
SERİ

B

CİLT

46

SAYI

1-2-3-4

1998

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ



YAĞMURLAMA SULAMA SİSTEMİNİN BİR PEYZAJ ALANINDA UYGULANMASI

Ar.Gör.Tolga ÖZTÜRK¹⁾

Kısa Özet

Peyzaj alanları; ağaç, çalı, çim gibi bitkisel öğeler ile sert zemin, aydınlatma, drenaj gibi yapısal öğelerin kombinasyonundan oluşan bir bütündür. Bu öğeler birbirleriyle yakın ilişkide olup, ortaya görsel güzellikler çıkmaktadır. Sulama ise, peyzaja gerçek güzelliğini veren, bitkilerin hayatiyetini korumasını sağlayan en önemli öğedir. Büyük meblağlarda para ve emek harcanarak yapılan peyzaj çalışmaları, yanlış veya yetersiz sulama, eksik drenaj çalışmaları nedeniyle hüsrarla sonuçlanabilmektedir. Sulama ve drenaj konusu, günümüzde bütün peyzaj mimarlarının bilmesi zorunlu olan bir konu halini almıştır.

Bu yazıda örnek bir peyzaj alanında sulama probleminin yağmurlama sulama yöntemi kullanılarak nasıl çözülebileceği üzerinde durulacaktır.

1.GİRİŞ

Sulama, bitkilerin normal gelişmeleri için ihtiyaç duydukları suyun doğal yağışlarla karşılanamayan kısmının toprağa verilmesi biçiminde tanımlanmaktadır (ERÖZEL / GÜNGÖR / YILDIRIM 1996). Sulama sistemlerinin amacı ise, bitkinin terleme (transpirasyon) ve toprağın buharlaşma (evaporasyon) yoluyla kaybettiği suyu karşılamaktır (SEÇKİN 1989).

Su bitki sisteminin sürekliliğini sağlayan hemen hemen bütün proseslerin esasıdır. Bitki yapısının büyük kısmını su oluşturur. Nitekim aktif şekilde yaşamını sürdüren bir bitkinin %85-90'ı sudur. Diğer bir ifadeyle su, hem bitki gelişimine yarayan maddelerin fiziksel hareketi, hem de bitki beslenmesine özgü gıdaları oluşturan kimyasal prosesler için gerekli yaşam sürdürme sıvısıdır (SEÇKİN 1998).

Tabiatta kendi halinde yetişen bitkiler ihtiyaçları olan suyu, yağış sularının toprak tarafından tutulması ile temin ederler. Bazı hallerde bir bölgedeki yıllık yağış miktarı, bitkilerin yıllık su ihtiyaçlarına yeterli veya bu ihtiyaçtan fazla olabilir. Bir başka deyişle yağışın yıl içindeki dağılımı bitkinin su ihtiyacı zamanına tekabül etmeyebilir.

Bu durumda bitkinin optimum gelişmesi için ihtiyaç zamanında gerektiği kadar suyun bitkiye verilmesi gerekir. Bu açıklamalara göre sulamay; bitkilerin ihtiyacı olan suyun yağışlardan

¹⁾ İ.Ü.Orman Fakültesi Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı

Yayın Komisyonuna Sunulduğu Tarih:30.06.2000

karşılanamayan eksik su miktarının, bitkinin ihtiyacı olduğu zaman kontrollü ve ölçülü bir şekilde verilmesi olarak tanımlayabiliriz.

Aynı zamanda sulama; fazla sıcak havalarda toprağın ve havanın serinletilmesi veya yıkanması, taban taşlarının yumuşatılması ve ticari gübrelere su ile birlikte toprağa verilmesi, bazı zararlılarla mücadele ve bunlar gibi yan faydalarda sağlamaktadır (KIZILKAYA 1988).

2. SULAMANIN ÖNEMİ

Su kaynaklarını iyi şekilde kullanarak onu en iyi koruyan toplumlar tarihte zengin ve en medeni toplumlar olmuşlardır. Sulama, tarihin her devresinde önemini korumuş, medeniyetlerin gelişmesine bağlı olarak sürekli gelişme göstermiştir. Artan ihtiyacı karşılamak için birim alandan elde edilen ürün artırılmaya çalışılmıştır. Üretimdeki artma, sulama ve bunun yanısıra gübreleme, toprağın uygun sürümü, ekimi, tarımsal mücadele ve modern teknolojinin uygulanabilmesi ile sağlanabilir. Sulama bunların içinde en etkilisidir.

2.1 Bitki – Su – Toprak İlişkileri

Sulama konusunda önemli 3 eleman vardır. Bunlar; su, bitki ve topraktır. Bitkiler gelişimleri için gerekli olan suyun tamamına yakın bir kısmını kökleri vasıtasıyla topraktan alırlar. Sulamadan beklenen yararın sağlanması ve istenen düzeyde kalite elde edilmesi için, büyük ölçüde gelişme döneminde etkili bitki kök derinliğindeki toprakta yeterli nemin bulundurulmasına ve toprak-bitki-su ilişkileri arasında iyi bir dengenin kurulmasına bağlıdır (KORUKÇU; YILDIRIM 1981).

2.1.1 Bitki – Su İlişkisi

Bir bitkinin su gereksinimi bitkinin boyutları ve onun su tutma kapasitesiyle ilgilidir (SEÇKİN 1998). Bitkilerin su ihtiyaçlarının temini sulamanın gayesini teşkil eder. Bitkinin ihtiyacı olan sudan az su verilmesi bitkinin büyümesini engeller. Fazla su verilmesi ise hem çok kıymetli olan suyun iyi kullanılmamasını, hem de kök bölgesinde daimi yıkama yaparak bitkinin ihtiyacı olan besinlerin azalmasına ve bitki gelişiminin zayıflamasına neden olur. Yani fazla su da, az su da bitki için zararlıdır. Bu nedenle modern sulama sistemlerinin amacı bitkinin ihtiyacı olan suyu kontrollü olarak bitkiye vermektir.

2.1.2 Toprak – Su İlişkisi

Toprak, bitki gelişiminin kaynağı olan ve bitkinin içinde bulunduğu ortamı teşkil eder. Sulama suyu bu ortamda rahat bir şekilde dolaşabilmeli ve üniform olarak yayılabilmelidir. Toprak, bitki için suyun biriktiği bir haznedir. Bu haznenin kapasitesi toprağın fiziksel bileşimine bağlıdır (KIZILKAYA 1988).

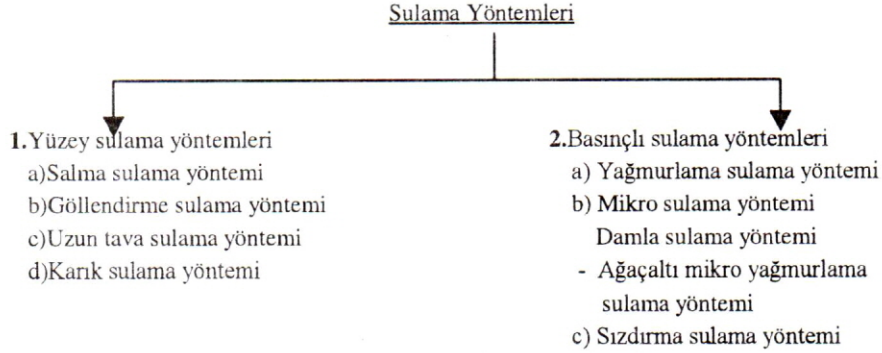
Düzenli sulama için, toprak hakkında doğru bilgilere sahip olmak gerekir. Örneğin kumlu topraklar büyük gözeneklere sahip olduğundan hızla kurur. Bu tip topraklar çok sık sulamaya gereksinim gösterir. Killi yani küçük gözenekli topraklar ise daha yavaş kurur. Bitkiler için bu koşulları mutlaka göz önüne alıp değerlendirmeliyiz.

İdeal toprak koşulları sağlanmamış yerlerde, ıslah yollarına başvurulmalıdır. Bu da organik madde eklenmesiyle olur. Organik madde toprağın su tutma kapasitesini artırır, toprağın drenajına ve havalanmasına olanak sağlar.

Bitki toprak yapısının yanısıra nemlilik, sıcaklık, rüzgâr ve gün uzunluğu gibi iklim özellikleri de bitkinin su kullanımını ilgilendirir. Sıcak, kurak ve rüzgârlı havada bitkiler yapraklarını canlı tutmak için fazla miktarda suya gereksinim duyar, hatta kışın soğuk ve rüzgârların yol açtığı düşük nemlilik bile bitki yapraklarının kurumasına ve kavrulmasına neden olur (SEÇKİN 1998).

3. SULAMA YÖNTEMLERİ

Sulama yöntemleri yüzey ve basınçlı sulama yöntemleri olarak ikiye ayrılır (Şekil 1) (ERÖZEL/GÜNGÖR/YILDIRIM, 1996).



Şekil 1: Sulama yöntemlerinin sınıflandırılması

3.1 Uygun Sulama Yönteminin Seçilmesi

Sulamaya açık alanlarda, önce koşullara en uygun sulama yöntemi seçilir. Sonra bu yöntemin gerektirdiği sulama sistemi kurulur. Sulama yönteminin seçilmesinde göz önüne alınan faktörler Tablo 1'de gösterilmiştir (ERÖZEL/GÜNGÖR/YILDIRIM, 1996).

Tablo 1: Sulama Yönteminin Seçimine Etkili Olan Faktörler

Sulama Yönteminin Seçimine Etkili Olan Faktörler						
Su kaynağı ve sulama suyunun özellikleri	Toprak özellikleri	Topoğrafik özellikler	İklim özellikleri	Bitki özellikleri	Ekonomik koşullar	Sosyal ve Kültürel durum
-Su kaynağının cinsi ve uzaklığı -Su kaynağının debisi -Sulama suyu kalitesi -Su maliyeti	-Kullanılabilir su tutma kapasitesi -Su alma hızı -Toprak derinliği ve taban suyu -Tuzluluk ve drenaj koşulları	-Eğim derecesi -Erozyona uygunluk	-Rüzgâr -Sıcaklık -Bağıl nem -Yağış -Don tehlikesi	-Bitki cinsi -Bitki hastalıkları -Özel istekler	-Sulamanın maliyeti -Ürünün değeri	

3.2 Yağmurlama Sulama Sistemi

Geniş çim veya park-bahçe alanlarının sulanmasında rahat, estetik ve etkili bir metod olup, manuel veya otomatik olarak kullanılabilir. Yağmurlama, suyun kaynaktan belli bir basınçla alındığı, kapalı bir sistemle araziye kadar iletiildiği ve sonra atmosfere damlacıklar halinde püskürtüldüğü yöntemdir.

Bir yağmurlama sulama sistemini dizayn etmek için bazı esasların bilinmesi gerekir. Bu esaslar şunlardır:

1. Toprağın karakteri (özellikle toprağın gözenekliliği ve su tutma kapasitesi)
2. İklim
 - Hakim rüzgâr yönü
 - Nemlilik ve yağış karakteristikleri
3. Su temini (kaynağı)
 - Kaynak (kuyu, depo, göl, gölet, havuz veya şehir suyu)
 - Debi ve basınç
4. Mülk sahibinin istek ve arzuları (SEÇKİN 1989).

3.2.1 Yağmurlama Sulama Sisteminin Kullanılabilirliği

Yağmurlama yöntemi, çok değişik özelliklere ve sistem kapasitesine sahip olduğundan dolayı birçok bitki için sulanabilir nitelikte her toprakta kullanılabilir (KANBER 1997). Yağmurlama yönteminin olanağı, sistemin su uygulama hızının toprağın su alma hızından yüksek olmaması koşulu ile sınırlıdır. Bu sistemde su alma hızının, toprağın su alma hızından yüksek oluşu, suyun toprak yüzeyinde göllenmesine ve erozyona yol açar.

Yağmurlama sulama yöntemi, yaprakların ıslanmasından kaynaklanan hastalıklara duyarlı bitkiler dışındaki tüm bitkilerin sulanmasında kullanılabilir. Yöntem özellikle, yüzey sulama yöntemlerinin uygulanmadığı su alma hızı yüksek, hafif bünyeli topraklarda eğimi yüksek ya da dalgalı topoğrafya'ya sahip alanların sulanmasında çok uygundur (ERÖZEL/GÜNGÖR/YILDIRIM 1996).

3.2.2 Yağmurlama Sulama Sisteminin Yararları

Bu sistemin yararlarını aşağıdaki gibi sıralarsak;

1. Karmaşık bünye ve profile sahip sorunlu veya tesviye yapılamayacak ölçüde sığ toprakların sulanmasında kullanılır.
2. Yeraltı ve yerüstü kaynaklarından alınan suyun küçük miktarda ve sürekli olarak etkin biçimde kullanılmasını sağlar.
3. Erozyona neden olmaksızın dik ve eğimli topoğrafya'ya sahip alanlar sulanabilir.
4. Derine sızma ile su kaybı az olduğu için drenaj problemini ortadan kaldırır.
5. Az işçi ile kontrollü sulama yapılabilir.
6. Bitki besin maddeleri ve gübreler sulama suyu ile birlikte verilebilir.
7. Geçirimsiz tabakalarda taban suyunu yükseltmeden kontrollü bir sulama yapılabilir.

3.2.3 Yağmurlama Sulama Sisteminin Sakıncaları

1. Rüzgârlı bölgelerde homojen sulama yapılamaz.
2. Tesis masrafları yüksektir.
3. Sulama için gerekli olan basınç enerji sarfını gerektirir.
4. Yağmurlama sulama sistemi tek bir kapasiteye göre projelendirildiğinden sistem elastiki değildir (KIZILKAYA 1988).
5. Yüksek sıcaklığa sahip bölgelerde buharlaşma ile su kayıpları artar.
6. Bitki yapraklarında suyun damlacıklar halinde tutulması, bazı bitki hastalıklarına ve yaprak yanıklarına neden olabilir.

3.2.4 Yağmurlama Sulama Sistemi Tipleri

Yağmurlama sulamayı kuruluş ve işletmesine göre üç grupta inceleyebiliriz.

1. Taşınabilir tipler
2. Yarı taşınabilir tipler
3. Sabit tipler

1. Taşınabilir tipler: Bütün sistem yer değiştirebilir. Sistem sabit ya da hareketli bir pompaj ünitesi, hareketli bir ana boru ve lateral boru hatlarından oluşur. Boruların birden fazla konumda kullanılabilmeleri nedeniyle tesis masrafları azdır ama işletme ve bakım masrafları yüksektir.

2. Yarı taşınabilir tipler: Genellikle pompaj ünitesi ve ana boru hattı sabit, lateraller ise hareketli olup yer değiştirebilirler. İlk tesis masrafları taşınabilir tipe göre fazladır, ancak işletme masrafları azdır.

3. Sabit tipler: Sistemi teşkil eden ana boru, pompa, motor ve lateral boru gibi sistemin bütün elemanları sabit olup, yalnız yağmurlama başlıkları gerektiğinde sökülüp, takılabilir durumdadır. İlk tesis masrafları diğerlerine göre fazla olmasına rağmen, işletme masrafları diğerlerinden azdır (KIZILKAYA 1988).

3.2.5 Yağmurlama Sulama Sistemi Üniteleri

1. Enerji Gücü: Yağmurlama sulama sistemlerinin çalışabilmesi için bir enerji gücüne gereksinim vardır. Bunlar akaryakıt veya elektrik enerjisinden hareket alan motorlardır.

2. Pompalar: Motordan almış olduğu enerji ile çalışan ve suyu boru sistemleri aracılığıyla sulama elemanlarına ileten santrifüj veya kademeli pompalardır.

3. Borular: Pompalanan suyu, bir basınç altında sulama elemanlarına (sprinkler, pop-up, spray vb) ileten, çeşitli hammaddelerden üretilen (demir, galvaniz, alüminyum, pısk, PVC ve PE) borulardır. Günümüzde yağmurlama ve damlama sulama sistemlerinde en yaygın olarak kullanılan PVC (polivinil klorür) ve PE (polyetilen) borulardır.

4. Fittingsler: Sulama sistemlerinde boruların birbirine eklenmesi, yönlendirilmesi ve bağlantılarının yapılmasını sağlayan (flaş, dirsek, TE, redüksiyon, körtapa, prizkolye, kayarmanşon, deve boynu, kuğu boynu vb) ek parçalardır.

5.Yağmurlayıcılar: Springler, pop-up, minispray, püskürtmeli sisleme elemanları sayılabilir. Firmalar tarafından çeşitli tip ve kapasitede üretilen yağmurlayıcı türleri vardır.

6.Yardımcı elemanlar: Klepe, vana, çekvalf, basınç düşürücü, filtre, gübre ve ilaçlama tankları, karıştırıcılar, siklonlar, manometre gibi elemanlardır

3.3 Peyzaj alanının yağmurlama sulama sistemiyle sulanmasında tasarım ve projelendirme

Bir peyzaj tasarım ve projesini yapabilmek için aşağıdaki bilgilere ihtiyaç vardır.

1.Vaziyet planı: Ölçekli bir vaziyet planı ve bu plan üzerinde bulunan bina, tesis, yollar, kot farkları, sistemin çalışmasına ve kurulmasını önleyici yapıların olup olmadığına dair bilgiye gereksinim vardır.

2.İklim: Yıllık yağış miktarları, bu yağışların minimum ve maksimum dönemleri, rüzgârın hızı ve yönü, sıcaklığın en düşük ve en yüksek olduğu dönemler bilinmelidir.

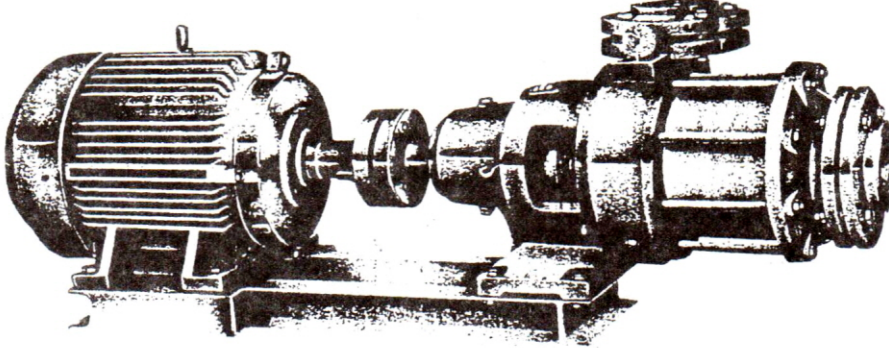
3.Topoğrafya: Sulanacak alanın eğimli olup olmadığı, eğim varsa ne yöne doğru olduğu, arazideki engebeler gibi durumlar göz önünde bulundurulmalıdır.

4. Toprak yapısı: Alanda toprağın geçirimli veya geçirimsiz olduğu mutlak suretle bilinmelidir. Projede kullanılacak olan sulama ünitelerinin toprağın yapısına göre belirlenmesi gerekmektedir. Killi topraklarda drenaj yapılmadan kesinlikle sulama işine girmemek gerekir.

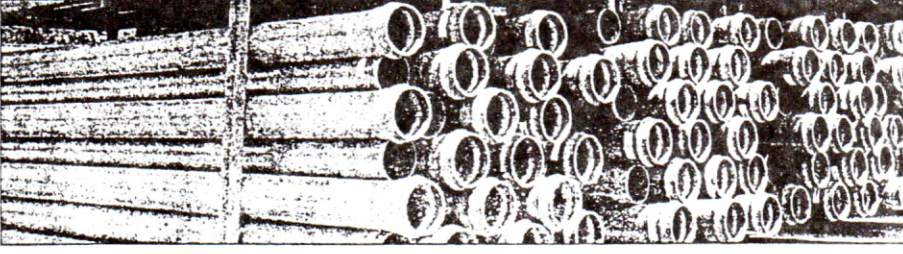
5. Su kaynağı ve su kalitesi: Su, içerisinde sulama ünitelerini tıkayacak büyüklükte yabancı maddeler bulunduruyorsa bu suyun kullanılmasından vazgeçmek veya sulama sistemini filtrelerle donatmak gerekir.

6.Bitki türü: Projede kullanılacak ve alan üzerinde bulunan bitki türlerinin bilinmesi zorunludur. Özellikle bitki kök derinliği ve bitkinin günlük olarak en çok tükettiği su miktarının bilinmesi gerekir.

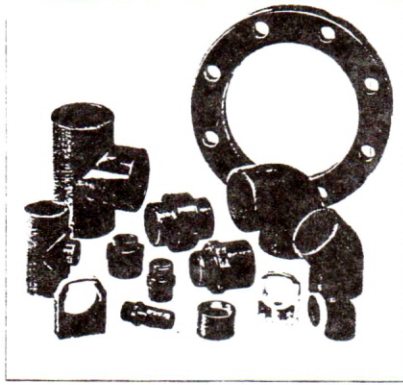
7.Altıyapı projesi: Sulama projesindeki anaboru ve lateral boruların tasarım ve projelendirilmesinde altıyapı projelerinin gözardı edilmemesi gerekir.



Şekil 2: Motor – Pompa



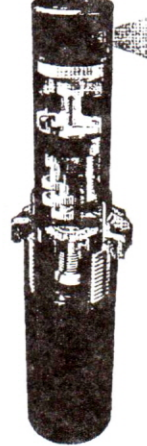
Şekil 3: PVC borular



Şekil 4: Fittingsler

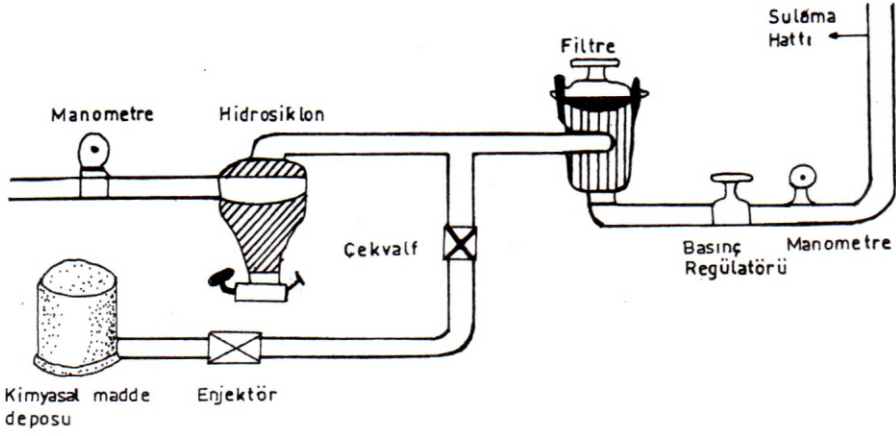


Sprey Başlık
Debi: 0.06 – 1.20 m³/sa
Yarıçap: 3.0 – 5.8 m
Çalışma Basıncı: 1.4 – 2.8 atü

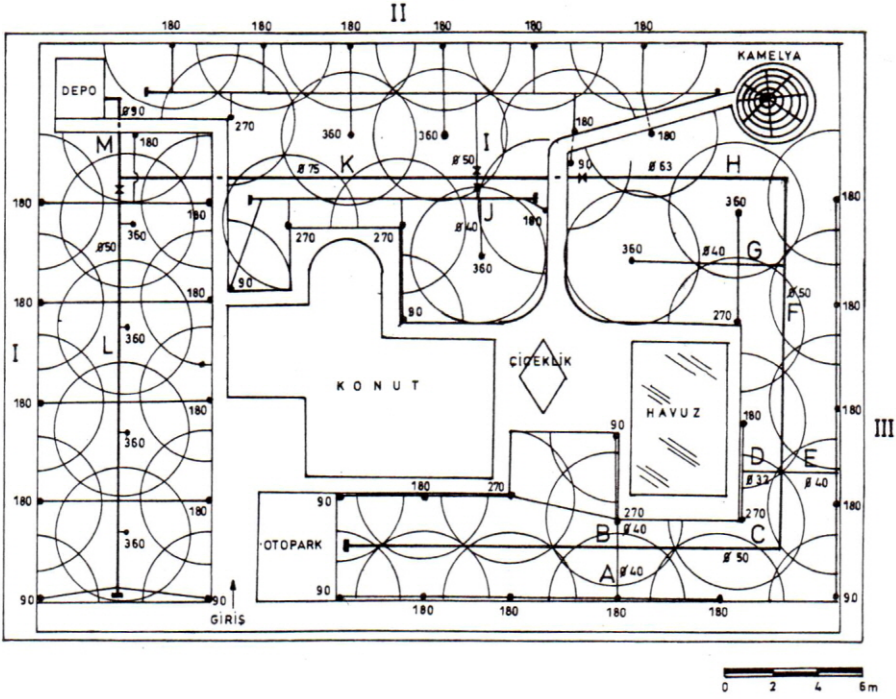


Rotor Başlık
Debi: 0.11 – 3.27 m³/sa
Yarıçap: 6.7 – 15.9 m
Çalışma Basıncı: 2.1 – 4.8 atü

Şekil 5: Başlık tipleri



Şekil 6: Yardımcı elemanlar



Şekil 7: Proje alanı

4. VAZİYET PLANI ÜZERİNDEKİ ÇALIŞMALAR

Öncelikle proje alanının su gereksinimi saptanır. Bunun için sulanacak alandaki bina, yol ve diğer sert zeminler ve altyapıların arasında kalan parsellerin şekillerine uyum sağlayacak su fırlatma uzaklığı olan, toprak, iklim, topoğrafik durum ve bitki türlerine uygun sprinkler veya pop-up, minispray vb sulama elemanları seçilir. Şekil 2’de görüldüğü üzere bu elemanların su fırlatma uzaklıklarına göre parseller üzerinde konumlar saptanır. Sulama elemanları bu projede %60 bindirmeli olarak düzenlenmiştir.

Sulama elemanları alan üzerine yerleştirilirken, bina ve sert zeminlerin ıslanmamasına özen gösterilmelidir. Çimtaşı gibi ıslanmasında bir sakınca olmayan yollar ıslanabilir.

Şekil 2’deki vaziyet planında; sulama uzaklığı $r = 3$ m olan ve 360° sulamada 0.32 lt/sn debi kapasiteli, sabit su atan pop-up türü kullanılmıştır. Buna göre çim alanının tümünün aynı anda sulanabilmesi için toplam debi aşağıda olduğu gibi saptanabilir (Tablo 2).

Tablo 2: Toplam Debinin Bulunması

Seksiyondaki pop-up sayısı					Debi (lt/sn)	
Açı	I	II	III	Toplam	Kapasite	Toplam
360	4	3	2	9	0.32	2.88
270	-	3	4	7	0.24	1.68
180	9	9	10	28	0.16	4.48
90	2	3	4	9	0.08	0.72
Toplam	15	18	20	53		9.76

$$9.76 \text{ lt/sn} \times 3600 \text{ sn} = 35.136 \text{ m}^3/\text{sa}$$

Tablo 1’de görüldüğü gibi proje alanının toplam su tüketimi 9.76 lt/sn’dir. Bu tüketim saatte $35.136 \sim 36$ m^3/sa ’dır. Bu durumda su deposu kapasitesinin en az 36 m^3/sa olması gerekmektedir.

Proje alanının ılıman bir bölgede olduğu varsayılırsa, alanın günde bir defa sulanması yeterli olacaktır. Temmuz ve Ağustos aylarında ısının en fazla olduğu günlerde günde iki kez sulama yapılması gerekebilir. Su deposunu dolduran kaynağın depoyu doldurma süresi çok önemlidir. Depo 12 saat ara ile dolabiliyorsa, günde iki kez sulama için yeterlidir. İlıman bölgelerde tecrübeler göstermektedir ki sulama süresi 30 dakika’dır. Bu durumda depo kapasitesinin yarısı kullanılmış olacaktır. Depo kapasitesinin yeterli olmadığı durumlarda her seksiyon ayrı sulanır. Parsellerin su tüketimi Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3: Parsellerin Su Tüketimi

Açı	I	II	III	lt/sn	m ³ /sa
360	4x0.32= 1.28	3x0.32= 0.96	2x0.32= 0.64	2.88	10.368
270	-	3x0.24=0.72	4x0.24= 0.96	1.68	6.048
180	9x0.16= 1.44	9x0.16= 1.44	10x0.16= 1.6	4.48	16.128
90	2x0.08= 0.16	3x0.08= 0.24	4x0.08= 0.32	0.72	2.592
Toplam	2.88	3.36	3.52	9.76	35.136

Tablo 3’de görüldüğü üzere en yüksek su tüketimi parsel 3’dedir. Böylece depo hacmi en az bu parselde ayarlanmalıdır.

Bu projede sulama alanı orta derecede geçirgen bir toprağa sahip olduğu, eğimsiz bir alan varsayılarak yapılmıştır. Aynı alan içerisinde değişik karakterde toprağın bulunması, düz ve eğimli parsellerin varlığı, sulama elemanlarının farklı kapasitede seçilmesini gerektirmektedir. Çok eğimli veya geçirimsiz toprağı olan alanlarda düşük kapasiteli, buna karşılık düz ve geçirgen topraklarda daha yüksek kapasiteli elemanlar kullanılmalıdır. Bu konuda üretici firmaların katalogları bir bilgi vermektedir.

4.1 Boru Çaplarının Saptanması

4.1.1 Anaborular

Aynı anda alanın sulanması durumunda 35.136 m³/sa su tüketeceği belirlenmişti. Bu suyu taşıyacak anaborunun cinsi (PE veya PVC) ve çapının saptanabilmesi için bunları üreten firma kataloglarına bakmak yeterlidir. Peyzaj alanlarında PVC ve PE borular kullanılmaktadır. Bu örnekte PVC boru cinsi kullanılmıştır. PVC ve PE boruların su taşıma kapasiteleri, aynı çapta PE boru et kalınlığının PVC’ye göre kalın olması nedeniyle farklıdır. Boru seçimi buna göre yapılır.

Firma katalogunu incelediğimizde, 9.76 lt/sn suyu, Ø 90 mm borunun taşıyabileceği saptanır. Eğer daha küçük çaplı bir boru seçilirse suyun daha yüksek hızla gereksinim vardır. Bu da pompa gücünün daha yüksek hızla çalışmasını gerektirir. Boru çaplarının saptanmasında hız faktörünün ekonomik çalışma sınırı içinde olmasına özen göstermelidir.

4.1.2 Lateral Boru Çaplarının Belirlenmesi

Vaziyet planı üzerinde boru hatları A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M olarak isimlendirilmiştir. M borusunun debisi bilinmekte (9.76 lt/sn) ve çapı Ø 90 olarak bulunmuştur. Lateral boru çaplarının belirlenmesi Tablo 4 ve Tablo 6’de gösterilmiştir. Her boruya bağlanacak pop-up sayısı açılara göre saptanarak bunların debileri bulunur. Her boru kendi debisine, taşıdığı boruların debileri eklenir ve gerçek taşıdığı yük bulunur. Bu yükü taşıyan boru Tablo 4’deki cetvel sayesinde belirlenir.

Tablo 4: PVC Boru Debileri

Boru	Pop-up Sayısı (Adet)					Lateral Debisi (lt/sn)				
	360°	270°	180°	90°	Top.	360°	270°	180°	90°	Top.
A	-	-	4	2	6	-	-	0.64	0.16	0.80
B	-	2	1	2	5	-	0.48	0.16	0.16	0.80
C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	-	1	1	-	2	-	0.24	0.16	-	0.40
E	-	-	4	1	5	-	-	0.64	0.08	0.72
F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G	2	1	-	-	3	0.64	0.24	-	-	0.88
H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I	2	1	8	1	12	0.64	0.24	1.28	0.08	2.24
J	1	2	1	1	5	0.32	0.48	0.16	0.08	1.04
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L	4	-	9	2	15	1.28	-	1.44	0.16	2.88
M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Top.	9	7	28	9	53					9.76

Tablo 5: PVC 10 attı Boru Karakteristikleri

P.V.C. (10 Atm.)																			
D	20		25		32		40		50		63		75		90		110		125
d	15		20		25		32		40		50		65		80		100		110
d"	½"		¾"		1"		1 ¼"		1 ½"		2"		2 ½"		3"		4"		4 ½"
Φ	V	J	V	J	V	J	V	J	V	J	V	J	V	J	V	J	V	J	V
0.30	1.23	0.105	0.78	0.035															
0.60			1.57	0.127	0.94	0.037													
0.80			2.10	0.217	1.26	0.064	0.78	0.020											
1.00			2.63	0.328	1.58	0.094	0.98	0.030											
1.50					2.36	0.200	1.47	0.063	0.93	0.021									
2.00							1.96	0.107	1.24	0.035	0.78	0.011							
3.00									1.86	0.075	1.17	0.024	0.83	0.010					
4									2.49	0.128	1.56	0.042	1.10	0.018	0.76	0.007			
5											1.95	0.062	1.38	0.027	0.96	0.011			
6											2.35	0.088	1.66	0.038	1.15	0.015	0.77	0.006	
7													1.93	0.050	1.34	0.021	0.90	0.008	
8													2.21	0.064	1.53	0.026	1.03	0.010	0.7
9													2.49	0.080	1.72	0.033	1.16	0.012	0.8
10															1.92	0.040	1.28	0.015	0.9
12															2.30	0.056	1.54	0.021	1.1
15																	1.93	0.032	1.1
17																	2.19	0.040	1.1
20																	2.57	0.055	1.1
22																			
25																			

D = Dış Çap (mm) Φ = Debi (lt/sn) d = Anma Çapı (mm) V = Hız (m/sn) d" = Anma Çapı (inç)
 J = Yük Kaybı (m/m)

Not: Yukarıdaki tablo, firma kataloglarında 400 mm. çaplı borulara kadar düzenlenmiştir. Burada örnek olarak verildiğinden tümü yazılmamıştır.

Tablo 6: PVC Boru Yüğü ve Çapları

	Çap (Ø)
A = A = 0.80 lt/sn	40
B = B = 0.80 lt/sn	40
C = A + B = 0.80 + 0.80 = 1.60 lt/sn	50
D = D = 0.40 lt/sn	32
E = E = 0.72 lt/sn	40
F = C (A+B) +D + E = 1.60 + 0.40 + 0.72 = 2.72 lt/sn	50
G = G = 0.88 lt/sn	40
H = F (C+D+E) + G = 2.72 + 0.88 = 3.60 lt/sn	63
I = I = 2.24 lt/sn	50
J = J = 1.04 lt/sn	40
K = H (F+G) + I + J = 3.60 + 2.24 + 1.04 = 6.88 lt/sn	75
L = L = 2.88 lt/sn	50
M = L + K (H+I+J) = 2.88 + 6.88 = 9.76 lt/sn	90
N = 205 m pop-up bağlantı borusu	16

4.2 Borularda Yük Kaybının Saptanması

Borularda yük kayıplarının bulunması için Tablo 7 hazırlanmıştır.

Tablo 7: Yük Kayıplarının Saptanması

Çap (Ø)	Boru	Uzunluk (m)	Katsayı	MSS	F Faktörü	MSS	Atm
40	A	2	0.020	0.040	0.536	0.021	0.002
40	B	1.2	0.020	0.024	0.582	0.014	0.001
50	C	14	0.021	0.294	0.447	0.131	0.013
32	D	2	0.037	0.074	1.000	0.074	0.007
40	E	3	0.020	0.060	0.582	0.035	0.003
50	F	9	0.075	0.675	0.410	0.277	0.028
40	G	2	0.020	0.040	0.813	0.033	0.003
63	H	18	0.042	0.756	0.403	0.305	0.031
50	I	4	0.035	0.140	0.439	0.061	0.006
40	J	1	0.030	0.030	0.582	0.017	0.002
75	K	16	0.050	0.800	0.389	0.311	0.031
50	L	2	0.075	0.150	0.422	0.063	0.006
90	M	2	0.040	0.080	0.389	0.031	0.003
16	N	205	0.064	13.12	0.389	5.104	0.510
Borulardaki toplam yük kaybı							0.609

Boru uzunluklarını vaziyet planında ölçerek saptadıktan sonra, firma kataloglarının borular ile ilgili cetvellerinden, boru debilerinin hizalarında ve her çap için ayrı ayrı sütunlarda (J) harfi ile belirtilen ve borunun bir metredeki yük kaybını gösteren sayılarla çarpılır. Bu çarpımdan (MSS) cinsinden çıkacak sayıda (F) faktörü cetvelinden, borulara bağlanacak sulama elemanı sayısına göre belirtilmiş olan sayı ile çarpılır. Bu çarpımdan da metredeki su sütunu (MSS) cinsinden çıkacak sayı 10'a bölünerek borunun yük kaybı atmosfer olarak bulunur.

Tablo 8: Christiansen (F) Faktörü

Lateral Boru Üzerinde Yağmurlama Başlık Sayısı	F Faktörü	Lateral Boru Üzerinde Yağmurlama Başlık Sayısı	F Faktörü
2	1.000	17	0.414
3	0.813	18	0.410
4	0.658	19	0.408
5	0.582	20	0.405
6	0.536	21	0.403
7	0.506	22	0.401
8	0.485	23	0.399
9	0.469	24	0.397
10	0.457	25	0.396
11	0.447	26	0.394
12	0.439	27	0.393
13	0.432	28	0.391
14	0.426	29	0.390
15	0.422	30	0.389
16	0.417		

4.3 Boru Basıncının Hesaplanması

Borulardaki toplam yük kaybının 0.609 ~ 0.61 atm olduğu bulunmuştur. Proje alanı düz kabul edildiği için kot farkı sözkonusu değildir. Örneğin alanda 10 m'lik kot farkı olsaydı bu bir atm basınç olarak basınç kaybı hesabına eklenmelidir. Toplam basıncın bulunması şu şekilde olmaktadır; Boruların toplam yük kaybı + Kot Farkı + Sulama Elemanlarının İşletme Basıncı + Bunların toplamının %10'u (Fittings'lerdeki yük kaybı) + Vana, Filtre, Gübreleme ve İlaçlama Seti Yük Kaybı.

Seçimini yaptığımız pop-up'ların işletme basınçları firma katalogundan alınır. Bu seçilen pop-up'ın işletme basıncı 2.50 atm'dir.

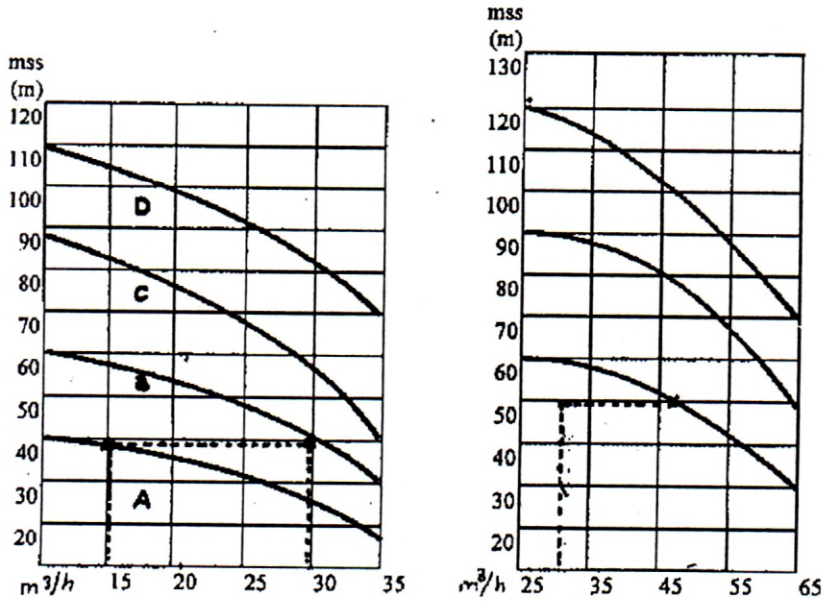
$0.65 + 2.50 + 0.32$ (%10 fittingsler) = 3.47 atm basınç bu sulama sisteminin çalışması için gereklidir. Bu durumda boruların 3.50 atm basınca dayanacak şekilde seçilmesi gerekir.

Arazide kot farkı varsa; yokuş yukarı akan suyun sürtünme kaybı artacağından kot farkından doğan basınç toplam yük kaybına eklenir. Aksi durumda yokuş aşağı akan suyun fazla basınca gereksinimi olmayacağından kot farkından doğan basınç toplam yük kaybından düşülür.

4.4 Pompa Gücünün Saptanması

Sistem debisi, anaborunun çapı, uygulanacak basınç miktarı bilindiğine göre, sistemi çalıştıracak pompa gücünün bulunması gerekir. Pompa tipide pompa üreten firma kataloglarından bulunur. Debi 9.76 lt/sn, uygulanacak basınç 3.50 atm (35 MSS), anaborunun çapı Ø90 (3") olduğu bulunmuştu. Bu durumda pompamızın sağlayacağı basınç 40 mss, hızı 2900 d/d olan pompa seçilmiştir. Pompa devirleri çalışma sürelerine göre iki çeşit olarak yapılmaktadır. Sürekli çalışan pompaların devri düşük (1450 d/d), kısa süreli çalışan pompaların ise devirleri ise yüksektir (2800-2900 d/d).

Tablo 9: Abak Örneği



Tablo 10: Motor Kapasitesi

Tip	Giriş	Çıkış	MOTOR		K A P A S İ T E									
			HP	d/d	Hm	Qm/h	Hm	Qm/h	Hm	Qm/h	Hm	Qm/h	Hm	Qm/h
A	3"	3"	7.5	2900	40	15	37	20	32	25	26	30	19	35
B	3"	3"	10	2900	63	15	59	20	53	25	44	30	32	35
C	3"	3"	15	2900	86	15	81	20	74	25	63	30	50	35
D	3"	3"	15	2900	110	15	104	20	93	25	83	30	70	35

Firma kataloglarındaki abakların apsis ve ordinatlarında basınç yükü MSS, debi miktarını lt/sn ve m³/sa olarak verilmektedir. Abakta basınç yüksekliği (MSS) ile debi uzantısı ve performans eğrilerinin birleştiği nokta pompanın tipini belirtir (Tablo 9). Daha sonra yine firma kataloglarındaki performans tablolarından motor kapasitesi bulunur. Motorun beygir gücü, devri ve manometrik yüksekliği, boyutları ile ilgili bilgilere de yer verilmiştir.

Tablo 9'daki abağı inceleyecek olursak; bu sistem için en uygun güç ünitesinin tipi A olduğu anlaşılır. Buradaki emme ve basma çıkışları 3", beygir gücü 7.5 HP, manometrik yükseklik 40 MSS, debi 35 m³/sa, motorun devri ise 2900 d/d' dir. Motorun elektrik enerjisi gücü de; Beygir gücü x 1.36 ile bulunur. 7.5 x 1.36 = 10.2 kw/sa elektrik enerjisine gereksinim olur.

Elektropompun özelliklerini sıralarsak; 35 m³/sa – 40 MSS – 7.5 HP – 2900 d/d – 3" x 3" emme ve basma – 10.2 kw/sa olan bir elektropomp sulama için uygun olacaktır. Şimdi sulama sistemi için gerekli malzemenin saptanması işlemine geçebiliriz (Tablo 11). Böylece bir peyzaj alanının sulama sistemi tamamen çözülmüş olur.

Tablo 11: Malzeme Gereksinim Listesi

Sıra No	Malzemenin Cinsi ve Özellikleri	Birimi	Miktarı
1	Klepe	Adet	1
2	Emme borusu	Adet	1
3	Flanş (3")	Adet	1
4	PVC Flanş (3")	Adet	1
5	PVC Adaptör (3")	Adet	1
6	Elektropomp	Adet	1
7	PVC boru Ø90 – 4 atü	Metre	2
8	PVC boru Ø75 – 4 atü	Metre	16
9	PVC boru Ø63 – 4 atü	Metre	18
10	PVC boru Ø50 – 4 atü	Metre	41
11	PVC boru Ø40 – 4 atü	Metre	10
12	PVC boru Ø32 – 4 atü	Metre	30
13	PE boru Ø16 – 4 atü	Metre	200
14	Küresel vana	Adet	2
15	Küresel vana adaptörü (Ø90 erkek)	Adet	4
16	PVC TE Ø90	Adet	1
17	PVC TE Ø75	Adet	1
18	PVC TE Ø63	Adet	1
19	PVC Dirsek Ø90 (90°)	Adet	1
20	PVC Dirsek Ø75 (90°)	Adet	1
21	PVC Dirsek Ø63 (90°)	Adet	1
22	PVC Redüksiyon Ø90 x 75	Adet	2
23	PVC Redüksiyon Ø75 x 63	Adet	4
24	PVC Redüksiyon Ø63 x 50	Adet	4
25	PVC Redüksiyon Ø50 x 40	Adet	4
26	PVC Redüksiyon Ø40 x 32	Adet	2
27	Körtapa Ø50	Adet	1
28	Körtapa Ø32	Adet	5
29	Pop-up 360°	Adet	9
30	Pop-up 270°	Adet	7
31	Pop-up 180°	Adet	28
32	Pop-up 90°	Adet	9
33	Grommet Conta Ø16	Adet	53
34	Özel Rakor 1/2" x 16	Adet	53
35	Özel Dirsek	Adet	53
36	Tangit (1 kg)	Adet	2

5. SONUÇLAR

Sulama yapılan alan $36 \times 26 = 936 \text{ m}^2$ büyüklüğündedir. Alan üzerinde 9 adet 360° , 7 adet 270° , 28 adet 180° , 9 adet 90° olmak üzere toplam 53 adet pop-up kullanılmıştır. Alanı sulamak için gerekli olan toplam su miktarı $35.136 \text{ m}^3/\text{sa}$ 'dir. Alan üzerinde kullanılan boru çapları $\varnothing 16 - \varnothing 90$ arasında değişmektedir. Borulardaki toplam yük kaybı 0.654 atm ve sistemin toplam basınç kaybı 3.45 atm 'dir. Sistemde kullanılan pompa ve motor özelliği ise; emme-basma çıkışı $3''$, motor beygir gücü 7.5 HP , manometrik yükseklik 40 MSS , motor devri ise 2900 d/d 'dir. Motorun elektrik gücü ise 10.2 kw/sa ' dir.

Sonuç olarak, yağmurlama sulama sisteminin uygulanmasındaki başarı ve optimum yararın sağlanması, yağmurlama sulama sisteminin, sulanacak alana ilişkin koşullara uygun biçimde projelenmesi, tesis edilmesi ve projede belirtilecek kullanım ilkelerine göre işletilmesine bağlıdır. Bu çalışmalar yerine getirilmediğinde, yağmurlama sulama sisteminin uygulanmasıyla, diğer yöntemlere oranla beklenen yarar sağlanamaz. Bu nedenle, sulanması öngörülen alanlarda, öncelikle ayrıntılı kaynak araştırmalarının yapılması ve sonuçlarının iyi bir biçimde değerlendirilmesi ve sistemin bu bilgilere göre hazırlanacak seçeneysel planlar arasından seçilmesi gerekir.

KAYNAKLAR

- AKIN, C. 1998: Birkisel Peyzaj Alanlarının Sprinkler ve Damlama Sistemleriyle Sulanmasında Uygulanacak Pratik Tasarım ve Projelendirme Yöntemleri. Peyzaj Mimarları Odası Yayını, İstanbul.
- GÜNGÖR, Y.; ERÖZEL, A.Z.; YILDIRIM, O. 1996: Sulama. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No.1443, Ankara.
- KIZILKAYA, T. 1998: Sulama ve Drenaj. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Yayını
- KANBER, R. 1997: Sulama. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No. 174, Adana.
- KORUKÇU, A.; YILDIRIM, O. 1981: Yağmurlama Sistemlerinin Projelenmesi. Kültürteknik Bölümü, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara.
- SEÇKİN, Ö.B. 1989: Park ve Bahçe Sulama Sistemleri . İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi. Seri B, Cilt 39, Sayı 2, Sayfa 48-64, İstanbul.
- SEÇKİN, Ö.B. 1998: Peyzaj Uygulama Tekniği. İ.Ü. Yayın No.4105, Orman Fakültesi Yayın No. 453, İstanbul.