağmurlama sulama sisteminin ekipmanları (Smith 1997).

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

#### 2.3.1.1.1. Yağmurlama başlıkları (sprinkler)

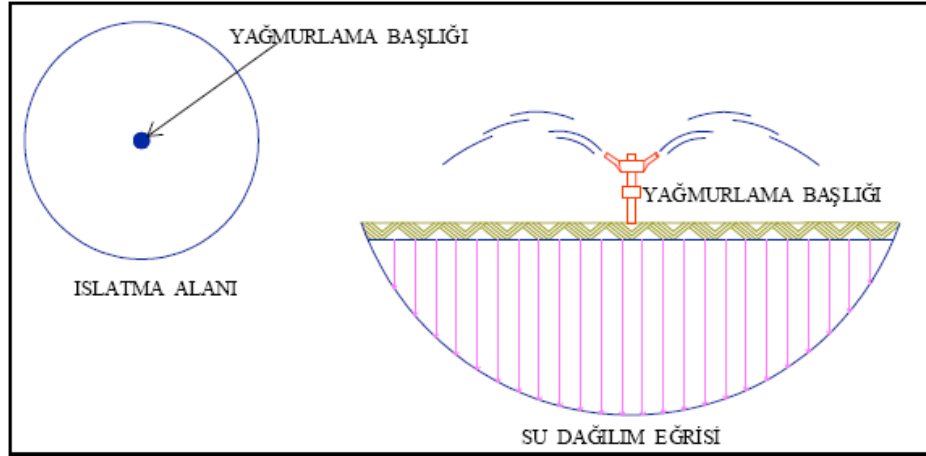
Yağmurlama başlıkları, sulanacak alana suyu dağıtan sistem elemanlarıdır. Genellikle bir gövde ve sulama memesinden oluşur. Yağmurlama başlıkları daire biçiminde bir alanı ıslatırlar. Bu alana ıslatma alanı denir. Islatma alanının kesitine ise su dağılım eğrisi adı verilir (Sarıkoc 2007).

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 (Smajstrla ve ark. 1998).



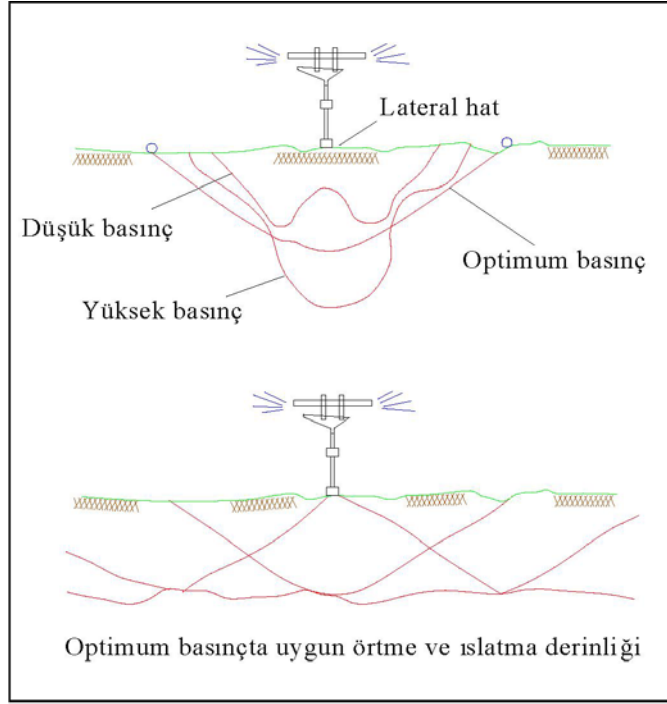
Şekil 2.8. Yağmurlama başlığının toprak yüzeyindeki kesiti

Su dağılım eğrisinde Şekil 2.9.'de görüldüğü üzere; yağmurlama başlığının yakınına fazla su düşmemekte ve ıslatma alanının çeperine yaklaştıkça düşen su miktarı da azalmaktadır.



Şekil 2.9. Yağmurlama başlıklarında ıslatma alanı ve su dağılım eğrisi (Güngör ve ark. 1995).

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 (Stryker 2003).



Şekil 2.10. Yağmurlama başlıklarının optimum basınçta uygun örtme ve ıslatma derinliği (Stryker 2003).

Yağmurlama başlıkları uygun olarak tertip aralıkları randımanlı bir su dağılım deseninin elde edilmesi yönünden birleştirilir (Şekil 2.10.). İşletme basıncı ile tertip aralıkları uygun olarak seçilmediğinde kötü bir su dağılımı elde edilmektedir.

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 (Korukçu ve Öneş 1981).

Yağmurlama başlıkları; dönüş hızlarına, işletme basıncına ve başlıkların işlevlerine göre sınıflandırılabilirler (Demirel 2005).

- Dönüş hızlarına göre; başlık dönme hızı dakikada 1 devirden az ise yavaş dönen, 1 devirden fazla ise hızlı dönen başlık adını alır (Yıldırım 1996).

- 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.

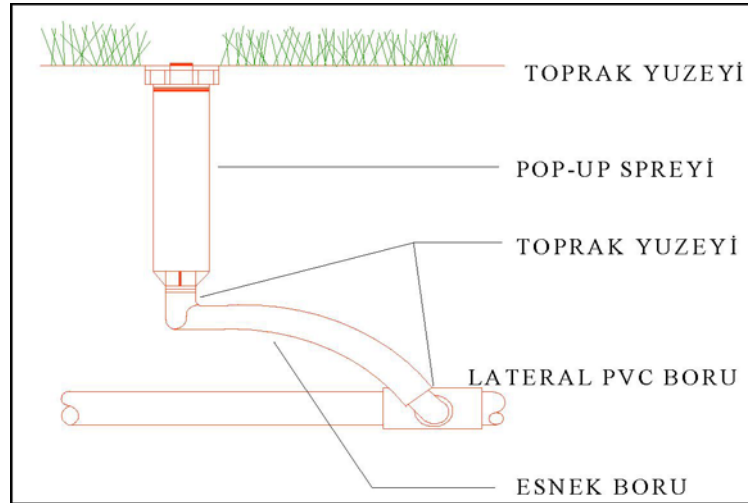
- İşlevlerine göre; tarla ve bahçe olmak üzere ikiye ayrılır. Tarla başlıklarının olağan püskürtme açısı 30° 'dir. Bahçe yağmurlama başlıkları alttan ve üstten su verebilen tiptedir (Yıldırım 1996).

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 (Smith 1997).

#### 2.3.1.1.1 Püskürtücü (sprey) başlıklı sistemler



Şekil 2.11. Püskürtücü (Spray) Pop-up başlıklı sistem elemanının toprak altındaki kesiti (Smith 1997).

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

gözükür. Lateral vanalar açıldığında ise hatlarda bulunan sprinkler basınçla dolar. Basınçla yukarı çıkan pop-up sprinkleri normal bir şekilde çalışmaya başlarlar (Smith 1997).



Şekil 2.12. Çim ve kauçukla kaplı püskürtücü (sprey) başlıklar (Anonim 2003).

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 (Sarıkoc 2007).

Sprey başlıkları çok değişik bir şekilde üretilmiş olabilir. Bu başlıkların değişmesiyle spreyle suyu değişik ölçülerde atabilir. Islatma alanının tümünü veya bir kısmını ıslatması gibi (Tenn 1997). 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.



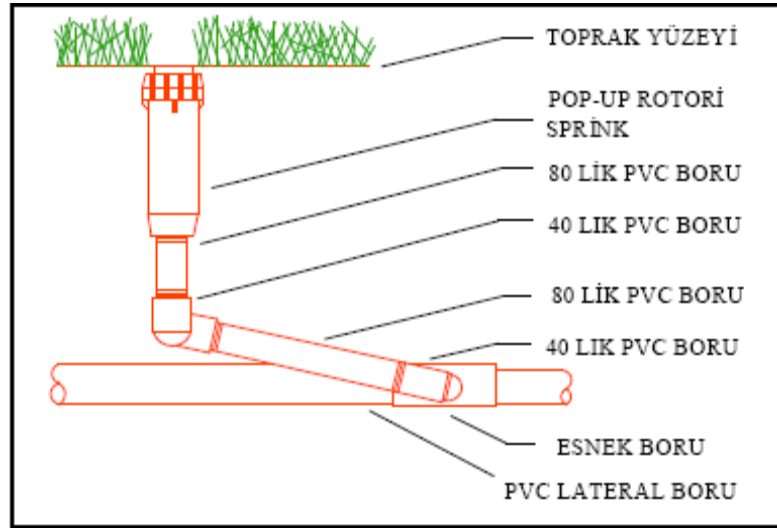
Şekil 2.13. Püskürtücü (spray) pop-up başlıklarından bir görünüş (Anonim 2003).

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. Islatma alanı tam daire değil kısmı daire olan başlıklarda daha küçük yarıçaplar mevcuttur. Başlıklar sık aralıklı bindirmeler yapıldıktan sonra genellikle 3m ile 7m aralıklarla yerleştirilir (Seçkin ve Çelik 2003).

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 (Demirel 2005).

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 (Sarıköç 2007).

### 2.3.1.1.2 Döner (rotor) başlıklı sistemler



Şekil 2.14. Döner (rotor) başlıklı sistem elemanının toprak altındaki kesiti (Smith 1997).

Şekilde görülen döner (rotor) başlıklı sistem elemanının toprak altındaki kesitidir. Sprey başlıklar sabit, rotor başlıklar ise dönerek çalışır ve döner başlıklar suyu sprey başlıklardan daha uzun mesafeye fırlatır. Döner başlıkların suyu dağıtması dönme hareketi ile sağlanır (Seçkin ve Çelik 2003).

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 (Sarıkoc 2007).

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 (Seçkin 1998).





Şekil 2.15. Döner (rotor) başlıklı sistem elemanından bir görünüş (Anonim 2003).

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 (Seçkin 1998).

Peyzajın farklı boyut ve biçimindeki mekanlarına 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 olanlarıdır (Seçkin ve Çelik 2003).

Çizelge 2.2. Sprey ve döner yağmurlama başlıklarının kıyaslanması (Anonim 2003).

Öğeler	Sprey (püskürtür) başlıklar	Döner (rotor) başlıklar
Genel açıklama	Plastik yada pirinç (daha çok plastik) ya da pirinç 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 9–27m; 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

### 2.3.1.1.2 Vanalar

Vanalar, sulama sistemindeki suyun akışını kontrol etmek amacıyla geliştirilmiş bir sistem elemanıdır (Yüksel ve Erdem 2002). Sulama sisteminin özelliğine ve kullanım amacına göre farklı vana tipleri mevcuttur. Bunlar el kontrollü vanalar ve uzaktan kumandalı vanalardır (Harris ve Dines 1988).

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 (Harris ve Dines 1988).

-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 (Sarıkoç 2007).

### **2.3.1.1.3. 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 (Yüksel ve Erdem 2002).

PVC borular polivinil klorür bileşimindeki plastik malzemedan üretilmiştir. PVC borular sert ve kırılabilir, basınca karşı dayanıksız, fazla esnek olmayan borulardır. Toprağın

oturması karşısında esneyerek birlikte hareket etme yeteneği fazla değildir (Seçkin ve ark. 2003).

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 (Harris ve Dines 1988).

#### **2.3.1.1.4. 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 (Seçkin 1998).

#### **2.3.2. Damlama sulama sistemi**

Damlama sulama yöntemi peyzaj alanlarında en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Damlama sulama yöntemine bağlı sistemde yer alan elemanlar, su kaynağı, boru sistemi, damlaticılar ve sistem denetim birimi olarak özetlenebilir. Damlama sulama sistemlerinde yardımcı elemanlar damlaticılar gibi yöntemine göre özelleşmiştir. Damla sulama yönteminde sulama hızı yavaş olduğundan belli bir zamanda sistemin içerisinde devinen su miktarı azdır. Bu da damlama sulama sistemi elemanlarının daha küçük çap ve kapasitede olması anlamına gelir. Sistemin genel anlamda ilk tesis masrafının yüksekliği nedeniyle parçaların seçiminde maliyet unsuru da önemli bir etkidir (Haroğlu 2000).

Damlama sulama sisteminin kullanılmasında en çok dikkat edilmesi gereken etmen, sistemde en önemli eleman olan damlaticıların tıkanmasıdır. Bu durum uygulamanın

başarısız olmasına neden olmaktadır. Bu nedenle su kaynağının kaliteli olması zorunluluğu bu sistemde, diğer sistemlere göre, çok daha önemlidir.

### **2.3.2.1. Damlama sulama sisteminin ekipmanları ve kullanılan teknolojiler**

Damlama sulama sistemlerinde, diğer sistemlerden farklı olarak ana boru hatlarında PVC (sert plastik), lateraller ise küçük çaplı (6-12 mm) PE borular kullanılır (Korukçu ve Öneş, 1981). Tüm iletim ağı su uygulama hızını azaltacak şekilde küçük çaplı ve elastiki borulardan oluşmaktadır. Boru sistemi, düşük iç basınca göre, 0.7 atm. Basınç altında çalıştırılmak üzere planlanmalıdır. Bu nedenle diğer basınçlı sulama ağlarına göre daha yüksek oranda PE boru kullanılır (Haroğlu 2000).

Damlama sulama genellikle peyzajdaki çalılara ve küçük ağaç yataklarına uygulanmaktadır ve bunun için damlatıcı (emitter) adıyla bilinen su dağıtım cihazları kullanılmaktadır. Sulama sisteminin en önemli ögesi olan damlatıcılar iletim sistemine belirli bir basınç altında bulunan suyun toprak yüzeyine, atmosfer basıncına eşit bir basınçla akışını sağlayan, bir başka anlatımla iletim sistemindeki suyun basıncını kırarak suyun damlalar halinde akışını mümkün kılan araçlardır (Tüzel 1990).

Günümüze kadar sürekli bir gelişme gösteren damlama sulama sistemlerinde kullanılan damlatıcılarda farklılık göstermektedir. Bu damlatıcıların en yaygın olarak kullanılanları şu şekilde sınıflandırılabilir:

- a. Kılcal borular,
- b. Uzun akış yollu damlatıcılar,
- c. Orifis damlatıcılar,
- d. Poröz plastik borular,
- e. Diğer tipteki damlatıcılar (Aküzüm ve Girgin 1988).

Damlatıcılar saatte 0.5-2 gal (2.3-9 litre) kadar küçük bir su uygulama hızına sahiptirler. Çoğunlukla akış oranlarına göre renklerle işaretlendirilmektedirler. Tek çıkışlı ve çok çıkışlı olarak üretilmektedirler. Uzatma borusu olarak küçük çaplı yumuşak polietilen bir

hortum (1/2 inç ya da 3/4 inç- 1.26 cm ya da 3.78 cm), bir çalı yatağının her tarafına ulaştırılır ve damlatıcılar bu boru üzerine soliter bitkinin kök boğazına en yakın yere yerleştirilirler. Küçük çaplı mikro borular az kullanılırsalar da damlatıcıdan uzak olan noktalara da suyu ulaştırmakta ve özel olarak sulanması gereken bitkilerde tam ve yakından sulama mümkün olmaktadır (Smith 1997).

2 litre/saat debili damlatıcılar seralarda, çiçeklerin ve kısa boylu dış mekan otsularının sulanmasında, ağır bünyeli topraklarda kullanılmaya uygundur. 4 litre/saat debili damlatıcılar, kısa boylu ağaçlarda, çalılarda, hafif bünyeli topraklarda kullanılabilir (Anonim 1998).

1, 1 1/2 ve 2 gph akışlı damlatıcılar çoğu peyzaj alanlarında bitki su ihtiyacını karşılamaya yeterlidir. 1/2 gph damlatıcı tıkanma olasılığı olduğundan tercih edilmez (Smith 1997).

Damlatıcıları, damlatıcı içerisindeki akış yolu boyunca kimyasal madde birikimini engelleme açısından, zorunlu olmadıkça işletme basıncını pompa birimi ile sağlandığı sistemlerde ise, basıncın 1 atm'den yüksek seçilmesi enerji masraflarını arttırır. Basıncın pompa birimi ile sağladığı sistemlerde işletme basıncı hemen hemen sabittir ve bu değer 1 atm'dir (Güngör ve ark. 1995).

Damlama sulama sisteminde kullanılan yardımcı elemanları kontrol biriminin içinde toplamak mümkündür. Kontrol biriminde filtreleme, basınç ayarı, su miktarı ve gübre enjeksiyonu denetlenebilir. Genellikle ana boru hattının başlangıcına yerleştirilen kontrol biriminde; hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı, elek filtre, basınç regülatörü, su sayaçları manometreler ve vanalar bulunur.

Hidrosiklon, suda bulunabilecek kum parçalarının sisteme girmeden önce tutulduğu araçtır. Kumdan arınan su hidrosiklonun üzerinden sisteme verilir. Tabanda biriken kum belirli aralıklarla temizlenir. Kum-çakıl filtre tankında, sulama suyunda bulunabilecek yüzücü cisimler ve sedimentler genellikle üst kesimde tutulur. Damla sulama sistemlerinde bitki besin maddeleri sulama suyuna karıştırılabilir. Bu amaçla sıvı gübre kullanılır. Sulanacak alanın büyüklüğüne göre hesaplanan sıvı gübre miktarı, kontrol birimindeki gübre tankının içerisine konur. Kontrol birimine gübre tankından sonra silindirik biçiminde bir elek filtre yerleştirilir. Elek filtre ile, kum-çakıl filtre tankında süzülmeyen sedimentler ve gübre tankından

gelebilecek gübre parçacıkları tutulur. Elek filtreden sonra suyun boru hattına sabit basınçla verilebilmesi amacıyla basınç regülatörü yerleştirilir. Basınç regülatörleri lateral boru hatlarına da yerleştirilebilirler. Kontrol biriminde ayrıca kum-çakıl filtre tankının giriş ve çıkışı ile elek filtre girişindeki basıncın llmesi gerekmektedir. Bu amaçla üç yollu bir manometreden yararlanılır. Böylelikle basınç farklılıklarından, filtrenin tıkanma derecesi saptanır ve gerekli zamanlarda filtreler temizlenir (Güngör ve ark. 1995).

### **3. MATERYAL ve YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

Araştırma materyalini öncelikle, peyzaj mimarlığında önemli bir yeri olan sulama sistemleri ve teknolojileri oluşturmuştur. Kaynakların elde edilmesi amacıyla ilk olarak bir literatür taraması yapılmıştır. Literatür taraması, bilimsel konularda kaynaklara sahip bilim dallarında ve kütüphanelerde, güncel bilgiler için internet ortamında yapılan tarama ile başlanmış, elde edilen sonuçların değerlendirilmesi ile tamamlanmıştır. Ayrıca konuyla ilgili en son bilimsel ve teknolojik gelişmeler izlenmiş, son aşamalara ve sonuçlara ulaşılmıştır. Birçok kütüphane internet üzerinden taranmış ve bulunan kaynaklardan yararlanılmıştır. Özellikle üzerinde çalışılan konunun son yıllarda geliştiği düşünüldüğünde güncel bilgilerin ve bu konuda üretim yapan üreticilerin sahip oldukları bilgiler çok daha önem kazanmaktadır.

Ayrıca ticari olarak bu konuyla ilgili çalışan firmaların proje ve uygulama departmanlarında görev alan kişilerle sözlü görüşmeler yapılmıştır. Bu firmaların kataloglarında materyal olarak kullanılmıştır. Sulama sistem ekipmanları ve basınç hesapları, bu kataloglardaki verilerden yararlanılarak ortaya konulmuştur. Bu tür kataloglar hem görsel materyal, hem de güncel veriler içermektedir. Ancak içerdikleri bilgiler herhangi bir akademik onaydan geçmediğinden kontrolden sonra materyal olarak değerlendirilmiştir. Bu katalogların yanında ticari firmaların üzerinde çalıştıkları alt konulara, inceleme ve araştırmalara, malzemelerle ilgili olarak takip ettikleri ve sürdürdükleri diğer çalışmalara, gelecekte bekledikleri gelişmelere ve firmanın hangi aşamalardan geçerek ürünleri ile ilgili istatistiklere ulaştıklarına ilişkin bilgiler de derlenmiştir.

#### **3.2. Yöntem**

Çalışmanın amacı, peyzaj alanlarında kullanılan sulama yöntem ve sistemlerinin uygunluğunu tartışmak, peyzaj alan kullanımları için sulama yöntem ve sisteminin seçiminde dikkat edilecek konuları ortaya koymaktır. Bunun yanında peyzaj sulaması hakkında bilgi verilmiş, sulama ile ilgili disiplinlerle peyzaj mimarları arasındaki ilişkiler, sulama uygulamalarındaki sorumluluk payları belirtilmiş ve sulama sistemlerinin projelendirilme



kriterleri ortaya çıkarılmıştır elde edilen sonuçlar örnekler üzerinde ve önerilerle açıklanmıştır.

Araştırmanın birinci aşamasında, peyzaj alanlarında kullanılan mevcut sulama sistemleri, yerli ve yabancı literatür taraması yapılarak tespit edilmiş, bu sistemlerde kullanılan teknolojiler araştırılarak, uygulama ve işletme durumları kıyaslanmıştır.

Bir sonraki aşamada sulama sistemleri ve teknolojilerinin peyzaj mimarlığındaki önemi vurgulanmış, mevsimsel değişikliklerden kaynaklanan küresel ısınma sonucu su kaynaklarının doğru kullanımı açısından bu sistemlerin gerekliliği üzerinde durulmuştur.

Son aşamada ise rekreasyon alanlarının projelendirilme kriterleri ortaya konulmuştur. Aynı zamanda proje ve uygulama aşamasında çıkabilecek sorunların azalmasında temel oluşturacak öneriler geliştirilmiştir. Ayrıca kurakçıl bitkiler olarak adlandırılan, kurak koşullara dayanıklı tasarım bitkileri örneklerini içeren liste hazırlanmıştır.

#### **4. PEYZAJ MİMARLIĞINDA SULAMA SİSTEMLERİNİN PROJELENDİRİLMESİ**

Sulama sistemi planlaması yapılırken dikkat edilecek en önemli ve öncelikli konu bitkilerin yerleştirme tarzı, yerleri ve ihtiyaçlarıdır. Sulama yöntemi belirlendikten sonra sistemin ve ayrı ayrı ekipmanın seçimine geçmeden önce sistem elemanlarının niteliklerinin, niceliklerinin ve arazi üzerindeki yerlerinin belirlenmiş olması gereklidir. Bu aşama için sulama hesapları tamamlanmalı, arazi şartları ve alan büyüklüğü göz önüne alınarak tesviye işlemlerinin yapılabilirliği tartışılmalıdır. Ardından ihtiyaca ve projeye göre sistem elemanları seçilip satın alınmalı, uygun şekilde sistemin araziye oturtulmasına geçilmelidir. Bitkilerin büyüme devrelerine göre aynı alanda birden fazla sulama yönteminin ve farklı sistem elemanlarının aynı anda uygulanabileceği göz önüne alınmalı, planlama bu gibi durumlara uygun yapılmalıdır. Sulama sistemleri için seçilecek sistem elemanları, elemanların kullanım ve yerleştirilme sırası ve sistemin alana uygun olarak projelendirilmesi konusunda yapılacak çalışmalarda yöntemin sulama mühendisine aittir. Ancak peyzaj alanı ve bitkiler ile sulama sisteminin ilişkilendirilmesi ve proje aşaması, peyzaj mimarının denetimi ve danışmanlığı ile gerçekleştirilmelidir. Alanda izlenecek yollar için, kullanılacak su kaynağı ve elemanlar için, bütçe ayarlamaları konularında ve arazide yapılacak tüm işlemler için peyzaj mimarının onayı alınmalıdır (Haroğlu 2000).

##### **4.1. Sulama Sistemlerinin Planlamasına 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 nesnelere konumu
- Su kaynağı
- Su kalitesi
- Toprak-su-bitki ilişkisi
- Maliyet (Smith 1997).

Çizelge 4.1. Sulama sistemlerinin seçimini etkileyen faktörler (Sarıkoç 2007).

<b>Öğeler</b>	<b>Yağmurlama Sulama</b>	<b>Damla sulama</b>	<b>Bubbler Sulama</b>
<b>Temel kapsam</b>	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.
<b>Yağmurlama oranı</b>	Orta-yüksek	Çok düşük-düşük	Orta –yüksek
<b>Arazi eğimi</b>	Orta derecede yerler için uyumlu	Çok eğimli yerler için uygun	Eğimli yerler için uygun
<b>Birim tesis maliyeti</b>	Orta-yüksek	Çalı yastıkları için düşük-orta	Düşük-orta
<b>Çim için kullanımı</b>	Uygun	Bazı durumlar için uygun	Uygun değil
<b>Çalı yastıkları için kullanımı</b>	Uygun	Çok uygun	Çok uygun
<b>Çalışma basıncı</b>	Orta-yüksek	Çok düşük	Çok düşük
<b>Su kalitesi</b>	Az önemli	Filtre gerekli	Filtre gereksiz
<b>Gübre ve ilaç verme</b>	Mümkün	Mümkün	Mümkün
<b>İşletme gideri</b>	Düşük	Çok düşük	Çok düşük
<b>Su tasarrufu</b>	Orta	En iyi	İyi
<b>Buharlaştırma kaybı</b>	Orta	En az	Az
<b>Rüzgardan</b>	Etkilenir	Etkilenmez	Etkilenmez

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 (Beccard 1995).

## **4.2. Yağmurlama Sulama Sistemlerinin Projelendirilmesi**

Yağmurlama sulama sistemleri peyzaj alanlarında en çok kullanılan sistemlerdir. Bu nedenle peyzaj mimarı sistemin elemanları ve projelendirilmesi ile ilgili geniş bilgi sahibi olmalı, bu konuda sulama mühendisine danışmanlık yapmalıdır. Gerekli gördüğü yerlerde tasarıma müdahale etmeli ve sulama sistemi projesinin peyzaj projesi ile tam bir uyum içinde olması için işbirliği yapılmalıdır (Haroğlu 2000).

Yağmurlama başlıklarının yerleşim ve seçimindeki en önemli hususlardan biri alan büyüklüğü ve kullanımı ne olursa olsun mümkün olduğunca az sayıda yağmurlama başlığı kullanılmalıdır. Bu amaçla daha geniş alanlara su uygulayan geniş çaplı başlıkların kullanılması uygun olur. Bu durumda yerleştirme malzeme maliyeti yarı yarıya düşecektir. Bunun yanında artacak işletme basıncından doğan maliyet artışı nispeten önemsizdir. Bir sulama başlığının yerleştirilmesinde dikkat edilecek en önemli konu, başlıkların doğal yağışlara en yakın homojen su dağılımını sağlayacak şekilde yerleştirilmesidir. Bu homojenlik sağlanmazsa örneğin çim alanlarda ölü çim alanları, düzgün olmayan çim rengi ve çimde yanma şeklinde gübre zararı görülebilir (Smith 1997).

### **4.2.1. Uygun yağmurlama başlığının seçimi**

Proje alanlarında kullanılacak yağmurlama başlıkları, Melby (1995), Smith (1997), Barrett ve ark. (2003) ve Yıldırım (2005)' de belirtilen esaslara göre belirlenmiştir. Bu esaslardan en önemlileri olarak; seçilecek başlığın atış mesafesinin sulama alanına uygun olması, seçilecek başlığın yağmurlama hızının toprağın su alma hızından daha düşük olması ve yeterli eş su dağılımı elde edilebilmesi için seçilen tertip aralığında ve işletme basıncı koşullarında Christiansen eş su dağılımı katsayısının (CU) % 84'den daha yüksek olması sayılabilir.

#### 4.2.2. İşletme birimlerinin oluşturulması

Sulama alanına yerleştirilebilecek maksimum ve minimum işletme birimi sayısı;

$$N_{\max} = (T_g/T_a)SA$$

$$N_{\min} = E_q/Q$$

Eşitlikleri ile hesaplanabilir. Eşitlikte;

$N_{\max}$ : Maksimum işletme birimi sayısı, adet,

$N_{\min}$ : Minimum işletme birim sayısı, adet,

$T_g$ : Günlük sulama süresi, h/gün,

$T_a$ : Sulama süresi, h,

$SA$ : Sulama aralığı, gün,

$E_q$ : Toplam başlık debisi, m<sup>3</sup>/h,

$Q$ : Sistem debisi, m<sup>3</sup>/h değerlerini göstermektedir.

Uygulamada, kullanılacak boru çapındaki değişimler, solenoid vana sayısı, kablo uzunlukları ve kontrol ünitesi boyutları gibi ekonomik faktörler dikkate alınarak  $N_{\min} \leq N \leq N_{\max}$  olacak biçimde proje işletme birimi sayısı belirlenebilir.  $N$  değeri büyüdükçe sistem debisi düşer ancak kullanılacak vana sayısı, kablo uzunluğu ve kontrol ünitesi boyutları artar. Bu nedenle, işletme birim sayısının hesaplanan maksimum değere yakın alınması önerilmektedir (Yıldırım 2005).

#### 4.2.3. Lateral boru çapının belirlenmesi

Her bir işletme birimini oluşturan yağmurlama başlıkları birbirlerine lateral boru hatlarıyla bağlanmaktadır. Lateral boru hatlarının olanaklar ölçüsünde eğimsiz ya da bayır aşağı eğimde döşenmesine özen gösterilmesi gerekmektedir. Lateral boru büyüklüğünün seçiminde Christiansen Yöntemi kullanılmaktadır. Yöntemde, en yüksek ve en düşük basınçların uç başlıklarda oluşturduğu varsayıldığından, uç başlıkları arasında oluşan yük kayıplarının, seçilen yağmurlama başlıklarının ortalama basıncının %20'sini aşmamasına özen gösterilmektedir. Bununla birlikte, Christiansen eş su dağılımı katsayısının (CU) % 97'den daha düşük olması istenmez. Ayrıca, lateral boru hatlarında gerek sediment gibi

materyal birikimini engellemek gerekse, boru hattında oluşabilecek su darbesini azaltmak ve kavitasyonu engellemek için boru hattı su akış hızının 0.5–2 m/s arasında olması tercih edilmiştir (Yıldırım 2005). Lateral boyunca izin verilen yük kayıpları aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanabilir.

$$H_l: 0.20 H_o \pm H_{gl}$$

Eşitlikte;

$H_l$ : Lateral boyunca izin verilen yük kaybı; m,

$H_o$ : Baslık işletme basıncı, m,

$H_{gl}$ : Lateral boru hattındaki yükseklik farkı, m' dir.

Yukarıda belirtilen bilgiler ışığında seçilen lateral boru hatları, proje alanının don derinliğine kadar toprak altına gömülü olacak şekilde, en az 10 atm işletme basınçlı sert PE (Polietilen) borulardan oluşturulması planlanmıştır.

#### 4.2.4. Ana boru çapının ve pompa biriminin belirlenmesi

Ana boru hattı çapının seçilmesinde, en kritik işletme birimindeki lateral giriş basıncına solenoid vana girişinde oluşacak yük kayıpları da eklenerek solenoid vana girişinde istenen basınç hesaplanır ve lateral boru çapının seçimindeki aşamalar izlenir. Lateral giriş basıncı ve solenoid vana girişinde istenen basınç;

$$H_L: H_o + H_{fl} + H_{yl} \pm H_{gl}$$

$H_s$ :  $H_L + H_{sy}$  , eşitlikleri ile hesaplanmaktadır (Yıldırım 2005).

Eşitlikte;

$H_L$ : Lateral giriş basıncı, m,

$H_o$ : İşletme basıncı, m,

$H_{fl}$ : Lateral boru hattında oluşan yük kayıpları, m,

$H_{yl}$ : Lateral boru hattında oluşan yersel yük kayıpları, m,

$H_{gl}$ : Lateral boru hattındaki yükseklik farkı, m,

$H_s$ : Solenoid vana girişinde istenen basınç, m,

$H_{sy}$ : Solenoid vanada oluşan yük kayıpları, m.

Eşitlikte, lateral boru hattında oluşan yersel yük kayıpları; hat boyunca oluşan yük kayıplarının %10' u kadar alınmıştır. Ana boru çapı seçilirken; gerek sediment gibi materyal birikimini engellemek gerekse, boru hattında oluşabilecek su darbesini azaltmak ve kavitasyonu engellemek için boru hattı su akış hızının 0.5–2 m/s arasında olması tercih edilmiştir (Yıldırım 2005). Ayrıca, ana boru hatlarının da, proje alanının don derinliğine kadar toprak altına gömülü olacak şekilde, en az 10 atm işletme basınçlı sert PE (Polietilen) borulardan oluşturulması planlanmıştır.

Pompa biriminde ise, aşağıdaki eşitlik ile hesaplanan manometrik yükseklik değeri ve istenilen debiye göre, işletme ve bakım kolaylığı açısından elektrik enerjisi ile çalışan hidroforlu sistemler tercih edilmiştir. Ayrıca pompa biriminin hidroforlu sistem olması ve sulama suyunun şehir şebekesinden alınması nedeniyle, pompa biriminin yanında bir su deposunun olması gerektiği düşünülmüştür. Manometrik yükseklik değeri

$$H_m: H_{de} \pm H_g + H$$

$H: H_s + H_{fa} + H_{ya} \pm H_{ga}$  eşitlikleri ile hesaplanmaktadır (Yıldırım 2005).

Eşitlikte,

$H_m$ : Manometrik yükseklik, m,

$H_{de}$ : Dinamik emme yüksekliği, m,

$H_g$ : Pompa birimi ile basma noktası arasındaki yükseklik farkı, m,

$H$ : Ana boru hattında istenen basınç, m,

$H_s$ : Solenoid vana girişinde istenen basınç, m,

$H_{fa}$ : Ana boru hattında oluşan yük kayıpları, m,

$H_{ya}$ : Ana boru hattında oluşan yersel yük kayıpları, m,

$H_{ga}$ : Ana boru hattındaki yükseklik farkı, m' dir.

#### **4.2.5. Kontrol biriminin oluşturulması**

Araştırmada göz önüne alınan rekreasyon alanlarında işletme kolaylığı ve üniform su dağılımı gibi nedenlerden dolayı sistemin otomatik olarak işletilmesi planlanmıştır. Bu nedenle, her bir alanda gerekli işletme birimini ve pompa sistemini otomatik şekilde açacak sayıda istasyona sahip olan, elektrikle veya pille çalışan kontrol birimlerinin kullanılması düşünülmüştür. Bu nedenle, her bir işletme birimine solenoid vana ve bu vanalarının kontrol birimine kadar NYY tip toprakaltı dayanımlı elektrik kablosu ile bağlanması planlanmıştır.

#### **4.3. Damlama Sulama Sistemlerinin Projelendirilmesi**

Damlama sulama sistemleri daha çok küçük peyzaj alanlarında, çiçek parterlerinde kullanılan bir sistem olmasına karşılık, özellikle dağınık bitkilerin sulanmasında kullanıldığında peyzaj alanları ile uyumu zorlaşmakta, estetik problemler ortaya çıkmaktadır. Bu estetik problemlerin ortadan kaldırılması, boru ağının mümkün olduğunca dar alanlarda çözümlenmesi, damlaticıların gizlenmesi gerektiğinden projelendirmede bunlara dikkat edilmelidir. Bir damla sulama sisteminin projelenmesinde kullanılan dört aşamalı bir yöntem bulunmaktadır. Bu yöntem ile peyzaj alanlarında damla sulama sisteminin ihtiyaçlarını, sağlıklı bir şekilde tahmin etmek mümkündür. Tüm damla sulama sistemlerinde olduğu gibi, sistemin dikkatli bir şekilde izlenmesi gerekir. Örneğin suyun uygun derinlikte verilip verilmediğini belirlemek için toprak incelenmeli, bu sudan ne ölçüde yararlandığını belirlemek için de bitki incelenmelidir (Haroğlu 2000).

Yöntemin projelenmesi altı aşamadan oluşmaktadır:

1.Sulama aralığının belirlenmesi: Toprak bünyesine bağlı olarak; bir damla sulama sisteminde haftada kaç kere sulama yapılabileceği aşağıda belirtilmiştir.



Toprak killi ise, su peyzaj alanına bitki gelişme mevsiminin en sıcak ve en soğuk olduğu dönemde haftada iki defa verilmelidir. Killi topraklar suyu, kumlu ve tınlı topraklardan daha uzun süre tutarlar.

Toprak tınlı ise, haftada üç defa su verilmelidir. Gözenekler daha büyük olduğu için su; tınlı topraklarda, killi topraklardan daha hızlı hareket eder. Bu nedenle tınlı topraklar suyu; killi topraklardan daha hızlı alırlar.

Toprak kumlu ise su gün aşırı (birer gün ara ile) verilmelidir. Suyun toprakta hareketi ve toprağın su alımı, gözeneklerin geniş olmasından dolayı çok hızlıdır. Toprak bünyesi belirlenmelidir. Toprağın fazla suyu alıp almadığının ve göllenme sorunu olup olmadığının belirlenmesi için sulama programı izlenmelidir. Optimum gelişmenin sağlanabilmesi için bitkinin yeterli miktarda suyu alıp almadığı belirlenmelidir. Killi topraklar aynı derinlikte diğer topraklara göre daha fazla su tutarlar. Killi topraklar, gözenekleri küçük olduğu için suyu kolaylıkla dışarı bırakmazlar. Killi topraklar satüre olduğu zaman gözeneklerdeki havanın yerini su aldığı için topraktaki havanın çoğu dışarı atılır. Killi bir toprak uzun süre satüre kalırsa toprak dolgun bir hale gelir ve oksijen eksikliğinden bitki çürüyebilir. 2 gph'den daha büyük bir damlatıcı yüzey akışına neden olabilir. Sonuçta böyle bir damlatıcı, killi bir toprakta suyun boşa kullanılmasına neden olur. Killi topraklar gözeneklerindeki suyun yerini havaya bırakması için daha uzun bir süreye gerek duyarlar. Sulama aşığı daha uzundur. Toprak tekstürü daha ince olduğu için gözenekler daha küçüktür. Toprakta su; bu gözeneklerde daha sıkı tutulur. Killi topraklarda su; küçük gözeneklerde öyle sıkı tutulur ki, bu toprakların bitkinin su ihtiyacını karşılayabilmek için daha fazla suya gerek duyarlar. Kumlu ve tınlı topraklardaki daha geniş gözenekler toprakta suyun daha hızlı hareketini sağlar. Tınlı topraklardaki organik maddelerin geniş gözeneklerinde suyun büyük bir bölümünü tutar ve suyu bitki köklerine ulaştırır. Su derinliği kontrol edilmelidir. Topraktaki su derinliği bir toprak sondası ile teknik olarak belirlenebilir ya da toprak nemi ile de kontrol edilebilir. Kumlu bir toprakta aynı miktarda su, killi topraktakine göre daha derine iner. Bu nedenle killi toprakta sulama aralığı uzundur (Smith 1997).

Üç farklı toprak bünyesinde, farklı su alım hızına bağlı olarak bir damlatıcı (1 gal/h) için tahmin edilen sulama süreleri olarak Çizelge 4.2.'de verilen değerler, tecrübeler sonucu tespit edilmiş, oldukça sağlıklı tahminlerdir.

Bir alandaki sulama sayısı ve sulama süresi sıcaklığın en yüksek olduğu ve bitkinin sudan en çok yararlandığı zamana göre belirlenmelidir. Bu zaman, bitki su tüketiminin en yüksek olduğu Temmuz ve Ağustos aylarıdır.

Çizelge 4.2. Bir damlatıcı için sulama süresi (Smith 1997).

Toprak bünyesi	Sulama süresi (Saat/Sulama dönemi)
Kil	3-4
Tın	2-3
Kum	2-3

2.Bitki su ihtiyacının belirlenmesi: Bu aşamada iklim bölgelerine göre bitki su ihtiyacını tahmini olarak veren bölgesel araştırma sonuç çizelgelerinden yararlanılır.

3.Sulama bölümlerinin belirlenmesi: Toprak bünyesine ve sulanacak bitki çeşitlerine göre peyzaj alanı, sulama bölümlerine ayrılır. Aynı bölümde farklı toprak bünyelerinin sulanmamasına dikkat edilir.

- a. Su killi topraklarda, diğer topraklara göre daha uzun sürede tutulur.
- b. Su kumlu topraklarda, en hızlı drene olur.
- c. Killi ve kumlu topraklar aynı bölümde ise ya kumlu toprak çok hızlı su alır tüketir suyu tüketir, ya da killi toprak aşırı sulanır.

4.Damlatıcı sayısının belirlenmesi: Damlatıcı sayısını belirlemek için öncelikle her bitkinin günlük sulama ihtiyacı (galon/gün) ile bitkinin alması gereken haftalık su miktarı (galon/hafta) bilinmelidir. Daha sonra toprak bünyesine göre sulama aralığı belirlenmelidir. Sonuç olarak her sulama bölümünde verilmesi gereken su miktarı hesaplanmalıdır.

Her sulama bölümünde verilen su miktarı (galon), sulama süresine (saat) bölünerek her bitki için gerekli damlatıcı sayısı (galon/saat) bulunur.

Damlatıcı sayısı, daha kısa bir yol izlenerek de hesaplanabilir. Damlatıcı sayısını (1 galon/saat) hesaplamak için kullanılan değişkenler;

gpd: Bitki su ihtiyacı/gün

gpw: bitki su ihtiyacı/hafta

Sulama aralığı: Toprak bünyesine bağlı sulama sıklığı (sulama sayısı/hafta)

Galon/Sulama bölümü: Sistem çalıştırıldığında verilen su miktarı,

Saat/Sulama bölümü: Her sulama bölümünde sistemin çalıştıracağı süredir.

Bu değişkenler, her bitki için gerekli damlatıcı sayısını veren eşitlikte yerine konur (Smith 1997). Örneğin:

$gdp \text{ (galon/gün)} \times 7 = gpw \text{ (galon/hafta)}$

$gpw \text{ (galon/hafta)} / \text{sulama aralığı (hafta)} = \text{galon (her sulama bölümü için)}$

$\text{galon/sulama bölümü} = \text{gerekli 1 gph damlatıcı sayısı saat/sulama bölümü}$

5.Damlatıcı aralığının saptanması: Lateral boyunca damlatıcılar, ısıtma çapının % 80'i kadar aralıkla yerleştirilir. Böylelikle lateral boyunca ıslak bir şerit oluşturulur. Ancak özellikle geniş sıra aralığına sahip bitkilerin sulanmasında lateraller arasında ıslatılmayan kuru bir alan kalır (Güngör ve ark. 1995).

Damlamada ana borular genellikle toprak altına gömülmekte ve ana boru hattında Ø50 mm, Ø63 mm, Ø75 mm ve Ø110 mm çapında olan PVC (polivinilklorid), YPE (yumuşak polietilen) veya SPE (Sert polietilen) borular kullanılmaktadır. Bu ana boruya Ø16 mm conta, Ø16 mm nipel bağlandıktan sonra Ø16 mm PE labirentli tip veya üzerine damlatıcı takılan düz-deliksiz damla sulama borusu takılmalıdır. Ø16 mm PE damla sulama borusunun sonu kör tapa ile kapatılarak sistem tamamlanmaktadır (Anonim 1998).

6.Lateral aralığının belirlenmesi: Damla sulama laterallerinin tasarımında, su uygulamasında aranan homojenitenin sağlanması ve damlatıcının istenen ortamada su akıtması amacıyla “Sınırlı parça yöntemi” ve “Altın kesit yöntemi” gibi pek çok yöntem geliştirilmiştir. Bunlar ortalama damlatıcı akışının sabit olabilmesi için gereken ilk işletme basıncını hesaplamada da kullanılırlar. Gereken lateral uzunluğu ve arazinin eğimine göre lateral çapı, istenen ortalama damlatıcı akışı, istenen su uygulama homojenitesi, lateralın uzunluğu ya da çapı ve diğer koşullar verilmişse en iyi lateral durumu ve işletme basıncı bu yöntemlerle ve bilgisayar vasıtasıyla bulunabilir.

Bir damlama sulama siteminde lateraller, sulama suyunu bitki kök bölgesine damlatıcılarla dağıtır. Laterallerdeki akış durumu, damlatıcı akış durumu, damlatıcı akışıyla doğru orantılı ve sürekli olarak değişecek şekilde hesaplanmalıdır. Bir laterali tasarlarlarken, lateralın bir ana boru tüpü ve uzunlamasına oluşturulmuş deliklerden oluşan homojen bir sistem olduğu göz önüne alınmalı ve damlatıcılar laterale yeterli yakınlıkta yerleştirilmiştir. Böylece lateral akışının damlatıcı akışıyla doğru orantılı olması sağlanır. Bu akışın debisi lateral üzerine eşit dağılmış damlatıcı akışına göre tahmin edilebilir. Ayrıca bir damlama lateralinin de tasarlanması hesaplamalar gerektirir. Bunun için lateralın işletme basıncının damlama deliklerine göre yavaş yavaş artırılması gibi pratik yöntemler kullanılmalıdır. Ama istenen ortalama damlatıcı akışı ve su uygulamasının eşit dağılıma göre yapılan teorik hesaplamaları kullanmak daha doğru olur.

Ancak bu her iki yöntemde tek laterallerin tasarımı içindir. Çift lateral tasarımında bunlar kullanılmazlar. Çift lateral tasarımında en önemli konu en iyi ana boru konumunu saptamaktır. Bazı bilim adamlarına göre en iyi ana boru pozisyonu yokuş aşağı ve yokuş yukarı konmuş laterallerde minimum basıncın aynı olduğu noktadır. Ancak bu konumlandırma sadece; tasarımda Kristiansen’in homojenite katsayısı ya da daha düşük dağılım homojeniteleri ve damlatıcı akışındaki değişmeler göz önüne alınarak planlama yapılırsa başarılı olur.

Sulama uzmanlarının kullandığı diğer bir yöntem olan “Sınırlı parça yöntemi” ise damlama sulama sisteminde ana boru ünitesinin hidroliği, yağmurlama sulama sisteminin hidroliğini ve damlama sulama sisteminin hidroliğini analiz etmek için basit bir yoldur. Genellikle doğru tasarım çözümleri üretir (Kang ve Nishiyama 1996).

Ayrıca damlama sulama sisteminde gereken yardımcı elemanlar; şehir suyu şebekesi basıncını her zaman sistem için gerekli olan 24 galon/saat (0.0606 litre/sn) debi ve 40 psi'lik (2814 gr/cm<sup>2</sup>) basıncı sağlamak için bir basınç regülatörü, yaklaşık 150 mesh bir filtre, 10-15 m lik bir hortum ve bir diyafram vanasıdır (Haroğlu 2000).

#### **4.4. Mikro Yağmurlama Sulama Sistemlerinin Projelendirilmesi**

Mikro yağmurlama sulama, peyzaj alanlarında özellikle sıralı bitkilerde büyük önem taşır. Zira bu tür sıralı bitkiler yol kenarlarında, kaliteli mekanlarda, ortamın gösterişini arttırmak amacıyla kullanılmaktadırlar. Sıralı ve genellikle büyük boylu ağaçlarla peyzaja verilmek istenen estetik katkıların yanında, sulama sisteminin yanlış planlanmasından doğacak hatalar, kesinlikle kabul edilemez. Özellikle refüjlerde yolların ıslatılmaması gereklidir. Bu örneklerin yanında, mikro yağmurlama sulama sistemlerinin doğru olarak projelendirilmesi gereken pek çok peyzaj alanı vardır. Bu nedenle peyzaj mimarı mutlaka projeyi incelemeli, gerekirse sebeplerini belirterek müdahale etmeli, mümkünse en baştan işbirliğine girmelidir. Mikro yağmurlama sulamada bir mikro yağmurlayıcının ıslattığı alan yaklaşık olarak orta boy bir ağacın izdüşümüne eşittir. Bu nedenle projelirmede her ağaca ya da her küçük çalı grubuna bir başlık düşmesi sağlanır. Bu amaçla örneğin sıralı bitkilerde her ağaç sırasına bir lateral döşenir. Gerek sıra arasındaki ağaçlar arasına, gerekse ağaç sıraları arasında ıslatılmayan kuru bir alan kalabilir. Bu yöntemde başlık aralığı sıra üzerindeki ağaç aralığına, lateral aralığı ise ağaç sıra aralığına eşittir (Haroğlu 2000).

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

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.

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.

Çim alanlarının kalitesi sadece belli periyotlarda ve miktarda yani projelendirilmiş bir biçimde suyu vermek değil aynı zamanda çim alanlarının sağlıklı yaşamalarına 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 vb.) 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 kaynaklarının korunması, geliştirilmesi ve toplum yararına en iyi biçimde değerlendirilmesi çağımızda hemen hemen tüm ülkelerde en önde gelen sorunlardan bir tanesidir. Su kaynakları sınırlı olan ülkemizde su kaynaklarının dağılımı eşitsiz, yağışlar düzensiz ve nüfus artış hızı ise yüksektir. Ayrıca küresel iklim değişiminin su kaynaklarını olumsuz yönde etkilemekte ve gün geçtikçe kullanılabilir su kaynaklarının azalmasına sebep olmaktadır. 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. Sudan devamlı ve yüksek düzeyde bir verim elde edilmesi için en uygun sulama sisteminin seçimi ve aynı zamanda Ek-1 ve Ek-2’de örneklendirildiği gibi projelendirilmesi gerekir. 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. Ayrıca su kaynaklarının verimli kullanımı açısından peyzaj tasarımlarında dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan biride, bitkilerin seçiminde, onların su isteklerini ve kuraklığa dayanıklılığını analiz ederek daha az su ihtiyacı olan bitkilerin kullanımına öncelik vermek gerekmektedir. Bu bitkileri 3 grup altında inceleyebiliriz (Çizelge 5.1.). Ayrıca kurakçıl bitkiler olarak adlandırılan, su isteği az olan bitkiler Ek-3’de örneklendirilmiştir.

Çizelge 5.1. Bitki gruplarının kurak koşullara karşı tepkileri (Seçkin ve Çelik 2003).

Bitki grupları	Tipik Özellikleri
Kuraklığa dayanıklı bitkiler (Kurakçıl bitkiler)	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 temini konusunda yaşanan güçlüklerin giderek artması insanları suyun etkin kullanımı yönünde yeni çözümler arayışlarına yöneltmiştir. Özellikle park ve bahçeler gibi dış mekan kullanımlarında su tüketiminin büyük boyutlara ulaşması peyzaj düzenlemelerinde suyun olabildiğince az kullanıldığı yeni peyzaj düzenleme biçimlerinin geliştirilmesini gerektirmiştir. Bu doğrultuda "Su-Etkin Peyzaj Düzenlemesi" (Water-Efficient Landscaping) genel başlığı altında "Suyun Akılcı Kullanımı" (Water-Wise, Water-Smart), "Az Su Kullanımı" (Low-Water) ve "Doğal Peyzaj Düzenleme" (Natural Landscaping) gibi klasik peyzaj düzenleme anlayışlarından farklı yeni peyzaj düzenleme kavramları geliştirilmiştir. Bu



kavramların her biri felsefeleri ve konuya yaklaşım biçimleri açısından bazı farklılıklar göstermekle birlikte, hepsi de aynı temel ilkelere dayanmakta ve genellikle aynı anlamı taşıyacak biçimde birbirinin yerine kullanılmaktadır. Bu temel ilkelerin formüle edilmesiyle geliştirilen ilk kavramsal yaklaşımlardan birisi "Kurakçıl Peyzaj Düzenleme" (Xeriscape) dir. "Kurakçıl Peyzaj Düzenleme" ya da tüm Dünyada bilinen ismiyle "Xeriscape" genel olarak suyun en az düzeyde kullanılmasıyla su kaynaklarının ve çevrenin korunmasını ilke edilen özellikli peyzaj düzenleme olarak tanımlanabilir. Bu kavram ilk olarak 1981 yılında Denver Su Departmanı tarafından peyzaj düzenlemelerinde su kullanımına yönelik tasarrufun sağlanabilmesi amacıyla "kuru" anlamına Yunanca "xeros" ile "peyzaj" anlamına gelen İngilizce "landscape" sözcüklerinden geliştirilmiştir. Kurakçıl peyzaj düzenlemesi kesinlikle sıfır su kullanımı anlamına gelmemektedir. Kurakçıl Peyzaj Düzenlemesinin dayandığı yedi temel ilke aşağıdaki gibidir:

- Çim alanlara olabildiğince az yer verilen ve sulamayı en az gerektiren uygun planlama ve tasarımın yapılması
- Toprak analizi ve toprak koşullarının iyileştirilmesi
- Suyu en az gereksinim duyan ve kurağa dayanıklı uygun bitki türlerinin seçimi
- Çim alanların uygulama ve bakım çalışmalarında kolaylık yaratan pratik ve ekonomik çözümler sunacak biçimde tasarlanması
- Etkin sulama sisteminin oluşturulması
- Malçlama (bitki kök çevresinde uygun sıcaklık ve nem koşullarını sağlamak ve toprak nemini muhafaza etmek amacıyla toprağın bu koşulları oluşturabilecek niteliklere sahip malzemelerle (kuru yaprak, saman vb.) kaplanması.
- Uygun ve düzenli bakım çalışmalarının yapılması (Barış 2007).

Sulama suyunun gereğinden az verilmesi yani yetersiz sulama elde edilecek verimi azaltarak bitki üzerinde zarara 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 ihtiyacı ve

sulama aralığı belirlenmelidir. Uygun sulama zamanının planlanması suyun özellikle eğimli yüzeylerde yüzeysel akışını önleyerek su tasarrufu sağlamaktadır.

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 çevre kullanımları çok iyi analiz edilmelidir.
- Arazinin yer altı su seviyesi belirlenmelidir.
- Arazi ve çevre arazileri de içine alan yağışa kış 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).

Peyzaj sulamasında peyzaj mimarının görevlerinden biri olan sulama yöntemi seçimi danışmanlığı peyzaj mimarının sulamayla ilgili olarak birçok konuda bilgili olmasını gerektirir. Süs bitkileri, sulanan materyal olarak sulama yöntemi seçiminde en etkili faktörlerden biridir. Bu nedenle peyzajda kullanılan süs bitkilerinin ve alan kullanım tiplerinin sulama yöntemlerinin başarısını ne derece etkilediği ve hangi sulama yönteminin hangi bitki ve kullanım için kullanılabilir olduğu bilinmelidir. Bu amaçla Çizelge 5.2 ve Çizelge 5.3 kullanılabilir (Haroğlu 2000).

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. Bu nedenle, Peyzaj Mimarlığı düzenleme çalışmalarının yapılma ve uygulanması kadar sulanması ve bakılması da çok büyük önem taşımaktadır. Yapılan projelerin sürdürülebilirliği öncelikle sulamaya ve işletilmeye bağlıdır. Yüksek maliyetli peyzaj projeleri, düşük maliyetli sulama ve işletim maliyetleri ile sürdürülebilir duruma getirilebilmektedir. Bu nedenle, Peyzaj Mimarlığı düzenleme çalışmalarında kullanılacak sulama sistemleri ve teknolojileri çok büyük önem taşımaktadır.

Çizelge 5.2. Peyzaj mimarlığında kullanılan tasarım bitkilerine göre sulama yöntemi seçimi (Haroğlu 2000).

	YAĞMURLAMA SULAMA TEKNİĞİ	DAMLA SULAMA TEKNİĞİ	MİKRO YAĞMURLAMA SULAMA TEKNİĞİ	YÜZEY SULAMA TEKNİĞİ
Yüksek boylu ağaçlar	Yükselticilerle başarılıdır	Tüm kök bölgesinin sulanması zorunludur	Çok başarılıdır, mükemmel sular	Tava sulama yöntemi çok başarılıdır.
Kısa boylu ağaçlar	Gövde ıslanıldığından kullanılmaz	Yüksek debili damlatıcılarla yapılabilir	Mükemmel sulama yapılır	Çok başarılı olarak sulama yapılabilir.
Çalı yatakları	Başarılıdır	Çok başarılıdır	Çok başarılıdır	Başarılıdır.
Çiçek parterleri	Küçük parterlerde kullanılmaması iyi olur	Küçük parterlerde çok başarılıdır	Çok büyük olmayan parterlerde başarılıdır	Çiçek ve yapraklara zarar vermiyorsa kullanılabilir.
Yer örtücüler	Çok başarılıdır	Büyük alanlarda zor olur	Çok başarılıdır	Sürekli nem bitkilere büyük zarar verebilir.
Çim alanlar	Çok başarılıdır	Zorunlu ise zor olsa da kullanılabilir.	Gerekirse kullanılabilir	Vasattır.
Kaya bahçesi bitkileri	Pop-up'lar çok başarılıdır	Çok başarılıdır	Başarılıdır	Kullanılmaz
Sıralı bikriler	Kullanılır, su kaybı olabilir	Çok başarılıdır	Kullanılır, su kaybı olabilir	Çok başarılıdır.
Soliter bitkiler	İyi projelikleme ile kullanılabilir	Çok başarılıdır	İyi projelikleme ile çok başarılı olur	Zorunlu olmadıkça kullanılmamalıdır.
Çıplak köklü fidanlar	Kalıcı ve zorunlu değilse kullanılmaz	Kullanılmaz	Kalıcı ve zorunlu değilse kullanılmaz	Derin karıklarla sulama çok uygundur.
Kaplı fidanlar	Kullanılır, su kaybı olur	Çok başarılıdır	Kullanılır, su kaybı olur	Kullanılmaz.

Topraklı fidanlar	Kullanılmaz	Zorunluysa her torbaya Bir damlama borusu Konabilir	Kullanılmaz	Delinen torbalar hendekleme ile sulanabilir.
Saksılı bitkiler	Başarısızdır	Çok başarılıdır	Büyük bitkilerde kullanılabilir	Yetiştiricilikte çok başarılıdır.
Çelikler	Çok geniş alanlarda Verimli olur	Masraflı olur	Geniş alanlarda başarılı Olur	Çok başarılıdır.
Kısa bitkiler	Geniş alanlarda çok Başarılıdır	Çok geniş olmayan alanlarda başarılıdır	Çok başarılıdır	Çok başarılıdır.
Uzun bitkiler	Çok uzun değilse yükselticilerle sulanır	Çok sayıda damlatıcı İle başarılıdır	Çok başarılıdır	Çok başarılıdır.
Tomurcuklu bitkiler	Kullanılmamalıdır	Çok uygundur	Uzun bitkilerde başarılıdır	Çok uygundur.
Çiçekli bitkiler	Kullanılmamalıdır	Çok uygundur	Çiçekler kuru kalıyorsa Başarılıdır	Çok uygundur.
Tüylü yapraklılar	Kesinlikle kullanılmaz	Çok başarılıdır	Yaprakları kuru kalıyorsa başarılıdır	Yaprakları kuru kalıyorsa başarılıdır.
Ekzotik bitkiler	Kontrollü sulama ile çok başarılıdır	Kontrollü sulama ile çok başarılıdır	Kontrollü sulama ile çok başarılıdır	Kontrollü sulama ile çok başarılıdır.
Yaşlı ağaçlar	Kontrollü sulama ile çok başarılıdır	Çok sayıda damlatıcı Ve kontrollü sulama ile başarılıdır	Kontrollü sulama ile çok başarılıdır	Kontrollü sulama ile başarılıdır.

Çizelge 5.3. Peyzaj mimarlığında alan kullanım tipine göre sulama yöntemi seçimi (Haroğlu 2000).

	YAĞMURLAMA SULAMA TEKNİĞİ	DAMLAMA SULAMA TEKNİĞİ	MİKRO YAĞMURLAMA SULAMA TEKNİĞİ	YÜZEY SULAMA TEKNİĞİ
Hayvanat-Botanik bahçeleri	Çok başarılıdır	Soliter bitkiler için istenir	Başarılıdır	Kullanılmaz.
Toplu konutlar	Çok başarılıdır	Soliter bitkiler için istenir	Başarılıdır	Kullanılmaz.
Turistik alanlar	Çok başarılıdır	Soliter bitkiler için istenir	Başarılıdır	Kullanılmaz.
Termal tesisler	Çok başarılıdır	Soliter bitkiler için istenir	Başarılıdır	Kullanılmaz.
Spor tesisleri	Çok başarılıdır	Projelemeye bağlıdır	Başarılıdır	Nadiren kullanılabilir.
Ev bahçeleri	Büyükse başarılıdır	Soliter bitkiler için istenir	Büyükse başarılıdır	Nadiren kullanılabilir.
Bahçe sergileri	Çok başarılıdır	Çok başarılıdır	Başarılıdır	Nadiren kullanılabilir.
Çatı bahçeleri	Çevreye zararlıdır	Çok başarılıdır	Yağmurlamaya oranla daha başarılıdır	Kullanılmaz.
Yaya bölgeleri	İyi projelendirilirse başarılıdır	Soliter bitkilerde başarılıdır	Yağmurlamaya oranla daha başarılıdır	Kullanılmaz.
Mezarlıklar	Kullanılmaz	Çok başarılıdır	Ağaçlarda başarılıdır	Kullanılmaz.
Otoparklar	Kullanılmaz	Çok başarılıdır	Yalnız ağaçlarda başarılıdır	Nadiren kullanılabilir.

Anıt çevreleri	Alan genişse başarılıdır	Çok başarılıdır	Yağmurlamaya oranla daha başarılıdır	Kullanılmaz.
Kavşaklar-refüjler	Kullanılmaz	Soliter bitkilerde başarılıdır	Yağmurlamaya oranla daha başarılıdır	Başarılıdır.
Çayır-mera (toprak ıslahı)	Ekonomik olmaz	Kullanılmaz	Ekonomik olmaz	Çok başarılıdır.
Korular-ağaçlandırma	Kullanılmaz	Kullanılmaz	Çok başarılıdır	Başarılıdır.
Peyzaj onarımı	Geniş ve engebeli alanlarda başarılıdır	Çok başarılıdır	Başarılıdır	Başarılıdır.
Şevler	Uygun yükseltici açısıyla çok başarılıdır.	Çok başarılıdır	Uygun yükseltici açısıyla çok başarılıdır.	Kullanılmaz.
Restorasyonlar	Yapılara zarar verebilir	Çok başarılıdır	Yağmurlamaya oranla daha başarılıdır	Kullanılmaz.
Arkeolojik alanlar	Yapılara zarar verebilir	Çok başarılıdır	Yağmurlamaya göre daha fazla tercih edilir	Kullanılmaz.
Erozyon önleme zonları	Kontrollü sulama ile başarılı olur	Çok başarılıdır	Kontrollü sulama ile başarılıdır	Başarılıdır.
Fidanlıklar	Çok başarılıdır	Çok başarılıdır	Yağmurlamaya oranla daha başarılıdır	Başarılı ve çok yaygındır.
Seralar	Büyük seralarda kullanılır	Çok başarılıdır	Yağmurlamaya oranla daha başarılıdır	Başarılı ve çok yaygındır.

## 6. KAYNAKLAR

- Aküzüm T (1998). Basınçlı Sulama Sistemleri. Yüksek Lisans Ders Notları (Basılmamış), Ankara.
- Aküzüm T ve Girgin B (1988). Kılcal Borulu Damla Sulama Sistemlerinin Sera ve Fidanlıklarda Kullanım Olanakları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını: 1099, 11 s., Ankara.
- Alagöz H (1984). Kültürteknik Sulama. 1. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, İzmir.
- Altunkasa M F (1998). Peyzaj Mühendisliği. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:123, Ders Kitapları Yayın No: A-36, Adana.
- Anonim (1968). Sulamada Kullanılan Yerli Yapı Alet ve Ekipmanları. Milli Produktivite Merkezi Tarım Şubesi Yayını, 143 s., Ankara.
- Anonim (1980). Pilsa Yağmurlama kataloğu. 24 s., Ankara.
- Anonim (1998). Labirent Tip (In Line) Damla Sulama Sistemleri. Ege Yıldız Plastik Pazarlama Ticaret ve San. A.Ş. Kataloğu, 4 s., Ankara.
- Anonim (1998). DSİ (Devlet Su İşleri, DSİ Dünya Su Günü Basın Bildirisi, Trabzon.
- Anonim (2003). Rain Bird Landscape Irrigation Products.
- Barış M. Emin (2007). Kurakçıl Peyzaj. Bilim ve Teknik Dergisi Yayını Eylül 2007.
- Barrett J, Vinchesi B, Dobson R, Roche P, Zoldoske D (2003). Golf Course Irrigation, Enviromental Design and Management Practices, John Wiley & Sons, Inc, 440p, New Jersey.
- Beccard B (1995). Taking Control. Landscape Desing, USA.
- Burt CM, Clemmens AJ, Bliesner R, Merriam JL, Hardy L (2000). Selection of Irrigation Methods for Agriculture. Am. Soc. of Civil Engineers, 83p, Virginia, USA.
- Demirel K (2003). Peyzaj Alanlarının Sulanması. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Demirel K (2005). Peyzaj Projelerinde Kullanılan Farklı Yağmurlama Sulama Başlıklarının Performanslarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Ersin M (1987). Sulama ve Kurutma Ders Notları. Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sayı No:196, İstanbul.

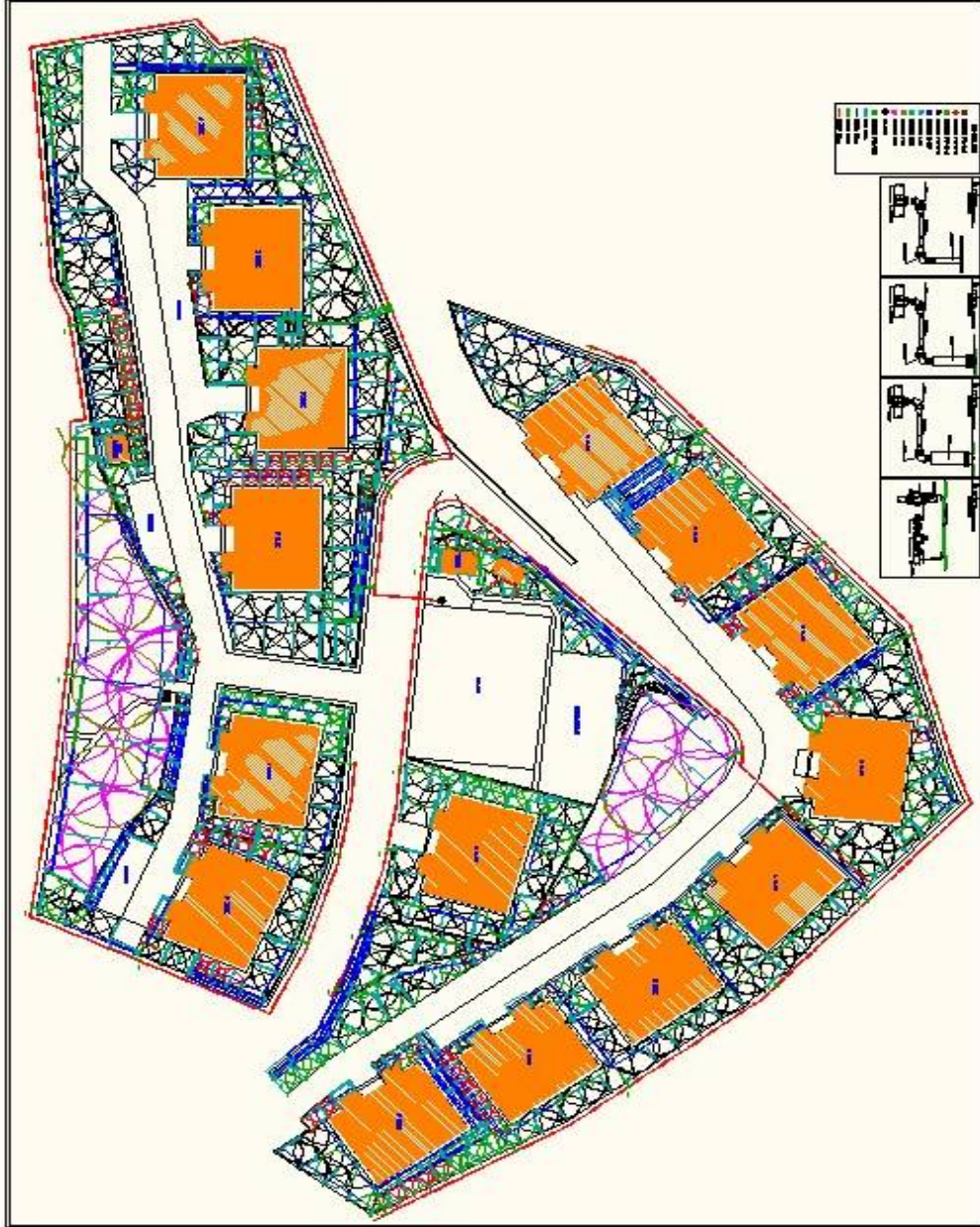


- Ertuğrul H ve Apan H (1979). Sulama Sistemlerinin Projelendirilmesi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 562, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 252/38, Erzurum.
- Güngör Y, Erözel A Z, Yıldırım O (1995). Sulama. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1443, Ders Kitabı:424, Ankara.
- Hakören F (1996). Sulama (Planlama ve Projelenme İlkeleri). Akdeniz Üniversitesi Basımevi, Akdeniz Üniversitesi Yayını, No:67, Antalya.
- Harris W C ve Dines T N (1988). Time Saver Standards for Landscape Architecture.
- Haroğlu R (2000). Peyzaj Uygulamalarında Sulama Sisteminin Seçimi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Hendrix H, Straw S (1998). Reliable Rain. A Practical Guide to Landscape Irrigation, Taunton Press, USA.
- Kang Y ve Nishiyama S (1996). Analysis and Design of Microirrigation Laterals. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, March-April Volume:122, No:2, 75-77.
- Kanber R, Köksal H, Önder S, Eylen M (1994). Farklı Sulama Yöntemlerinin Genç Portakal Ağaçlarında Verim, Su Tüketimi ve Kök Gelişimine Etkisi. Turkish Journal of Agriculture Forestry (Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi), Sayı: 20.
- Korkut A B (1995). Bitki Örnekleriyle Peyzaj Mimarlığı. Hasad Yayıncılık, İstanbul.
- Korukçu A ve Öneş A (1981). Çağdaş Sulama Teknikleri. Peyzaj Mimarlığı Dergisi Özel Sayı: Türkiye’de Süs Bitkileri Haftası; 57-62.
- Landphair H C, Klatt F (1979). Landscape Architecture Construction. Elsevier, New York.
- Melby P (1995). Simplified Irrigation Design. Second Edition, John Wiley & Sons, Inc, 189p, New York.
- Özden M A (1994). Peyzaj Çalışmalarında Farklı Sulama Tekniklerinin Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Saatçioğlu F (1976). Fidanlık Tekniği. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını: 2188-223, 460 s., İstanbul.
- Sarıkoç E (2007). Peyzaj Alanlarında Kullanılan Sulama Yöntemleri ve Bitki Su Tüketim Modellerinin Türkiye’nin Üç Farklı İklim Bölgesinde Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Seçkin Ö B (1998). Peyzaj Uygulama Tekniği. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4105, Orman Fakültesi Yayın No: 453, İstanbul.

- Seçkin Ö B ve Çelik H E (2003). Sulamaya Giriş. İstanbul Üniversitesi Yayın No:4421, Orman fakültesi Yayın No: 472, İstanbul.
- Smajstrla A G, Zazueta F S ve Haman D Z (1998). Lawn Sprinkler Selection and Layout for Uniform Water Application. University of Florida Cooperative Extension Service, America.
- Smith W S (1997). Landscape Irrigation Design and Management. John Wiley & Sons, Inc, 229 p, New York.
- Stryker J (2003). Sprinkler Spacing. Landscape Sprinkler Design Tutorial 3, 127-135.
- Tanrıverdi F (1975). Peyzaj Mimarisi. Ankara Üniversitesi Yayını:418, 364 s., Ankara.
- Tenn M (1997). How To Design and Build A Splinker System, A Complete Guide For The Do-It-Yourselfer, Irrigation IP Publishing, Milwaukee.
- Tüzel İ H (1990). Yerli Yapım Damla ve Düşük Basınçlı Yağmurlama Sistemlerinin Bazı Teknik Özellikleri ve Projelendirme Kriterleri Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kültürteknik Anabilim Dalı yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), İzmir.
- Ürgenç Ü (1992). Ağaç ve Süs Bitkileri Fidanlık ve Yetiştirme Tekniği. İstanbul Üniversitesi Yayını: 3676, 569 s., Ankara.
- Yazgan M F, Dilaver Z, Edik G B (2003). Çim Alanlar. Saksılı Süs Bitkileri Üreticileri Derneği Yayını, 95s, Ankara.
- Yıldırım O (1996). Sulama Sistemleri 2 Kitabı. A.Ü. Ziraat fakültesi Yayınları, No:1449, Ankara.
- Yıldırım O (2005). Sulama Sistemlerinin Tasarımı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1542, 348s, Ankara.
- Yüksel A N, Erdem Y (2002). Sulama ve Gübreleme. Hasad Yayıncılık, İstanbul.



EK-2. Sevgi evleri peyzaj sulama projesi.



### **EK-3. Kurakçıl Peyzaj Düzenleme İçin Uygun Bitkilerden Bazıları.**

#### **Yaprağını Döken Ağaç ve Ağaccıklar**

*Acer campestre*

*Acer galabrum*

*Acer tataricum*

*Aesculus hippocastanum*

*Betula nigra*

*Catalpa speciosa*

*Celtis orientalis*

*Cercis sp.*

*Cotinus coggygria*

*Crataegus crus-galli*

*Elaeagnus angustifolia*

*Fraxinus americana*

*Ginkgo biloba*

*Gleditsia triancanthos*

*Hippophae rhamnoides*

*Koelreuteria paniculata*

*Lriodendron tulipifera*

*Populus tremula*

*Pyrus sp.*

*Quercus robur*

*Quercus rubra*

*Robinia pseudoacaia*

*Sambucus (S. nigra; S. racemosa)*

*Sophora japonica*

*Syringa vulgaris*

*Ulmus pumila*

*Ulmus parvifolia*

## **Herdemyeşil Ağaç , Ağaçcık ve Calılar**

*Chamaecyparis lawsoniana*

*Cupressus (C. arizonica; C. sempervirens)*

*Cupressocyparis leylandii*

*Pinus nigra*

*Pinus silvestris*

*Pinus mugo*

*Pinus strobus*

*Taxus baccata*

*Thuja orientalis*

*Juniperus chinensis*

*Juniperus communis depressa*

*Juniperus horizontalis*

*Juniperus × media*

*Juniperus sabina*

*Juniperus scopulorum*

*Juniperus squamata ‘Blue Star’*

*Juniperus virginiana*

## **Calılar**

*Berberis thunbergii*

*Buddleia davidii*

*Buxus sempervirens*

*Campsis radicans*

*Caragana arborescens*

*Cotoneaster (C. dammeri; C. horizontalis; C. salicifolius)*

*Colutea arborescens*

*Euonymus (E. alatus; Euonymus fortunei; E. japonicus)*

*Hedera helix*

*Jasminum sp.*

*Ligustrum japonicum*

*Ligustrum obtusifolium*

*Ligustrum vulgare*  
*Lonicera tatarica*  
*Lycium barbatum*  
*Mahonia aquifolium*  
*Parthenocissus tricuspidata*  
*Prunus laurocerasus*  
*Pyracantha coccinea*  
*Rhus glabra*  
*Rhus typhina*  
*Rhus trilobata*  
*Rosmarinus officinalis*  
*Spiraea × vanhouttei*  
*Symphoricarpus albus*  
*Symphoricarpus orbiculatus*  
*Tamarix*  
*Viburnum lantana*  
*Viburnum tinus*  
*Vinca major; V. minor*  
*Yucca filamentosa*

### **Perenniallar**

*Achillea filipendulina*  
*Achillea millefolium* 'Rosea'  
*Alchemilla mollis*  
*Anemone sylvestris*  
*Aquilegia hybrids*  
*Artemisia schmidtiana*  
*Alyssum saxatile*  
*Bergenia cordifolia*  
*Campanula carpatica*  
*Campanula rotundifolia*  
*Centaurea dealbata*  
*Centranthus ruber*

*Cerastium tomentosum*  
*Coreopsis grandiflora*  
*Echinacea purpurea*  
*Eschscholzia californica*  
*Euphorbia polychrome*  
*Festuca glauca*  
*Gaillardia aristata*  
*Gazania linearis*  
*Helianthemum nummularium*  
*Hemerocallis hybrids*  
*Iberis sempervirens*  
*Iris germanica var*  
*Liatris spicata*  
*Linum perene*  
*Nepeta faassenii*  
*Phlox subulata*  
*Salvia argentea*  
*Salvia nemorosa*  
*Santolina chamaecyparissus*  
*Saponaria ocymoides*  
*Sedum sp.*  
*Sempervivum hybrids*  
*Stachys lanata*  
*Teucrium chamaedrys*  
*Thymus serpyllum*  
*Veronica liwanensis*  
*Veronica spicata*

### **Cimler**

*Agropyron cristatum*  
*Festuca arundinacea*  
*Poa pratensis*



## **ÖZGEÇMİŞ**

Karabük ilinde 1984 yılında doğdu. İlköğretimini Safranbolu’da, orta ve lise öğrenimini TED Karabük Koleji’nde tamamladı. 2002 yılında girdiği Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümünden 2006 yılında mezun oldu. Aynı yıl Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2008 yılında kurduğu firmada, halen bir Amerikan Hydroseeding firmasının bölge temsilciliğini yürütmektedir.