

YAĞMURLAMA SULAMA SİSTEMLERİ ve PROJELENDİRİLMESİ



**YAĞMURLAMA SULAMA SİSTEMLERİ
ve
PROJELENDİRİLMESİ**

**İSTANBUL
2010**

©Her hakkı saklıdır. 2010. Arılı Plastik Sanayi. A.Ş.

Bu kitabın tümü veya bir kısmı, ARILI PLASTİK SANAYİ A.Ş.'nin yazılı izni alınmaksızın kopya edilemez ve çoğaltılamaz. Kaynak gösterilerek alıntı yapılabilir.

1. Baskı, İstanbul 2010
Yayın No: 1

ÖNSÖZ

Tarımda verimliliği artırıp daha kaliteli ürünleri daha düşük maliyetlerde üreterek güçlü bir ülke konumuna gelmek için, her şeyden önce çağın bilgi ve teknolojisini kullanmak zorundayız. Tarımsal verimliliğin artırılması ise ancak kaynaklarımızın daha doğru ve etkin şekilde kullanılabilmesi ile mümkündür.

Elinizdeki bu kitapçık, günümüzün modern sulama sistemlerinden olan **Yağmurlama Sulama Sistemi** konusunda, verimliliği artırmak ve doğru bir sulama sistemi tasarlayarak bunu arazide uygulamak için hazırlanmıştır. Tarımsal yağmurlama sistemleri hemen her türlü arazi, toprak ve bitki türlerine rahatlıkla uygulanabilen bir sistem olup bugün dünyada en yaygın kullanılan sulama sistemlerinin başındadır.

Yağmurlama sulama sistemlerinin kullanımı ile tarımsal verimliliği artırmanın ilk şartı öncelikle sistemin doğru bir şekilde projelendirilmesidir. Toprak, bitki ve su üçlüsünün birlikte ele alınması, sistemin buna göre projelendirilmesi ve işletilmesi tarımsal verimliliği artırmak için esastır. Bu kaynak kitapçık ile, üreticilerimize ve üretici adayı insanlarımıza küresel ısınma ile her geçen gün daha da azalan kullanılabilir suyun tarımda daha doğru ve bilinçli bir şekilde nasıl kullanılacağına aktarılması esas hedefimizdir. Tarımda her geçen gün daha önemli hale gelen ‘verimlilik’ ve ‘kalite’ problemini, ancak bilgiye dayalı, bilinçli üretim yaparak çözebiliriz. Bu da, tarımdaki yeni bilgi ve teknolojileri takip etmekle mümkündür.

Elinizdeki bu kitapçık bu anlamda size yardımcı olma amacının bir ürünüdür. Amacımız, üreticimizin bilgi ve çalışkanlığıyla tarımda

verimliliği artırmak ve karlılığı iyileştirmektedir. Muhakkak ki, tarımın gelişmesi, öncelikle bağda, bahçede ve tarlada üretim yapan insanlarımızın refahına, aynı zamanda ülkemizin menfaatine olacaktır.

Kaliteli bir yağmurlama sistemi oluşturmanın ilk şartı öncelikle kaliteli bir ürün satın alma ile başlar. Unutmamak gerekir ki, günün sonunda kalitesiz ürünün gerçek maliyeti, kaliteli ve uzun ömürlü üründen kat be kat fazla olacaktır. Kurulduğu günden itibaren kaliteli, dayanıklı ve uzun ömürlü tarımsal yağmurlama sistemlerini siz çiftçimize uygun fiyatlarla sunmaya çalışan **ARILI PLASTİK**, elinizdeki **YAğMURLAMA SULAMA SİSTEMLERİ ve PROJELENDİRİLMESİ** adlı bu kitapçık ile bilimsel çalışmaların ışığı altında tarımsal yağmurlama sulama sistemlerinin doğru bir şekilde nasıl projelendirileceği konusunda oldukça pratik ve önemli bilgileri sizlere aktarmayı amaçlamıştır.

Bu kitapçığın gerek hazırlanması gerekse basımı konusunda özverili katkılarından dolayı **TARIM VE KÖYİşLERİ BAKANLIğI ADANA ZİRAİ ÜRETİM İşLETMESİ VE PERSONEL EğİTİM MERKEZİ MÜDÜRLÜğÜ**'ne çok teşekkür eder, kitapçığın ülkemiz tarımına yararlı olmasını dileriz.

ARILI PLASTİK SANAYİ. A.ř.

İÇİNDEKİLER

Önsöz	iii
İçindekiler.....	v
Birim Dönüşümleri	viii

Giriş	1
1. Sulama Yöntemleri.....	2
1.1. Yağmurlama Sulama Yöntemi.....	2
1.2. Yağmurlama Sulama Yönteminin Üstünlükleri.....	4
1.3. Yağmurlama Sulamanın Kullanımını Kısıtlayan Faktörler.	7
2. Yağmurlama Sulama Yönteminin Uygulanabileceği Koşullar..	8
2.1. Toprak ve Topografya Özellikleri.....	8
2.2. Bitki Özellikleri	9
2.3. İklim Özellikleri.....	9
2.4. Su Kaynağı Özellikleri	9
3. Yağmurlama Sulamanın Unsurları	10
3.1. Su Kaynağı	10
3.2. Pompa Birimi	12
3.3. İletim Hatları	13
3.4. Ek Donatılar	14
3.5. Yağmurlama Başlıkları	19
4. Yağmurlama Sulama Sistemlerinin Çeşitleri.....	23
4.1. Sabit Sistemler	24
4.2. Yarı Sabit Sistemler	25

4.3. Taşınabilir Sistemler	26
5. Yağmurlama Sulama Sistemlerinin Planlanması	26
6. Yağmurlama Sulama Sistemlerinin İşletme ve Bakımı	28
7. Yağmurlama Sulama Sistemlerinin Özel Amaçlar İçin Kullanılması	31
7.1. Peyzaj Sulaması	31
7.2. Yağmurlama Sulama ile Gübreleme	32
7.3. Yağmurlama Sulama ile Dondan Korunma	33
8. Yağmurlama Sisteminin Sökülüp Takılması, Kullanılması ve Kullanım Dışı Esnalarında Dikkat Edilecek Noktalar	35
8.1. Yağmurlama Sisteminin Kurulumu Öncesi Dikkat Edilecek Hususlar	35
8.2. Yağmurlama Sisteminin Kurulumu Esnasında Dikkat Edilecek Hususlar	36
8.3. Yağmurlama Sisteminin Devreye Alınması ve Çalıştırılması Esnasında Dikkat Edilecek Hususlar	36
8.4. Yağmurlama Sistemi Kullanım Dışı Olduğunda Dikkat Edilecek Hususlar	37
YAĞMURLAMA SULAMA SİSTEMLERİNİN PROJELENDİRİLMESİ	39
1. Yağmurlama Hızı	41
2. Su Uygulama Derinliği	41
3. Sistem Kapasitesi	41
4. Eş Su Dağılımı	41
5. Bitki Zararlanması	41
6. Günlük Su Tüketimi	41
7. Tüketilmesine İzin Verilen Kullanılabilir Su Miktarı (MAD)	42

8.	Lateral ve Yağmurlama Başlıklarının Yerleşim Aralıkları.....	42
9.	Pompa Çıkış Basıncının Hesaplanması	46
10.	Pompa ve Pompa Motor Gücünün Hesaplanması.....	48
11.	Boru Çaplarının Hesaplanması.....	52
12.	Toplam Lateral Durak Sayısı	52
13.	Günlük Toplam Lateral Durak Sayısı	52
14.	Sulama Randımanı	52
15.	Her Durakta Sulama Süresi	52
16.	Bir Lateralin Günlük Durak Sayısı.....	53
17.	Lateral Gereksinimi	53
18.	Bir Lateral Üzerindeki Başlık Sayısı.....	53
19.	Uygulanacak Maksimum Net Sulama Suyu.....	53
20.	Başlığın Yağmurlama (İnfiltrasyon) Hızı	53
21.	Yağmurlama Başlığı Islatma Yarıçapı.....	54
22.	Sistemin Toplam İhtiyaç Duyacağı Su Kapasitesi.....	56
23.	Yağmurlama (Sulama) Hızı	56
24.	Sulama Aralığı	56
25.	Toplam Başlık Sayısı.....	57
26.	Bir Lateralin Debisi.....	57
27.	Sistemin Toplam Debisi	57
28.	Lateralde Müsaade Edilen Sürtünme Kaybı	58
29.	Lateral Giriş Basıncı.....	59
30.	Lateral Çıkış Basıncı.....	59
31.	Ana Boru Çapının Belirlenmesi	59
ÖRNEK YAĞMURLAMA SULAMA PROJE HESAPLAMAMALARI ...		60
PROJELENDİRMEDE KULLANILACAK TABLOLAR		103
ÖRNEK YAĞMURLAMA SULAMA PROJELERİ.....		111

Birim Dönüşümleri

Uzunluk

1 Metre	: 39,36996 İnç
1 Metre	: 2,6394 Ayak
1 Metre	: 1,09361 Yard
1 Metre	: 1,4706 Arşın
1 Metre	: 3,28084 Feet
1 Kilometre	: 0,62137 Mil
1 Kilometre	: 0,17590 Fersah

Alan

1 Dekar	: 1.000 m ²
1 Hektar	: 10.000 m ²
1 Dönüm	: 1.000 m ²
1 Akre	: 4046.8 m ²

Hacim

1 Litre	: 0,2642 galon
1 Litre	: 61,02374 inç ³

Basınç

1 bar (1 kg/cm ²)	: 0,9869233 atmosfer
1 paskal	: 1 Newton / metre ²
1 kilopaskal	: 0,01 bar
1 PSI (pound/Inç ²)	: 0,06894757 bar
1 KSI (kilopaund/Inç ²)	: 68,9476 bar

Akış Miktarı (Debi)

1 Litre/saniye	: 3,6 m ³ /saat
1 Litre/saat	: 0.2641721 galon/saat

Güç

1 kW	: 1,341 BG (Beygir gücü)
------	--------------------------

Giriş

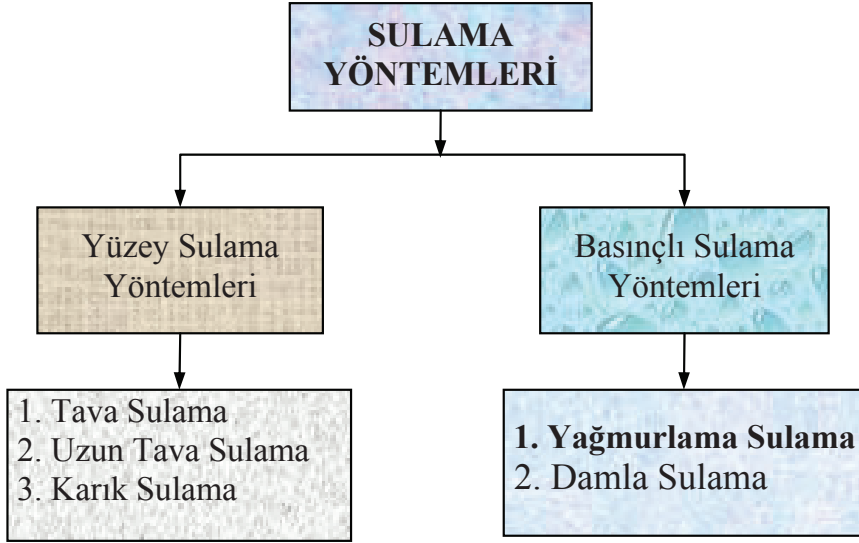
Bütün bitkilerin büyüyüp gelişebilmesi için suya ihtiyaçları vardır. Bitkiler bu ihtiyaçlarını genellikle doğal yağışlardan karşılar. Ancak her zaman yağışlar zamanında ve yeterli miktarda olmayabilir. Bu durumda bitkideki su açığının mutlaka karşılanması gerekir.

İşte bitkilerin normal gelişmesi için gerekli olan, ancak doğal yağışlarla karşılanamayan suyun, bitkinin istediği zamanda ve istediği miktarda, çevreye zarar vermeden, uygun yöntemlerle toprağa verilmesine **sulama** denir. Su toprağa hangi şekilde verilirse verilsin temel amaç suyu, en verimli ve ekonomik şekilde çevreye de zarar vermeden uygulamak, toprak ve su kaynaklarını korumaktır.

İnsanoğlu çok eski tarihlerden beri sulu tarım yapmaktadır. Arkeolojik çalışmalar M.Ö. 4000 yıllarında Mısır ve Mezopotamya'da sulama kanalları, barajlar ve göletler inşa edildiğini göstermektedir. İlkel sulama makinelerinin geliştirilmesi ise daha sonraları olmuştur. Geçmiş antik çağlara dek uzanan sulama, binlerce yıl cazibe yöntemiyle uygulanmıştır. Yağmurlama sulama yöntemi ise önce ılıman ve nemli iklim bölgelerinde tamamlayıcı sulama olarak başlamış ve Sanayi Devriminden sonra teknolojiadaki ilerlemeler yağmurlama sisteminin gelişimini hızlandırmıştır.

Günümüzde uygulanan yağmurlama sulama yönteminin temelini oluşturan çalışmalar 17. yüzyılda İngiltere'de başlamış ve bilgi ile teknoloji transferi bu ülkeden diğer Avrupa ülkeleri ve ABD'ye olmuştur. Ancak bu yöntem ve sisteme ilişkin en önemli gelişmeler II. Dünya Savaşından sonra hafif çelik ve alüminyum boruların sistemde kullanımı ile ABD'de gerçekleşmiştir. Sulamada işçilik gereksinimini azaltan bu yöntem 1946'dan sonra ABD'deki sınırlı sayıdaki uygulama alanından dünyanın hemen hemen her ülkesine yayılmıştır.

Türkiye'de ise bu sistemle sulamalar 1960'lı yıllarda Ege Bölgesinde uygulanmaya başlamış ve daha sonra diğer bölgelerde de kullanımı yaygınlaşmıştır.



Şekil 1. Yaygın olarak kullanılan farklı tarımsal sulama yöntemleri

1. Sulama Yöntemleri

Tarımsal amaçlı yaygın olarak kullanılan farklı sulama yöntemleri mevcut olup bunlar toplu olarak Sekil 1’de verilmiştir.

Yüzey Sulama Yöntemi genellikle sulama suyunun bol ve işçiliğin ucuz olduğu bölgelerde uygulanır. Yüzey sulama yönteminde, bilinçli ve kontrollü bir sulama yapmak ve su uygulama randımanını yüksek tutmak için arazi tesviyesi mutlaka gereklidir. Bu yöntemin en önemli kısıtları, sulama randımanının düşük, yüzey akışlar, derine sızma ve erozyon oluşturma riskinin yüksek olmasıdır.

1.1. Yağmurlama Sulama Yöntemi

Bilinçli olarak yapılan sulamanın tarımda verimi arttırdığı bir gerçektir. Genellikle yağışların yetersiz ve düzensiz olduğu bölgelerde sulama yapılır. Bitki gelişmesi için gerekli olan, fakat doğal yollardan karşılanamayan su, dere, nehir, gölet, kanal ve kuyu gibi çeşitli kaynaklardan alınarak toprağa yüzeyden ve yeraltından verildiği gibi, ayrıca yağmurlama yoluyla da verilir.

Yağmurlama sulama, suyun kaynaktan belli bir basınçla alındığı, kapalı bir sistemle tarlaya kadar iletildiği ve sonra atmosfere damlacıklar halinde püskürtüldüğü yöntemdir. Diğer yüzey sulama yöntemlerine kıyasla yağmurlama sulama yöntemi ile suyun istenilen bir şekilde kontrollü ve ölçülü olarak tarlaya verilmesi mümkündür.



Şekil 2. Yağmurlama sulama sisteminin çalışması

Böylece suyun yetersiz olduğu bölgelerde su kaynaklarından daha ekonomik olarak faydalanılır. Sulamanın modern metotlarından biri olan yağmurlama sulama yönteminin başarılı olabilmesi için çeşitli yağmurlama sistemleri içerisinde yağmurlama yapılacak tarlanın büyüklüğü, bitki türü ve iş gücü dikkate alınarak en uygun sistemi seçmek gerekir. Bunun için de sistemin iyi bir şekilde planlanması şarttır.

Yüzey sulama yöntemlerinin sorun olduğu topoğrafik ve her türlü toprak koşullarında yağmurlama sulama yöntemi başarıyla uygulanabilir. Yağmurlama sulama yönteminde arazi üzerinde belirli aralıklarla yerleştirilen yağmurlama başlıklarından basınç altında atmosfere verilen sulama suyu buradan arazi yüzeyine düşer ve infiltrasyonla toprak içerisine girerek bitki kök bölgesinde depolanır. Bu su uygulama biçimi doğal yağışa benzediği için yağmurlama sulama yöntemi adını almıştır.

Suyun başlıklardan basınç altında verilmesi için basınçlı bir boru sisteminin bulunması ve işletme basıncının ya pompa birimiyle ya da su kaynağının yüksekte olması şekliyle yerçekimiyle sağlanması gerekmektedir.

1.2. Yağmurlama Sulama Yönteminin Üstünlükleri

Yağmurlama sulama yönteminin diğer sulama yöntemlerine göre birçok üstünlükleri vardır. Bu üstünlükler şu şekilde sıralanabilir;

Az Su – Çok Verim: Yağmurlama sulama sistemi, çiftçilerimize en yüksek seviyede verimliliği en az su tüketimi ile sağlayan modern bir sulama sistemidir.

Eğimli ve Engebeli Arazilerde Sulama Yapılır: Yüzey sulama yöntemleri ile sulanamayan dik eğimli ve engebeli araziler hiç tesviyeye gerek duyulmadan veya çok az tesviye ile yağmurlama sulama ile sulanabilir.

Arazi Tesviyesine Gerek Duyulmaz: Yağmurlama sulamada ayrıntılı arazi tesviyesine gerek yoktur. Bazı durumlarda sistemin etkin çalışabilmesi için çok hafif bir tesviye yararlı olmaktadır. Diğer taraftan yüzey sulama yöntemleri yoğun arazi tesviyesini gerektirmektedir. Tesviye sırasında yapılan kazı ve dolgu işlemleri sonucunda verimli üst toprak taşınmış olduğu için ürün verimi önemli ölçüde düşmektedir.

Su Kullanma Randımanı Yüksek: Yağmurlama sulama ile sulama suyunun tarlaya uygulanmasında derine sızma, iletim ve yüzey akış yolu ile su kayıpları olmaması nedenleri ile su kullanma randımanı yüksek olmakta ve buna bağlı olarak, özellikle sulama suyunun kıt olduğu yörelerde daha geniş alanların sulanmasına olanak sağlanmaktadır.

Drenaj Sorunu Ortaya Çıkmaz: Yağmurlama sulama ile kontrollü su verilebilmesi nedeniyle hafif sulama olanağı vardır. Böylece drenaj sorunu olan yörelerde taban suyunun daha fazla yükselmesi veya kumlu çakıllı topraklarda aşırı su kaybı önlenmektedir.

Erozyon Tehlikesi Oluşturmaz: Eğimi yüksek tarım alanlarında

yüzey sulama yöntemleri ile yapılan sulama sonucunda oluşan yüzey akış, ciddi erozyon sorunları meydana getirmekte ve erozyon kontrolünde sayısız güçlükler ile karşılaşmaktadır. Yağmurlama sulama, bu nitelikteki alanlarda erozyon sorunu oluşturmada başarı ile uygulanabilmektedir.

Özel Eğitime Gerek Duyulmaz: Yüzey sulama yöntemleri ile su uygulamasında özel eğitim görmüş sulama ustalarına gerek vardır. Yağmurlama sulamada ise sistemin takılması, çalıştırılması ve sökülmesi konularında özel yetiştirilmiş ve beceri sahibi kişilere gereksinim duyulmaz.

İlk Yılda Tam Üretim Sağlanır: Yüzey sulama yöntemlerinde, orta ve ağır tesviyeden sonra verim ancak uzun yıllar sonra tekrar eski düzeyine ulaşmaktadır. Yağmurlama sulamada tesviyeye gerek olmadığından ilk yıldan başlamak üzere tam üretim sağlanmaktadır.

Az ve Eşit Su Uygulaması Yapılabilir: Yağmurlama sulama yöntemi, tohumların çimlendirilmesi, fidelerin yer değiştirme ve seyreltilme işlemleri için sık sık, az miktarda ve eşit su uygulaması yapılabilen en uygun yöntemdir. Bu nitelikteki su uygulaması yonca, şeker pancarı gibi küçük tohumlu bitkilerin üretiminde büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, özellikle Çukurova Bölgesinde ağır bünyeli topraklarda kuraklık nedeniyle görülen çimlenme gücünün yağmurlama sulama ile giderilmektedir.

Daha Fazla Arazi İşleme Olanağı Verir: Yağmurlama sulama yönteminde sulama kanallarına ve tarla içi arklarına gerek olmadığından ekilebilen arazi alanı artacağından üretimde de artış sağlanır. Ayrıca kanallarda ot temizleme ve yabancı otların yayılması gibi sorunlar ortaya çıkmaz.

Sulama Suyu ile Gübreleme Yapmayı Sağlar: Yağmurlama sulama sisteminde eriyebilir suni gübreler sulama suyu ile birlikte tekniğe uygun ve ikinci bir işçilik masrafını gerektirmeden bitkilere verilebilir.

Bitkileri Don ve Sıcaktan Korur: Yağmurlama sulama sistemi ile özellikle sebze, narenciye, bağ ve diğer meyvelikler kış ve ilkbahar aylarında karşılaşılan don olaylarından kolaylıkla ve emniyetle korunabilmektedir. Ayrıca, ülkemizin bazı bölgelerinde zaman zaman etkisini gösteren sıcak ve kuru rüzgârların meydana

getirdiği sürgün kurumaları zamanında yapılan yağmurlama sulama ile önlenebilmektedir.

Toprak Hazırlamada Kolaylık Sağlar: Ekim ve dikim işlemleri için gerekli olan tav suyu, yağmurlama sulama ile en uygun biçimde gerçekleştirilmektedir.

Tarımsal İşlemlerin Aksamadan Yürütölmesini Sağlar: Yağmurlama sulama diğer tarımsal işlemlerin yapılmasında esneklik sağlar ve yapılacak işlemlerin sayısını azaltır. Sıra bitkileri ekiminin sıra aralığı, karık genişliği ile sınırlandırılması söz konusu değildir. Ayrıca, karık, tava veya açma gibi işlemlere gerek yoktur.

Arazi Ekipmanlarının Çalışmasında Kolaylık Sağlar: Yağmurlama sulamada, border ve tava yapma, kanal açma ve benzeri arazi tarım alet ve makinelerinin çalışmalarını güçleştirici engeller yoktur.

Yüzlek Topraklarda Sulama Yapılabilir: Tesviye edilmesi sakıncalı olan yüzlek (sığ) topraklarda yağmurlama sulama en uygun yöntem olmaktadır.

Toprakta Sürekli Tuz Yıkanmasını Sağlar: Toprak profilinde biriken tuzlar, yağmurlama sulama ile etkin biçimde yıkanabilmektedir. Yağmurlama sulama sistemi ile düşük yağmurlama hızında uygulanan su, klasik göllendirme yöntemlerine göre daha fazla tuz yıkamaktadır. Ayrıca, suyun göllenmesini sağlayan seddelere gerek yoktur ve eğimli arazilerde de tuz yıkanması olanaklıdır.

Yapraklarda Tuz ve Toz Birikimini Önler: Özellikle denize yakın yörelerde rüzgârla taşınan tuzlu suların yapraklarda bıraktığı tuz zerrelere ile yapraklarda biriken tozlar bitkiye zarar vermeden yağmurlama sulama ile kolayca yıkanabilir. Sulama esnasında bitkileri yıkayarak rüzgardan kaynaklanan kumların, toz ve kirlerin genç bitki örtüsüne zarar vermesini önler

Sulama İşçiliği En Aza İner: Yağmurlama sulama sistemi, yüzeysel sulama yöntemleri ile kıyaslanamayacak oranda sulama işçiliğinden tasarruf sağlamaktadır.

Çok Farklı Toprak Türleri İçin Uygun Bir Sulama Yöntemidir. Uygun tasarlandığı takdirde pek çok toprak türü için

uygun bir sulama yöntemidir. Düşük su emme ve su tutma kapasiteli marjinal toprak türlerinde bile kullanılabilir.

Bitkilerde Soğutma Yapılabilir: Isı dalgaları anlarında bitkilerin soğutulması sağlanarak bitkilerin daha sağlıklı gelişmesine ve yetişmesine katkı sağlar.

Toprağı Nemli ve Yumuşak Tutar: Toprağın nemli ve ıslak tutulması sağlanarak filizlenen ve yeşeren bitkilerin daha kolay toprak üstüne çıkması sağlanmış olur.

İlk Yatırım Maliyeti Düşüktür: Yağmurlama sulama sisteminin ilk yatırım maliyeti damla sulama ve diğer modern sulama sistemlerine göre daha düşüktür.

Sistemin Tıkanma Riski Daha Azdır: Sulama suyunda bulunan ince kum, kir ve diğer kalıntıların sistemi tıkaama riski daha azdır

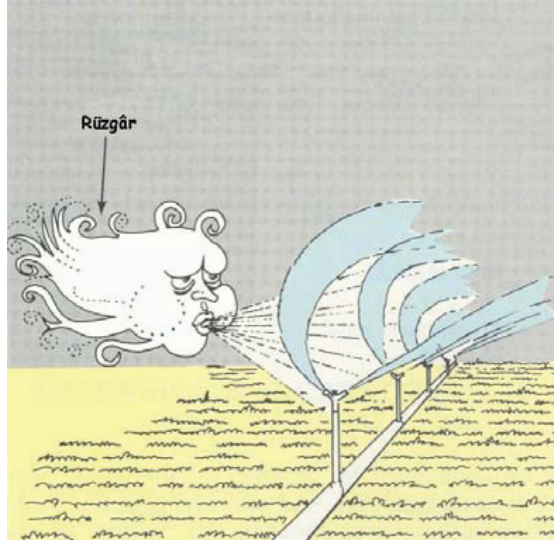
1.3. Yağmurlama Sulamanın Kullanımını Kısıtlayan Faktörler

Yüzey sulama yöntemlerine göre yağmurlama sulama sistemlerinin yukarıda sayılan üstünlükleri yanında bu yöntemin uygulanmasını kısıtlayan bazı özellikler de şu şekilde sıralanabilir:

İlk Yatırım Giderleri Yüksek: Yağmurlama sulama yönteminin ilk yatırım giderleri yüzey sulama yöntemlerine kıyasla yüksektir, ancak damla sulamaya kıyasla daha düşüktür.

İşletme Giderleri Yüksek: Yağmurlama için gerekli olan işletme basıncı devamlı enerji kullanımını zorunlu kıldığından işletme giderleri yüzey sulama yöntemlerine kıyasla daha yüksektir.

Rüzgârlı Havalarda Su Dağılım Randımanı Düşer: Sistemin rüzgârlı havalarda kullanılması durumunda su dağılım randımanı düşer. Sıcak ve kurak bölgelerde buharlaşma kayıplarının yüksek olması nedeniyle özellikle gündüz yapılan sulamalarda sulama randımanı düşer.



Şekil 3. Rüzgârın yağmurlama sulama yöntemine olumsuz etkisi

Döllenme İle İlgili Sorunlar Yaşanabilir: Eğer bitkilerin tozlaşma döneminde sulama yapılırsa, döllenme ile ilgili sorunlarla karşılaşılabilir.

Bazı Hastalıkların Yayılması Söz Konusu Olabilir: Bu yöntemin uygulanması sonucunda bitki yaprakları ıslandığından bazı hastalıkların yayılması söz konusu olabilir.

2. Yağmurlama Sulama Yönteminin Uygulanabileceği Koşullar

Yağmurlama sulama yönteminin uygulanabileceği toprak, topografya, bitki, iklim ve su kaynağı koşulları şöyledir:

2.1. Toprak ve Topografya Özellikleri

Yağmurlama sulama yöntemi, birçok bitki için sulanabilir nitelikteki her çeşit toprakta kullanılabilir. Kumlu topraklardan killi topraklara kadar her türlü toprak bünye sınıfında, sıg topraklarda, düz, eğimli ya da dalgalı arazilerde emniyetle kullanılabilir. Ayrıca tuzlu toprakların iyileştirilmesi (ıslahı) için ek yıkama suyu vermede de uygun bir yöntemdir.

Günümüzde yağmurlama sistemlerinin çok değişik kapasitelerde oluşu ve bunlarla su uygulamanın iyi bir şekilde kontrol edilebilmesi bu sistemde fazla bir arazi düzeltilmesine gidilmeden birçok topoğrafik koşullarda sulama yapılmasını mümkün kılar.

2.2. Bitki Özellikleri

Yağmurlama sulama yöntemi, tüm tarla bitkileri (çeltik hariç) ile birçok sebzenin sulanmasında kullanılmaktadır. Özellikle şeker pancarı, patates, yonca, hububat ve havuç gibi bitkilerin sulanmasında idealdir.

Yaprak ya da meyvelerin ıslanmasından kaynaklanan hastalıklara duyarlı olan domates, fasulye, çilek gibi sebzeler ile bağın sulanmasında yağmurlama yerine damla sulama yönteminin uygulanması, meyve ağaçlarının sulanmasında ise damla ya da mini yağmurlama sulama yönteminin uygulanması önerilmektedir.

2.3. İklim Özellikleri

Sulamanın mümkün olduğu yerlerde birçok iklim şartlarında yağmurlama sulama yapmak mümkündür.

2.4. Su Kaynağı Özellikleri

Yağmurlama sulama yönteminde her türlü su kaynağından alınarak sulama yapılabilir. Ancak düşük kottaki akarsular ya da kuyulardan su alınıyorsa, suyu arazi yüzeyine çıkarmak ve yağmurlama için gerekli basıncı oluşturmak için bir pompa birimine ihtiyaç vardır.

Su, fazla miktarda sediment ya da yüzücü cisim içeriyorsa, bu maddelerin çökeltme havuzlarında çöktildikten ya da süzgeçlerle tutulduktan sonra sisteme alınması gerekir.

Tuzlu su koşullarında yağmurlama yerine damla sulama yöntemi tercih edilmelidir. Sulama suyu fazla oranda çözünmüş tuz içeriyorsa yağmurlama sulama bir sorun yaratabilir.

3. Yağmurlama Sulamanın Unsurları

Yağmurlama sulama sistemi esas olarak aşağıdaki unsurlardan meydana gelir;

1. Su Kaynağı,
2. Pompa Birimi,
3. İletim Hatları,

Özel ek Parçalar,

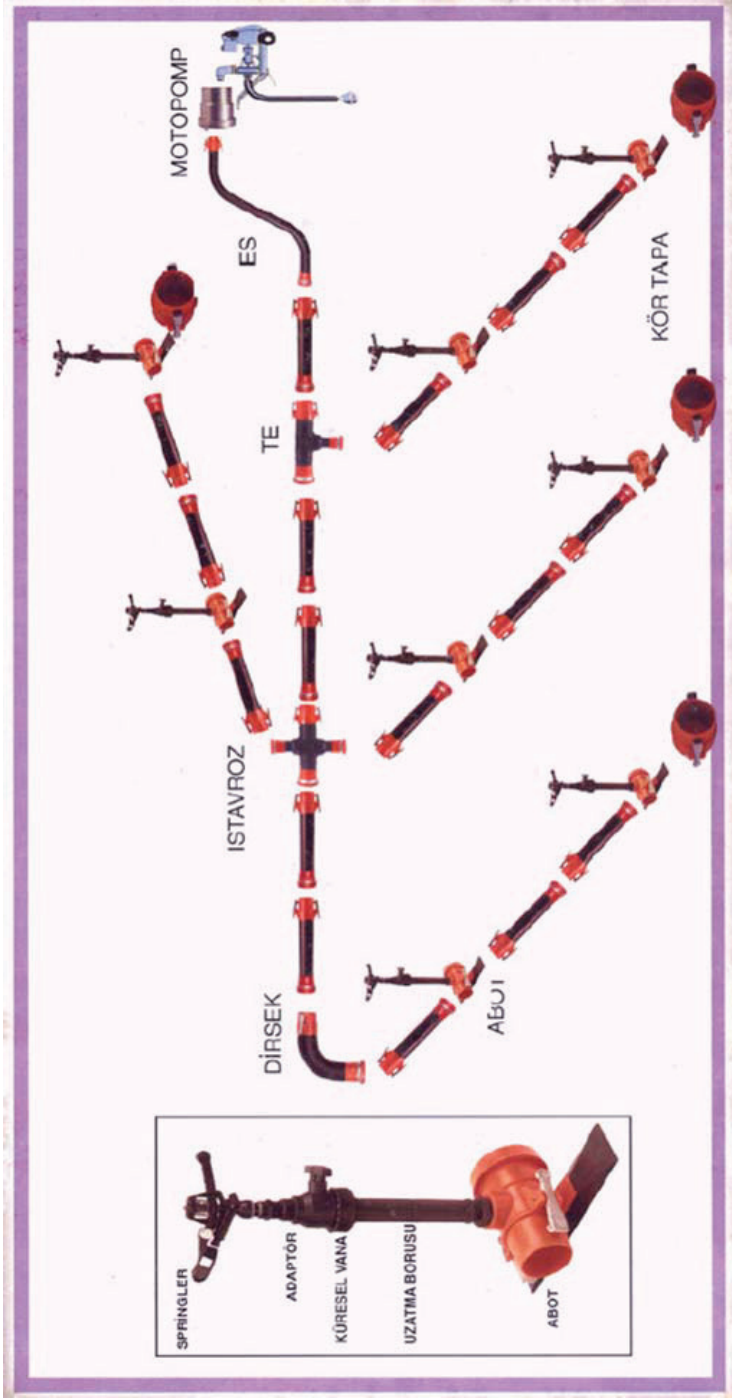
4. Yağmurlama başlıkları.

3.1. Su Kaynağı

Bu yöntemde akarsu, göl, keson kuyu, derin kuyu, gölet, baraj, sulama kanalı gibi her türlü su kaynağından yararlanılabilir. Suyun kalite açısından sulamaya uygun olması ve fazla miktarda sediment ve yüzücü cisimler içermemesi gerekir. Aksi takdirde bu maddeler boru hatları ve başlıklarda tıkanmaya neden olur.



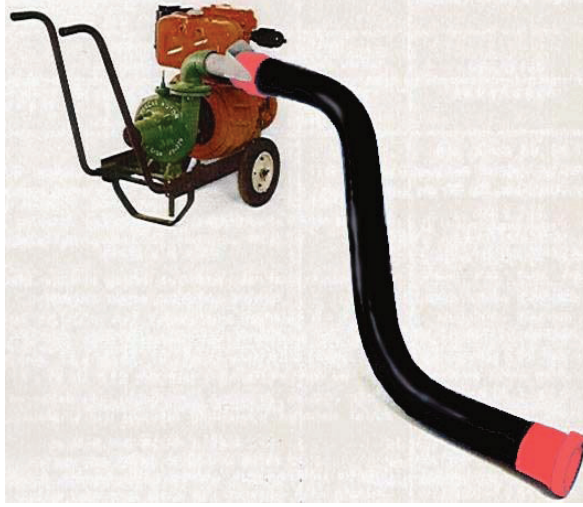
Şekil 4. Sulama suyunun barajdan alınarak kanalla iletilmesi



Şekil 5. Yağmurlama sulama sisteminin unsurları

3.2. Pompa Birimi

Sulama suyunun yağmur damlaları şeklinde toprak yüzeyine püskürtülmesi için belirli bir basınç ihtiyacı vardır. Bu basınç pompa birimi ile sağlanmaktadır. Su kaynağının konumu, en son yağmurlayıcıda istenilen basıncı sağlayabilecek yükseklikte ise pompaya gerek yoktur.



Şekil 6. Santrifüj Pompa.

Sulama suyu, yüzeydeki bir kaynaktan sağlanıyor ve pompa ile su yüzeyi arasındaki mesafe de 8 metreden daha az ise santrifüj pompalar kullanılmalıdır. Sulama suyu yeraltından sağlanıyorsa ve su seviyesi ile pompa arasındaki yükseklik farkı 8 metreden daha fazla ise derin kuyu pompaları kullanılır. Sulamada kullanılan pompaların çalıştırılmasında en elverişli güç kaynağı elektrik motorlarıdır.

Elektrik motorlarının yanında güç kaynağı olarak, dizel ve benzinli motorlar ile traktörün kuyruk milinden de yararlanılmaktadır. Yağmurlama sulama tesisi için seçilecek pompa, tesisin; su ihtiyacını, manometrik yüksekliğini ve basınç ihtiyacını karşılayacak kapasitede olmalıdır.

3.3. İletim Hatları

İletim hatları, suyun kaynaktan alınarak yağmurlama başlıklarına kadar belli bir basınç altında iletilmesine yarayan unsurlardır. İletim hattı; ana boru hattı, yan boru hattı ve lateral boru hatlarından meydana gelir.

Son yıllarda boru yapım tekniği ve üretim malzemesinde meydana gelen değişiklikler, yağmurlama sulama yönteminin uygulama alanlarını önemli ölçüde artırmıştır. Bu değişimler, boru yapımında hafif ve ucuz plastik malzemenin kullanılması ve kolay boru bağlantı parçalarının üretimine önemli katkılar sağlamıştır.



Şekil 7. Yağmurlama sulamada kullanılan Mandallı ve Kelepçeli tip polietilen sulama boruları

İletim hatlarının önemli bir bölümünü oluşturan ana boru hattında çelik, alüminyum, sert ve yumuşak plastikler yani PVC ve PE borular kullanılabilir. Ancak son yıllarda en çok kullanılan boru tipi sert ve yumuşak plastik borulardır. Önceleri PVC ağırlıklı olan iletim hatları yerini hammadde teknolojisindeki gelişmeye bağlı olarak bugün için yüksek yoğunluklu polietilene bırakmıştır. Ana boru hatları karşılaşılan koşullara göre toprak altına gömülebileceği gibi toprak üstüne de döşenebilir.

İletim hattı içerisinde yer alan lateral boru hatları ise suyu ana borudan yağmurlayıcılara taşıyan borulardır. Sabit ya da hareketli konumda olabilirler. Lateral borularda ana boru hatlarının yapıldığı malzemelerden yapılmaktadır. Çapları ana boruya göre daha küçük olup, birbirlerine kolay bağlantı parçaları ile bağlanırlar.

Taşınabilir sistemlerde kullanılan borular bir kişi tarafından kolaylıkla taşınabilecek standart uzunlukta olmalıdır. İletim hattında kullanılan kolay bağlayıcılar standart uzunluktaki boruların ve donatıların birbirine bağlanmasında kullanılırlar. Piyasada kullanılan çok değişik tipte kolay bağlantı tipleri vardır. Bunlar arasında kelepçeli ve mandallı bağlantı tipleri günümüzde en yaygın kullanılan tiplerdir.

3.4. Ek Donatılar

İletim hattı içerisinde önemli bir görevi yerine getiren parçalardan bir bölümü de ek donatılardır. İletim hattında kullanılan ek donatılar şunlardır;

Yükselticiler: Suyu lateral boru hattından alıp, yağmurlama başlığına ileten ve genellikle 2 – 3 cm çapında olan borulardır. Boru çapı, kullanılan başlığın büyüklüğüne, uzunluğu ise sulanan bitkinin boyuna göre değişir.



Şekil 8. Ara bağlantı parçası (abot), yükseltici boru, açma kapama vanası ve yağmurlama başlığı

Kör Tapalar: Yağmurlama sulama sisteminde ana boru, yan boru ve lateral boru hatlarının en son ucunu veya kapatılması gereken diğer bağlantı parçalarını kapatmak amacıyla kullanılan tapalardır.



Şekil 9. Kör tapa

Çap Düşürücüler (Redüksiyon): Yağmurlama sulama sistemindeki boru hatlarının, farklı boru çaplarından oluştuğu durumlarda, büyük çaptaki borudan küçük çaptaki boruya geçiş sağlamak amacıyla kullanılan parçalardır.



Şekil 10. Redüksiyon

Dirsekler: Yağmurlama sulama sisteminde ana boru, yan boru ve lateral boru hatlarının yön değiştirdiği durumlarda kullanılan parçalardır. Bu parçalarda suyun daha rahat akabilmesi ve lokal basınç kayıplarına neden olmamamsı için dirseklerin dik açılı olanları kullanılmamalı, bunun yerine Şekil 11'deki gibi geniş dönüş yarıçaplı olanlar tercih edilmelidir.



Şekil 11. Geniş dönüş yarıçaplı dirsek

İstavroz ve TE parçaları: İstavroz ve TE parçaları ana boruları kollara ayırmada kullanılır (Şekil 12.).



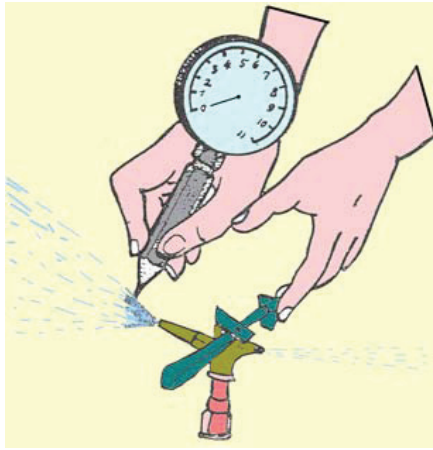
Şekil 12. İstavroz ve TE parçası

Vanalar: Yağmurlama sulama sisteminde verilecek sulama suyunun miktar ve basıncını ayarlamak amacıyla kullanılan parçalardır. Değişik amaçlarla kullanılan çeşitli tip ve özellikte vanalar mevcuttur. En yaygın olarak kullanılan vanalar, küresel vanalar, sürgülü vanalar ve kelebek vanalardır. Ayrıca otomatik kontrolü sağlayan selonoid ve hidrolik vanalar da kullanılmaya başlanmıştır.



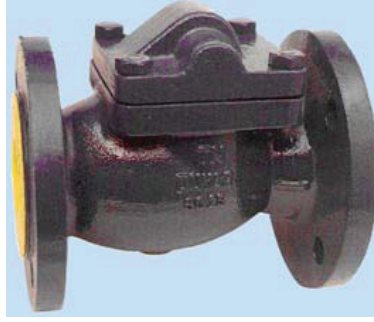
Şekil 13. Küresel vana

Basınç Göstergeleri (Manometreler): Pompa çıkışında ve yağmurlama başlıklarındaki basınç değerinin belirlenmesinde kullanılan parçalardır. Ayrıca lateral boru hatlarının başına ve sonuna yerleştirilerek, boru hattı boyunca basınç değişiminin ölçülmesi için de kullanılır.



Şekil 14. Manometre ile başlık basıncının ölçülmesi

Çek-Valfler: Yağmurlama sulama sisteminde pompanın hemen çıkışına yerleştirilen ve sistemin herhangi bir nedenle durması halinde, suyun tekrar geri dönüşünü engellemek ve böylece pompa biriminin zarar görmesini önlemek amacı ile kullanılan parçalardır.



Şekil 15. Çek valf

Dip Klapesi: Pompa biriminde emme borusunun dibinde kullanılan ve pompanın herhangi bir nedenle durması halinde, emme hattındaki suyun boşalmasını önlemek ve bir sonraki çalıştırmada pompayı çalışabilir konumda tutmak amacı ile kullanılan parçalardır.



Şekil 16. Dip klapesi

3.5. Yağmurlama Başlıkları

Sprinkler olarak da adlandırılan yağmurlama başlıkları, lateral borulardan gelen sulama suyunu belirli bir basınç altında yağmur

damlaları şeklinde toprak yüzeyine atan ve sistemin en önemli unsurlarından birisidir. Yağmurlama başlıkları lateral boyunca eşit aralıklarla yerleştirilen yükseltici borular üzerinde yer almaktadır.

Çizelge 1. Yağmurlama başlıklarının sınıflandırılması.

Yağmurlama Başlıkları (İki memeli)	Meme Ölçüsü (mm)	Çalışma Basıncı (bar)	Debisi (m ³ /saat)	Yağmurlama Çapı (m)
Düşük basınçlı	3,0 - 4,5 x 2,5 - 3,5	1,5 - 2,5	0,3 - 1,5	12 - 21
Orta basınçlı	4,0 - 6,0 x 2,5 - 4,2	2,5 - 3,5	1,5 - 3,0	24 - 35
Yüksek basınçlı	12,0 - 25,0 x 5,0 - 8,0	4,0 - 9,0	5,0 - 45,0	60 - 80



Şekil 17. Yükseltici üzerine yerleştirilmiş döner yağmurlama başlığı

Yağmurlama başlıklarından çıkan sulama suyunun tarlanın yüzeyinde herhangi bir göllenme ya da yüzey akışı oluşturmamasına dikkat edilmelidir. Ayrıca yağmurlama sulama sistemlerinin projelendirilmesi, yağmurlama başlıklarının teknik özellikleri dikkate alınarak yapılmalıdır.



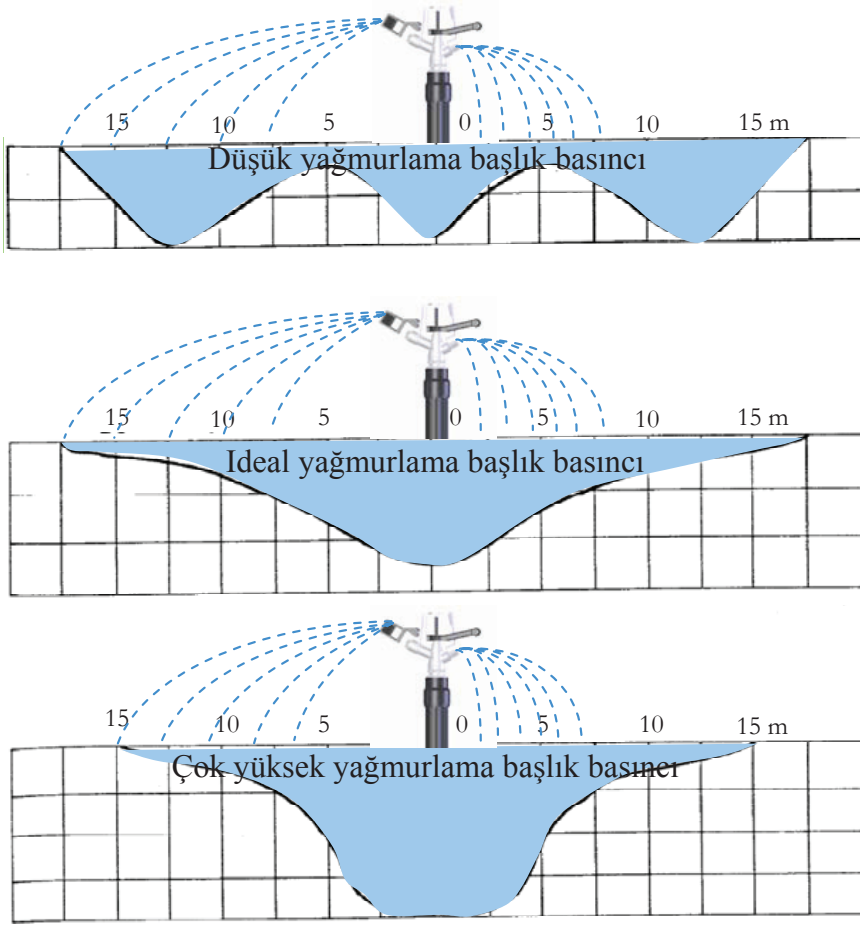
Şekil 18. Yüksek kapasiteli ve yüksek basınçla çalışan yağmurlama başlığı

Çok değişik tip ve modelde yağmurlama başlıkları mevcuttur. Bunlardan en yaygın kullanılanı döner yağmurlama başlıklarıdır.



Şekil 19. Peyzaj sulamada kullanılan toprak altına döşenmiş yağmurlama başlığı

Ayrıca doğrusal ve dairesel hareketli gelişmiş yağmurlama sistemlerinde sabit yağmurlama başlıkları kullanılmaktadır. Söz konusu yağmurlama başlıkları genellikle tarımsal amaçlı olarak kullanılmaktadır. Bunun yanında peyzaj ve özel amaçlı sulamalarda toprak altına yerleştirilen yerden yükselmeli sabit ve döner yağmurlama başlıkları da yaygın olarak kullanılmaktadır.



Şekil 20. Yağmurlama başlığı basıncının sulamanın üniformluğuna etkisi. (Burada yatay eksendeki sıfır konumu, yağmurlama başlığının olduğu yerdir. Yatay eksen mesafeyi, dikey eksen ise ıslatma miktarını göstermektedir.)

Sabit yağmurlama başlıklarında sulama suyu belirli bir basınç ile başlık memesinde yer alan plakaya çarpar ve ince damlalar halinde toprak yüzeyine yayılır. Bu sistemlerin işletme basınçları ortalama 1-3 bar, debileri ise 5-20 litre/dakika arasında değişir. Çok yüksek işletme basınçları, daha çok pompa gücü gerektireceğinden yağmurlama sisteminin maliyetini artıracaktır. Çok düşük işletme basınçları ise, daha yüksek çaplı boruları gerekli kılacak olup bu da boru maliyetini artıracaktır. Ayrıca düşük veya yüksek işletme basınçları üniform olmayan sulamaya neden olacağından verim düşüşlerine yol açacaktır.

En ideal işletme basıncı, kullanılacak olan yağmurlama başlığının tipine bağlı olarak değişeceğinden bu değer mutlaka kontrol edilmelidir.

Düşük lateral basınç oluşması durumunda bunu yükseltmek için aşağıdaki alternatifler göz önüne alınmalıdır.

- Sistemde oluşan basınç kayıpları gözden geçirilerek bu kayıpların azaltılması sağlanabilir.

- Aynı yağmurlayıcı için daha düşük basınçlarda çalışan memeler kullanılabilir. Bu durumda yağmurlama mesafesinin değişebileceği de göz önüne alınmalıdır.

- Daha düşük basınçlarda çalışabilen yağmurlayıcılar kullanılabilir.

- Sistemde basıncı artıracak daha güçlü bir pompa kullanılabilir. Bu yatırım ve enerji maliyetlerini artıracığından bu seçenek son seçenek olarak değerlendirilmelidir.

Yüksel basınçları düşürmek, düşük olan basınçları yükseltmekten daha kolaydır. Yüksek lateral basınç oluşması durumunda bunu düşürmek için sistem üzerine basınç düşürücüler / ayarlayıcılar yerleştirilebilir. Ayrıca sistem üzerindeki vanalar kullanılarak da basınç düşürülebilir.

4. Yağmurlama Sulama Sistemlerinin Çeşitleri

Yağmurlama sulama sistemleri, lateral hatlarının çalıştırılma şekillerine göre sınıflandırılmaktadır. Bazı lateral hatları yıl boyunca sabit olarak yerinde kalır, bazıları her sulamadan sonra yer değiştirir. Bir kısım lateral hattı ve yağmurlama başlığı da su uygularken sürekli olarak hareket etmektedir. Buna göre yağmurlama sulama sistemleri dört başlık altında toplanır;

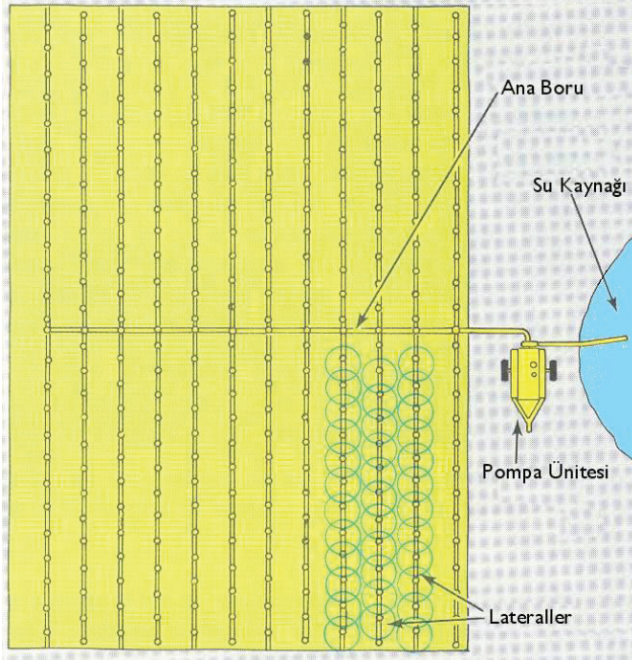
1. Sabit sistemler,
2. Yarı sabit sistemler,
3. Taşınabilir sistemler ve
4. Hareketli yağmurlama sistemleri

Hareketli yağmurlama sistemlerini de kendi aralarında üç grupta toplanır:

- a. Hareketli yağmurlayıcılar sistemi (Rain Gun)
- b. Dairesel hareketli yağmurlama sulama sistemleri (Center-Pivot)
- c. Doğrusal Hareketli Yağmurlama Sulama Sistemleri (Linear-Move).

4.1. Sabit Sistemler

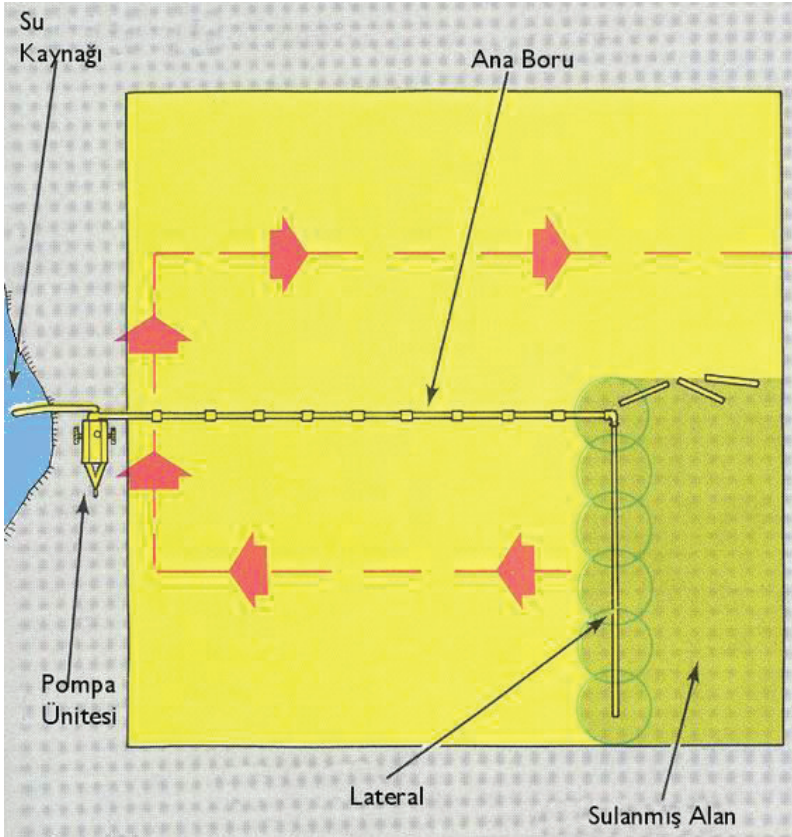
Su kaynağından itibaren yağmurlama sisteminin bütün unsurları sabittir. Sabit yağmurlama sulama sistemleri kurulduktan sonra hareket ettirilmezler. Genel olarak ana boru ve lateral hatları toprak altına gömülüdür. Bazı durumlarda lateraller toprak yüzeyine serilidir. Bu sistemin ilk yatırım giderleri yüksek, işletme giderleri ise azdır.



Şekil 21. Sabit yağmurlama sistemi

4.2. Yarı Sabit Sistemler

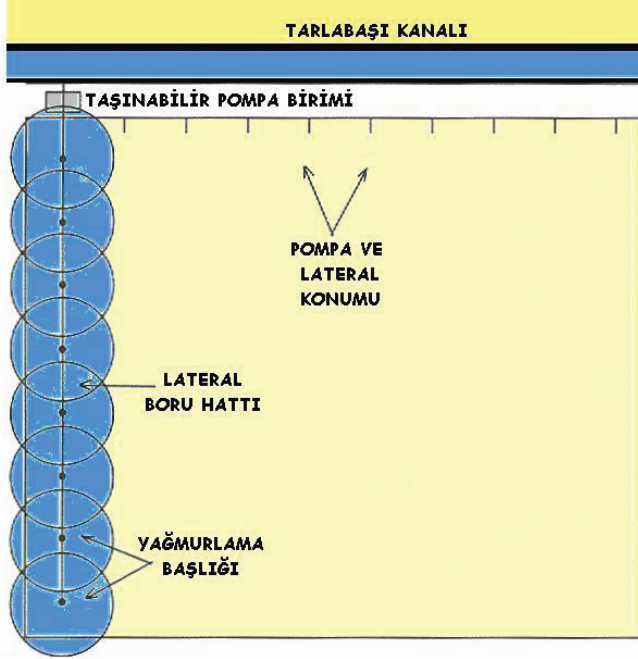
Pompa ünitesi ve ana boru sabit, laterallerin ise arazinin diğer bir bölümünü sulamak için taşındığı sistemlerdir. Belirli zaman aralıklarında taşınan yağmurlama sulama sisteminde, ana boru ve lateral boru hatları belirli zaman dilimi içerisinde tarlanın bir bölümünü sular. Daha sonra sistem tarlanın sulanmamış olan bölgesini sulamak üzere başka bir konuma taşınır. Tarlanın tümünün sulanabilmesi için lateral boru hatları ve başlıklar sürekli olarak bir konumdan bir diğer konuma taşınırlar. Bu sistemin ilk yarım giderleri taşınabilir sistemlere göre yüksek, işçilik giderleri ise azdır.



Şekil 22. Yarı sabit yağmurlama sistemi

4.3. Taşınabilir Sistemler

Sulama bittiğinde hem laterallerin hem de ana borunun arazinin sulanacak olan diğer bölümüne taşındığı sistemlerdir. Bu sistemlerin ilk yatırım giderleri az, işçilik giderleri yüksektir.



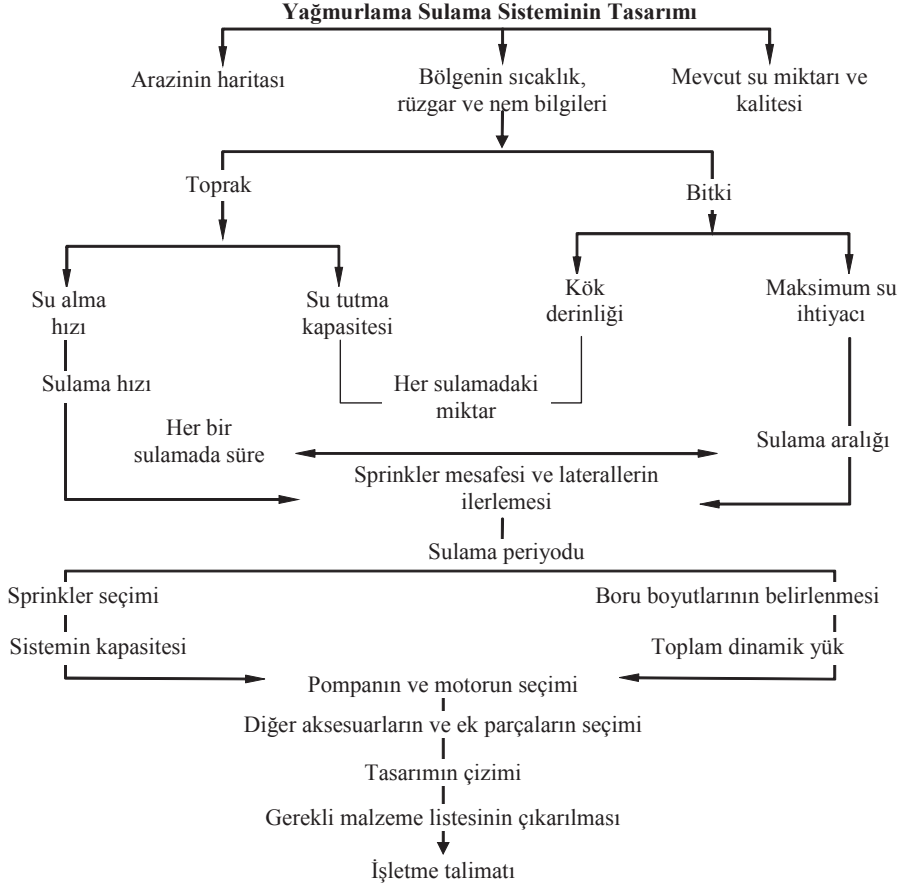
Şekil 23. Taşınabilir yağmurlama sulama sistemi

5. Yağmurlama Sulama Sistemlerinin Planlanması

Yağmurlama sulama sistemlerinin en uygun biçimde proje alanına yerleştirilmesi birçok etkene bağlıdır. Yağmurlama sulama sistemlerinin planlanmasında dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır;

- Yağmurlama sulama sistemleri planlanırken imkanlar ölçüsünde, pompa birimi proje alanının ortasına yerleştirilmelidir. Böyle bir yerleşim en ekonomik boru çapının seçimine imkan tanımaktadır. Ana boru hattı hakim eğim yönünde yerleştirilmelidir. Lateral boru

hatları mümkünse mevcut arazi eğimine ve hakim rüzgâr yönüne dik yerleştirilmelidir.



Şekil 24. Yağmurlama sulama sisteminin planlanması

- Lateral boru hattındaki basınç değişmesi, işletme basıncının yüzde 20'sini aşmamalıdır. Daha küçük boru çapının seçilebilmesi ve uygun su dağılımının sağlanabilmesi için lateral boru hatlarının kısa tutulmasında yarar bulunmaktadır. Lateral boyları zorunlu kalmadıkça 250 metreden fazla olmamalıdır.
- Birden fazla lateral hattının aynı anda çalışmasının zorunlu olduğu durumlarda, lateral hattında tercihen aynı çapta veya en fazla iki ayrı

çapta boru kullanılmalıdır. Lateral hatlarını başlangıç pozisyonuna getirme sırasında bu boru hatlarının taşınması uzun zaman aldığından, zaman alıcı tertip biçiminden kaçınılmalıdır.

- Basınç düzenlemelerinde kolaylık sağlamak amacı ile boru çaplarındaki değişim, ana boru hattında yapılmalıdır. Yağmurlama sulama sisteminde kullanılacak yağmurlama başlığının hızı, toprağın su emme hızından küçük olmalıdır. Değişik toprak bünyelerinde önerilen başlık hızları Tablo 1’de verilmiştir.

Bitkiler su ve besin maddelerinin büyük bir bölümünü kök bölgesinin üst kısımlarından alırlar. Toplam kullanılabilir suyun %80-90’ının alındığı kök derinliğine etkili kök derinliği denir. Bu derinlik toprak su rezervuarındaki su miktarını belirler.

6. Yağmurlama Sulama Sistemlerinin İşletme ve Bakımı

Bir yağmurlama sulama sistemi ne kadar iyi projelendirilmiş olursa olsun, sistem proje şartlarının özelliğine göre çalıştırıldığı sürece başarılı sonuç alınır. Soğuğa, güneş ışığına ve sıcağa karşı daha dayanıklı hale getirilen ve ışığı emici değil, yansıtıcı olabilmesi için, en uygun bir renkte imal edilen, yağmurlama boruları, iyi kullanılmaları şartı ile yıllarca hizmet edebilecek özelliklere sahiptir. Bunun temini için işletme ve bakım konusunda aşağıdaki tavsiyelere uyulması yararlı olacaktır.

✓ Ekipmanların uzun ömürlü olmasını sağlamak tamir ve değiştirilmelerinde minimum masraf yapılmasını temin için yağmurlama sistemi dikkatli bir şekilde çalıştırılıp, korunmalıdır.

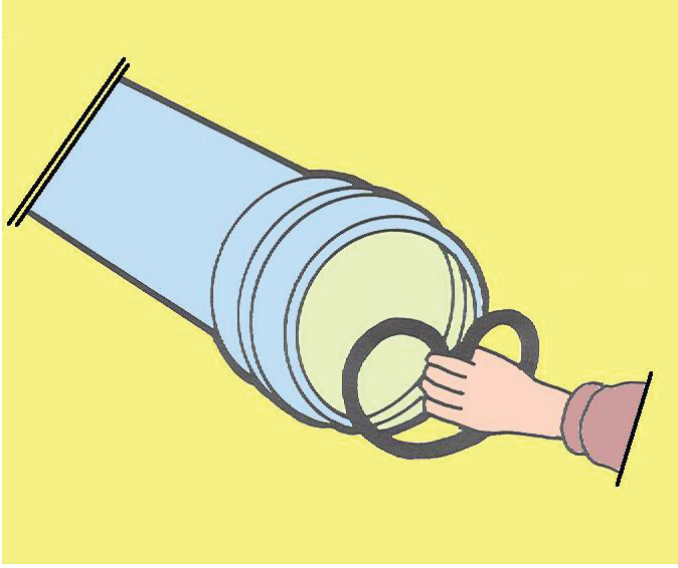
✓ Yağmurlama sistemi belirli bir basınç gerektirdiğinden, sistemin randımanlı çalışabilmesi için mutlaka uygun bir pompa seçilmelidir.

✓ Döner yağmurlama başlıkları, memeler ve lastik contalar gibi zamanla yıpranabilen parçalar, zaman zaman kontrol edilmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir.

kapatılmamalıdır. Yağmurlama başlıklarındaki basınç ölçerler yardımıyla kontrol edilmelidir.

✓ Çok rüzgârlı havalarda uygun su dağılımı sağlanamayacağından sistem çalıştırılmamalıdır. Ancak zorunluluk halinde lateral boru hatlarının aralıkları daraltılarak uygun su dağılımı sağlanmalıdır. Sistemle gübre tatbikatı yapılmış ise sistemin tamamı iyice yıkanmalıdır.

✓ Boruların contalarını takmadan önce conta yuvaları mutlaka temizlenmelidir. Contalar, conta ağızı boru içine bakacak şekilde takılmalıdır (Şekil 26.) Contalar uzun süre kullanılmayacak ise yuvalarından çıkarıp temizlendikten sonra muhafaza edilmelidir.



Şekil 26. Plastik boruya conta takılması

✓ Boruları takmadan önce, contalı ve contasız başları sabunlu su ile kayganlaştırılmalıdır.

✓ Planlanan bitki çeşidinin değiştirilmesi halinde sistem çalışma süresi ve sulama aralığı mutlaka bir sulama uzmanına hesaplattırılmalıdır.

✓ Borular çok rahatlıkla taşınabildiğinden yerde sürüklenmemeli ve yüksekte atılmamalıdır.



Şekil 27. *Lateral boru hatlarının taşınması*

✓ Sulama mevsimi sonunda, ekipmanları kışlık koruma yerlerine yerleştirmeden önce, sistemin herhangi bir yerinde mevcut olabilecek yıpranma ve aşınmayı görmek amacıyla, bütün parçalar tek tek kontrol edilmelidir. Böylece, sulama mevsiminden önceki boş zamanlarda, tamir edilmesi veya değiştirilmesi gereken parçalar üzerinde gereken çalışmaların rahatlıkla yapılması sağlanmış olur. Özellikle sabit yağmurlama sistemlerinde sulama sezon sonunda sistemdeki suyun tamamen boşaltılması gerekir.

7. Yağmurlama Sulama Sistemlerinin Özel Amaçlar İçin Kullanılması

Yağmurlama sulama yöntemi sulamanın yanında peyzaj sulaması, dondan korunma ve gübreleme gibi çeşitli amaçlar için de kullanılmaktadır.

7.1. Peyzaj Sulaması

Peyzaj sulaması için özel tasarlanmış yağmurlama başlıkları toprak altına yerleştirilerek yeşil alanların sulanması yapılabilmektedir.



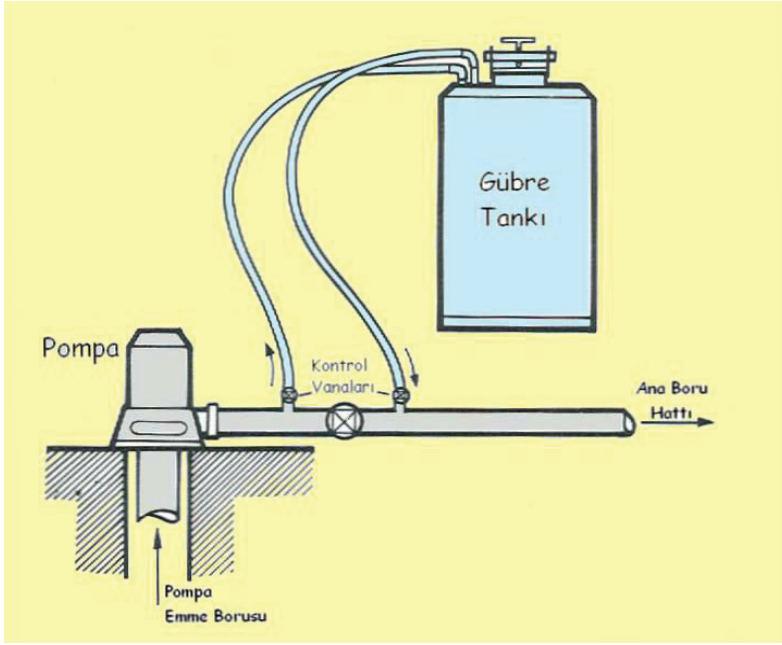
Şekil 28. Yağmurlama sulama sisteminin peyzaj amaçlı kullanımı

7.2. Yağmurlama Sulama ile Gübreleme

Yağmurlama sulama sistemleri, sulama suyu ile birlikte gübre verilmesi için de kullanılmaktadır. Bu şekilde verilen gübreler, genellikle suda eriyebilir özellikteki Azot ve Potasyumlu gübrelerdir. Fosfor bu şekilde çok nadir durumlarda verilir. Çünkü Fosforun gübre olarak kullanılan formları suda kısmen eriyebilir özelliktedir ve Fosforlu gübreler genellikle bitkinin ekim zamanı toprağa verilir.

Azotun, gübre halindeki değişik formları yağmurlama sistemi yoluyla toprağa verilmek için çok uygun yapıdadır. Bu gübrelerden en iyi sonuç bunların bitkinin maksimum büyüme devresinde verilmesi ile elde edilir.

Gübre, yağmurlama sulama sistemleri ile tarlaya verilmeden önce, toprağın ve bitkinin yeşil aksamalarını ıslatacak şekilde, sistemin yeteri kadar çalıştırılması gerekir.



Şekil 29. Yağmurlama sulama ile gübre uygulaması

Bundan sonra eriyik halindeki gübre, sisteme enjekte edilir. Bu işlemin yapılması için gerekli olan zaman verilecek eriyik miktarı ve eriyiğin konsantrasyonuna bağlıdır. Fakat normal olarak bu süre 30 dakikadan az olmamalıdır.

7.3. Yağmurlama Sulama ile Dondan Korunma

Çeşitli bitkilerin sulanması için geliştirilen yağmurlama sulama sistemleri, ülkemizde özellikle kış aylarında bitkilerin dondan korunma amacı ile de kullanılmaktadır. Açıkta yetiştirilen çilek, domates, biber, meyve, narenciye bahçeleri ve bağlarda başarı daha yüksek olmaktadır. Bu bahçelerde toprak yüzeyine yakın kısımlarda sıcaklığın eksi 6 dereceye düşmesi halinde bile saatte 2,5 mm. yağmurlama hızı ile yapılan yağmurlama bitkiyi don zararından koruyabilmektedir.

Yağmurlama ile oluşturulacak esinti toprak yüzeyindeki kısmen soğuk olan tabaka ile daha sıcak üst tabakayı karıştırarak dondan zarar görmeyi önler.

Yağmurlama sırasında püskürtülecek 0 °C sıcaklıktaki su, donma sırasında 80 kalorilik ısı enerjisi açığa çıkaracağından, bitki çevresinde dondan zarar görmeyi önleyecek bir ortam oluşturmaktadır. Yağmurlama sırasında hava neminin bir miktar yükseltilmesi de korumada yardımcı olmaktadır. Yağmurlama ile dondan koruma yapılacaksa, yağmurlama sulama sistemi dondan korunacak tüm alanı kaplayacak şekilde yerleştirilmelidir. Dondan korunacak yer meyve bahçeleri ise ana boru hattı toprak altında, lateral boru hatları toprak yüzeyinde kalacak şekilde yerleştirilmelidir.



Şekil 30. Yağmurlama sulama ile meyve bahçesinin dondan korunması

Çeşitli bitkilerin sulanması için geliştirilen yağmurlama sulama sistemleri, ülkemizde özellikle kış aylarında bitkilerin dondan korunma amacı ile de kullanılmaktadır.

8. Yağmurlama Sisteminin Sökülüp Takılması, Kullanılması ve Kullanım Dışı Esnalarında Dikkat Edilecek Noktalar

Satın aldığınız yağmurlama sistemler uygun malzeme kullanılarak kaliteli bir şekilde dizayn edilip üretilerek tüketicilere sunulmaktadır. Sistemimizden en iyi verimi alabilmeniz ve çok uzun süreler problemsiz kullanabilmeniz için aşağıdaki noktalara dikkat edilmesi gerekmektedir.

8.1. Yağmurlama Sisteminin Kurulumu Öncesi Dikkat Edilecek Hususlar

- ✓ Sisteme su taşıyan ana hat borusunun ve yağmurlamada kullanılacak olan lateral borularının uygun çaplarda seçilmesi sistemin performansı açısından çok önemlidir. Bilhassa sisteme su taşıyıcı ana boru yeterli ölçüde büyük çaplı olacak şekilde seçilmelidir.
- ✓ Yağmurlama sisteminin projelendirilmesinde bilgisayar programları kullanılmalı veya uzman kişilerden destek alınmalıdır.
- ✓ Yağmurlama sisteminin projelendirmesinde ana hat borusunun boyu ve suyun alındığı nokta ile sulamanın yapıldığı nokta arasındaki kot farkı arttıkça boruya gelecek olan basıncın artacağı mutlaka göz önüne alınmalıdır.
- ✓ Yağmurlama sisteminde projelendirme yapılırken suyun boru içindeki akış hızı 2 metre/saniye'yi geçmemesi gerektiğine dikkat edilmelidir. Bu değer sağlanamıyorsa mutlaka daha büyük boru çaplarına gidilmelidir.
- ✓ Su içinde kum, çamur, pislik ve benzeri yabancı maddeler hem suyun akışına zarar verip sulama sisteminin verimliliği azaltacak hem de yağmurlayıcılarda ve memelerde tıkanıklıklara neden olacağından bu gibi durumlarda suyun çekildiği uca mutlaka uygun özelliklerde bir filtre kullanılmalıdır.

- ✓ Yağmurlama borularında kırılan /hasar gören parçalar var ise bunlar ya tamir edilerek kullanılmalı veya yenileri ile değiştirilmedir. Kırılmış veya çatlamış mandallar asla kullanılmamalıdır.

8.2. Yağmurlama Sisteminin Kurulumu Esnasında Dikkat Edilecek Hususlar

- ✓ Sistemi söküp takarken zorlayıcı hareketlerden ve darbelerden kaçınınız.
- ✓ Bağlantı noktalarında conta yuvaları temizlenerek contanın yuvaya tam olarak oturması sağlanmalıdır.
- ✓ Aşınan, yırtılan ve bozulan contalar yenileri ile değiştirilmelidir.
- ✓ Boruları takmadan önce conta ve erkek başlıkları sabunlu su veya arap sabunu ile kayganlaştırınız. Böylece boruların daha kolay sökülüp takılması sağlanış olunacaktır.
- ✓ Boruların birbirleri ile uygun bir şekilde bağlandığı kontrol edilmelidir.

8.3. Yağmurlama Sisteminin Devreye Alınması ve Çalıştırılması Esnasında Dikkat Edilecek Hususlar

- ✓ Yağmurlama sistemi küçük debilerde ve basınçlarda kısa bir süre için çalıştırıp lateral veya ana borunun kör tapasını kısa bir süre açık tutarak boru hattının temizlenmesi sağlanacaktır.
- ✓ Sisteme basınç verilirken ilk önce 1-2 bar gibi düşük basınçlardan başlanarak kademeli olarak basınç yükselmelidir. Bu sayede sistemde su koçu olarak ta bilinen darbelerin olumsuz etkisi en aza indirilecektir.
- ✓ Polietilen borular prensip olarak 20 °C çalışma sıcaklığına göre dizayn edilirler. Sıcaklık arttıkça polietilen borunun performansı çok belirgin olarak azalacaktır. Bu yüzden kullanım dışı kalan boru hatlarının sıcaklığı güneş ışığı altında 50-60 °C'lere kadar çıkacağından boru hattı kurulup devreye alınırken mutlaka boru

içindeki sıcak su tamamen borunun içinden dışarıya atıluncaya kadar boru hattının basıncı 2-3 bar gibi düşük değerlerde tutulmalıdır. Sıcak su dışarı atılıp boru içinden geçen su dolayısı ile boru soğutuluncaya kadar basınç 3-4 barı geçmemelidir.

8.4. Yağmurlama Sistemi Kullanım Dışı Olduğunda Dikkat Edilecek Hususlar

- ✓ Kullanım dışı olan borular mümkün olduğunca direkt güneş ışığı altında bırakılmamalıdır. Çok uzun süreler güneş ışığı boruya zarar vermektedir.
- ✓ Boru kafalarının üzerinden traktörle ve diğer araçlarla geçmek kafayı ezip zarar vereceğinden bundan kaçınılmalıdır.
- ✓ Polietilen boruların asla keskin cisimlerde direkt temas ettirilmemelidir. Boruyu çizip zarar verebilirler.
- ✓ Polietilen borular ısıdan ve ateşten uzak tutulmalıdır. Ateş veya anız yakılacaksa mutlaka boru ve bağlantı parçaları o ortamdan uzaklaştırılmalıdır.
- ✓ Kullanılmayan contalar toplanarak güneşten etkilenmeyecek şekilde muhafaza edilmelidir. Asla güneşte uzun süre bırakılmamalıdır.
- ✓ Satın aldığınız yağmurlama sisteminin kendi malınız olduğunu hatırdan çıkarmayınız. Yukarıdaki noktalara dikkat edildiğinde yağmurlama sistemimizi çok uzun süreler problemsiz olarak kullanabileceksiniz. Beklenmedik bir sorunla karşılaştığınızda ARILI yağmurlama uzmanları ile temasa geçiniz.

***YAĞMURLAMA SULAMA SİSTEMLERİNİN
PROJELENDİRİLMESİ***

Yağmurlama sulama sistemlerinde projenin başarılı, ekonomik ve su dağılımının üniform olabilmesi için hidrolik dizaynının doğru yapılması gerekir.

Yağmurlama sulama sistemlerinden herhangi birisine karar verilirken seçimi sınırlayan bazı önemli etmenler vardır. Bunlar su kaynağının kapasitesi, arazinin büyüklüğü, şekli ve eğimi ile çiftçinin ekonomik durumudur.

Eğer eldeki mevcut su miktarı sulanacak alanda ekili bitkilerin ihtiyacını tam anlamı ile karşılamıyorsa, seçilecek sulama yöntemi sulama suyunu en randımanlı kullanan yöntem olmalıdır.

Ülkemizdeki ortalama tarım arazilerinin büyüklüğü 1 dekar ile 50 dekar arasında değişmektedir. Bunun yanında araziler dağınık bir yapıdadır. Bundan dolayı bu tür arazilere önerilebilecek en uygun yağmurlama sulama yöntemi yarı taşınabilir yağmurlama sulama sistemidir. Bu sistemde su kaynağı hariç tüm yağmurlama ekipmanları bir tarladan diğerine taşınabilmektedir.

Üretici böyle bir sistemi tercih edeceği zaman, su kaynağının en kıt olduğu zamana, en çok su ihtiyacı olan arazi büyüklüğüne ve ekilecek bitkiler içerisinde günlük su tüketimi en yüksek olan bitkiye göre planlama ve projelendirme yapılmalıdır.

Diğer yandan su kaynağının kapasitesi ve sulanacak arazinin büyüklüğü, istenilen şartları sağlıyorsa böyle yerlerde hareketli yağmurlama sistemlerinden birisi önerilebilir. Çünkü büyük alanların sulanmasında elle hareket ettirilen yarı taşınabilir yağmurlama sisteminin kullanılması durumunda, işçilik ve enerji giderleri çok yüksek olmaktadır. Ayrıca sistemin yer değiştirmesi sırasında da birçok olumsuzluklar ortaya çıkabilmektedir. Bundan dolayı büyük alanlarda yağmurlama makinelerinin kullanılması bir anlamda zorunluluk arz etmektedir.

Bir yaşmurlama sisteminin projelendirme ve işletme yönünden yeterliliğini saptamak amacıyla aşağıda belirtilen beş temel etmen kontrol edilmelidir.

1. Yağmurlama hızı: Su, hiçbir zaman toprağın su alma hızının üstündeki bir yağmurlama hızıyla uygulanmamalıdır. Ayrıca, fazla miktarda oluşacak buharlaşma kayıplarını önleyebilecek yeterlilikte olmalıdır. Yani yağmurlama hızı hafif toprakta 25 mm/saat, tınlı toprakta 8-16 mm/saat ve killi toprakta ise 2-8 mm/saat değerlerini geçmemelidir.

2. Su uygulama derinliği: Bir sulamada uygulanacak su derinliği miktarı, toprağın su tutma kapasitesinin üstünde olmamalıdır. İhtiyaçtan daha fazla miktarlar, yalnızca zararlı tuzları topraktan uzaklaştırmak amacıyla yıkama yapıldığında uygulanmalıdır.

3. Sistem kapasitesi: Sistem unsurları, bitkinin sulama suyuna en fazla gereksinim duyduğu dönemdeki miktarı sağlayabilecek kapasitede olmalıdır.

4. Eş su dağılımı: Su dağılım eşitliği, hemen hemen tüm sulama sistemlerinde projelendirme kriteri olarak kullanılmaktadır. Su, toprak yüzeyine olanaklar oranında eş bir dağılımla uygulanmalıdır (Christiansen eş dağılımı %84'ün üzerinde olmalıdır).

5. Bitki zararlanması: Su, bitkiye fiziksel olarak zarar vermeyecek bir biçimde verilmelidir.

6. Günlük su tüketimi: Bitkilerin ihtiyaç duydukları suyun yağışlarla karşılanamayan kısmı sulama ile toprağa verilmektedir. Bitki su tüketimi, toprak yüzeyinden olan buharlaşma ve bitki yapraklarından olan terleme miktarlarının toplamıdır, derinlik cinsinden mm ile ifade edilir. Bitkinin tükettiği su miktarı, bitki cinsine ve iklim koşullarına göre değişir. Sıcaklık arttıkça, bitki su tüketimi artar. Rüzgâr hızı arttıkça, bitki su tüketimi artar. Güneşlenme süresi arttıkça, bitki su tüketimi artar. Bağıl nem arttıkça, bitki su tüketimi azalır. Bitkinin tükettiği su miktarı her ay değiştiği için, bitkiye verilmesi gereken su miktarı da her ay farklı olmalıdır. Tablo 6 ve Tablo 7'da örnek olarak

Konya ve Urfa yörelerimiz için aylık su tüketim değerleri sunulmuştur. Farklı bitkiler için maksimum su tüketimi bu kitapçığın sonunda Tablo 5’de verilmiştir.

7. Tüketilmesine izin verilen kullanılabilir su miktarı (MAD):

Genellikle kullanılabilir su miktarı %50’ye düşünce sulamaya başlanır. Bu oran bitki türüne bağlı olarak değişir ve toplu olarak Tablo 4’de verilmiştir. Bitkiler solma noktasını geçtikten sonra da topraktan su almaya devam etseler de toprağın nem içeriğindeki azalmaların bir sonucu olarak bitkinin terleme oranı iyice düşmekte, bitki strese girmekte ve bu durum bitkiden kaliteli ve yüksek verim alımını engellemektedir.

8. Lateral ve yağmurlama başlıklarının yerleştirme aralıkları:

Yağmurlama sulama sistemlerinde pek çok çeşit yağmurlama başlığı kullanılmaktadır. Bu yağmurlama başlıklarının performans değerleri de birbirlerinden farklılık göstermektedir. Bu yağmurlama başlığı genellikle 12 m x 12 m aralıklı olarak yerleştirilmektedir. Ancak bazen 15 m x 15 m sistemi de kullanılmaktadır. 360° dönen bir yağmurlama başlıklarına ait tipik değerler Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. *Tipik bir yağmurlama başlığına ait teknik özellikler*

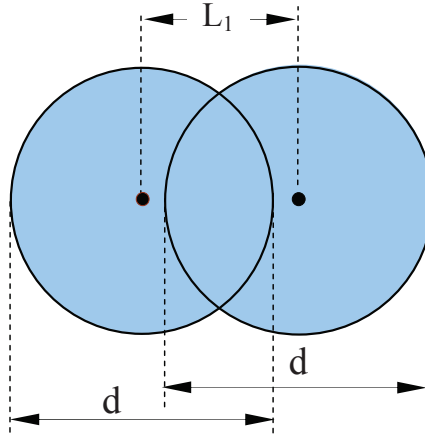
Meme çapı (mm)	Basınç (Bar)	Sulama yarıçapı (m)	Başlık Debisi (m ³ /h)	Yağmurlama hızı (mm/saat)		
				L ₁ x L ₂ 12 x 12 m	L ₁ x L ₂ 12 x 28 m	L ₁ x L ₂ 18 x 18 m
3.18 mm 1/8"	2.0	12.8	0.55	3.8	2.6	-
	2.5	13.3	0.62	4.3	2.9	-
	3.0	13.6	0.68	4.7	3.2	-
	3.5	13.9	0.74	5.1	3.4	-
	4.0	14.2	0.79	5.5	3.7	2.4
	4.5	14.4	0.84	5.8	3.9	2.6
	5.0	14.6	0.89	6.2	4.1	2.8
	5.5	14.7	0.93	6.5	4.3	2.9

L₁: yağmurlama başlıkları ararsı mesafe (m), L₂: Lateraller arası mesafe (m)

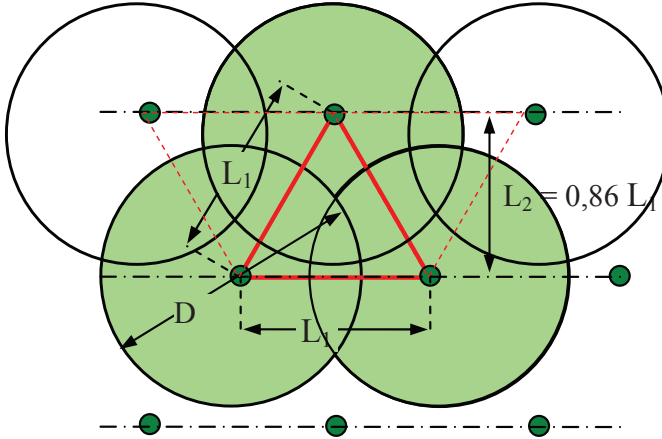
Çizelge 3. *Değişik rüzgâr hızlarında tavsiye edilen yağmurlama başlık aralıkları*

<i>YERLEŞTİRME DÜZENİ</i>	<i>RÜZGÂR HIZI</i>	<i>YAĞMURLAMA BAŞLIKLARI ARASINDAKİ MESAFE (L₁)</i>
<i>Kare veya Dikdörtgen</i>	Rüzgârsız	% 65 d.
	2 metre/sn	% 60 d.
	3,5 metre/sn	% 50 d.
	4 metre/sn	% 30 d.
<i>Eşkenar Üçgen veya Şaşırtmalı</i>	Rüzgârsız	% 75 d.
	2 metre/sn	% 70 d.
	3,5 metre/sn	% 60 d.
	4 metre/sn	% 35 d.

d : Yağmurlama başlığı sulama daireesi çapı, L₁ başlıklar arası mesafe

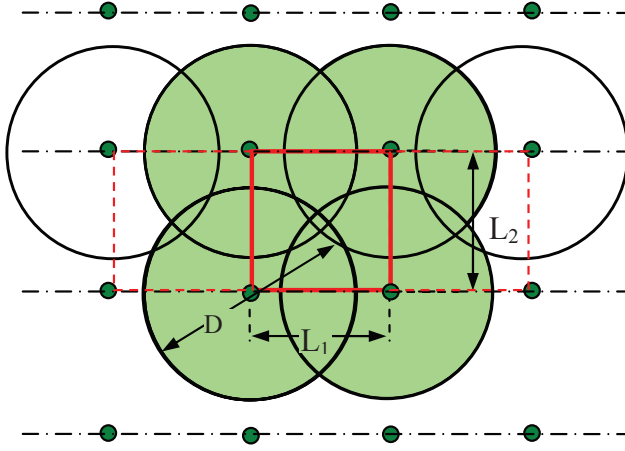


Şekil 31. Yağmurlama başlıklarının yerleştirilmesinde esas alınacak ölçüler



Şekil 32. Üçgen sulama sisteminin yerleştirilmesi

Üçgen tipi yerleştirme sisteminde yerleştirmede, yağmurlama başlıkları arası mesafe birbirlerine eşittir. Bu sistemde yağmurlama başlıklarının ıslak alanları birbirlerini kısmen örter. Dolayısı ile yağmurlama başlıkları aralıkları dikdörtgen ve kare tiplere göre daha fazla olabilir. Bu tip tertip biçimleri daha ziyade sabit sistemlerde kullanılır.

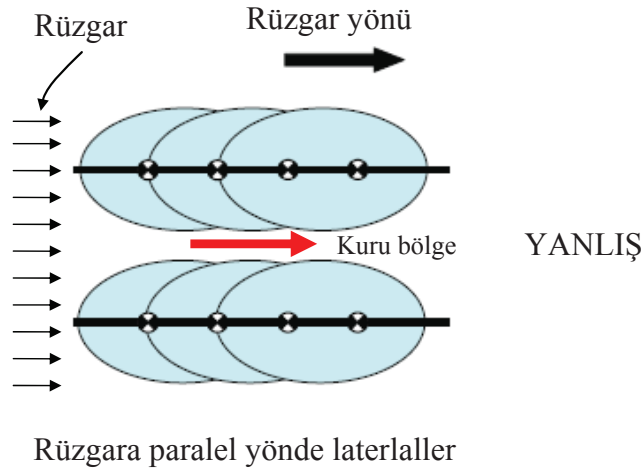
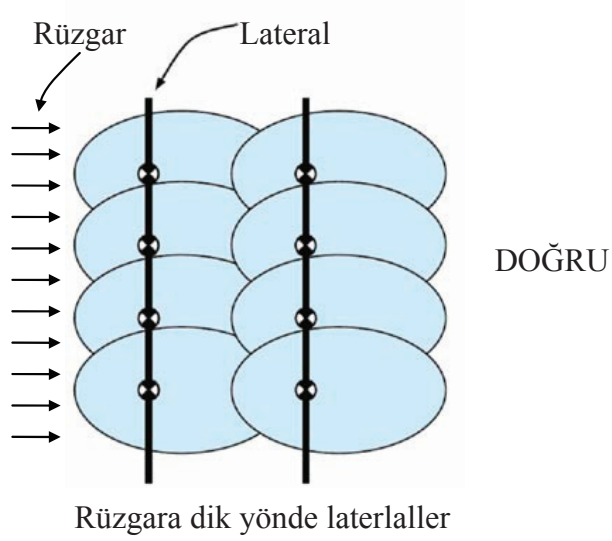


Şekil 33. *Kare ve dikdörtgen tipi sulama sisteminin yerleştirilmesi*

Kare ve dikdörtgen tertip sistemi taşınabilir ve yarı taşınabilir sistemlerde yaygın olarak kullanılır. Kare tiplerde yağmurlama başlıkları ile lateraller arası mesafe birbirine eşittir ($L = S$). Dikdörtgen tertip sistemi daha ziyade yüksek rüzgar hızına sahip alanlarda yaygın olarak kullanılır.

Yağmurlama sulamada, rüzgarın sulamanın uniformluğu üzerine olumsuz bir etkisi vardır. Rüzgarlı havalarda yapılacak sulama esnasında bu özelliğin göz önüne alınması gerekmektedir. %75-80 olan yağmurlama sulama verimliği, rüzgarın her 7.5 km/saat'lik hızı için %5 azalmaktadır. Yüksek rüzgar hızı, su uygulama ve su dağılımını olumsuz etkiler. Genel olarak rüzgar hızı 3,5 m/saniye'nin üzerinde ise yağmurlama sulama tercih edilmemelidir.

Yüksek sıcaklık durumunda yağmurlama sulama yapılması, başta buharlaşma ile su kayıplarını artırır ve günün sıcak saatlerinde de yağmur damlaları yapraklar üzerinde mercekleme etkisi ile yakmalara neden olabilir. Bu nedenle, sıcak yörelerde günün serin saatlerinde ya da gece sulaması tercih edilmelidir.



Şekil 34. Rüzgarın yağmurlama ıslatma desenine (üniformluğuna) etkisi

9. Pompa çıkış basıncının hesaplanması: Etkili bir sulama yapmak için gerekli pompa basıncı şu şekilde hesaplanır:

$$P_{pompa} (bar) = P_{yükseklik} (bar) + P_{sürtünme} (bar) + P_{yağmurlama başlık çıkış basıncı} (bar)$$

Bu denklemede:

P_{pompa} : Pompa çıkışındaki basınç olup (bar) cinsinden bulunur

P_{yükseklik}: Pompa eksenini ile suyun basılacağı yükseklik farkı göz önüne alınarak hesaplanır; her 10 m yükseklik için 1 bar (=1 kg /cm²) basınç göz önüne alınır.

P_{sürtünme}: Suyun akışı esnasında düz borularda su ile boru iç yüzeyi arasındaki sürtünmeden dolayı oluşan basınç kaybıdır. Borularda oluşan sürtünme kayıpları hesaplanabileceği gibi çizelgelerden veya tablolardan da bulunabilir.

P_{Yerel}: Suyun akışı esnasında sistem üzerinde bulunan dirsek, TE, istavros, abot, vana ve benzeri bağlantı ve ek parçalar suyun akışını zorlaştıracığından bu parçalarda basınç kayıpları oluşur.

P_{Yağ. başlığı}: Yağmurlama başlıklarının etkili çalışması için gerekli basınç olup bu çalışma basıncı başlığının türüne bağlı olarak genellikle 2 –5 bar arasında değişir.

Sürtünme kaybı: Bu kayıp; suyun boru içinde akışına bağlı olarak su ile boru arasında oluşan sürtünmeden kaynaklanan bir basınç kaybıdır. Bu kayıp şu şekilde hesaplanır.

$$P_{sürtünme} = 10,78 * 10^9 * \left(\frac{Q}{C} \right)^{1,852} \frac{1}{D^{4,852}} L$$

$P_{sür.}$: Basınç kaybı (m)
 Q : Akış miktarı (litre/saniye)
 D : Boru iç çapı (mm)
 C : Sürtünme katsayısı (145)
 L : Boru uzunluğu (m)

Örnek: 1200 m uzunluğunda ve 100 mm iç çapında bir polietilen boru 8 litre/saniye’lik su taşımaktadır. Boruda oluşan sürtünme kaybını hesaplayınız.

$$P_{\text{sürtünme}} = 10,78 * 10^9 \left(\frac{8}{145} \right)^{1.852} * \frac{1}{100^{4.852}} * 1200 = 11,95 \text{ m}$$

Böylece bu boruda sürtünmeden dolayı oluşan kayıp 11,95 m /10 = 1,195 bar elde edilir.

Yerel Basınç Kaybı: Bu kayıp; ana ve lateral boru hattı boyunca kullanılan ek parçalardan kaynaklanan basınç kaybıdır ve aşağıdaki bağıntı ve Çizelge 4 kullanılarak hesaplanır.

$$H_l = \sum K_l \frac{V^2}{2g}$$

$H_l = \text{Lokal basınç kaybı (m)}$
 $K_l = \text{Lokal basınç katsayısı}$
 $V = \text{Suyun hızı (metre / saniye)}$
 $g = \text{Yerçekimi ivmesi (= 9,81 metre / saniye}^2\text{)}$

Örnek: Üzerinde 15 abot, 1 adet tam açık küresel vana, 1 geniş açılı dirsek ile 2 adet TE bulunan bir lateraldeki suyun hızı 1.5 metre/saniye olduğuna göre sistemde lokal sürtünme sonucu oluşan basınç kaybını hesaplayınız

Çizelge 4'den abot için $K_l = 1.2$, küresel vana için $K_l = 0.05$, geniş açılı dirsek $K_l = 0.3$, ve TE için $K_l = 1.2$ alınırsa;

$$H_l = \sum K_l \frac{V^2}{2g} = (15 * 1.2 + 0.05 + 0.3 + 2 * 1.2) \frac{1.5^2}{2 * 9.81} = 2.38 \text{ metre}$$

Böylece bu boruda ek parçalardan dolayı oluşan kayıp 2,38 m /10 = 0,238 bar elde edilir.

10. Pompa ve pompa motoru gücünün hesaplanması : Etkili bir sulama yapmak için gerekli pompa gücü Beygir Gücü (BG) şu şekilde hesaplanır:

$$N = 0,134 * \frac{Q * P}{\eta_p * \eta_m}$$

$N = \text{Pompanın motor gücü (BG)}$
 $Q = \text{Suyun debisi (Litre/saniye)}$
 $P = \text{Pompa çıkışındaki basınç (bar)}$
 $\eta_p = \text{Pompa verimi}$
 $\eta_m = \text{Motor verimi}$

veya kilowat (kW)
olarak;

$$N = 98,1 * \frac{Q * P}{\eta_p * \eta_m}$$

N = Pompanın motor gücü (kW)
Q= Suyun debisi (metreküp/saniye)
P = Pompa çıkışındaki basınç (bar)
 η_p =: Pompa verimi
 η_m =: Motor verimi

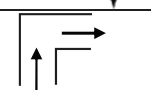
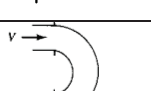
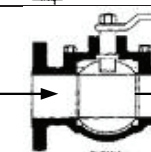
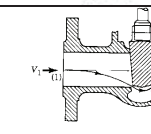
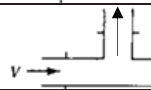
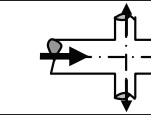
şeklinde hesaplanır. Ortalama pompa verimliliği %60-70 arasında alınabilir. Küçük pompalarda ise verim %40'a kadar düşebilir. Birkaç bin beygir gücündeki pompalarda verim %85'e kadar çıkabilir. Pompa motoru verimlilikleri (η_m)ise Çizelge 5'deki gibidir.

Çizelge 5. Pompa motoru ve pompa verimlilikleri

Motor Cinsi	Verimi (η_m) (%)
Küçük benzinli motor (1kW)	20
Küçük dizel motor (1.5 – 2 kW)	30 – 40
Büyük dizel motor (3 – 10 kW)	60 – 70
Elektrikli motor	75 - 90

Pompa Cinsi	Verimi (η_p) (%)
Küçük pompa	40
Orta pompa	60 - 70
Büyük pompa	85

Çizelge 4. Ek parçalarda oluşacak lokal basınç kayıp katsayıları

Ek Parça Adı		Lokal Basınç Katsayısı (KL)	Gösterimi
45° Dirsek		0.2-0.4	
90° Geniş radyuslu dirsek		0.2	
90° Dik dirsek		1.5	
180° deri dönüş		0.1-1.5	
Küresel Vana	Tam açık	0.05	
	1/3 kapalı	5.5	
	2/3 Kapalı	210	
Sürgülü Vana	Tam açık	0.15	
	1/3 kapalı	0.30	
	2/3 Kapalı	1.5	
Klapeli Vana	Tam açık	0.15	
	1/3 kapalı	0.30	
	2/3 Kapalı	1.5	
TE (Tek yönde akış)		0.01-0.05	
TE (İki yönlü akış)		1.0-2.0	
Redüksiyon		0.1-0.4	
Istavros		0.8-1.5	
ABOT Takımı		0.5-1.3	
Dip klapesi		0,8	
Süzgeç		0,67-1,25	

11. Boru çaplarının hesaplanması: Tüm yağmurlama başlıklarında gerekli basınç elde etmek için uygun bir boru çapı belirlemek önemlidir. Düzgün ve üniform bir yağmurlama elde etmek için sistemin başındaki yağmurlama başlığı ile sondaki başlık arasındaki basınç farkı %20’yi geçmemelidir. Bu basınç farkı %20’yi geçerse daha büyük çaplı bir boru kullanılmalıdır. Ayrıca o şekilde bir boru çapı seçilmelidir ki boru içindeki suyun akış hızı 2.0 m/saniye’yi geçmemelidir.

Boru çapına bağlı olarak bir hattan geçecek olan maksimum su miktarı izelge 6’da verilmiştir.

Çizelge 6. Plastik borulardan geçecek olan hidrolik açıdan ekonomik maksimum su miktarları.

Boru apı (mm)	Akış Miktarı (Debi)	
	Litre/saniye	Metreküp/saat
50	3	11
63	5	17
75	7	24
90	10	35
110	14	52
125	18	67
140	23	83
160	30	107
200	44	157

Bir borudaki suyun akış hızı şu şekilde hesaplanır:

$$V = \frac{1000 * Q}{0.785 * D^2}$$

V = Suyun akış hızı (m/s)

Q = Suyun debisi (Litre/saniye)

D = Boru iç çapı (mm)

Örnek: Küçük bir dizel motor ile çalışan pompa 2 litre/saniye debisindeki suyu kanaldan çekerek 3 m'lik bir yüksekliğe basmaktadır. Pompa verimliliğini %50 ve motor verimliliğini %20 kabul ederek gerekli motor gücünü hesaplayınız?

$$N = 0,134 * \frac{Q * P}{\eta_p * \eta_m} = 0,134 * \frac{2 * 0,3}{0,5 * 0,2} = 0,8 \text{ BG}$$

veya

$$N = 98,1 * \frac{Q * P}{\eta_p * \eta_m} = 98,1 * \frac{0,002 * 0,3}{0,5 * 0,2} = 0,59 \text{ kW}$$

olarak bulunur.

12. Toplam lateral durak sayısı

$$\frac{\text{Anahat Üzerindeki Toplamı}}{\text{Lateral Durak Sayısı}} (\text{adet}) = \frac{\text{Laterallerin Toplam Uzunluğu (m)}}{\text{Lateraller Arası Uzaklık (m)}}$$

13. Günlük toplam lateral durak sayısı

$$\frac{\text{Günlük Toplam Lateral}}{\text{Durak Sayısı}} (\text{adet/gün}) = \frac{\text{Toplam Lateral Durak Sayısı (adet)}}{\text{Sulama Aralığı (saat / gün)}}$$

14. Sulama randımanı: Sulama randımanı; bitkinin tükettiği su miktarının su kaynağından alınan su miktarına oranıdır. Sulama randımanı sıcak ve kurak iklimlere göre değişmekle birlikte %70-75 arası alınabilir.

15. Her durakta sulama süresi

$$\text{Toplam sulama suyu miktarı (mm)} = d_l$$

$$\text{Yağmurlama hızı (mm/saat)} = I_y$$

$$\text{Her Durakta Sulama Süresi (saat)} = \frac{d_l}{I_y}$$

16. Bir lateralin günlük durak sayısı

$$\text{Bir Lateralin Günlük Durak Sayısı} (\text{adet}) = \frac{\text{Çifçinin Günlük Çalışma Süresi (saat / gün)}}{\text{Her Durakta Çalışma Süresi (saat)}}$$

17. Lateral gereksinimi

$$\text{Lateral Gereksinimi} (\text{adet}) = \frac{\text{Günlük Toplam Lateral Durak Sayısı (adet)}}{\text{Bir Lateralin Günlük Durak Sayısı (adet)}}$$

18. Bir lateral üzerindeki başlık sayısı

$$\text{Bir Lateral Üzerindeki Başlık Sayısı} (\text{adet}) = \frac{\text{Lateral Uzunluğu (m)}}{\text{Başlıklar Arası Uzaklık (m)}}$$

19. Uygulanacak maksimum net sulama suyu

$$d_n = MAD * P_w * AW * D_{rz}$$

d_n : Maksimum sulama derinliği (m)

MAD : Tüketilmesine izin verilen kullanılabilir su miktarı (%)

P_w : Islanan alan yüzdesi (%)

AW : Toprağın su tutma kapasitesi (mm / m)

D_{rz} : Bitkinin etkili kök derinliği (mm)

20. Başlığın yağmurlama (infiltrasyon) hızı

$$I_y = \frac{1000 * q * 3,6}{L_1 * L_2}$$

bu bağıntıdan hareketle her bir yağmurlama başlığının debisi;

$$q = \frac{I_y * L_1 * L_2}{1000 * 3,6}$$

I_y : Yağmurlama hızı (mm / saat)

q : Başlık debisi (Litre / saat)

L_1 : Başlıklar arası mesafe (m)

L_2 : Lateraller arası mesafe (m)

Öte yandan başlığın infiltrasyon hızı (debisi) aşağıdaki bağıntıdan da hesaplanabilir.

$$q = C * a * \sqrt{2 * g * h}$$

q : Başlık debisi (metreküp / saniye)

C : Boşaltma katsayısı (0.95 – 0.96 arasında alınır)

a : Memenin kesit alanı (metre²)

g : Yerçekimi ivmesi (metre / saniye²)

h : Memedeki basınç (m)

21. Yağmurlama başlığı ıslatma yarıçapı: Yağmurlama başlığının ıslatma yarıçapı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanabilir;

$$R = 1.35 * \sqrt{d * h}$$

R : Islatma yarıçapı (m)

d : Memenin yarıçapı (m)

h : Memedeki basınç (m)

Maksimum ıslatma yarıçapı su jetinin yağmurlama başlığından 30-32° açılı olarak terk etmesi durumunda gerçekleşir.

Doğru bir yağmurlama için damlacıkların büyüklüğü önemlidir. Yağmur damlacıkları toprağa çarptığında onu dağıtacak büyüklükte olmalıdır. Bu yüzden damlacıkların büyüklükleri ne çok büyük ne de

çok küçük olmalıdır. Damlacıklar çok büyük olduklarında da çarptığı toprağı sıkıştırıp toprağın su emme hızını azaltabilir.

Memeden püskürtülen su jeti havada parçalanarak yağmurlama damlacıklarına dönüşür. Bu parçalanma meme basıncıyla birlikte artar. Yağmurlama başlığından çıkan su jetinin parçalanma indeksi p_d aşağıdaki bağıntıdan hesaplanabilir.

$$p_d = \frac{h}{(10 * q)^{0.4}}$$

h : Memedeki basınç (m)

p_d : Parçalanma indeksi

q : Başlık debisi (litre / saniye)

İdeal damlacık çapı, parçalanma indeksi $p_d = 4$ durumunda oluşur. p_d değeri 2'den büyük ise bu durum normal kabul edilebilir.

Doğru bir yağmurlama için damlacıkların büyüklüğü önemlidir. Yağmur damlacıkları toprağı çarptığında onu dağıtacak büyüklükte olmalıdır. Bu yüzden damlacıkların büyüklükleri ne çok büyük ne de çok küçük olmalıdır. Damlacıklar çok büyük olduklarında da çarptığı toprağı sıkıştırıp toprağın su emme hızını azaltabilir.

Memeden püskürtülen su jeti havada parçalanarak yağmurlama damlacıklarına dönüşür. Bu parçalanma meme basıncıyla birlikte artar. Parçalanma indeksi p_d aşağıdaki bağıntıdan hesaplanabilir.

$$p_d = \frac{h}{(10 * q)^{0.4}}$$

p_d : Parçalanma indeksi

q : Başlık debisi (litre / saniye)

İdeal damlacık çapı, $p_d = 4$ durumunda oluşur. p_d değeri 2'den büyük ise bu durum normal kabul edilebilir.

Damlacık çapı, yağmurlama başlığı basıncı ile aşağıdaki tablodaki gibi ilişkilendirilmiş ise bu çalışma şartları kabul edilip damlacık boyutu oluşmuş demektir.

<i>Damlacık çapı (mm)</i>	<i>Başlık basıncı (m)</i>
3.175 – 4.75	25 – 35
4.75 – 6.35	30 – 40
6.35 – 9.50	35 – 50

22. Sistemin toplam ihtiyaç duyacağı su kapasitesi

Sulanması planlanan tarla için ihtiyaç duyulacak suyun miktarı aşağıdaki bağıntıdan hesaplanır.

$$Q = \frac{A * d}{F * H * \eta} * 0.278$$

Q : Pompanın toplam su kapasitesi (litre / saniye)

A : Sulanacak alan (metre²)

d : Toplam sulama suyu gereksinimi (derinliği) (cm)

H : Pompanın günlük çalışma süresi (saat / gün)

F : Sulama süresi (periyodu) (gün)

η : Sulama verimliliği

23. Yağmurlama (Sulama) hızı

Her bir yağmurlama başlığı için sulama hızı aşağıdaki bağıntıdan hesaplanır.

$$Ra = \frac{q}{360 * A}$$

R_a : Sulama hızı (cm / saat)

q : Başlık debisi (litre / saniye)

A : Sulama alanı (metre²)

Benzer şekilde bu değer;

$$I_y = \frac{1000 * q}{L_1 * L_2}$$

I_y : Sulama hızı (mm / saat)
 q : Başlık debisi (m³ / saat)
 L_1 : Başlıklar arası Mesafe (m)
 L_2 : Lateraller arası Mesafe (m)

bağıntısından da elde edilir.

24. Sulama aralığı

Sulama aralığı, her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarının bitkinin günlük su tüketimine bölünmesi ile elde edilir.

$$SA = \frac{d_n}{ET}$$

SA : Sulama aralığı (gün)

d_n : Sulama suyu miktarı (mm)

ET : Günlük bitki su tüketimi (mm / gün)

25. Toplam başlık sayısı

Toplam Başlık Sayısı = Lateral Sayısı (adet) * Bir Lateral Üzerindeki Başlık Sayısı (adet)

26. Bir lateralin debisi (q_L)

Lateral Debisi (Litre / saat) = Başlık debisi (Litre / saat) * Bir Lateral Üzerindeki Başlık Sayısı (adet)

27. Sistemin toplam debisi (Q)

Sistemin Toplam Debisi (Litre / saat) = Lateral Debisi (Litre / saat) * Lateral Sayısı (adet)

28. Lateralde müsaade edilen sürtünme kaybı

$$h_L = 0,2 * h_S$$

h_L = Lateralde Müsaade Edilen Sürtünme kaybı (m)

h_S = İşletme (Çalışma) Basıncı (m)

Lateraller üzerinde bulunan yağmurlama çıkış ağzı (abotlar) dolayısı ile boru basıncında kayıpları oluşur. Ancak bu kayıplar işletme basıncının %20'sini geçmemelidir.

Çizelge 7: Çıkış sayısına bağlı F düzetme faktörü

Çıkış Sayısı	F Düzetme faktörü
1	1.00
2	0.52
3	0.44
4	0.41
5	0.40
6	0.39
7	0.38
8	0.37
10 - 11	0.37
12 - 15	0.37
16 - 20	0.35
21 - 30	0.36
≥ 31	0.36

Lateraller üzerindeki abotlar dolayısı ile oluşan sürtünme kaybını hesaplamak için aşağıdaki bağıntı kullanılır. Burada F düzetme katsayısı olup çizelge 6'dan hesaplanır.

$$h_L = F * J$$

F = Çıkış sayısına bağlı düzetme faktörü (Tablodan)

J = borudaki sürtünme kaybı (m)

Lateral boruda oluşan lokal kayıp

$$\text{Lokal Kayıp (m)} = \left[\text{İşletme Basıncı (m)} + \text{Sürtünme Kayıpları (m)} \right] * 0.10$$

29. Lateral giriş basıncı

$$P_{LG} = h_s + \frac{3}{4} * h_L \pm \frac{\Delta z}{2} + \text{yükseltici (m)}$$

(Δz): Sulanan alanın eğimi olup eğim aşağı ise (-), yukarı ise (+) alınmalıdır.

$$h_s = \text{İşleme (çalışma basıncı) (m)}$$

$$h_L = \text{Lateral borudaki lokal basınç kaybı (m)}$$

30. Lateral çıkış basıncı

$$P_{LÇ} = P_{LÇ} - h_L \pm \Delta z + \text{yükseltici (m)}$$

(Δz) : Laterallerin eğimi aşağı ise (+), yukarı ise (-) alınmalıdır.

Suyun, sulanacak alanda üniform dağılımı için yağmurlama sulama sisteminde lateral giriş ve çıkış basınları arasındaki farkın işletme basıncının %20'sinden fazla olmaması gerekir.

$$P_{LG} - P_{LÇ} \leq 0,2 h_s \text{ olmalıdır.}$$

31. Ana boru çapının belirlenmesi

$$H_{fta} = H_{mmax} \leq 0.15 H_m$$

$$h_{fa} = \frac{0.15 H_m}{L_a}$$

$$H_m = P_{LG} + h_{fta} + h_{se} \pm \Delta Z$$

H_{fta} = Ana boru hattındaki toplam yük kaybı (m)

H_{max} = Ana hatta izin verilebilir maksimum yük kaybı (m)

L_a = Ana boru boyu (m)

H_m = Toplam dinamik yük kayıpları toplamı (m)

ΔZ = Ana hattaki lateral ile pompa arasındaki kot farkı (m)

h_{SE} = Pompa ile su kaynağı arasındaki kot farkı, emme yüksekliği (m)

h_{Lg} = Lateral başlangıcındaki yük kaybı (m)

Ana boru çapı;

$$D = 1.3 * \sqrt{Q} * 1000$$

D : Boru çapı (mm)

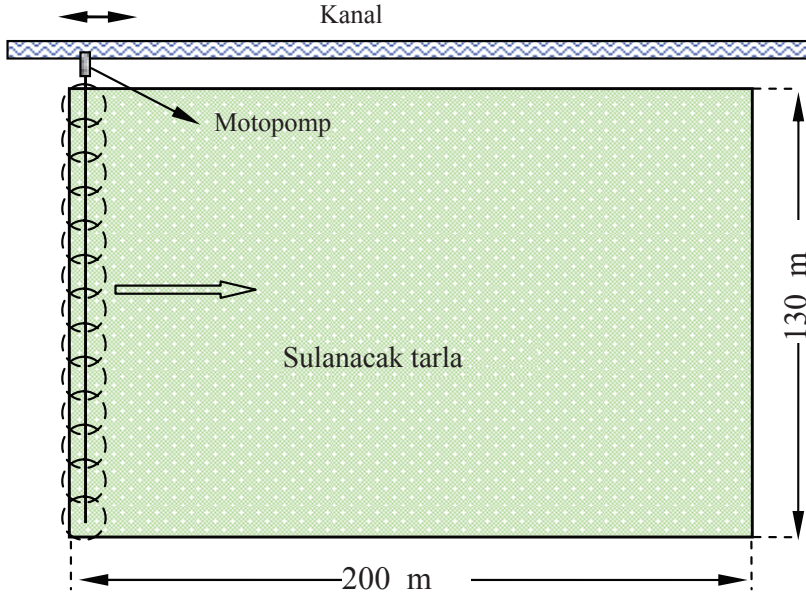
Q : Suyun Debisi (m^3 / saniye)

**ÖRNEK YAĞMURLAMA SULAMA PROJE
HESAPLAMAMALARI**

ÖRNEK PROJE 1: Konya bölgesinde 200 x 130 m boyutlarında eğimsiz bir arazide mısır tarımı yapılacaktır. Bu arazinin yağmurlama sulama sistemi ile sulanması planlanmaktadır. Sulama suyu, tarlanın hemen kenarında 4 metre emme derinliğinde bulunan bir kanaldan alınması planlanmaktadır. Çiftçi günde 18 saat sulama yapmayı planlamaktadır. Arazideki toprağa ve bitkiye ait veriler aşağıdaki gibidir. Verilerden yola çıkarak sistemin projelendirmesini yapınız.

a) Toprağa ait veriler:

Toprak	: Tınlı
Toprağın infiltrasyon hızı	: 12 mm/saat (Tablo 1)
Tarla kapasitesi (FC)	: %22 (Tablo 2)
Solma noktası (WP)	: %10 (Tablo 2)
Birim hacim ağırlığı (n)	: 1.40 gr/cm ³ (Tablo 3)



Şekil 35. 200 x 130 m boyutlarında sulanacak mısır tarlası

b) Bitki verileri:

Bitki : Mısır (maksimum Boy 1.8 m)

Etkili kök derinliği (D_{rz}) : 1.20 m (Tablo 4)

Tüketilmesine izin verilen

kullanılabilir su oranı (MAD) : 0.6 (Tablo 4)

Bitkinin günlük su tüketimi (ET): 6.57 mm/gün (Tablo 5)

HESAPLAMALAR

1) Su derinliği (mm) olarak toprağın su tutma kapasitesi

$$AW \text{ (mm / m)} = (FC - WP) * \frac{A_s \text{ (gr / cm}^3\text{)}}{D_w \text{ (gr / cm}^3\text{)}} * 10$$

$$AW \text{ (mm / m)} = (22 - 10) * \frac{1.4 \text{ (gr / cm}^3\text{)}}{1 \text{ (gr / cm}^3\text{)}} * 10 = 168 \text{ mm}$$

2. Net Sulama Suyu Miktar

$$d_n = AW * D_{rz} * MAD$$

$$d_n = 168 * 1.20 * 0.6 = 120.96 \text{ mm}$$

3. Sulama Aralığı

$$SA = \frac{d_n}{ET}$$

$$SA = \frac{120.96}{6.57} = 18.4 \text{ gün}$$

Bitkiyi strese sokmamak için hesaplanan küsuratlı değerler bir alt değere yuvarlanır, yani 18 gün alınır.

Böylece düzeltilmiş sulama suyu miktarı;

$$d = 18(\text{gün}) * 6.57 \text{ (mm / gün)}$$

$$d = 118.28 \text{ mm}$$

şeklinde hesaplanır.

4. Toplam Sulama Suyu Miktarı

$$d_t = \frac{d}{E_a} = \frac{118.26}{0.75} = 157.68 \text{ mm}$$

E_a : Yağmurlama sulama randımanı %75

5. Başlık seçimi

Başlık seçiminde toprağın infiltrasyon hızı önemlidir. Seçilen başlığın yağmurlama hızı, toprağın infiltrasyon hızından küçük olmalıdır.

Çiftçi günde 18 saat çalışabileceğine göre 157.68'lik suyu 18 saatte uygulayabilmek için solama hızının

$$\frac{157.68 \text{ mm}}{18 \text{ saat}} = 8.7 \text{ mm / saat}$$

den büyük, tınlı toprağın su alma hızı olan 14 mm/saat hızından küçük olması gerekir. Buna göre seçilecek başlık özellikleri aşağıdaki gibi olabilir.

Meme çapı	: 4.5 x 5.0 mm
Çalışma basıncı	: 2 atm (20 m)
Debi	: 1.94 m ³ /saat
Yağmurlama Hızı	: 13.5 mm/saat
Tertip aralığı	: 12 x 12 mm

6. Toplam Lateral Durak Sayısı

$$\text{Anahat Üzerindeki Toplam Lateral Durak Sayısı} = \frac{200 \text{ m}}{12 \text{ m}} = 17 \text{ Adet}$$

7. Günlük Toplam Lateral Durak Sayısı

$$\text{Günlük Toplam Lateral Durak Sayısı} = \frac{17 \text{ (adet)}}{18 \text{ (saat / gün)}} = 1 \text{ Adet / gün}$$

Toplam lateral durak sayısı 17 ve sulama aralığı 18 hesaplandığından çiftçi sulamayı 17 günde bitirir ve 1 gün dinlenir.

8) Her Durakta Sulama Süresi

$$\text{Her Durakta Sulama Süresi (saat)} = \frac{157.69 \text{ (mm)}}{13.5 \text{ (mm / saat)}} = 12 \text{ saat}$$

9) Bir Lateralin Günlük Durak Sayısı

$$\text{Bir Lateralin Günlük Durak Sayısı} = \frac{18 \text{ (saat / gün)}}{12 \text{ (saat)}} = 1 \text{ adet / gün}$$

10) Lateral Gereksinimi

$$\text{Lateral Gereksinimi (adet)} = \frac{1 \text{ (adet)}}{1 \text{ (adet)}} = 1 \text{ adet}$$

11) Bir Lateral Üzerindeki Başlık Sayısı

$$\text{Bir lateral Üzerindeki Başlık Sayısı (adet)} = \frac{130 \text{ (m)}}{12 \text{ (m)}} = 11 \text{ adet}$$

12) Toplam Başlık Sayısı

$$\text{Toplam Başlık Sayısı (adet)} = 1 * 11 = 11 \text{ adet}$$

13) Bir Lateralin Debisi (q_L)

$$\text{Lateral Debisi (m}^3 \text{ / saat)} = 1.94 \text{ (m}^3 \text{ / saat)} * 11 \text{ (adet)} = 21.34 \text{ m}^3 \text{ / saat}$$

14) Sistemin Toplam Debisi (Q)

$$\begin{aligned} \text{Sistemin Toplam Debisi} &= 21.34 \text{ (m}^3 \text{ / saat)} * 1 \text{ (Adet)} = 21.34 \text{ m}^3 \text{ / saat} \\ &= 5.92 \text{ litre / saniye} \end{aligned}$$

15) Sistemin Toplam Debisi (Q)

$$\begin{aligned} \text{Sistemin Toplam Debisi} &= 21.34 \text{ (m}^3 \text{ / saat)} * 1 \text{ (Adet)} = 21.34 \text{ m}^3 \text{ / saat} \\ &= 5.92 \text{ litre / saniye} \end{aligned}$$

16) Lateral Çapının Belirlenmesi (q)

Lateralde Müsaade Edilen Sürtünme Kaybı

$$h_L = 0,2 * h_s = 0,2 * 20 \text{ (m)} = 4 \text{ m}$$

Lateral Boru Boyu : 130 m

Lateral Boru Seçimi: İlk etapta Ø75 mm’lik polietilen boru seçilirse borunun iç çapı 70.3 mm olacaktır.

17) Lateral Boruda Oluşan Yük Kaybı:

$$P_{\text{sürtünme}} = 10,78 * 10^9 * \left(\frac{5,92}{145} \right)^{1,852} \frac{1}{70,3^{4,852}} * 130 = 4.04 \text{ m}$$

Boru üzerinde 11 adet başlık çalıştığından Çizelge 7’den $F = 0.37$ bulunur.

$$h_L = F * J = 0.37 * 4.04 = 1.49 \text{ m}$$

18) Lateral Boruda Oluşan Lokal Kayıp

$$\text{Yersel Kayıp (m)} = [20 \text{ (m)} + 1.49 \text{ (m)}] * 0.10 = 2.15 \text{ m}$$

19) Lateral Giriş Basıncı

$$P_{LG} = 20 + \frac{3}{4} * 1,49 \pm 0 + 1.8 = 22.92 \text{ m}$$

20) Lateral Çıkış Basıncı

$$P_{LÇ} = 22,92 - 1.49 \pm 0 + 1.8 = 19.63 \text{ m}$$

21) Lateral Boru Çapının Kontrolü

yağmurlamanın üniform yapılabilmesi için lateral borunun giriş basıncı ile çıkış basıncı arasındaki fark %20’den fazla olmamalıdır.

$$P_{LG} (m) - P_{LÇ} (m) \leq 0,2 * h_s (m) \text{ olmalı}$$

$$22.92 - 19.63 \leq 0,2 * 20$$

$$3.3 \text{ m} \leq 4 \text{ m} \text{ olduğundan bu boru çapı uygundur.}$$

Ayrıca lateral borudaki akış hızı;

$$V = \frac{1000 * Q}{0.785 * D^2} = \frac{1000 * 5.92 \text{ (Litre / saniye)}}{0.785 * 70.3^2 \text{ (mm)}} = 1.53 \text{ m / s}$$

olarak hesaplanır. Bu değer 2 metre/saniye'den küçük olduğundan lateral boru çapı uygundur

22) Pompa Seçimi

Pompa seçiminde önemli olan parametreler pompanın debisi ve manometrik basma yüksekliğidir.

Pompanın debisi : $21.34 \text{ m}^3/\text{saat}$

Pompanın manometrik basma yüksekliği

İşletme Basıncı	: 20.00 m
Lateral Sürtünme kaybı	: 1.49 m
Lokal basınç kayıpları	: 2.15 m
Statik emme yüksekliği	: 4.00 m
Topografya (Eğim) kaybı	: 0.00 m
$\pm$ Başlık yükseltici	: 1.80 m
Toplam basma yüksekliği	: 29.44 m $\approx$ 30.00 m

23) Pompanın Gücü: Sistemde pompa verimini %60, motor verimini de %70 alınacaktır. 30 m manometrik basma yüksekliği 3 bar olacağından bu değerler denklemde yerine yazılırsa;

$$N = 0,134 * \frac{Q * P}{\eta_p * \eta_m} = 0,134 * \frac{5.92 \text{ (Litre / saniye)} * 3 \text{ (bar)}}{0,6 * 0,7} = 5,6 \text{ BG}$$

1 kW = 1,36 BG dönüşümü kullanılarak;

$$N = 5,6 \text{ BG} = \frac{5,6 \text{ (BG)}}{1.341} = 4,2 \text{ kW}$$

hesaplanır.

24) Gerekli malzeme Listesi

Ø75 mm çaplı lateral boru	: 130 m
Yağmurlama başlığı (sprinkler)	: 11 adet
Ø75 Abot ve bağlantı takımı	: 11 adet
Ø75 Motopomp	: 1 adet
Ø75 ES	: 1 adet
Ø75 Körtapa	: 1 adet
Emme borusu (Pompa emme ağzına bağlanacak).....	: 6 metre

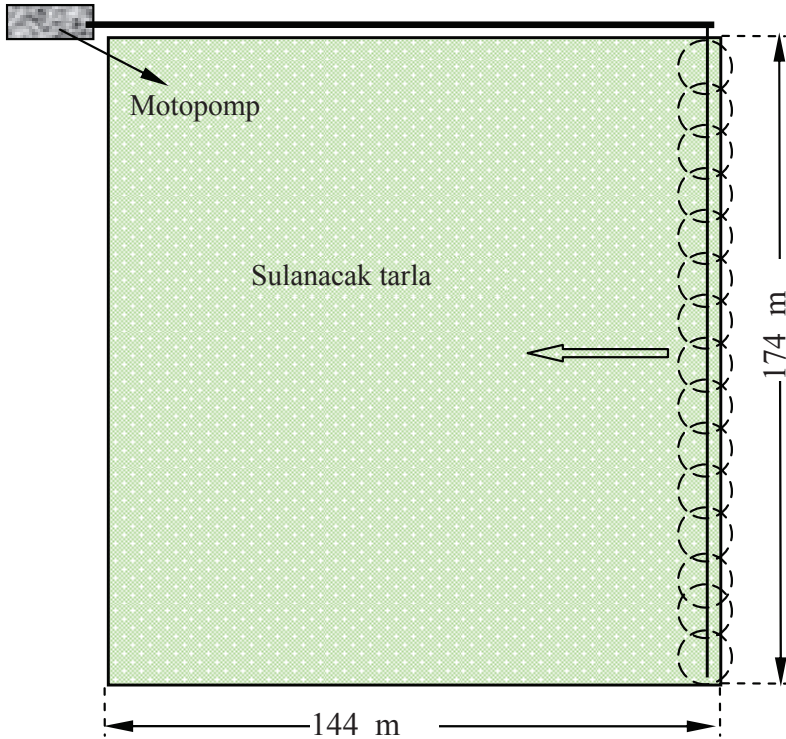
ÖRNEK PROJE 2: Konya bölgesinde 174 x 144 m boyutlarında 25 dekarlık eğimsiz bir arazide şekerpancarı tarımı yapılacaktır. Bu arazinin yağmurlama sulama sistemi ile sulanması planlanmaktadır. Sulama suyu, tarlanın hemen kenarında 5 metre emme derinliğinde bulunan bir kanaldan alınması planlanmaktadır. Çiftçi günde 18 saat sulama yapmayı planlamaktadır. Arazideki toprağa ve bitkiye ait veriler aşağıdaki gibidir. Verilerden yola çıkarak sistemin projelendirmesini yapınız.

a) Toprağa ait veriler:

Toprak : Tınlı

Toprağın infiltrasyon hızı : 12 mm/saat (Tablo 1)

Toprağın su tutma kapasitesi (AW): 180 mm/m (Tablo 1)



Şekil 36. 174 x 144 m boyutlarında sulanacak şeker pancarı tarlası

b) Bitki verileri:

Bitki	: Şeker pancarı
Etkili kök derinliği (D_{rz})	: 1.0 m (Tablo 4)
Tüketilmesine izin verilen kullanılabilir su oranı (MAD)	: %55 (Tablo 4)
Bitkinin Günlük Su Tüketimi	: 7.33 mm/gün (Tablo 5)
Sıra arası (Sp)	: 0.4 m
Sıra üzeri (Sr)	: 0.20 m

c) Seçilen başlık verileri:

q (Başlık debisi)	: 1.58 m ³ /saat
h_s (Çalışma basıncı)	: 20 m
Islatma Çapı	: 28 m

HESAPLAMALAR**1) Net Sulama Suyu Miktar**

$$d_n = AW * D_{rz} * MAD$$
$$d_n = 180 * 1.0 * 0.55 = 99.0 \text{ mm}$$

2) Bitkinin Günlük Su Tüketimi

Şeker pancarının en çok su tüketimi Temmuz ayı itibarı ile 227.3 mm'dir. Temmuz ayı 31 gün çektiğinden;

$$ET = \frac{227.3}{31} = 7,33 \text{ mm / gün}$$

Bu değer Tablo 5'den de elde edilebilirdi.

3) Sulama Aralığı

$$SA = \frac{d_n}{ET}$$

$$SA = \frac{91.8}{7.33} = 13 \text{ gün}$$

şeklinde hesaplanır.

4) Toplam Sulama Suyu Miktarı

$$d_t = \frac{d_n}{E_a} = \frac{91.8}{0.75} = 122.5 \text{ mm}$$

E_a : Yağmurlama sulama randımanı %75

5) Başlığın Yağmurlama Hızı

$$I_y = \frac{1000 * q * 3.6}{L_1 * L_2} = \frac{1000 * 0.44 * 3.6}{12 * 12} = 11 \text{ mm / saat}$$

I_y = Yağmurlama hızı (mm / saat)

q = Başlık debisi (litre / saniye)

L_1 = Başlıklar arası mesafe (m)

L_2 = Laterller arası mesafe(m)

6) Toplam Lateral Durak Sayısı

$$\text{Anahat Üzerindeki Toplam Lateral Durak Sayısı} = \frac{144 \text{ m}}{12 \text{ m}} = 12 \text{ Adet}$$

7) Günlük Toplam Lateral Durak Sayısı

$$\text{Günlük Toplam Lateral Durak Sayısı (adet / gün)} = \frac{12 \text{ (adet)}}{13 \text{ (saat / gün)}} = 1 \text{ Adet}$$

8) Her Durakta Sulama Süresi

$$\text{Her Durakta Sulama Süresi (saat)} = \frac{122.5 \text{ (mm)}}{11 \text{ (mm / saat)}} = 11 \text{ saat}$$

9) Bir Lateralin Günlük Durak Sayısı

$$\text{Bir Lateralin Günlük Durak Sayısı (adet)} = \frac{12 (\text{saat} / \text{gün})}{11 (\text{saat})} = 1 \text{ adet} / \text{gün}$$

10) Lateral Gereksinimi

$$\text{Lateral Gereksinimi (adet)} = \frac{1 (\text{adet})}{1 (\text{adet})} = 1 \text{ adet}$$

Su kaynağının yeterli olması durumunda lateral sayısı arttırılabilir. Bu projede diğer tarımsal uygulamalara zaman ayırabilmek üzere günlük 2 lateral çalıştırılacaktır.

11) Bir Lateral Üzerindeki Başlık Sayısı

$$\text{Bir Lateral Üzerindeki Başlık Sayısı (adet)} = \frac{174 (m)}{12 (m)} = 15 \text{ adet}$$

12) Toplam Başlık Sayısı

$$\text{Toplam Başlık Sayısı (adet)} = 2 * 15 = 30 \text{ adet}$$

13) Lateral Boru Çapının Belirlenmesi

Lateralde müsaade edilen sürtünme kaybı;

$$h_L = \frac{20}{100} * h_s = \frac{20}{100} * 20 (m) = 4 m$$

Lateral Boru Seçimi: Ø75 mm'lik polietilen boru seçilirse borunun iç çapı 70.3 mm olacaktır. Lateral boru boyu 174 m olacaktır.

14) Bir Lateralin Debisi (q_L)

$$\begin{aligned} \text{Lateral Debisi (Litre / saat)} &= 1.58 (m^3 / \text{saat}) * 15 (\text{adet}) = 23.7 m^3 / \text{saat} \\ &= 6.58 \text{ lt} / \text{saniye} \end{aligned}$$

15) Lateral Boruda Oluşan Yük Kaybı:

$$P_{\text{sürtünme}} = 10,78 * 10^9 * \left(\frac{6.58}{145} \right)^{1,852} \frac{1}{70.3^{4,852}} * 174 = 6.67 \text{ m}$$

Sistemde 2 adet lateral bulunduğundan laterallerdeki toplam sürtünme kaybı $2 * 6.67 = 13.34 \text{ m}$ olarak hesaplanır.

Boru üzerinde 15 adet başlık çalıştığından Tablo 6'dan $F = 0.37$ bulunur.

$$h_L = F * J = 0.37 * 13.34 = 4.94 \text{ m}$$

16) Lateral Boruda Oluşan Lokal Kayıp

$$\text{Yersel Kayıp (m)} = [20 \text{ (m)} + 2.47 \text{ (m)}] * 0.10 = 2.25 \text{ m}$$

17) Lateral Giriş Basıncı

$$P_{LG} = h_s + \frac{3}{4} * h_L \pm \frac{\Delta z}{2} + \text{yükseltici (m)}$$

$$P_{LG} = 20 + \frac{3}{4} * 2.47 \pm 0 = 21.85 \text{ m}$$

18) Lateral Çıkış Basıncı

$$P_{LÇ} = P_{LG} - h_L \pm \Delta z + \text{yükseltici (m)}$$

$$P_{LÇ} = 21.85 - 2.47 \pm 0 + 0 = 19.38 \text{ m}$$

19) Lateral Boru Çapının Kontrolü

Yağmurlamanın üniform yapılabilmesi için lateral borunun giriş basıncı ile çıkış basıncı arasındaki fark %20'den fazla olmamalıdır.

$$P_{LG} \text{ (m)} - P_{LÇ} \text{ (m)} \leq 0,2 * h_s \text{ (m)} \text{ olmalı}$$

$$22.85 - 19.38 \leq 0,2 * 20$$

$2.47 \text{ m} \leq 4 \text{ m}$ olduğundan bu boru çapı uygundur.

Ayrıca lateral borudaki akış hızı;

$$V = \frac{1000 * Q}{0.785 * D^2} = \frac{1000 * 6.67 \text{ (Litre / saniye)}}{0.785 * 70.3^2 \text{ (mm)}} = 1.72 \text{ m / saniye}$$

olarak hesaplanır. Bu değer 2 m/saniye'den küçük olduğundan lateral boru çapı uygundur

20) Ana Boru Debisi

Sistemde aynı anda iki lateral çalışacağından

$$Q = 2 * q = 2 * 23.7 = 47.4 \text{ m}^3 / \text{saat} = 13.17 \text{ lt / saniye}$$

21) Ana Boru Seçimi: Ana boru için Ø110 mm'lik polietilen boru seçilirse borunun iç çapı Ø102,5 mm olacaktır. Ana borunun boyu ise 145 m olur.

22) Ana Boruda Yük Kaybı

$$P_{\text{sürtünme}} = 10,78 * 10^9 * \left(\frac{13.17}{145} \right)^{1,852} \frac{1}{102.5^{4,852}} * 145 = 3.23 \text{ m}$$

Ayrıca ana borudaki akış hızı;

$$V = \frac{1000 * Q}{0.785 * D^2} = \frac{1000 * 13.17 \text{ (Litre / saniye)}}{0.785 * 102.5^2 \text{ (mm)}} = 1.60 \text{ metre / saniye}$$

olarak hesaplanır. Bu değer 2 metre/saniye'den küçük olduğundan lateral boru çapı uygundur

23) Pompa Seçimi

Pompa seçiminde önemli olan parametreler pompanın debisi ve manometrik basma yüksekliğidir.

Pompanın debisi : $47.4 \text{ m}^3/\text{saat}$

Pompanın manometrik basma yüksekliği;

İşletme Basıncı	: 20.00 m
Lateral Sürtünme kaybı	: 13.34 m
Lokal basınç kayıpları	: 4.94 m
Statik emme yüksekliği	: 5.00 m
Topografya (Eğim) kaybı	: 0.00 m
<u>+ Başlık yükseltici</u>	<u>: 0.0m</u>

Toplam basma yüksekliği : **43.28 m ≈ 45.00 m**

24) Pompanın Gücü: Sistemde pompa verimini %60, motor verimini de %70 alınacaktır. 45 m manometrik basma yüksekliği 45 /10 = **4.5 bar** olacağından, ;

$$N = 0,134 * \frac{Q * P}{\eta_p * \eta_m}$$

$$N = 0,134 * \frac{13,17 \text{ (Litre / saniye)} * 4,5 \text{ (bar)}}{0.6 * 0.7} = 18,9 \text{ BG}$$

$$N = 18,9 \text{ BG} = \frac{18,9 \text{ (BG)}}{1,341} = 14,1 \text{ kW}$$

25) Gerekli Malzeme Listesi

Ø110 mm çaplı ana boru	: 135 m
Ø75 mm çaplı lateral boru	: 342 m
Ø110 mm Motopomp	: 1 adet
Ø110 mm ES	: 1 adet
Ø110 - Ø 75 mm TE	: 2 adet
Ø110 mm Körtapa	: 1 adet
Ø75 mm Körtapa	: 2 adet
Yağmurlama başlığı (sprinkler).....	: 30 adet
Ø75 Abot ve bağlantı takımı.....	: 30 adet
Emme borusu (Pompa emme ağzına bağlanacak)	: 6 metre

ÖRNEK PROJE 3: Konya bölgesinde 400 x 250 m boyutlarında %5-8 eğiminde bir arazide buğday tarımı yapılacaktır. Mevcut toprak neminin %50 azaldığı bir dönemde bu arazinin yağmurlama sulama sistemi ile sulanması planlanmaktadır. Çiftçi günde 20 saat sulama yapmayı planlamaktadır. Su kaynağı arazinin ortasında olup arazideki toprağa ve bitkiye ait veriler aşağıdaki gibidir. Verilerden yola çıkarak sistemin projelendirmesini yapınız.

a) Toprağa ait veriler:

Toprak	: Kumlu
Toprağın su tutma kapasitesi	: $AW=120 \text{ mm/m}$,
Kök derinliği	: $Drz=1.5 \text{ m}$ olduğuna göre

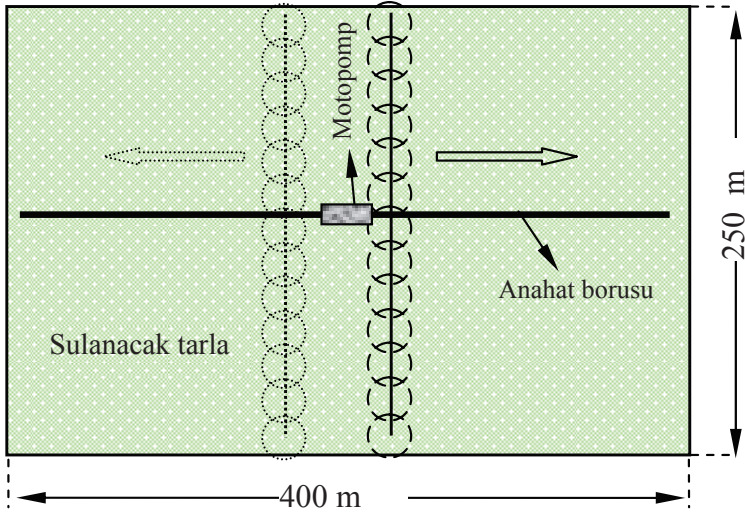
Bu derinlikteki su tutma kapasitesi : $120 \text{ mm/m} \cdot 1.5 \text{ m} = 180 \text{ mm}$.

Nem % 50 azaldığına göre (MAD) : Verilecek net sulama suyu miktarı;
 $dn = 180 \text{ mm} \cdot 0.50 = 90 \text{ mm}$ olarak hesaplanır.

Toprağın su tutma kapasitesi	: 1.20 mm/cm
------------------------------	------------------------

b) Bitki verileri

Bitki	: Buğday
Etkili kök derinliği	: 150 m (Tablo 4)
Bitkinin günlük su tüketimi	: 7.5 mm/gün (Tablo 5)



Şekil 37. 400 x 250 m boyutlarında sulanacak buğday tarlası

1) Sulama Aralığı,

$$\text{Sulama Aralığı} = \frac{\text{Sulama derinliği}}{\text{Maksimum sulama ihtiyacı}}$$

$$SA = \frac{d_n}{E_t} = \frac{90 \text{ mm}}{7.5 \text{ mm / gün}} = 12 \text{ gün}$$

Bu aşamadan sonra *Toplam sulama suyu miktarı* (dt) hesaplanır; (Toplam sulama suyu miktarı = (Net sulama suyu miktarı /Sulama randımanı). dt= (dn/Ea) Sulama randımanı kurak bölgelerde %70, Yağışlı ve ılıman bölgelerde %75 alınır.)

Toplam Sulama Suyu Miktarı:

$$\text{Toplam sulama suyu miktarı} = \frac{\text{Net sulama suyu miktarı}}{\text{Sulama randımanı}}$$

$$dt = \frac{dn}{Ea} =$$

$$\begin{aligned} \text{En kısa sulama periyodu} &= \frac{\text{Sulama derinliği}}{\text{Maksimum sulama ihtiyacı}} \\ &= \frac{90 \text{ mm}}{7.5 \text{ mm / gün}} = 12 \text{ gün} \end{aligned}$$

Sistemin Kapasitesi

$$\text{Sistemin kapasitesi} = \frac{\text{Sulama derinliği} * \text{Alan}}{\text{Sulama periyodu} * \text{Günlük  alışma süresi} * \text{Sulama verimliliği}} * 0.278$$

$$\text{Sistemin kapasitesi} = 14.9 \text{ litre / saniye}$$

2) İdeal Sulama Hızı

İdeal sulama hızı = 2 cm/ saat (Tablo 1’den, Kaba ve ince bünyeli kumlar ve tınlı kumlar)

3) Yağmurlama Başlığı Aralığı, Debisi ve Basıncı

$L_1 = 12.2 \text{ m}$, $L_2 = 18.3 \text{ m}$, İdeal yağmurlama hızı = 1 cm/ saat (Tablo 1’den, Kaba ve ince bünyeli kumlar ve tınlı kumlar)

$$I_y = \frac{1000 * q * 3.6}{L_1 * L_2}$$

$$q = \frac{L_1 * L_2 * I_y}{1000 * 3.6} = \frac{12 * 18 * 10}{1000 * 3.6} = 0.6 \text{ litre / saniye}$$

$$I_y = \text{Yağmurlama hızı (mm / saat)}$$

$$q = \text{Başlık debisi (litre / saniye)}$$

$$L_1 = \text{Başlıklar arası mesafe (m)}$$

$$L_2 = \text{Lateraller arası mesafe (m)}$$

Böylece seçilecek olan yağmurlama başlıklarının bu debiyi vermesi gerekir.

4) Gerekli Yağmurlama Başlıklarının Sayısı

Tarlanın genişliği 250 m olup ana boru ortadan geçeceği için her bir

lateral 125 m olacaktır. Yağmurlama başlıkları arası 12 m alınırsa herekli yağmurlama başlık sayısı $125 / 12 \approx 10$ başlık bulunur.

5) Gerekli Sulama Suyu

Her bir lateraldeki debi = $10 * 0.6 = 6$ litre/saniye

Her bir sulamada 2 lateral sulandığı esas alınırsa gerekli toplam debi = $2 * 6 = 12$ litre /saniye olur.

6) Lateral Boruda Oluşan Yük Kaybı:

Ø75 mm'lik polietilen boru seçilirse borunun iç çapı 70.3 mm olacaktır. Lateral boru boyu 116 m olacaktır.

$$P_{sürtünme} = 10,78 * 10^9 * \left(\frac{6}{145} \right)^{1,852} \frac{1}{70.3^{4,852}} * 116 = 3.75 m$$

Boru üzerinde 10 adet başlık çalıştığından Tablo 6'dan $F = 0.37$ bulunur.

$$h_L = F * J = 0.37 * 3.75 = 1.39 m$$

7) Ana Boru Debisi

Sistemde aynı anda 1 lateral çalışacaksa;

$$Q = I * q = 1 * 6 = 6 \text{ lt / saniye}$$

Ana boru için Ø110 mm'lik polietilen boru seçilirse borunun iç çapı Ø102,5 mm olacaktır. Eğer su kaynağı tarlanın ortasında ise gerekli ana borunun boyu ise 192 m olur.

$$P_{sürtünme} = 10,78 * 10^9 * \left(\frac{6}{145} \right)^{1,852} \frac{1}{102.5^{4,852}} * 192 = 1 m$$

8) Pompa Seçimi

Pompa seçiminde önemli olan parametreler pompanın debisi ve manometrik basma yüksekliğidir.

Pompanın debisi : 6,0 litre/saniye = 21,6 m³/saat

Pompanın manometrik basma yüksekliği

İşletme Basıncı.....	25.00 m
Ana hat Sürtünme kaybı.....	1.00 m
Lateral Sürtünme kaybı.....	3.75 m
Lokal basınç kayıpları.....	1.39 m
Statik emme yüksekliği.....	10.00 m
Topografya (Eğim) kaybı.....	0.00 m
± Başlık yükseltici.....	0.6 m

Toplam basma yüksekliği : 41.74 m ≈ 42.00 m

9) Pompa ve Motor Gücü: Sistemde pompa verimini %60, motor verimini de %70 alınacaktır. 42 m manometrik basma yüksekliği **4.2 bar** olacağından;

$$N = 0,134 * \frac{Q * P}{\eta_p * \eta_m}$$

$$N = 0,134 * \frac{6 \text{ (Litre / saniye)} * 4,2 \text{ (bar)}}{0,6 * 0,7} \cong 8.04 \text{ BG}$$

$$N = 8.04 \text{ BG} = \frac{8 \text{ (BG)}}{1,341} \cong 6.0 \text{ kW}$$

10) Gerekli malzeme Listesi

Ø110 mm Çaplı ana boru.....	135 m
Ø75 mm Çaplı lateral boru	342 m
Ø110 mm Motopomp.....	1 adet
Ø110 mm ES	1 adet
Ø110 - Ø 75 mm TE	2 adet
Ø110 mm Körtapa.....	1 adet
Ø75 mm Körtapa.....	2 adet
Yağmurlama başlığı (sprinkler)	30 adet
Ø75 Abot ve bağlantı takımı	30 adet
Emme borusu (Pompa emme ağzına bağlanacak) .:	6 metre

ÖRNEK PROJE 4: Buğday bitkisi yetiştirilen bir arazide yağmurlama sulama sistemi kuruludur. Sisteme ilişkin bilgilerle birlikte gerekli diğer bilgiler aşağıdaki gibidir. Verilen bilgiler ışığında, uygulanacak net ve toplam sulama suyu miktarı, sulama aralığı ve sulama süresini hesaplayınız.

Gerekli bilgiler;

FC : Milli kil toprağın tarla kapasitesi %32 (Tablo 2)

PW : Solma noktası %20,

γ : Hacim ağırlığı 1.26 g/cm³

D_{rz} : Etkili Kök derinliği 0.60 m

Toprağın su alma hızı 19 mm/h

ET : Bitki su tüketimi 5.2 mm/gün

q₀ : Yağmurlama başlığı debisi 2.5 m³/saat

L₁ x L₂ :Tertip Biçimi 12 x 12 m

Rüzgar Hızı: 1.5 m/saniye

MAD : Toprakta tüketilmesine izin verilen su oranı %40

HESAPLAMALAR:

1) Topraktaki Kullanılabilir Elverişli Su Miktarı;

$$d_n = \frac{(FC - PW) MAD D_{rz} \gamma}{100} = \frac{(32 - 20) \times 0.40 \times 600 \times 1.26}{100} = 39.31 \text{ mm}$$

2) Maksimum Sulama Aralığı

$$SA_{\max} = \frac{d_n}{ET} = \frac{39.31}{5.2} = 7 \text{ gün}$$

3) Her Sulamada Uygulanacak Net Sulama Suyu Miktarı;

$$d_n = ET * SA = 5,2 * 7 = 36,4 \text{ mm}$$

4) Yağmurlama Hızı

$$I_y = \left(\frac{1000 q_o}{L_1 L_2} \right) = \left(\frac{1000 \times 2.5}{12 \times 12} \right) = 17.36 \text{ mm /saat} < 19 \text{ mm /saat}$$

Böylece bu eğer maksimum yağmurlama hızı olan 19 mm/saat değerinden küçük olduğundan yağmurlama hızı uygundur.

5) Su Uygulama Randımanı

$$ET = 5.2 \text{ mm/gün}$$

$$d_n = 36.4 \text{ mm}$$

$$U = 1.5 \text{ m/saniye} = 1,5 \times 3.6 = 5.4 \text{ km/saat}$$

Rüzgarın bu hızına karşılık yağmurlama randımanı (Ea) yaklaşık %66 olarak belirlenir.

6) Her Sulamada Uygulanacak Toplam Sulama Suyu Miktarı

$$dt = \frac{d_n}{Ea} = \frac{36.4}{0.66} = 55.15 \text{ mm}$$

7) Sulama Süresi

$$Ta = \frac{dt}{I_y} = \frac{55.4}{17.36} = 3.18 \text{ saat} = 3 \text{ saat } 11 \text{ dakika}$$

olarak hesaplanır.

ÖRNEK PROJE 5: Yonca bitkisi yetiştirilen bir arazide yağmurlama sulama sistemi kuruludur. Sisteme ilişkin bilgilerle birlikte gerekli diğer bilgiler aşağıdaki gibidir. Verilen bilgiler ışığında, uygulanacak net ve toplam sulama suyu miktarı, sulama aralığı ve sulama süresini hesaplayınız.

Gerekli bilgiler;

- FC** : Toprağın tarla kapasitesi %29,
- PW** : Solma noktası %18,
- γ : Hacim ağırlığı 1.26 g/cm³
- D_{rz}** : Etkili Kök derinliği 1.20 m
- Toprağın su alma hızı: 9 mm/h
- ET** : Bitki su tüketimi 6.6 mm/gün
- q₀** : Yağmurlama başlığı debisi 1.2 m³/saat
- L₁ x L₂** :Tertip Biçimi 12 x 12 m
- Rüzgar Hızı:** 1.5 m/s
- MAD** :Toprakta tüketilmesine izin verilen su oranı %40

HESAPLAMALAR:

1) Topraktaki Kullanılabilir Elverişli Su Miktarı;

$$d_n = \frac{(FC - PW) MAD D_{rz} \gamma}{100} = \frac{(29 - 18) \times 0.40 \times 1200 \times 1.26}{100} = 66.53 \text{ mm}$$

2) Maksimum Sulama Aralığı

$$SA_{\max} = \frac{d_n}{ET} = \frac{66.53}{6.6} = 10 \text{ gün}$$

3) Her Sulamada Uygulanacak Net Sulama Suyu Miktarı;

$$d_n = ET * SA = 6,6 * 10 = 66 \text{ mm}$$

4) Yağmurlama Hızı

$$I_y = \left(\frac{1000 q_o}{L_1 L_2} \right) = \left(\frac{1000 * 1.2}{12 * 12} \right) = 8.33 \text{ mm /saat} < 9 \text{ mm /saat}$$

Böylece bu eğer maksimum yağmurlama hızı olan 9 mm/saat değerinden küçük olduğundan yağmurlama hızı uygundur.

5) Su Uygulama Randımanı

$$ET = 6.6 \text{ mm/gün}$$

$$d_n = 66 \text{ mm}$$

$$U = 1.5 \text{ m/saniye} = 1,5 \times 3.6 = 5.4 \text{ km/saat}$$

Rüzgarın bu hızına karşılık yağmurlama randımanı (Ea) yaklaşık %69 olarak belirlenir.

6) Her Sulamada Uygulanacak Toplam Sulama Suyu Miktarı

$$dt = \frac{d_n}{Ea} = \frac{66}{0.69} = 95.65 \text{ mm}$$

7) Sulama Süresi

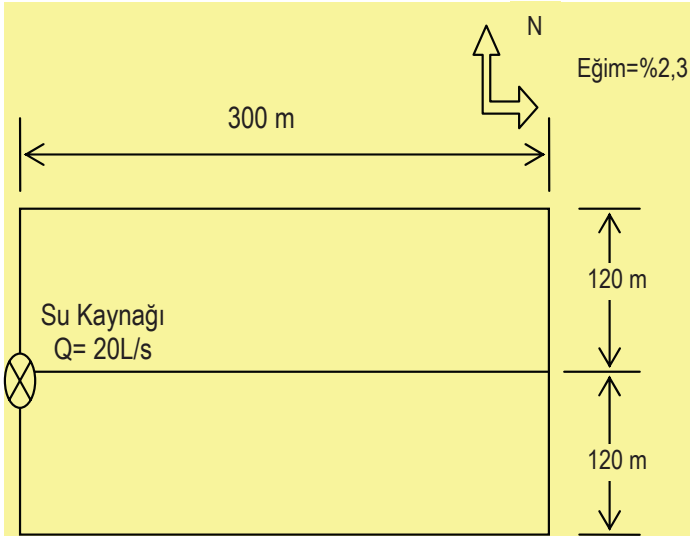
$$Ta = \frac{dt}{I_y} = \frac{95.65}{8.33} = 11.48 \text{ saat} = 11 \text{ saat } 29 \text{ dakika}$$

ÖRNEK PROJE 6:

VERİLENLER:

Yer	: Orta Anadolu
Bitki	: Şekerpancarı
Bitki Su Tüketimi (ET)	: 206 mm/ay (Max.
Tüketim Temmuz)	
Etkili Kök Derinliği (D_{rz})	: 1.20 m
Toprak Yapısı	: İnce Kumlu-Tın
Toprağın Su Tutma Kapasitesi (AW)	: 100 mm/m
Arazi Eğimi (Batı-Doğu yönünde)	: %2,3
Tüketilmesine İzin Verilen Su Miktarı (MAD)	: %55
Toprağın İnfiltrasyon Hızı (I_g)	: 12,5 mm/h
Sulama Randımanı (E_a)	: %75
Kuyu Debisi (Q)	: 20 L/s
Satik Emme Yüksekliği	: 5 m.

Sistem Tertibi olarak ana boru hattı polietilen yağmurlama su borularından teşekkül edecek ve aşağıda verilen tarla parselinin ortasından toprak altına gömülerek geçirilecektir. Böylece laterallerin çift yönlü çalıştırılması sağlanacaktır.



Şekil 38. 240 x 300 m boyutlarında sulanacak şeker pancarı tarlası

Kullanılacak Yağmurlama Başlığının Teknik Özellikleri:

Tipi	: Döner yağmurlama başlığı
Meme Çapı (Ø)	: 4.4x2.5 mm
Debisi (q _s)	: 1.44 m ³ /h (= 0,4 L/s)
Çalışma Basıncı (h _s)	: 25 m
Tertip Aralığı (L ₁ xL ₂)	: 12x12 m
Başlık Yağmurlama Hızı (I _y)	: 10 mm/h

İSTENENLER:

1. Sistemi yarı taşınabilir olarak projelendiriniz.
2. Kullanılacak malzemelerin listesi çıkarınız.

ÇÖZÜM:

1.Net Sulama Suyu Miktarı

Net Sulama Suyu Miktarı =

Etkili Kök Derin. × Topr. Su Tutma Kapasitesi × Tüketil. İzin Veril. Su Miktarı

$$d_n = D_{rz} \times AW \times MAD$$

$$= 1.20m \times 100 \frac{mm}{m} \times 0.55 = 66mm.$$

Eşitlikte; d_n : Net Sulama Suyu Miktarı, mm
 D_{et} : Etkili Kök derinliği, m
 d_{EK} : Toprağın Su Tutma kapasitesi, mm/m
 P_{EK} : Tüketilmesine İzin verilen su miktarı,%'dir.

2.Sulama Aralığı

$$S_A = \frac{d_n}{E_t} = \frac{66mm}{6.6mm/gün} = 10Gün$$

Eşitlikte; S_A : Sulama Aralığı, gün
 d_n : Net Sulama Suyu Miktarı, mm
 E_t : Bitkinin Günlük Su Tüketimi, mm/gün'dür.

3. Toplam Sulama Suyu Miktarı

$$d_t = \frac{d_n}{E_a} = \frac{66\text{mm}}{0.75} = 88\text{mm}$$

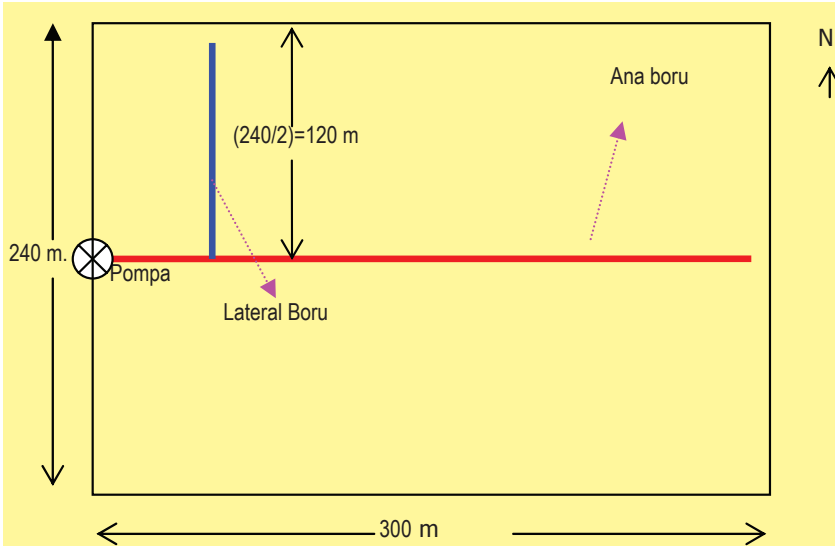
Eşitlikte; d_n : Net Sulama Suyu Miktarı, mm
 d_t : Toplam Sulama Suyu Miktarı, mm
 E_a : Sulama Uygulama Randımanı, %'dir.

4. Uygun Yağmurlama Başlığının Seçimi

Kullanılacak olan Yağmurlama başlığının yağmurlama hızı ile Toprağın infiltrasyon hızı karşılaştırılır.

$$\text{Başlık Yağmurlama Hızı (I}_y\text{)} : I_y = \frac{q_s \times 3600}{L_1 \times L_2} = \frac{0.4 \times 3600}{12 \times 12} = 10\text{mm} / h$$

Toprağın İnfiltrasyon Hızı $I_g = 12,5 \text{ mm/h} > I_y = 10 \text{ mm/h}$ olduğundan seçim doğrudur. Her bir Lateral bir sulamada toplam 10 tane durakta sulama yapacaktır. Her bir hidrant 5 tane lateral lateral hattında hizmet görecektir.



Şekil 39. Ön sistem tertibi

5. Ana Hat Üzerindeki Toplam Lateral Durak Sayısı

Ana boru ve lateral hatlarının aşağıdaki Şekil 39'daki gibi döşenmesi planlanmıştır. Bu durumda ana boru 2 yönlü çalışacaktır.

Ana boru ve laterallerin projelendirilmesinde temel prensip olarak;

- Lateral boyları zorunlu kalmadıkça 250 m.den fazla olmamalıdır,
- Ana boru hattı, mevcut arazi eğimine paralel olarak döşenmelidir,
- Lateraller, mevcut arazi eğimine ve rüzgâr doğrultusuna dik olarak döşenmelidir.

Ana Hat Üzerindeki Toplam Lateral Durak Sayısı

$$= \frac{\text{Lateraller in Toplam Katedeceği Uzaklık}}{\text{Lateraller Arası Uzaklık}}$$

Ana Hat Üzerindeki Toplam Lateral Durak sayısı

$$= \frac{380300 \times 2}{12} = 50 \text{ Adet}$$

6. Günlük Toplam Lateral Durak Sayısı

Günlük Toplam Lateral Durak Sayısı

$$= \frac{\text{Toplam Lateral durak Sayısı}}{\text{Sulama Aralığı}} = \frac{50}{10} = 5 \text{ Adet}$$

7. Her Durakta Sulama Süresi

Her Durakta Sulama Süresi = $\frac{\text{Toplam Sulama Suyu Miktarı}}{\text{Başlık Hızı}}$

$$= \frac{d_t}{I_y} = \frac{88 \text{ mm}}{10 \text{ mm/h}} \cong 8.8 \text{ Saat}$$

8. Bir Lateralin Günlük Durak Sayısı

Bir Lateralin Günlük durak sayısı = $\frac{\text{Çiftçinin Günlük Çalışma süresi}}{\text{Her Durakta Çalışma süresi}}$

$$= \frac{20 \text{ Saat}}{8.8 \text{ Saat}} = 2.2 \approx 2 \text{ Adet}$$

Bu durumda 1 lateral günde 2 durakta sulama yapabilir.

9. Lateral Gereksinimi

$$\begin{aligned}\text{Lateral Gereksinimi} &= \frac{\text{Günlük Toplam Lateral Durak sayısı}}{\text{Bir Lateralin Günlük Durak Sayısı}} \\ &= \frac{5}{2} = 2.5 \approx 3 \text{ Adet}\end{aligned}$$

10. Lateral Uzunluğu

$$\text{Lateral Uzunluğu} = \frac{\text{Tarla Boyu}}{2} = \frac{240\text{m}}{2} = 120 \text{ m}$$

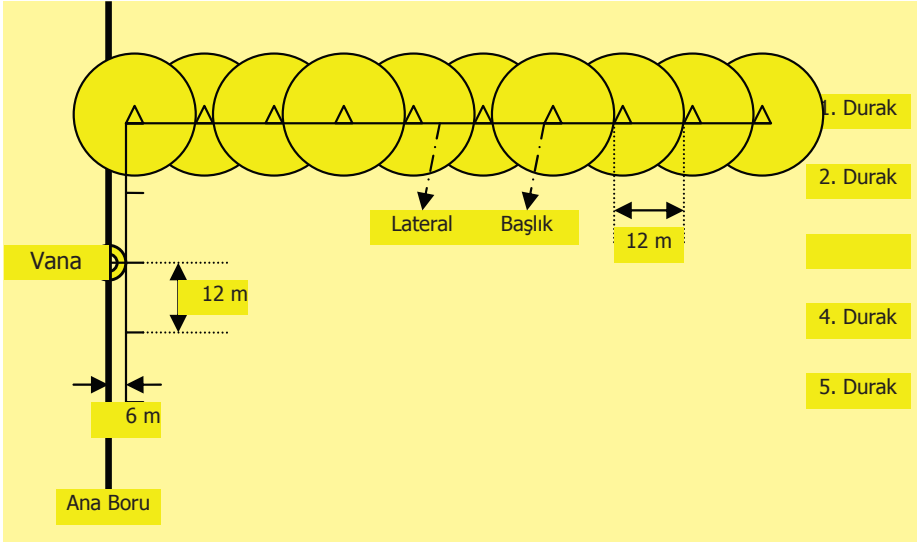
11. Bir Lateral Üzerindeki Başlık Sayısı

Aşağıda Şekil 40'da ana boru hattına bağlanacak lateral ve başlıkların bağlantı detay aralıkları gösterilmiştir.

$$\begin{aligned}\text{Bir Lateral Üzerindeki Başlık sayısı} &= \frac{\text{Lateral Uzunluğu}}{\text{Başlıklar Arası Uzaklık}} \\ &= \frac{120 \text{ m}}{12 \text{ m}} = 10 \text{ Adet}\end{aligned}$$

12. Toplam Başlık Sayısı

$$\begin{aligned}\text{Toplam Başlık sayısı} &= \text{Lateral sayısı} \times \text{Bir Lateral Üzerindeki Başlık sayısı} \\ &= 3 \times 10 = 30 \text{ Adet}\end{aligned}$$



Şekil 40. Ana boru hattına bağlanacak lateral ve laterallere bağlanacak başlıkların bağlantı aralıkları

13. Bir Lateralin Debisi, q_L

Lateral Debisi = Başlık Debisi $\times$ Bir Lateral Üzerindeki Başlık sayısı ; q_L
 $= 1.44 \times 10 = 14.4 \text{ m}^3 / \text{h}$

14. Sistemin Toplam Debisi, Q

Sistem debisi = Lateral Debisi $\times$ Lateral Sayısı ; Q
 $= 14.4 \text{ (m}^3 / \text{h)} \times 3 = 43.2 \text{ m}^3 / \text{h}$

$$Q = \frac{43.2 \text{ m}^3 / \text{h}}{3.6} = 12 \text{ L / s}$$

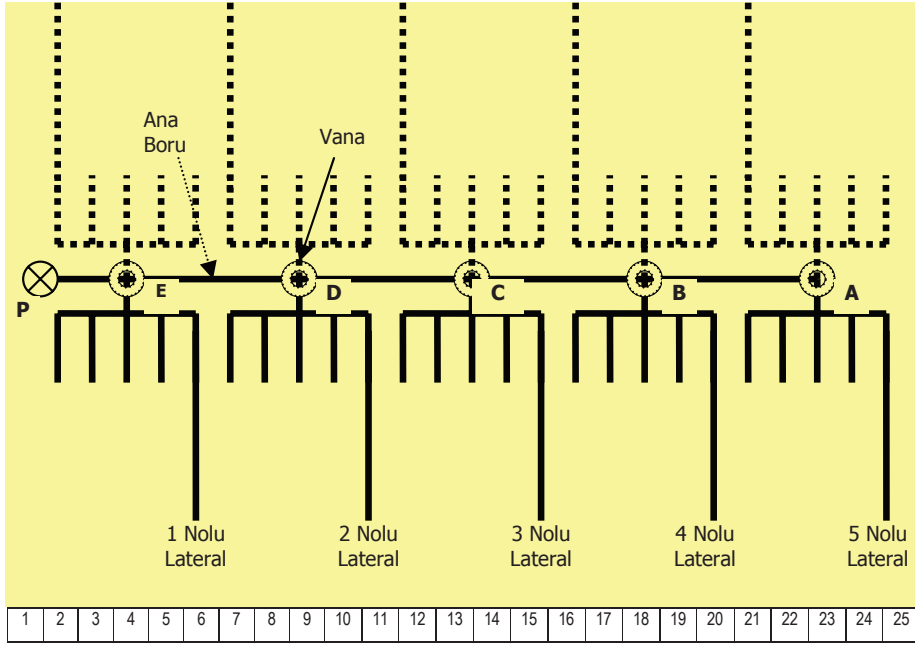
Su kaynağının debisi $Q=12 \text{ L/s} < 20 \text{ L/s}$ olduğundan seçilen bu yağmurlama başlığı uygundur. Ancak su kaynağı yeterli olduğundan günlük 3 lateral yerine 5 lateral çalıştırılacak ve her bir (5'lik set) günde toplam 10 lateral durağını sulayacaktır. Bu durumda da seçilen başlık uygundur. Lateralin debisinde bir değişiklik yoktur. Seçilen yağmurlama başlığına göre proje alanına kurulacak yağmurlama sulama

sisteminin son şekli ve gerekli 5 adet lateral hattının hangi günde hangi konumda olacağı aşağıdaki şekilde ayrıntıları ile gösterilmiştir (Şekil 41). **Sistem debisini 5 laterale göre belirlemek gerekir. Sonuçta sistem debisi;**

Sistem debisi = Lateral Debisi × Lateral Sayısı ;

$$Q = 14.4 \text{ (m}^3 \text{ / h)} \times 5 = 72 \text{ m}^3 \text{ / h}$$

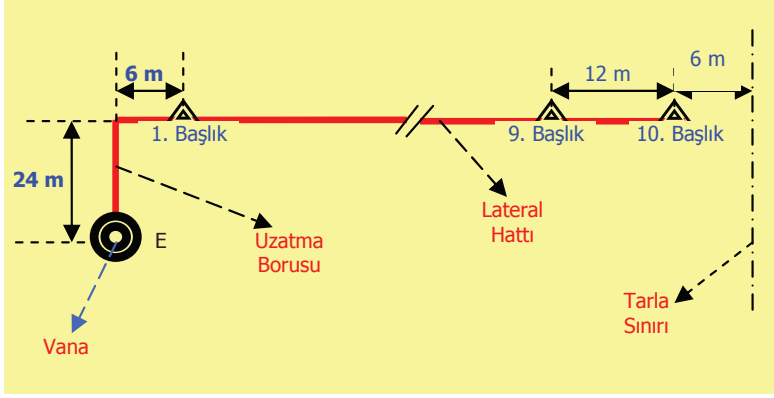
Olarak bulunur.



Şekil 41. Ana boru ve lateral hatlarının döşenmesi

15. Lateral Boru Çapının Belirlenmesi

Aşağıda Şekil 42’de ana boru hattına bağlanacak lateral ve başlıkların bağlantı detay aralıkları gösterilmiştir.



Şekil 42. Vanaya en uzak noktada bağlanan lateral ve uzatma borusunun ayrıntılı olarak gösterilmesi

- Lateral üzerindeki ilk başlık ana boruya bağlandığı noktadan itibaren $(120/2)=6$ m. ye konulacaktır.
- Bir lateral üzerindeki başlık sayısı 10 Adet
- Lateral uzunluğu $L = 120 - 6 - 6 = 108m$ (İlk başlıkla son başlık arası mesafe Şekil 42)
- $F_{n=10}=0.353$ (F Faktörü Tablosu)
- Lateral debisi, $q_L = 14,4 \text{ m}^3/\text{h}$
- Yağmurlama başlığı işletme basıncı, $h_s=25 \text{ m}$

- Lateral Hattı Boyunca İzin Verilebilir Yük Kaybı

$$\Delta h = \frac{20}{100} \times h_s = \frac{20}{100} \times 25 = 5m$$

- $\varnothing 63$ 'lük boru seçilirse nomogramdan $14,4 \text{ m}^3/\text{h}$ 'lük debiye karşılık gelen yük kaybı ($J=3,44m/100m$)' dir.

- Lateral hattı boyunca oluşacak sürtünme kaybı

$$h_f = J \times \frac{L}{100} \times F \text{ Eşitliği ile hesaplanır.}$$

Eşitlikte;

h_f : Boru hattı boyunca oluşacak olan yük kaybı, m

J : 100 m boru boyunca oluşacak yük kaybı, m/100m (Şekil 43.)

L: Boru hattının uzunluğu, m,

F: Düzeltme faktörü'dür (boyutsuz).

$$h_f = J \times \frac{L}{100} \times F = 3,44 \times \frac{108}{100} \times 0.353 = 1,31m \quad \text{Seçilen lateral boru}$$

çapının uygun olabilmesi için $h_f < \Delta h$ olmalıdır. $1.65m < 5 \text{ m}$ olduğundan Ø63 uygundur.

j) Lateral girişindeki basınç yükü

$$h_u = h_s + \left(\frac{3}{4} \times h_f \right) + h_h \mp \frac{\Delta Z}{2} \Rightarrow h_u = 25 + \left(\frac{3}{4} \times 1,31 \right) + 0.50 \mp 0 = 26,48m$$

($\Delta Z=0$)

k) Lateral sonundaki en son başlıktaki basınç yükü

$$h_d = h_u - h_f \mp \Delta Z \Rightarrow h_d = 26,48 - 1.31 \mp 0 = 25,17m$$

$26.48 - 25.17 = 1,31m < 5 \text{ m}$ olduğundan Ø63 boru uygundur.

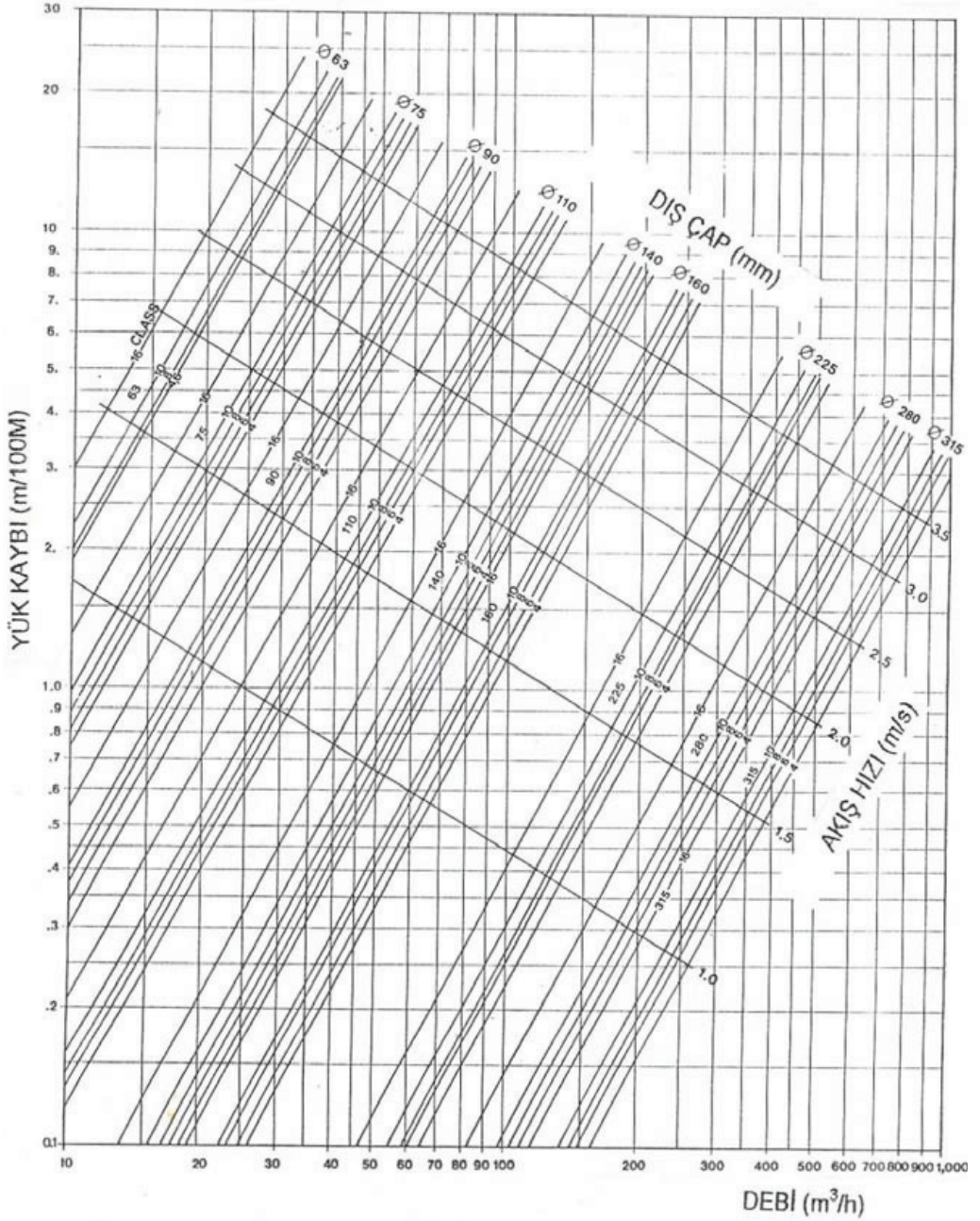
Not: Yukarıdaki eşitliklerde (j ve k şıklarında) kot farkının (ΔZ) işareti lateral girişindeki basınç yükünü hesaplarken lateral “bayır aşağı çalışırsa işareti (-)”, “bayır yukarı çalışırsa işareti (+)” alınır. Lateral sonundaki basınç yükünü hesaplarken de lateral “bayır aşağı çalışırsa işareti (+)”, “bayır yukarı çalışırsa işareti (-)” alınır.

l) Uzatma borusunda oluşacak yük kaybı

Uzatma borusunun uzunluğu 24 m.dir. Uzatma borusu çapı lateral çapı ile aynı olacaktır (Ø63) oluşacak yük kaybı

$$h_f = J \times \frac{L}{100} = 3,44 \times \frac{30}{100} = 1,03m$$

NOT: İlk başlıkla vana arasındaki eğim, bayır yukarı ise (+), bayır aşağı ise (-) alınır. Toplam manometrik yüksekliğe ilave edilir ya da çıkarılır (işaretine göre).



Şekil 43. Plastik Borularda Sürtünme Kayıpları, Hız-Debi İlişkileri

16. Ana Boru Çapının Belirlenmesi

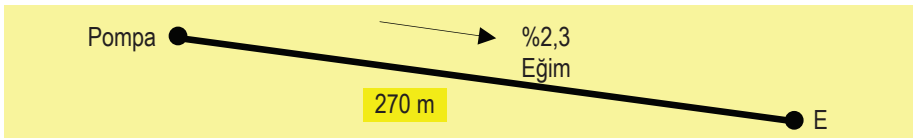
Büyük arazilerin projelemesinde ana boru hattının toprak altından geçirilmesi önerilir. Ayrıca bir sulama projesinin ilk yatırım masrafları içinde mali açıdan en fazla girdiyi oluşturan ana boru maliyetidir. Ana boru hattının projelendirilmesinde birçok yöntem kullanılmakla birlikte bunlardan uygulamada en çok kullanılanı “Ana Boru Hattında İzin Verilen Maksimum Yük Kaybının Hesaplanması Yöntemi”dir. Bu yöntemin esasını “Ana boru Hattında meydana gelecek Yük Kaybı Pompanın Ürettiği Basıncın %15’inden Fazla Olmamalıdır” ilkesi oluşturur. Bu projede ana boru çapının belirlenmesinde söz konusu yöntem kullanılmıştır.

Ana Boru Bölümleri	Debi, m ³ /h	Debi, L/s	ALTERNATİF BORU ÇAPLARI, mm														
			Ø75			Ø90			Ø110			Ø125			Ø140		
			V	J	h _r	V	J	h _r	V	J	h _r	V	J	h _r	V	J	h _r
A-B (60 m)	14.4	4.0	1.11	1.77	1.06												
B-C (60m)	28.8	8.0				1.54	2.63	1.57									
C-D (60m)	43.2	12.0							1.55	2.10	1.26						
D-E (60 m)	57.6	16.0										1.60	1.92	1.15			
E-P (30 m)	72.0	20.0													1.59	1.67	0.50

17. Toplam Manometrik Yükseklik, H_m

a. Ana Boru Yük Kayıpları (m)

Ana Boru Seçimleri		Yük Kayıpları	
AB=60 m	Ø75	1,06	m
BC=60 m	Ø90	1,57	m
CD=60 m	Ø110	1,26	m
DE=60 m	Ø125	1,15	m
EP =30 m	Ø140	0,50	m
TOPLAM (h _{fa})		5,54	m



Şekil 44. Ana boru hattının meyil aşağı döşenmesi

Pompa ile E noktası arası, PE = 270 m.dir (Şekil 44). Pompadan E'ye doğru bayır aşağı %2,3 eğim olduğuna göre Pompa ile E noktası arasındaki kot farkı;

$$\Delta E = 2,3 \times \frac{270}{100} = 6,21m. \text{ dir.}$$

b. Toplam Manometrik Yükseklik (Hm)

Toplam manometrik yükseklik; Lateral hattındaki sürtünme kaybı, Uzatma borusunda oluşacak sürtünme kaybı, sistemde kullanılacak yükseltici boru uzunluğu, vana ile ilk başlık arasındaki kot farkı, (bayır yukarı+, bayır aşağı -), ana boruda oluşacak sürtünme kayıpları, pompa ile ana boru sonu arasındaki kot farkı (bayır yukarı+, bayır aşağı -), statik emme yüksekliği ve emme borusuyla klapede meydana gelecek yük kayıplarının toplanmasıyla elde edilir.

	25,00	m	Yağmurlama başlığı işletme basıncı
	1,31	m	Lateral hattındaki sürtünme kaybı
	0,50	m	Yükseltici boyu
	1,03	m	Uzatma Borusunda Oluşan Yük Kaybı
	5,00	m	Statik Emme Yüksekliği
	3,00	m	Emme Borusu ve Klapede Oluşan Yük Kayıpları
	5,54	m	Ana Boru Hattındaki Yük Kaybı
+	<u>(-) 6,21</u>	m	Ana Boru Hattında Eğimden Dolayı Oluşacak Basınç (kazanç)
	35,17	m	ARA TOPLAM
+	<u>3,51</u>	m	(%10 Minör Kayıplar)
	38,69	m	TOPLAM

NOT: Ana boru yönü bayır aşağı eğimde (-), bayır yukarı eğimde (+) alınır.

c. Ana boru çaplarının uygunluğunun kontrolü

Ana boruda İzin verilen sürtünme kaybı $38,69 \times 0,15 = 5,80$ m bu değere ana boru eğim aşağı olduğundan yükseklik dolayısı ile kazanılacak kot farkı ilave edilir. $5,8 + 6,21 = 12,01$ m.

$H_{\text{mmax}} 12,01 > h_{\text{fa}} = 5,54$ m olduğundan “Seçilen Ana Boru Çapları” uygundur.

18. Gerekli Motor Gücü

Beygir Gücü Olarak;

$$H_{BG} = \frac{Q \times \gamma \times H_m}{75 \times \eta_m \times \eta_p} = \frac{20 \times 1 \times 38,69}{75 \times 0.75 \times 0.80} = 17,19 \text{ BG} \approx 17 \text{ BG}$$

Hesaplanan motor gücüne bir emniyet payı eklenmelidir. Eklenecek emniyet payı %10'dan az olmamalıdır. Motorlar genel olarak üzerlerine yazılı gücün ancak %80'i kadar yüklenerek çalıştıkları için seçilen motorun gücüne %29 kadar bir miktar eklenir.

Kilo-Watt Olarak;

$$H_{KW} = \frac{Q \times \gamma \times H_m}{102 \times \eta_m \times \eta_p} = \frac{20 \times 1 \times 38,69}{102 \times 0.75 \times 0.80} = 12,64 \approx 13 \text{ kW}$$

Eşitliklerde;

H_{BG} :Güç Gereksinimi,BG ;	γ :Suyun yoğunluğu, t/m ³
H_{KW} :Güç Gereksinimi,KW ;	η_p :Pompa randımanı
H_m :Manometrik yükseklik,m ;	η_m :Motor randımanı
Q :Sistem debisi, L/ s ;	102 & 75 :Sabit sayılar'dır.

19.Malzeme Listesi

Değişik seçeneklerde planlamalar yapıldıktan sonra planlanan her bir seçenek için Malzeme listesi hazırlanarak (Çizelge 9) maliyet analizi yapılır. En son aşamada da ekonomik açıdan en uygun sistem tertibi seçilerek arazide uygulamasına geçilir.

Çizelge 9a. Malzeme Listesi (ANA BORU HATTI TOPRAK ALTINA GÖMÜLÜ)

MALZEME ADI	Miktarı	Birimi (m/AD.)	Birim Fiyatı (YTL)	Tutarı (YTL)
Ø 63 YAĞMURLAMA BORUSU+(UZATMA BORUSU)	690	m.		
Ø 63 DİRSEK	10	AD.		
Ø 63 KUĞU BOYNU	5	AD.		
Ø 63 KÖR TAPA	5	AD.		
Ø 63 KOMPLE DİŞLİ TE (ABOT)	50	AD.		
Ø 63 CONTA	185	AD.		
1", 1,20 LİK YÜKSELTİCİ VE PE KÜRESEL VANA (KOVA)	50	AD.		
(ÇİFT MEMELİ) Ø4,4x2,5 MM. ÇAPLI, 2.5 ATM., 1,44 M ³ /H DEBİLİ, 12x12 TERTİP ARALIKLI ÇAPLI YAĞMURLAMA BAŞLIĞI	50	AD.		
Ø75 GEÇME MUFLU TEMİZ SU BORUSU	60	m.		
Ø90 GEÇME MUFLU TEMİZ SU BORUSU	60	m.		
Ø110 GEÇME MUFLU TEMİZ SU BORUSU	60	m.		
Ø125 GEÇME MUFLU TEMİZ SU BORUSU	60	m.		
Ø140 GEÇME MUFLU TEMİZ SU BORUSU	30	m.		
Ø75 CONTA	13	AD.		
Ø90 CONTA	14	AD.		
Ø110 CONTA	14	AD.		
Ø125 CONTA	14	AD.		
Ø140 CONTA	14	AD.		
Ø75/90 REDÜKSİYON KIRDÖKÜM MUFLU	1	AD.		
Ø90/110 REDÜKSİYON KIRDÖKÜM MUFLU	1	AD.		
Ø110/125 REDÜKSİYON KIRDÖKÜM MUFLU	1	AD.		
Ø125/140 REDÜKSİYON KIRDÖKÜM MUFLU	1	AD.		
Ø75/63 KIRDÖKÜM DİŞLİ TE	1	AD.		
Ø90/63 KIRDÖKÜM DİŞLİ TE	1	AD.		
Ø110/63 KIRDÖKÜM DİŞLİ TE	1	AD.		
Ø125/63 KIRDÖKÜM DİŞLİ TE	1	AD.		
Ø140/63 KIRDÖKÜM DİŞLİ TE	1	AD.		
Ø75 KIRDÖKÜM KÖRTAPA	1	AD.		
Ø63 POMPA BAĞLATISI (ALÜMİNYUM)	5	AD.		
Ø63 GALVANİZLİ BORU PARÇASI (İKİ UCU DİŞLİ, 80 CM UZUNLUKTA)	5	AD.		
Ø63 TAM GEÇİŞLİ KÜRESEL VANA	5	AD.		
Ø140 ÇAPA UYGUN POMPA BAĞLANTI PARÇASI	1	AD.		
HM=38,69 M; Q=72 M ³ /H ÖZELLİKLERE HAİZ SANTRİFÜJ POMPA	1	AD.		
17 BG. LİK YA DA 13KW. LİK ELEKTRİK MOTORU	1	AD.		
TOPLAM				

Çizelge 9b. Malzeme Listesi

MALZEME ADI	Miktarı	Birimi (m/AD.)	Birim Fiyatı (YTL)	Tutarı (YTL)
Ø 75 PE YAĞMURLAMA BORUSU	570	m		
Ø 140/75 PE TE	3	AD.		
Ø 110/75 PE TE	2	AD.		
Ø 75 PE KÖR TAPA	5	AD.		
Ø 75 PE KOMPLE DİŞLİ TE (ABOT)	50	AD.		
Ø 75 CONTA	155	AD.		
1", 50 cm.lik YÜKSELTİCİ VE PE KÜRESEL VANA (KOVA)	50	AD.		
(ÇİFT MEMELİ) Ø4,4x2,5 MM. ÇAPLI, 2.5 ATM., 1,44 M3/H DEBİLİ, 12x12 TERTİP ARALIKLI ÇAPLI YAĞMURLAMA BAŞLIĞI	50	AD.		
Ø 140 PE YAĞMURLAMA BORUSU	186	m		
Ø 110 PE YAĞMURLAMA BORUSU	108	m		
Ø 140/90 PE REDÜKSİYON	1	AD.		
Ø140 CONTA	35	AD.		
Ø110 CONTA	1	AD.		
Ø 110 PE KÖR TAPA	1	AD.		
Ø 140 POMPA BAĞLANTISI (ALÜMİNYUM)	1	AD.		
Ø 140 PE POMPA BAĞLANTI ES'İ	1	AD.		
HM=34,09 M; Q=72 M3/H ÖZELLİKLERE HAİZ SANTRİFÜJ POMPA	1	AD.		
16 BG. LİK YA DA 12 kW. LİK ELEKTRİK MOTORU	1	AD.		
TOPLAM				

20. Sulama Planı

Bu Projede Sulama Aralığı 10 Gün Olup, Sulama 5 Günde Bitirilecektir.

Çizelge 10. Sulama Planı Ayrıntıları

Sulama No	Ait Olduğu Ay	Aylık Bitki Su Tüketimi (mm)	Verilmesi gereken Toplam Su Miktarı, mm	Sulama Tarihleri	Verilecek Su Miktarı (mm)	Sulama Süresi (Saat)	Pompa Biriminin Her Bir Sulamada Toplam Çalışma Süresi (Saat)
I. Sulama	Haziran	149,7	149,7/0,75=199,60	1-5 Haziran	66,53	66,53/10=6,65	(6,65*2)*5=66,5
II. Sulama				11-15 Haziran	66,53	66,53/10=6,65	(6,65*2)*5=66,5
III. Sulama				20-25 Haziran	66,53	66,53/10=6,65	(6,65*2)*5=66,5
IV. Sulama	Temmuz	206	206/0,75=274,66	1-5 Temmuz	91,5	91,5/10=9,1	(9,1*2)*5=91
V. Sulama				11-15 Temmuz	91,5	921,5/10=9,1	(9,1*2)*5=91
VI. Sulama				21-25 Temmuz	91,5	91,5/10=9,2	(9,1*2)*5=91
VII. Sulama	Ağustos	187	187/0,75=249,33	1-5 Ağustos	83,11	83,11/10=8,13	(8,13*2)*5=81,3
VIII. Sulama				11-15 Ağustos	83,11	83,11/10=8,13	(8,13*2)*5=81,3
IX. Sulama				21-25 Ağustos	83,11	83,11/10=8,13	(8,13*2)*5=81,3
X. Sulama	Eylül	88,6	86,6/0,75=118,13	1-5 Eylül	39,37	37,39/10=3,93	(3,93*2)*5=39,3
XI. Sulama				11-15 Eylül	39,37	37,39/10=3,93	(3,93*2)*5=39,3
XII. Sulama				21-25 Eylül	39,37	37,39/10=3,93	(3,93*2)*5=39,3
Toplam	-	631,3	841,73	-	841,73	-	834,3

Şeker pancarı yetiştirme dönemi boyunca toplam on iki defa sulanacaktır. Pompa ünitesi toplam 834,3 saat çalışacaktır. Ekonomik analizde bu hususun dikkate alınması gerekir.

21.Laterallerin Çalışma Pozisyonları

Ana boru arazinin tam ortasında geçmekte olup araziyi iki eşit parçaya bölmüştür. Lateral hatları bu 300 m.lik güzergah boyunca ana boruya bağlanacaktır. Şekil 41’den de anlaşılacağı üzere ana hat üzerinde toplam (25+25=50) lateral durağı vardır. Sulamaya başlanıldığında aynı anda 5 lateral hattı çalışacak, çalıştığı durakta sulama bittiğinde her bir lateral devamındaki ana hat üzerindeki lateral durağına bağlanacak, sulama bu şekilde peyderpey devam edecektir. Şekil 41 dikkatlice incelendiğinde aslında her lateral hattı toplamda (5+5=10) durakta çalışacaktır. Pompa-Ana boru sonu istikametinde her bir lateral durağına 1’den 25’e kadar numara verelim. Bu durumda birlikte çalışacak lateraller aşağıdaki gibi olacaktır.

Çizelge 11. Birlikte Çalışacak Lateraller

SULAMA GÜNÜ	BİRLİKTE ÇALIŞACAK LATERALLERİN DURAK NUMARALARI
1.GÜN	1,6,11,16,21
	2,7,12,17,22
2.GÜN	3,8,13,18,23
	4,9,14,29,24
3.GÜN	5,10,15,20,25
	25,20,15,10,5
4.GÜN	24,19,14,9,4
	23,18,13,8,3
5.GÜN	22,17,12,7,2
	21,16,11,6,1

Not: Yukarıdaki tabloda koyu renkle verilen lateral durak numaraları, Şekil 41’de tarlanın ikinci kısmındaki kesikli çizgi ile gösterilen lateral duraklarını ifade etmektedir.

PROJELENDİRMEDE KULLANILACAK TABLOLAR

Tablo 1. *Çeşitli toprakların su tutma kapasiteleri, infiltrasyon hızları ve uygulanacak yağmurlama hızları*

TOPRAK (Ortalama Koşullar)	Su Tutma Kapasitesi (mm/metre)	İnfiltrasyon Hızı (mm/saat)	Başlık Hızı, mm/saat		
			Eğim % 0-5	Eğim %5-10	Eğim % 10 +
Kaba ve ince bünyeli kumlar ve tınlı kumlar	42-83	25-13	20-10	15-8	10-5
Orta -kaba bünyeli kumlu tın ve ince kumlu tınlar	83-125	19-9	15-8	11-6	8-4
Çok ince kumlu tınlar, kumlu-killi tınlar ve siltli tınlar	125-208	10-6	9-5	8-4	5-3
Orta derecede ince bünyeli kumlu tınlar ve siltli killi tınlar	125-208	8-5	6-4	5-3	4-3
İnce bünyeli kumlu killer ve kil	125-208	4-2	4 ve az	3 ve az	3 ve az

Tablo 2. Toprak – su ilişkileri yönünden önemli toprak özellikleri

Toprak Bünyesi	Tarla Kapasitesi (%) (FC)	Solma Noktası (%) (WP)	Toplam Kullanılabilir Su		
			Kuru ağırlık (%) $P_{aw} = FC - WP$	Hacim (%) $P_v = P_{aw} * \frac{A_s}{A_s}$	Su Derinliği (cm/m) $d = AW * A_s * Drz / 100$
Kum	9 (6-12)	4 (2-6)	5 (4-6)	8 (6-10)	8 (6-10)
Kumlu Tın	14 (10-18)	6 (4-8)	8 (6-10)	12 (9-15)	12 (9-15)
Tın	22 (18-26)	10 (8-12)	12 (10-14)	17 (14-20)	17 (14-20)
Killi Tın	27 (23-31)	13 (11-15)	14 (12-16)	19 (16-22)	19 (17-22)
Milli Kil	31 (27-35)	15 (13-17)	16 (14-18)	21 (18-23)	21 (18-23)
Kil	35 (31-39)	17 (15-19)	18 (16-20)	23 (20-25)	23 (20-25)

Tablo 3. Topraklardaki boşluk oranı ve birim hacim ağırlığı

Toprak Bünyesi	Toplam Boşluk (%) (n)	Birim hacim Ağırlığı (%) (A_s)
Kum	38 (32-42)	1.65 (1.55-1.80)
Kumlu Tın	43 (40-47)	1.50 (1.40-1.60)
Tın	47 (43-49)	1.40 (1.35-1.50)
Killi Tın	49 (47-51)	1.35 (1.30-1.40)
Milli Tın	51 (49-53)	1.30 (1.30-1.40)
Kil	53 (51-55)	1.25 (1.20-1.30)

Tablo 4. Bazı bitkilerin etkili kök derinlikleri ve tüketilmesine izin verilen kullanılabilir su oranları (MAD)

Bitki Türü	Etkili kök Derinliği [D_{rz}] (m)	MAD
Ananas	0.3-0.6	0.50
Arpa	1.0-1.5	0.55
Asma	1.2-2.0	0.35-0.45
Ayçiçeği	0.8-1.5	0.45
Bezelye	0.6-1.0	0.40
Biber (Taze)	0.5-1.0	0.25
Ceviz	1.7-2.4	0.50
Çayır	0.5-1.5	0.5
Çilek	0.2-0.3	0.15
Domates	0.4-0.8	0.40
Fasulye (Kuru)	0.6-0.9	0.45
Fasulye (Yeşil)	0.5-0.7	0.45
Fiğ	0.9	0.50
Havuç	0.5-1.0	0.35
Hıyar	0.7-1.2	0.50
Hububat (Kışık)	1.5-1.8	0.55
Hububat (Yazlık)	1.0-1.5	0.55
Ispanak	0.3-0.5	0.20
Kabak	0.6-0.9	0.50
Karpuz	1.0-1.5	0.45
Kavun	1.0-1.5	0.35
Kereviz	0.3-0.5	0.20
Lahana	0.4-0.5	0.45
Meyve ağaçları	1.8	0.65
Marul	0.30-0.5	0.30
Mısır	1.0-1.7	0.60
Muz	0.5-0.8	0.35
Nane	0.4-0.8	0.40
Pamuk	0.8-1.7	0.60
Patates	0.4-0.6	0.35
Pathcan	0.8	0.45
Sofra pancarı	0.6-1.0	0.50
Soğan (Yeşil)	0.3-0.5	0.25
Soğan (Kuru)	0.6	0.50
Sorgum	1.0-1.2	0.55
Soya	0.6-1.3	0.65
Şeker pancarı	0.7-1.2	0.55
Şeker kamışı	0.7-1.2	0.65
Turp	0.3	0.30
Turuncgiller	1.2-1.5	0.50
Tütün	0.5-1.0	0.55
Yerfıstığı	0.5-1.0	0.50
Yonca	1.0-1.8	0.55
Zeytin	1.2-1.7	0.65

Tablo 5. Bazı bitkilerin günlük en yüksek su tüketimleri

Bitki	Serin İklim		Ilman İklim		Sıcak İklim		Yüksek Çöl İklimi		Alçak Çöl İklimi	
	mm/gün	Lt/sn Ha	mm/gün	Lt/sn Ha	mm/gün	Lt/sn Ha	mm/gün	Lt/sn Ha	mm/gün	Lt/sn Ha
Yonca	5.00	0.57	6.25	0.72	7.50	0.87	8.75	1.01	11.25	1.30
Pamuk	5.00	0.57	6.25	0.72	7.50	0.87	8.75	1.01	11.25	1.30
Çayır, Mera	5.00	0.57	6.25	0.72	7.50	0.87	8.75	1.01	11.25	1.30
Hububat	3.75	0.43	5.00	0.57	5.50	0.63	7.50	0.87	10.00	1.16
Patates	3.50	0.40	5.00	0.57	6.25	0.72	7.50	0.87	10.00	1.16
Pancar	5.00	0.57	6.25	0.72	7.50	0.87	8.75	1.01	11.25	1.30
Meyveler	5.00	0.57	6.25	0.72	7.50	0.87	8.75	1.01	11.25	1.30
Meyveler (otlu)	6.25	0.72	7.00	0.81	8.75	1.01	9.50	1.10	12.00	1.39

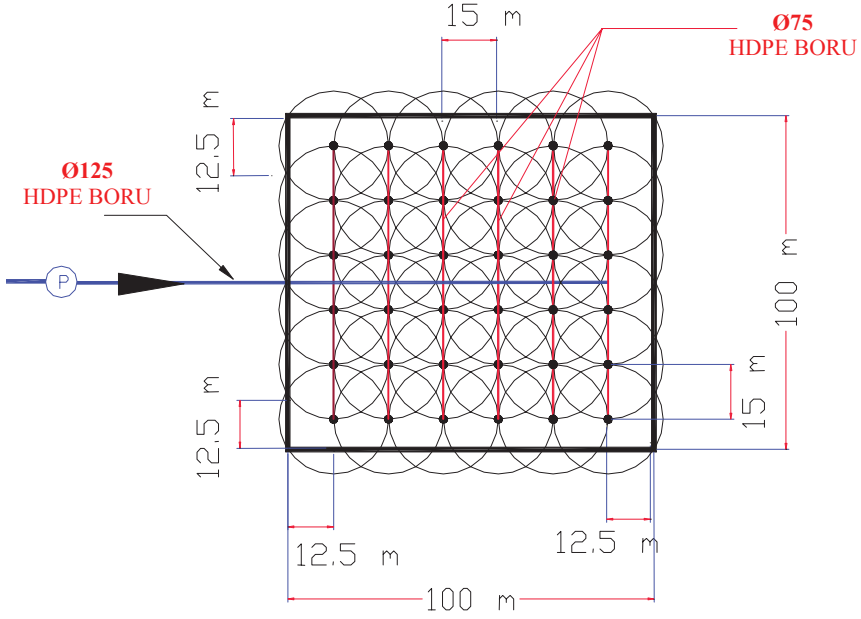
Tablo 6. Konya Merkez) için bazı bitkilerin günlük en yüksek su tüketimleri

İLİ	: KONYA	ENLEM	: 37°52'N	İLK DON ORTALAMA TARİHİ : 22 EKİM						
İLÇESİ	: MERKEZ (BTAE)	BOYLAM	: 32°30'E	SON DON ORTALAMA TARİHİ : 14 NİSAN						
RASAT SÜRESİ	: 43 YIL	YÜKSELTİ	: 1028 m.							
Aylar	Yağış mm.	GÜNLÜK SU TÜKETİMİ u (mm)								
		YONCA	BUĞDAY	ARPA	AYÇİÇEĞİ	MISIR	KAVUN	PATATES	ŞEKER PANCARI	FASULYE
Ocak	39,8									
Şubat	33,2									
Mart	30,5	0,94	0,93	2,12						
Nisan	27,2	2,67	2,83	1,44	1,63	0,86	0,48	0,34	1,00	1,04
Mayıs	44,4	4,97	7,30	4,22	2,48	2,21	1,33	2,87	1,79	1,63
Haziran	25,2	7,77	4,18	6,60	7,24	5,48	2,85	4,37	6,57	4,69
Temmuz	6,3	8,92	0,61		8,62	7,03	3,19	7,29	7,58	7,16
Ağustos	3,6	10,55			3,40	3,92	3,28	3,33	7,24	2,32
Eylül	13,2	5,37				1,20	0,58	1,04	4,43	1,44
Ekim	26,7	1,19								
Kasım	30,8									
Aralık	42,9									
Toplam	323,9	42,38	15,84	14,38	23,37	20,70	11,71	19,24	28,61	18,28

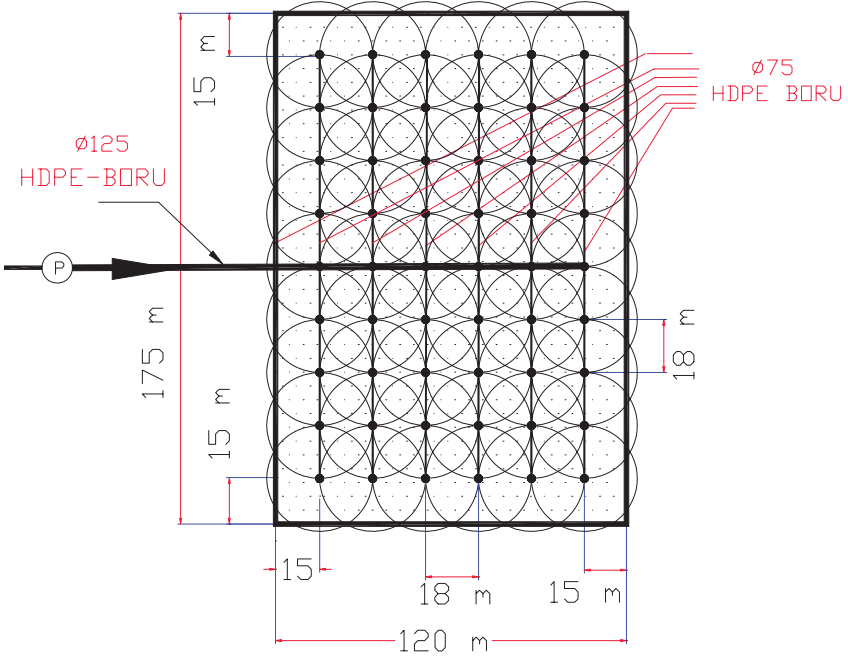
Tablo 7. Urfa Ceylanpınar DÜÇ için bazı bitkilerin günlük en yüksek su tüketimleri

İLİ	: URFA	ENLEM	: 36°50'N	İLK DON ORTALAMA TARİHİ : 20 ARALIK						
İLÇESİ	: CEYLANPINAR D.Ü.Ç	BOYLAM	: 39°55'E	SON DON ORTALAMA TARİHİ : 17 MART						
RASAT SÜRESİ	: 14 YIL	YÜKSELTİ	: 395 m.							
Aylar	Yağış mm.	GÜNLÜK SU TÜKETİMİ u (mm)								
		BUĞDAY	PAMUK	YONCA	MISIR	BAMYA	DOMATES	PATLICAN	BİBER	AYÇİÇEĞİ
Ocak	73,7	0,6								
Şubat	47,2	0,7								
Mart	43,8	5,1		3,6						
Nisan	38,9	6,9	0,8	3,5	1,4	2,3	3,7	0,8	0,6	1,4
Mayıs	22,5	6,1	5,3	11,9	4,5	2,4	4,0	0,8	2,1	4,2
Haziran	1,9		6,3	14,0	7,5	5,1	4,1	6,0	7,0	6,7
Temmuz	0,2		14,7	17,9	9,4	9,2	7,8	10,9	10,7	3,9
Ağustos	0,0		12,5	15,4	6,7	5,6	10,2	8,3	9,8	
Eylül	1,8		4,0	10,8		1,6	5,7	7,8	5,6	
Ekim	19,7		0,7	6,3		1,5	3,5	4,3	3,7	
Kasım	27,0	2,3		2,2						
Aralık	51,7	26,0								
Toplam	328,4	47,6	44,3	85,6	29,6	27,5	39,0	38,7	39,3	16,3

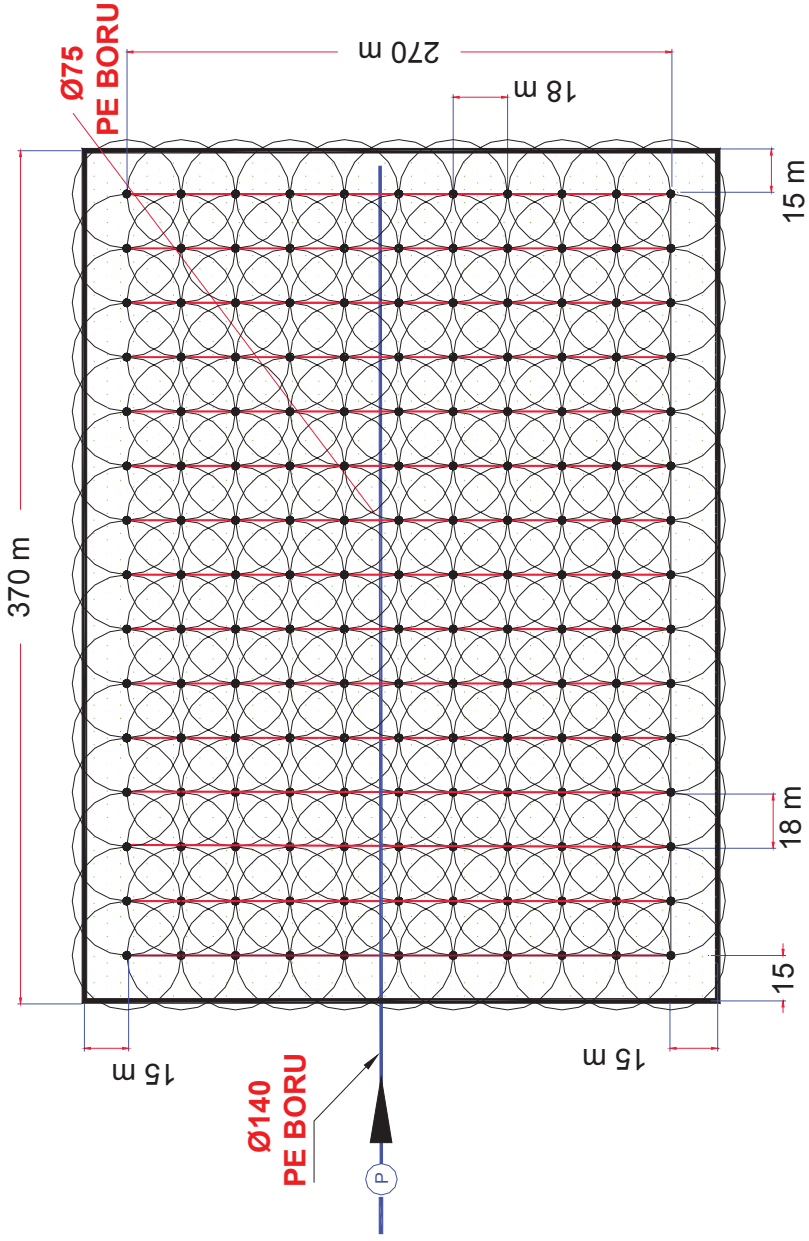
ÖRNEK
YAĞMURLAMA SULAMA PROJELERİ



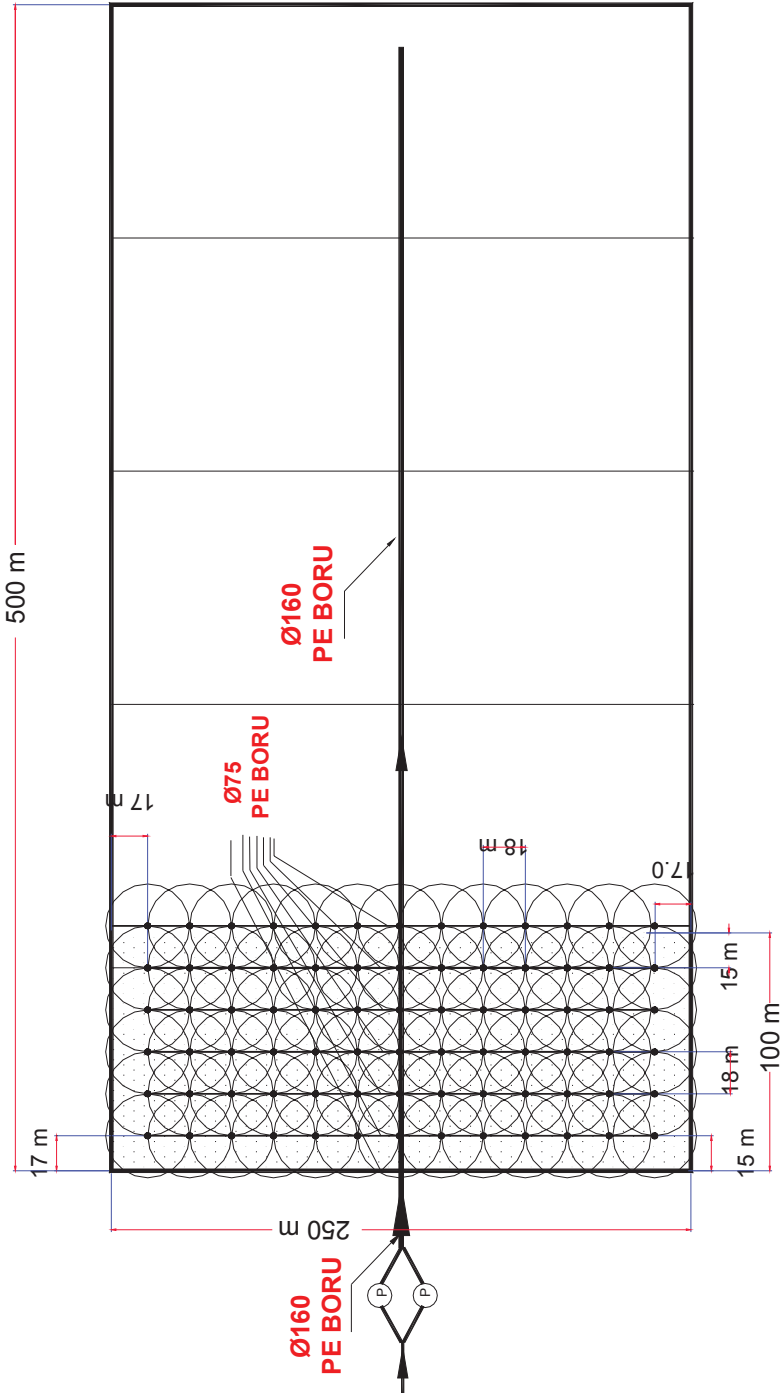
Şekil 45. 1 Hektar alan için yağmurlama sulama yerleşimi



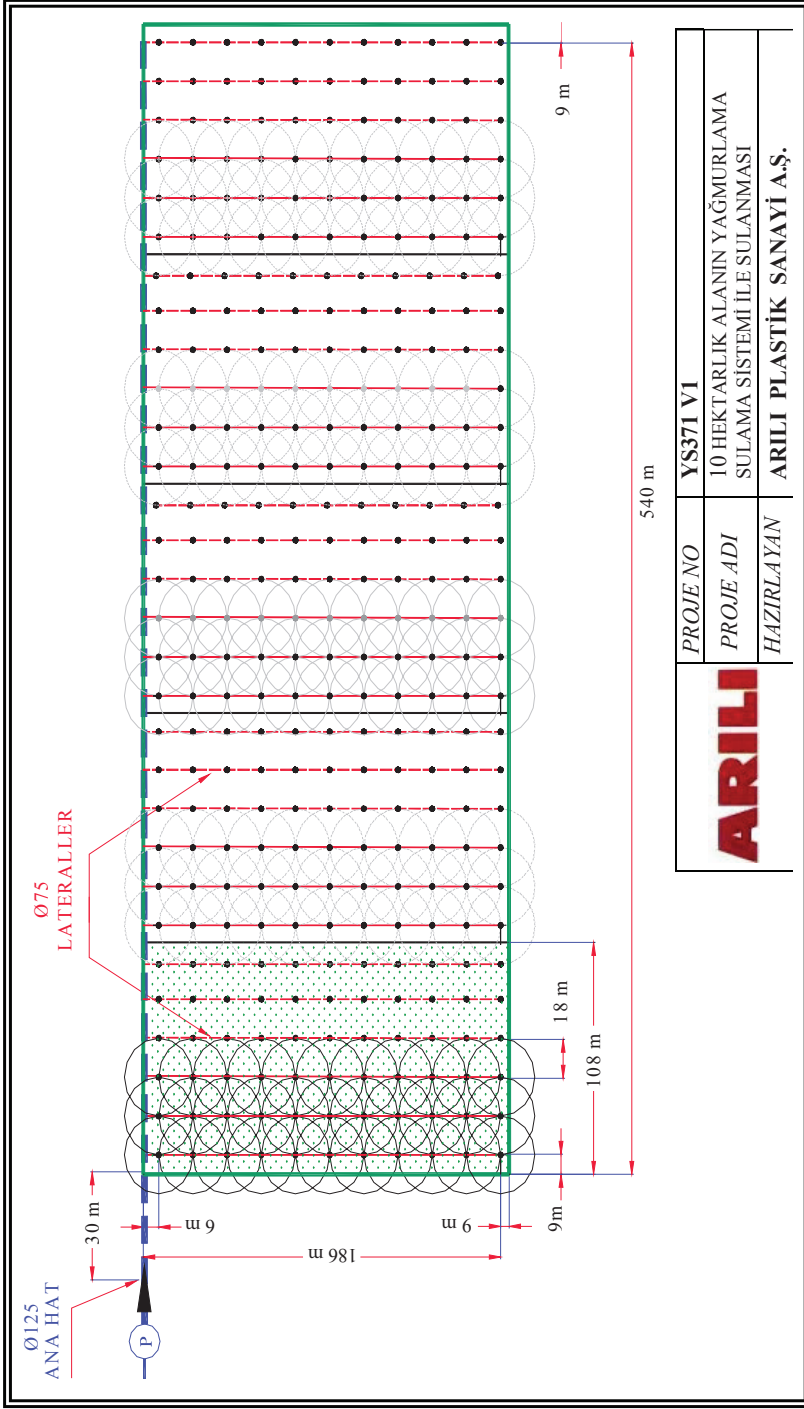
Şekil 46. 2 Hektar alan için yağmurlama sulama yerleşimi



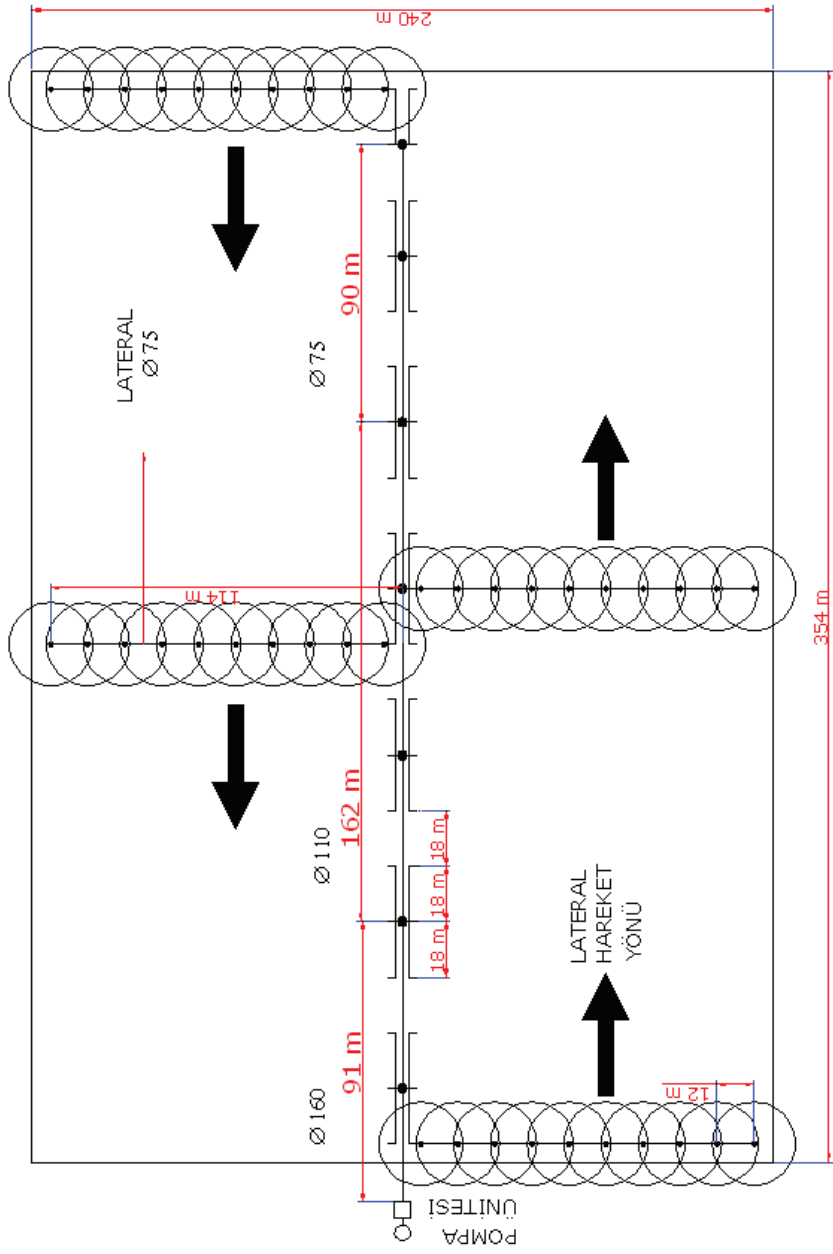
Şekil 47. 10 Hektar alan için yağmurlama sulama yerleşimi



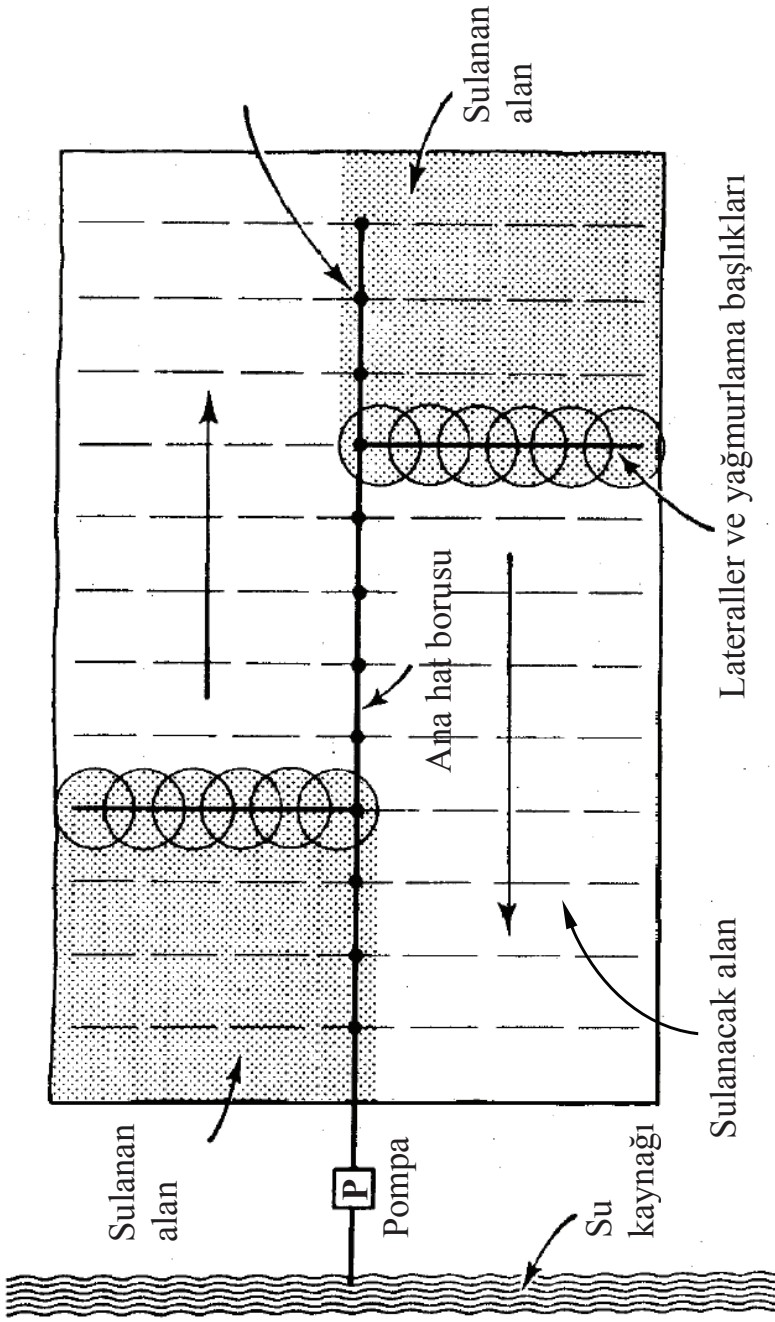
Şekil 48. 12,5 Hektar alan için yağmurlama sulama yerleşimi



Şekil 49. 10 Hektar alan için yağmurlama sulama yerleşimi



Şekil 51. 6 Hektar alan için yağmurlama sulama yerleşimi



Şekil 52. Sarı sabit yağmurlama sulama sistemi

KAYNAKLAR

- 1) *Sulamanın Temel Esasları 1*, Yayın No: 2, Adana Zirai Üretim İşletmesi ve Personel Eğitim Müdürlüğü, 2007
- 2) *Sulamanın Temel Esasları 2*, Yayın No: 3, Adana Zirai Üretim İşletmesi ve Personel Eğitim Müdürlüğü, 2007
- 3) *Sulama Sistemlerinin Projelendirilmesi*, Yayın No: 4, Adana Zirai Üretim İşletmesi ve Personel Eğitim Müdürlüğü, 2007
- 4) Phocaides, A., *Handbook on Pressurized Irrigation Techniques*. Second edition, FAO 2007
- 5) Sen, M., *Guidelines for Planning and Design of Micro Irrigation in Arid and Semi-arid Regions*, ICID.CIID, 2006
- 6) Kay, M., Hatcho, N., *Small - Scale Pumped Irrigation: Energy and Cost*, FAO, 2002
- 7) Mehmet, O., Bicak, H.A., *Modern and Traditional Irrigation Technologies in the Eastern Mediterranean*, International Development Research Centre, 2002
- 8) Brouwer C., Prins, K., Kay, M., Heibloem, M., *Irrigation Water Management: Irrigation Methods*, FAO Training Manual No 5
- 9) *Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Su Tüketimleri Rehberi* Topraksu Genel Müdürlüğü Araştırma Daire Başkanlığı Yayın No:35, Rehber No: 5, 1982

EROZYONA TUZLANMAYA ÇÖLLEŞMEYE

SON

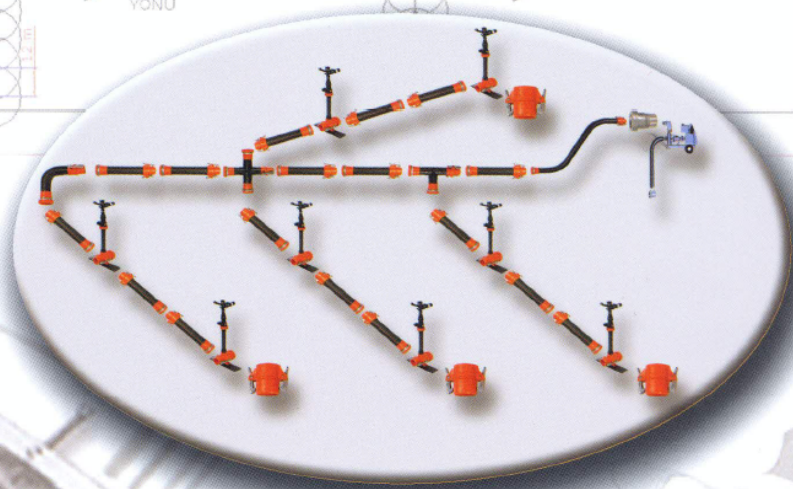
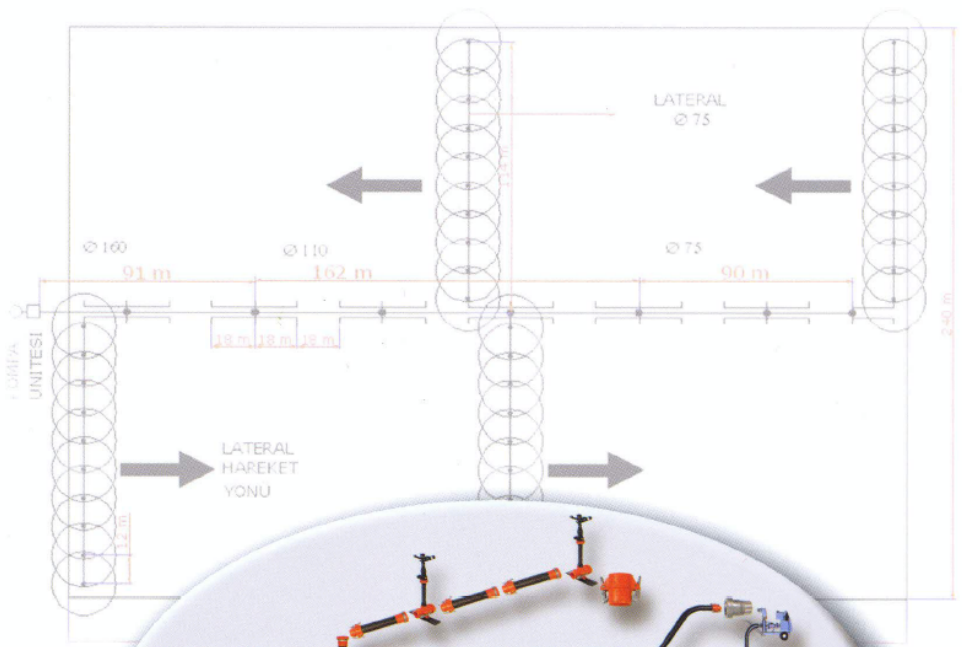
* Devletimiz tarafından çiftçilerimize
5 yıl vadeli, 0 (sıfır) faizli, yıllık
taksitlerle geri ödenen kredi ile
tarlalarında modern sulama tesisi
kurma fırsatı.

- Başvurusu kolay
- Tahsisi hızlı
- Geri ödemesi kolay

KREDİ

Devletimizin sağladığı
bu olanakla ARILI Plastik
Kırılmaz Yağmurlama
Boru ve Aksesuarlarını
almak artık çok kolay.





$$H_1 = \sum K_1 \frac{V^2}{2g}$$

ARILI PLASTİK SAN. A.Ş.

Şeyhli Sanayi Cad. No: 15, 34906 Pendik - İstanbul

Tel.: (0216) 378 36 20 Pbx Faks: (0216) 378 36 27

e-mail: info@pipelife.com.tr web site: www.pipelife.com.tr