

DAMLA SULAMA SİSTEMLERİ



Damla sulama sistemi başta olmak üzere basınçlı sulama sistemlerinin uygulamaya girmesiyle tarıma açılmayan yüksek eğimli ve değişken topografyalı başka bir deyişle geleneksel sulama yöntemlerinin uygulanamadığı araziler problemsiz bir şekilde sulanabilmekte ve verim alınabilmektedir.

Damla sulamayla paralel olarak gelişen yeni gübreleme yöntemleri ve otomasyon sistemleri modern damla sulama sistemlerinin vazgeçilmezi haline gelmiştir. Özellikle dağınık topografyalı arazilerde sulama parsellerinin kontrolü otomasyon sistemleriyle kolaylaşmıştır.

Damla Sulama Sisteminde temel ilke, sık aralıklarla ve her defasında az miktarda sulama suyu uygulamaktır. Yalnızca, yeterli düzeyde bitki köklerinin gelişmesini sağlayacak ortama su verilir. Bu yöntemde genellikle, bitkinin günlük ya da birkaç günlük su gereksinimi karşılanır. Kaynaktan alınan sulama suyu, bir kontrol biriminde, kum, sediment, yüzücü cisimler ve çok küçük parçacıklardan arındırılır.

Sulama suyu, basınçları boru ağı ile bitki yakınına yerleştirilen damlatıcılara kadar iletilir. Damlalar biçiminde toprak yüzeyine verilen su buradan infiltrasyonla toprak içerisine girer. Genellikle, bitki sıraları boyunca ıslak şeritler elde edilir ve sıralar arasında ıslatılmayan kuru alan kalır. İyi bir tasarım ve uygulama ile derine sızma ya da yüzey akışı söz konusu olmaz. Böylece, mevcut su kaynağından etkin biçimde yararlanılır.

Sulama suyu, basınçları boru ağı ile bitki yakınına yerleştirilen damlatıcılara kadar iletilir. Damlalar biçiminde toprak yüzeyine verilen su buradan infiltrasyonla toprak içerisine girer. Genellikle,

bitki sıraları boyunca ıslak şeritler elde edilir ve sıralar arasında ıslatılmayan kuru alan kalır. İyi bir tasarım ve uygulama ile derine sızma ya da yüzey akışı söz konusu olmaz. Böylece, mevcut su kaynağından etkin biçimde yararlanılır.



Yöntemin Avantajları

Toprak yüzeyinden olan buharlaşma ve dolayısıyla bitki su tüketimi genellikle daha düşük düzeydedir. Bunun nedeni, bitki sıraları arasında ıslatılmayan kuru alan kalması ve ıslatılan kesimin genellikle bitki tarafından gölgelenmesidir.



SUNSTREAM
Damla Sulama Boru ve Bağlantı Elemanları
Drip Irrigation Pipes



SUNSTREAM
Damla Sulama Boru ve Bağlantı Elemanları
Drip Irrigation Pipes



Damla Sulama Sisteminde, etkili bitki kök derinliğinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin daha az bir kısmı tüketildiğinde sulamaya başlanır. Kök bölgesinde yüksek toprak nemi varken sulama yapılır. Böylece bitki, topraktaki nem eksikliğinden kaynaklanan bir gerilime girmez ve suyu fazla enerji harcamaksızın kolaylıkla alır. Bu da, daha iyi bir bitki gelişmesi sağlar ve daha yüksek miktar ve kalitede ürün elde edilir.

Damla Sulama Sisteminde, sulama suyu istenen zaman ve miktarda olmak üzere iyi bir denetimle uygulanır. Sistemin işletilmesi son derece kolaydır ve sulama işçiliği masrafları en az düzeydedir.

Bitki besin elementleri sulama suyuna karıştırılarak verilir.

Bitkilerin toprak üstü organları ıslatılmadığından bitki hastalıklarının yayılması önlenir ve yabancı ot gelişimi ıslatılan alan ile sınırlı olduğundan yabancı ot mücadelesi daha kolay yapılır.

Bitki sıraları arasındaki kuru alandan yararlanılarak sulama sırasında bile, bazı tarım alet ve makineleri çalıştırılabilir.

Yağmurlama Sulama Sistemine oranla damla Sulama Sisteminde işletme basıncı daha düşük olduğu için enerji masrafları daha düşük olur.

Damla Sulama Sisteminde, son derece düşük kapasiteli su kaynaklarından bile yararlanılabilir.

DAMLA SULAMA SİSTEMLERİNİN PROJELENDİRİLMESİ

Proje Alanına İlişkin Verilerin Elde Edilmesi

Proje Alanı

Damla sulama sisteminin projelenmesi ve uygulaması için mutlaka güvenilir bir topografik ölçüme ihtiyaç vardır. Halihazırda topografik harita varsa bile araziye muhakkak çıkılıp arazinin gözlemlenmesi gerekmektedir.

İklim Özellikleri

Proje sahasına ait iklim özellikleri Devlet Meteoroloji İşleri'nden doğrudan alınacağı gibi Cropwat gibi yardımcı programlar aracılığıyla da bulunabilir. Cropwat FAO'nun geliştirdiği program olmakla birlikte Climwat programıyla eşzamanlı çalışarak FAO iklim altyapısını kullanmaktadır.

Toprak Özellikleri

Damla sulama sisteminin dizaynı için toprak özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu sebeple sulama projesi için toprak bünye analizi ve fertigasyonun planlanması için de toprak tahlili gerekmektedir. Ayrıca sulama suyu uygulanacak toprak derinliğinin belirlenmesi ve gerekirse drenaj sistemleri inşası için taban suyu ya da geçirimsiz tabakanın kaç metre derinlikte olduğu bilinmelidir.

Bitki Özellikleri

Bitki su tüketiminin bulunması için yetiştirilecek bitkinin ve floranın iyi tanınması gerekmektedir. Bitki su tüketiminin bulunmasında temel prensip referans bitki su tüketiminin yetiştiriciliği yapılmakta olan bitkiye ait bitki katsayısıyla düzeltilmesidir.

Su Kaynağı Özellikleri

Su kaynağının cinsi sisteme verilecek basıncı belirlemede en önemli etkidir. Projelerde birkaç çeşit su kaynaklarıyla karşılaşmak mümkündür. Bunlar; derin kuyu, keson kuyu, göl-gölet-baraj-nehir ve sulama kooperatiflerinin dağıttığı su kaynaklarıdır. Yaygın olarak yüksek eğimli ve büyük ölçekteki arazilerde arazinin birkaç yerinde sondaj çalışması yapılır ve çıkartılan sular dalgıç pompa ve isale hatları yardımıyla arazinin en yüksek kotuna inşa edilen beton ve ya toprak havuzda biriktirilir ve su dağıtımı buradan gerçekleşir.

Sulama Suyu Kalitesi

Sulama suyu kalitesinin bilinmesi yetiştiriciliği yapılacak bitkiye uygun olup olmadığıyla doğrudan ilişkili olmakla beraber damla sulama borularının bakımıyla ilgili fikirler vermektedir. Ayrıca su kaynağının tuzlu olması durumunda yıkama suyu ihtiyacının belirlenmesi için bir veri olacaktır.

Bitki Su Tüketiminin Saptanması

Bitki su tüketimi toprak yüzeyinden olan buharlaşma ile bitki yapraklarından olan buharlaşmanın toplamı olarak ifade edilebilir (Beyribey ve ark.,1997). Bitki su tüketimi doğrudan ölçülebilir ya da bu konu ile ilgili yapılan çalışmalar sonucu bulunan ampirik denklemlerden faydalanılabilir (Beyribey ve ark.,1997). Doğrudan ölçüm pahalı bir yöntem olduğu için sulama projeleri hazırlanırken ampirik yöntemlerden yararlanılmasında fayda vardır (Yıldırım ve ark., 1999, Köksal ve ark., 1999).

Referans Bitki Su Tüketimi

Referans bitki su tüketimi bir çok yöntemle bulunacağı gibi bireysel sulama projelerinde en iyi sonuç veren ampirik yöntem Penman-Montheit yöntemiyle bulunabilir. Penman- Monteith yöntemiyle referans bitki su tüketimi eşitlik ile bulunmaktadır.

$$ET_0 = \frac{\partial}{\partial + \gamma^*} (R_n - \sigma) \frac{1}{\lambda} + \frac{\gamma}{\partial + \gamma^*} \frac{900}{(T + 273)} u_2 (e_a - e_d)$$

Bu eşitlikteki bazı terimlerin hesaplanması için gereken eşitlikler aşağıda verilmiştir.

$$e_d = e_a \frac{RH}{100}$$

$$\delta = \frac{4098e_a}{(T + 237,3)^2}$$

$$\gamma = 0,0016286 \left(\frac{P}{\lambda} \right)$$

$$u_z = u_z \left(\frac{z}{z} \right)^{0,2}$$

$$\gamma^* = \gamma(1 + 0,34u_z)$$

$$R_s = \left(0,25 + 0,50 \frac{n}{N} \right) R_a$$

$$R_{ns} = 0,75R_s$$

$$R_{nl} = 2,451f(T)f(e_d)f\left(\frac{n}{N}\right)$$

$$R_n = R_{ns} - R_{nl}$$

Eşitliklerde;

ETo: Referans evapotranspirasyon, (mm/gün)

∂ : Buhar basıncı eğrisinin eğimi, (kPa/°C)

γ^* : Modifiye psikometrik sabite, (kPa/°C)

γ : Psikometrik sabite, (kPa/°C)

λ : Buharlaştırma gizli ısı, (MJ/kg; Ortalama bir değer olarak 2.45 MJ/kg olarak alınmıştır)

R_n : Bitki yüzeyinde net radyasyon, (MJ/m²/gün)

σ : Topraktaki ısı akısı, (MJ/m²/gün; Ardışık periyotlarda toprağın ortalama sıcaklığı çok fazla değişmediğinden ihmal edilebilir.)

T: Ortalama Sıcaklık, (°C)

u_2 : 2 m'de rüzgar hızı, (m/s)

e_a : Ortalama hava sıcaklığında doymuş buhar basıncı, (kPa)

e_d : Ortalama hava sıcaklığında gerçek buhar basıncı, (kPa)

z : Rüzgar hızının ölçüldüğü yükseklik, (m)

RH: Ortalama bağıl nem, (%)

N: Olası maksimum güneşlenme süresi, (h)

n: Güneşlenme süresi, (h)

Bitki Katsayıları

Bitki katsayısı bitkilerin yetiştiği döneme bağlı olmak üzere 4 döneme ayrılır.

1. Devre: Başlangıç devresidir. Ekim ya da dikim tarihinden başlar ve bitkinin toprak yüzeyini örtme düzeyi yaklaşık %10 a ulaştığında sona erer. Bu devrede bitki katsayısı genelde sabit ve minimum değerdedir.

2. Devre: İlk gelişme devresidir. Bitkinin toprak yüzeyini örtme düzeyi yaklaşık %10 olduğunda başlar ve maksimum örtü düzeyinde sona erer. Bu devrede bitki katsayısı, minimum değerden başlayarak gittikçe artar ve sonunda maksimum değere ulaşır.

3. Devre: Büyüme mevsiminin ortalarına denk gelen devredir. Toprak yüzeyinin maksimum düzeyde örtüldüğü ikinci devre sonundan başlar ve meyve olgunlaşmasının başlangıcına kadar devam eder. Bu devrede bitki katsayısı genellikle sabit ve maksimum değerdedir.

4. Devre: Üçüncü devreden sonra hasat ya da son hasada kadar geçen son devredir. Bu devrede bitki katsayısı maksimumdan belirli bir değere kadar azalır.

Evapotranspirasyonun Hesaplanması

$$ET = ET_0 x k_c$$

Evapotranspirasyon, verildiği gibi referans evapotranspirasyon ile bitki katsayısının çarpılmasıyla elde edilir. Yetiştiriciliği yapılan her ay için bitki su tüketimi bulunmalıdır.

Ön Sistem Tertibi

Uygun Damlatıcı Aralığı ve Lateral Tertibi

a) Damlatıcı Aralığının Belirlenmesi

Damlatıcı aralığı toprak geçirgenliğine ve damlatıcı debisine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Damlatıcı aralığı aşağıdaki eşitlikle bulunmaktadır.

$$S_d = 0,9x \sqrt{\frac{q}{I}}$$

Eşitlikte;

S_d = Damlatıcı aralığı, m

q = Damlatıcı debisi, L/h

I = İnfiltrasyon hızı, mm/h

Piyasada bulunan borulara ilişkin damlatıcı debileri eşitlikte yerine konulduğunda uygun damlatıcı aralıkları belirlenmektedir.

b) Islatılan Alan Oranının Belirlenmesi

Islatılan alan oranı lateral tertibine bağlı kalarak belirlenmektedir. Damla sulama sistemlerinde yarı-kurak bölgelerde ıslatılan alan oranının %30' dan fazla olması istenmektedir. Ancak meyve bahçelerinde bu oranın su tasarrufu açısından %50' den fazla olması istenmemektedir (Yıldırım ve ark, 1999).

Tekil lateral tertip biçimi için ıslatılan alan oranı eşitlik ile bulunur.

$$P = k \cdot \frac{S_d}{S_l}$$

Yeterli ıslatma alanının elde edilemediği durumlarda ise çift lateral tertibine gidilir. Bu durumda aşağıdaki formül ile bulunur.

$$P = 2. k. \frac{S_d}{S_l}$$

Meyve ağaçlarında uygulanan salkım lateral tertibinde ise kullanılacak olan formül verilmiştir.

$$P = k. \frac{n. S_d^2}{S_a S_s}$$

Eşitlikte;

P = Islatılan alan oranı

k = Katsayı

S_d = Damlatıcı aralığı, m

S_l = Lateral aralığı, m

n= Ağaç başına damlatıcı ya da çıkış sayısı, ad

S_s = Sıra aralığı, m

S_a = Sıra üzerindeki ağaç aralığı, m

Tarla bitkileri ve sebzeler için k katsayısı değeri 1,0 alınır. Meyve ağaçları ve bağ için k katsayısı hafif bünyeli topraklarda 1,0, orta bünyeli topraklarda 1,2, ağır bünyeli topraklarda ise 1,3 alınır (Yıldırım, 1996).

Damlatıcı aralığı ve damlatıcı debisi seçilirken dikkat edilmesi gereken bir nokta da damlatıcı aralığının mümkün olduğu kadar geniş tutulması ve damlatıcı debisinin en az olmasıdır. Bu sistem maliyetini ciddi şekilde azaltmakla beraber su kullanımını düşürmektedir.

Damlatıcı ve Damlatıcı Debisi

Damla sulama sistemlerinde lateral borulardan suyun çıkışını damlatıcılar sağlamaktadır. Damlatıcılar içten geçik ya da dışarıdan takılabilen tiplerde olabilir. Dışarıdan takılabilen damlatıcılar deliksiz borunun üzerine delik açarak yerleştirme suretiyle kullanılırlar. İçten geçik damlatıcılar fabrika

üretimi esnasında belirli sabit aralıklarla damla sulama borularına yerleştirilirler. Günümüzde içten geçik damlatıcılı damla sulama boruları yaygın olarak kullanılmaktadır.

Damlatıcılar standart olarak 1, 1.1, 1.6, 2, 2.3, 3, 3.5, 4 L/s debili olmak üzere üretilirler. Nominal debi 1 ATM basınç altında damlatıcıdan alınan debidir. Damlatıcı giriş basıncının bir başka deyişle işletme basıncının artması ya da azalmasıyla değişiklik gösterirler ve üretici firmanın teknik çizelgelerinde detaylı olarak açıklanmaktadır.

Yüksek eğimli arazilerde sulama ve sulama ile gübreleme yeknesaklığını sağlamak için damla sulama boruları yapılan hesaplar dahilinde eğimsiz araziye oranla daha kısa hatlar oluşturacak şekilde serilir. Pratikte hattın sonundaki ve başındaki damlatıcı debilerinin birbirine çok yakın olması sağlanır. Ancak yüksek eğimli arazilerde bu ana boru ve manifold boru maliyetlerini artırdığı için basınç regülatörlü damlatıcılı damla sulama boruları geliştirilmiş ve piyasada yaygın olarak kullanılmaktadır.

Basınç regülatörlü bir damlatıcıda basınç ayarını özel bir membran sağlamaktadır. Bu membran damlatıcının içinden suyun sabit bir debide akmasını sağlar. Basınca karşı toleranslıdır ancak fazla basınçta membran damlatıcı deliğini kapatarak suyun tamamının dışarı verilmesini engellemektedir.

Damlatıcı debisi yeterli ıslatma koşulunun elde edildiği durumda en düşük debili olarak seçilmelidir. Bu sulama sisteminde kullanılan suyu azaltacağı gibi, bitki besin elementlerinin derine yıkanması gibi bir sorunla karşılaşma olasılığını düşürecektir.

İşletme Basıncı

İşletme basıncı lateral boru içerisindeki ilk damlatıcıya giriş basıncıdır (Korukçu ve Yıldırım, 1999). İşletme basıncı ve lateral borunun serme mesafesi arasında doğrusal bir ilişki vardır. Günümüzde üretilen damlatıcıların en düşük çalışma basıncı 0.5 ATM, en yüksek çalışma basıncı ise 4.0 ATM' dir. Damla sulama borularının düşük basınçta çalıştırılması durumunda lateral boruların serme mesafesi kısılacaktır. Aynı zamanda damlatıcıların tıkanması, damla sulama borularının içerisinde kimyasal madde birikimi ve organik madde oluşumu gibi sorunlarla karşılaşılabilir (Yıldırım 2008). Damla sulama borularının yüksek basınçta çalıştırılması durumunda ise boruların bağlantı yerlerinden sızma hatta patlama gibi durumlarla karşılaşılabilir.

Her Sulamada Uygulanacak Sulama Suyu Miktarı

a) Tarla Kapasitesi: Serbest drenaj koşullarında, toprak tanelerinin yerçekimine karşı tuttuğu nem miktarıdır (Yıldırım, 1996).

b)Solma Noktası: Bitkilerin kökleri aracılığıyla topraktan su alamadıkları, toprağa su verilse bile eski durumuna dönemeyecekleri koşullardaki toprak nemidir (Yıldırım, 1996).

Her sulamada uygulanacak sulama suyu miktarı eşitlik yardımıyla bulunur.

$$d_{nmax} = \frac{(TK - SN) \times R_y}{100} \gamma_t DP$$

Eşitlikte;

d_{nmax} =Her sulamada uygulanacak sulama suyu miktarı, mm

R_y = Kullanılabilir su tutma kapasitesinin tüketilmesine izin verilen kısmı

D = Islatılacak toprak derinliği, mm

P = Islatılan alan oranı, %

TK = Tarla kapasitesi, %

SN = Solma noktası, %

Her Sulamada Uygulanacak Toplam Sulama Suyu Miktarı

Her sulamada uygulanacak toplam sulama suyu miktarı, net sulama suyu miktarının su uygulama randımanına bölünmesiyle elde edilir. Toplam sulama suyu miktarının hesaplanmasında eşitlikten yararlanılır.

$$d_t = \frac{d_n}{E_a}$$

Eşitlikte;

d_t = Her sulamada uygulanacak toplam sulama suyu miktarı, mm

d_n = Her sulamada uygulanan net sulama suyu miktarı, mm

E_a = Su uygulama randımanıdır.

Su uygulama randımanı projelendirme aşamasında basınç regülatörlü damlatıcı kullanılıyorsa %95, basınç ayarsız damlatıcı kullanılıyorsa %90, dıştan takılabilen damlatıcı kullanılıyorsa %80-85 olarak kullanılmalıdır.

Damla Sulama Yöntemi Altında Bitki Su Tüketimi

Damla sulama yönteminde evaporasyon miktarı az olduğundan dolayı evapotranspirasyon da daha az olacaktır. Bu sebeple bitki su tüketimi gölgelenen alan yüzdesi ile düzeltilerek damla sulama yöntemi altında bitki su tüketimi hesaplanır. Gölgelenen alan yüzdesi bitkinin gelişmesini maksimuma ulaştırdığı dönemde gölgelenen alanın dikili alana oranı olarak tanımlanabilir.

Hesaplama eşitlikten yararlanılır.

$$T = ET \frac{P}{85}$$

Eşitlikte;

T = Damla Sulama yöntemi altında bitki su tüketimi, mm/gün

ET = Bitki su tüketimi, mm/gün

P = Gölgelenen alan yüzdesi, %

Maksimum Sulama Aralığı

Maksimum sulama aralığı eşitlik yardımı ile hesaplanır.

$$SA_{max} = \frac{d_{n_{max}}}{T}$$

Eşitlikte;

SA_{max} = Maksimum sulama aralığı, gün

$d_{n_{max}}$ = Her sulamada uygulanacak maksimum net sulama suyu miktarı, mm

T = Damla sulama yöntemi altında bitki su tüketimi, mm/gün

Bir Dekar Alandaki Damlatıcı Sayısı

$$N = \frac{1000}{S_l S_d}$$

Eşitlikte;

N = Bir dekara alandaki damlatıcı sayısı, ad

S_l = Lateral aralığı, m

S_d = Damlatıcı aralığı, m

Sulama Süresi

Damla sulama yönteminde sulama süresi eşitlik ile hesaplanır.

$$T_a = \frac{1000 d_t}{qN}$$

Eşitlikte;

T_a = Sulama süresi, h

q = Damlatıcı debisi, L/h

N = Bir dekardaki damlatıcı sayısı, adet

d_t = Her sulamada uygulanacak toplam sulama suyu miktarı, mm

İşletme Birimi Sayısı

Damla sulama sisteminde proje alanı belirli sayıda işletme birimine ayrılır ve her işletme birimine bir manifold boru hattı hizmet eder. İşletme birimindeki tüm lateral borular manifold boru hattına bağlanır. Maksimum işletme birimi sayısı eşitlik yardımıyla bulunur.

T_g/T_a oranı kesirli bir değer çıktığında daima bir alt tamsayı dikkate alınmalıdır (Yıldırım, 2008).

$$N_{max} = \left(\frac{T_g}{T_a}\right) SA$$

Düzensiz topografyalı arazilerde işletme birimlerinin eşit parçalara ayrılması zordur. Bu nedenle işletme birimi ve sayılarını birçok etmen etkilemektedir. Bunlar; eğimin değişkenliği, karelajın düzensiz yapılmış olması, arazi içerisindeki dereler, tarım makinelerinin çalışmasının risk altında olduğu yerler, dikim yönünün değişkenliği, arazinin geometrik bir şekle sahip olmaması gibi arttırılabilecek etkenlerdir.

Hidrolik Dizayn Esasları

Lateral Boruların Tasarımı

Lateral borular içlerine geçik ya da üzerine takılı olan damlatıcılar aracılığıyla bitki kök bölgesine su veren borulardır. PE hammaddeden üretilirler. Fabrika çıkışı olarak yassı ve ya yuvarlak olarak üretilirler. Yassı damla sulama lateralleri 60, 80, 125 mil et kalınlıklarında üretilip genellikle sık dikilen bitkilerin sulanmasında kullanılırlar. Genellikle basınç ayarsız üretilirler. Özel isteğe bağlı olarak basınç regülatörlü de üretilirler.

Yuvarlak borular ise çok yıllık bitkilerin sulanmasında kullanılırlar. Et kalınlıkları 0.9- 1.2 mm arasında değişir. Basınç regülatörlü ve normal olarak piyasada bulunur. Yuvarlak borular için toprak altı damla sulamalarda kullanılmak üzere geliştirilmiş anti sifon özelliğine sahip olan in-line damlatıcılar mevcuttur.

Damla sulama sistemlerinde eğimsiz koşullarda, sulama parselinde oluşacak yük kayıplarının işletme basıncının %20' sini aşmadığı koşullarda kabul edilir düzeyde eş su dağılımı sağlandığı varsayımı yapılmaktadır (Yıldırım ve ark., 1999, Yıldırım, 2008).

$$h \leq 0.2h_0$$

Sulama parselinde oluşacak yük kayıplarının en çok % 55' inin lateral boru hattı boyunca, % 45' inin ise manifold boru hattı boyunca oluşması optimum çözüm için istenmektedir. Eğim de göz önüne alındığında lateral boru hattı boyunca izin verilen yük kayıpları ve manifold boru hattı boyunca izin verilen yük kayıpları eşitliklerde verilmiştir.

$$h_l = 0.55h \pm h_{gl}$$

Eşitlikte;

h_l = Lateral hattında izin verilen yük kayıpları

h_{gl} = Eğimden kaynaklanan yükseklik farkı

h = İşletme biriminde izin verilen yük kayıpları

$$h_m = 0.45h \pm h_{gl}$$

Eşitlikte;

h_m = Manifold hattında izin verilen yük kayıpları

Lateral boruda oluşan sürtünme kayıpları Hazen – Williams formülüyle hesaplanabilir. Ancak debi hat içinde sabit olmayıp sürekli azaldığı için sürtünme kaybı hesaplanırken bir sürtünme faktörüyle düzeltilmesi gerekmektedir (Yıldırım ve ark., 1999, Yıldırım, 2008). F düzeltme faktörleri çizelge 2.1' de verilmiştir.

Bu durumda lateral boru hattında sürtünme kaybı eşitlik ile açıklanabilir.

$$h_{fl} = Hfl.L.F \leq h_l$$

Eşitlikte;

h_{fl} = Lateral hattında yük kaybı, m

Hfl = Lateral hattında sürtünme kaybı, m/m

L = Lateral hattı uzunluğu, m

F = Düzeltme faktörü

h_l = Lateral hattı boyunca izin verilen yük kayıpları

Çizelge 1. F düzeltme faktörleri (Yıldırım ve ark., 1999, Yıldırım, 2008)

Damlaticı ya da Lateral sayısı	F faktörü	Damlaticı ya da Lateral sayısı	F faktörü
8	0.415	20	0.376
10	0.402	25	0.371
12	0.394	30	0.368
14	0.387	40	0.364

16	0.382	50	0.361
18	0.379	100 ve fazla	0.356

Manifold Boruların Tasarımı

Manifold borular damla sulama sisteminde her sulama parselindeki lateral borulara su götüren borulardır. Hammaddesine göre PE ve ya PVC olarak kullanılabilirler.

Manifold borular tasarlanılırken göz önüne alınması gereken en önemli noktalardan biri boru delinip mukavemeti azalacağı için en az 6 ATÜ basınç dayanımı olan boruların manifold boru olarak kullanılmasıdır.



Bir diğer önemli nokta ise manifold boru içerisinde su akış hızının 1.8 m/s civarında tutulması ve 2.3 m/s hızı geçmemesidir. Hızın 2.3 m/s' yi geçmesi durumunda boru içerisindeki sürtünme kaybı gereğinden fazla artacak ve işletme birimindeki son damlatıcıya su götürmek için sisteme verilmesi gereken basınç artacaktır. Bu durum pompa çıkış basıncını arttıracığı gibi gereksiz enerji masraflarını ve bir kalın et kalınlığındaki boruyu kullanmak gerekliliğini doğurabilmektedir. Bazı zorunlu durumlarda suyun akış hızını arttırmak, bayır aşağı döşenmiş bir manifold sisteminde oluşan basıncı kırmaktadır.

Borudan geçen akışkanın hızı, debisi ve boru kesit alanı arasındaki ilişkiyi süreklilik denklemi açıklamaktadır (Yenice, 2009).

Süreklilik denklemi eşitlikte verilmiştir.

$$Q = A.V$$

Tam dolu akış koşullarında boru kesit alanının süreklilik denklemiyle düzeltilmesiyle eşitlik ile elde edilir.

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} \cdot V$$

Eşitliklerde;

Q = Manifold debisi, m³/s,

D = Boru çapı, m

V = Akışkan hızı, m/s

A = Kesit alanı, m²

Pratik olarak boru çapı bu denklemden belirlenebilir. Manifold boru tasarlanırken manifold boruda oluşacak sürtünme kaybının bilinmesi pompa seçimi ve ana boru dizaynı yapmak için gereklidir.

Sürtünme kaybı pek çok yöntemle bulunacağı gibi Williams ve Hazen yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Williams ve Hazen sürtünme kaybı denkleme eşitlikte gösterildiği gibidir (Christiansen, 1942).

$$H_f = 1.131 \times 10^{12} \times (Q/C)^{1.852} \times D^{-4.87}$$

Eşitlikte;

Q = Debi (m³/h)

D = Boru iç çapı (mm)

C = Boru cinsine bağlı yapım katsayısı

H_f = Sürtünme kaybı (m/1000m)

Sürtünme kaybı üretici firmaların hazırlamış olduğu sürtünme kayıpları çizelgelerinden doğrudan da alınabilir.

Sulama parselinde oluşacak yük kayıplarının en çok %55'i lateral borularda, %45' i ise manifold borularda oluşması sistemin optimum olarak çalışmasını sağlamaktadır (Yıldırım ve ark.,1999). Bu durumda manifold boruda izin verilen yük kaybı eşitlik 2.30 ile hesaplanabilir.

$$h_m = 0.45h^+h_{gm}$$

Eşitlikte;

h_m =Manifold boruda izin verilen yük kaybı, m

h = İşletme biriminde izin verilen yük kaybı, m

h_{gm} = Manifold boyunca kot farkı, m

İşletme biriminde izin verilen yük kaybı teorik olarak işletme basıncının %20' sini aşmaması durumunda eğimsiz koşullarda eş su dağılımı yapıldığı varsayılmaktadır (Yıldırım ve ark, 1999).

Sistemde manifold boru hatlarının uzun mesafelerde çap değiştirmeden gitmesi ekonomik ve hidrolik olarak doğru değildir. Manifold debisi hat boyunca azalacağı için lateral giriş basıncı da azalacak belki de damlatıcıların çalışmamasına sebebiyet verecektir. Bu sebeple tasarım yapılırken gerek görülen yerlerde bir alt boru çaplarına düşülmelidir. Bu manifold boru maliyetini de azaltacaktır.

$$h_{fm} = Hfm.L.F \leq h_m$$

Eşitlikte;

h_{fm} = Manifold hattında yük kaybı, m

Hfm = Manifold hattında sürtünme kaybı, m/m

L = Lateral hattı uzunluğu, m

h_m = Manifold hattında izin verilen yük kaybı

Lateral ve Manifold Giriş Basıncı

Sistemde kritik lateral hattı dikkate alındığında tüm damlatıcı basıncı ortalamasının işletme basıncına eşdeğer olması istenmektedir. Lateral ve manifold hatlarda basıncın oluştuğu yer eğime bağlı olarak değişmektedir (Yıldırım ve ark., 1999). Lateral ve manifold giriş basınçları sırasıyla eşitliklerde verilmiştir.

$$H_l = h_o + E_0 h_{fl} \pm L_0 h_{gl}$$

$$H_m = h_o + E_0 h_{fm} \pm L_0 h_{gm}$$

Eşitliklerde;

H_l = Lateral giriş basıncı, m

h_o = İşletme basıncı, m

E_0 = Boyutsuz yük kaybı oranı

h_{fl} = Lateral boru hattında oluşan toplam yük kayıpları, m

L_0 = Boyutsuz uzunluk oranı

h_{gl} = Lateral boru hattı boyunca eğimden kaynaklanan yükseklik farkı (bayır aşağı eğimde, - alınır), m

H_m = Manifold giriş basıncı, m

h_{fm} = Manifold boru hattında oluşan yük kayıpları, m

h_{gm} = Manifold boru hattı boyunca eğimden kaynaklanan yükseklik farkı ,m

Çizelge 2. E_0 ve L_0 boyutsuz parametreleri (Yıldırım ve ark., 1999)

Lateral ya da Manifold Eğimi	Boyutsuz Yük Kaybı Oranı	Boyutsuz Uzunluk Oranı
S (%)	E_0	L_0
0.00 Eğimsiz	0.738	0.370
0.25 Bayır Aşağı Eğim	0.724	0.358

0.50 Bayır Aşağı Eğim	0.705	0.346
1.00 Bayır Aşağı Eğim	0.675	0.328
2.50 Bayır Aşağı Eğim	0.636	0.288
5.00 Bayır Aşağı Eğim	0.510	0.230
0.25 Bayır Yukarı Eğim	0.748	0.380
0.50 Bayır Yukarı Eğim	0.760	0.396
1.00 Bayır Yukarı Eğim	0.780	0.414
2.50 Bayır Yukarı Eğim	0.807	0.436
5.00 Bayır Yukarı Eğim	0.843	0.468

Bu durumda manifold boru hattı boyunca çap değişmeyecekse manifold giriş basıncının bulunması için eşitlik kullanılmalıdır.

$$H_m = H_l + E_0 h_{fm} + L_0 h_{gm}$$

Eşitlikte;

H_m = Manifold boru giriş basıncı

H_l = Lateral boru giriş basıncı

E_0 = Boyutsuz yük kaybı oranı

h_{fm} = Manifold boru

L_0 = Boyutsuz uzunluk oranı

h_{gm} = Geometrik yükseklik farkı

Ana Boruların Dizaynı

Ana boruların dizaynında eğer sulama pompa birimi ile gerçekleştiriliyorsa sistem maliyeti ve işletme giderleri göz önünde bulundurulmalıdır. Kaba olarak ana boru çapı süreklilik denklemiyle bulunabilir. Ancak uzun vadede işletme giderleri göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle sonuca en iyi şekilde Keller yöntemiyle ulaşılmalıdır.

Yüksek eğimli arazilerde genellikle arazinin en yüksek kotuna hazırlanan su biriktirme yapısından su dağıtımı sağlanmaktadır. Bu durumda ana boru çapı süreklilik eşitliğiyle belirlenmelidir. Boru çapları boru içerisinde oluşacak fazla basıncı kırarak özellikle daraltılmalı ya da genişletilmelidir. Uygun görülen yerlere basınç regülatörleri, borunun içerisinde birikip boruyu sıkıştıran havanın atılması için vantuzlar, sulama parsellerinin girişinde istenen basınçtan fazlası olma durumunda ise basınç regülatörleri ve ya selonoid vana konulmalıdır. Suyun hedeflenen noktaya çıkamaması durumunda ise boru çapı olabildiğince genişletilip sürtünme kayıpları azaltılmalı gerekirse in line pompa konulmalıdır.

Ana Boru Hattında İstenen Basınç

Ana boru hattında istenen basınç eşitlik yardımıyla bulunur.

$$H_a = H_m + H_y$$

Eşitlikte;

H_a = Ana boru hattında istenen basınç, m

H_m = Manifold giriş basıncı, m

H_y = Yersel kayıplar, m

İsale Hatlarının Dizaynı

İsale hattı pompadan alınan suyun sulama havuzuna ya da tankına iletimi için kullanılan borulardır. İsale hattı dizayn edilirken dikkat edilmesi gereken nokta suyun depolandığı yerde 0 ATM basıncı geçecek şekilde basınç oluşturulmasıdır. İsale hattının tasarımında süreklilik eşitliği kullanılır ve sürtünme kaybı hesaplanmasında Williams – Hazen eşitliği kullanılır.

İsale hattında meydana gelen yük kaybı; düz borudaki sürtünme kaybı ve yersel kayıpların toplamının geometrik yükseklikle düzeltilmesinden ibarettir (Yenice, 2009). Eşitlik ile hesaplanmaktadır.

$$H_k = h_k + h_f + h_g$$

Eşitlikte;

H_k =Yük kaybı, m

h_k =İsale hattında oluşacak sürtünme kaybı

h_f = Yersel kayıplar,m

Yersel kayıplar eşitlik ile hesaplanmaktadır.

$$h_f = k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

Eşitlikte;

h_f = Yersel kayıplar,m

V = Boru içerisindeki ortalama hız, m/s

k = Şekli boru parçasına ait katsayı, m

g = Yerçekimi ivmesi, m/s²

Şekli boru parçalarına ait katsayılar ilgili hidrolik ve mekanik kitaplarından alınabilir.

Geometrik yükseklik suyun eğim yukarı gidişinde pozitif, eğim aşağı gidişinde negatif değeri almaktadır.

İsale hattı tasarımında mevcut bir pompa varsa pompa karakteristik eğrileri incelenmeli ve optimum verimde çalıştığı durumdaki basma kuvveti dikkate alınarak boru çapı seçimi yapılmalıdır. Mevcut bir pompa yok ve pompa seçimi yapılacaksa pompa çıkış basıncı mümkün olduğu kadar düşük çalışması sağlanacak şekilde tasarım yapılmalıdır. Bu işletme giderlerini azaltacağı gibi bir kalın et kalınlığındaki borunun kullanılmasını önleyecektir.

İsale hattı tasarımında dikkat edilmesi gereken bir nokta da sulama süresi ve sulama aralığıdır. Sulamanın gerçekleştirilebilmesi için su depolanan yapıda en az bir sulamayı gerçekleştirecek kadar

suyun bulunması gerekmektedir. Su depolanan yapının ise en fazla sulama aralığı kadar sürede doldurulması gerekmektedir.

Pompa Seçimi

Sulama projelerinde iki çeşit pompa kullanılmaktadır. Derin kuyularda dalgıç pompalar, keson kuyu ya da göl-göletlerde manometrik yüksekliğin 10 mSS' yi geçmemesi durumunda santrifüj pompalar, 10 metreden fazla manometrik yüksekliğin olduğu koşullarda dalgıç pompalar kullanılmaktadır.

Pompa seçiminde dikkat edilmesi gereken en önemli nokta mümkün olduğu kadar optimum verimde çalışacak pompayı seçmektir. Halihazırda bir pompa birimi varsa hidrolik dizayn pompanın optimum çalışma noktasına göre yapılmalıdır. Pompa seçimi için manometrik yüksekliğin belirlenmesi gerekmektedir. Eşitlik 2.38' den yararlanılabilir.

$$H_m = H_d + H_a + h_{fa} + h_{fkb} \pm h_g$$

Eşitlikte;

H_m = Manometrik yükseklik, m

H_d = Dinamik emme yüksekliği (su boşluğu), m

H_a = Ana boru hattında istenen basınç, m

h_{fa} = Ana boru yük kayıpları, m

h_{fkb} = Kontrol biriminde yük kayıpları, m

h_g = Geometrik yükseklik, m

Manometrik yükseklik ve sistem debisi belirlendikten sonra üretici firmaların hazırlamış olduğu verim eğrileri incelenerek optimum verimle çalışacak pompa seçilir.

Hidrolik Unsurlar

Basınç Regülatörleri

Basınç regülatörleri boru içerisinde yüksek basınçla ilerleyen suyun basıncını kırıp istenen düzeye getiren parçalardır. Ana borularda borunun basınç dayanımının aşılacağı yerlere konulabilmektedir. Manifold borularda da basınç dayanımının aşılacağı yerlere konulduğu gibi lateral

hattındaki damlatıcıların çalışma basıncının artacağı öngörülen yerlerdeki manifold boru bölümlerine konulabilmektedir. PVC ve ya döküm malzemeden üretilirler.



Hidrolik Kontrol Vanaları

Ana vana şebeke hattında, elektrik, pnömatik ve ya mekanik gibi farklı enerji kaynaklarına ihtiyaç duymadan, hat basıncı ile tamamen hidrolik olarak istenilen modülasyon işlemlerini gerçekleştirmek için dizayn edilmiş tam otomatik hidrolik kontrol vanalarıdır. Parçaları, gövde, diyafram, yay baskı halkası, kapak, yay, pul, civata, kaldırma halkasıdır.

Standart olarak 0.7-16 bar arasında çalışırlar. Minimum çalışma sıcaklığı -10°C , maksimum çalışma sıcaklığı 80°C ' dir.

Hidrolik kontrol vanaları sistemlerde opsiyonel olarak çalıştırılırlar. Ancak temel olarak üç modda çalışırlar.

a) Vana Kapama Modu: Ana vana üzerine bağlanmış pilot vanalar, vana girişindeki su basıncını vana aküatörüne ulaştırdığında, vana diyaframı üzerinde su bir hidrolik kuvvet yaratır. Oluşan bu hidrolik kuvvet vananın diyaframını, iç yayın uygulamış olduğu ekstra kuvvet ile birleştirerek tam sızdırmaz bir şekilde kapanmasını sağlar.

b) Vana Açma Modu: Kapalı konumdaki ana vana üzerinde bulunan pilot vananın yolu tahliye konumuna getirilince, ana vananın diyaframı üzerindeki, kontrol haznesinde bulunan basınçlı su tahliye edilir. Hat basıncı, yay kuvvetini yenecek değere ulaştığında, vana diyaframına su alttan hidrolik bir kuvvet uygulayarak vananın tam açık konuma gelmesini sağlar.

c) Modülasyon Modu: Ana vananın modülasyonlu konumda çalışmasını sağlayan, ana vananın aküatörüne bağlanan pilot vanalardır. Ayarlanmak istenen akış miktarı ve ya basınç şartlarına göre, ana vananın aküatöründeki akışkanın basıncını sürekli kontrol ederek modülasyonlu konumda çalışmasını sağlar.

Selonoid Kontrol Vanaları

Kontrol vanaları üzerine monte edilmiş 3/2 yollu selonoid pilot vanalarının uzaktan elektrik sinyali ile kumanda edilmesiyle açma-kapama işlemini gerçekleştiren hidrolik kontrol vanalarıdır. Selonoid pilot vanalara elektrik sinyali bir kontrol cihazı, zaman rolesi, şalter, kontrol ünitesi ve buna benzer kontrol ekipmanları ile sağlanır. Selonoid pilot vananın üzerinde bulunan manuel kumanda vidası sayesinde, kolayca açma-kapama sağlanabilir. Ana vana üzerinde isteğe göre 24 Volt AC 50 Hz ve ya 60 Hz ile 12 Volt DC selonoid bobinler kullanılabilir.



Fazla Basınç Tahliye Vanası

Fazla basınç tahliye vanası su şebekelerinin terfi hatlarında ve pompaların sistemde devreye girip çıkması sonucunda, su hızındaki ani değişimler neticesinde meydana gelen basınç dalgalanmalarını otomatik olarak hızlı bir şekilde atmosfere tahliye eden, şebeke sistemini korumak amacıyla dizayn edilmiş bir emniyet kontrol vanasıdır. Şebeke sisteminin basıncı, ayar noktasını aştığında vana kendini hızlı bir şekilde açar ve fazla basıncı tahliye ederek şebeke sistemini korur. Şebeke sistemindeki basınç değeri normal seviyeye düştüğünde ise vana kendini, darbe oluşturmadan yavaşça ve sızdırmaz bir şekilde otomatik olarak kapatır.

Fazla basınç tahliye vanası sisteme te konfigurasyonunda monte edilir. Vana işlevi tahliye olduğu için vana çapı bağlantı yapılan boru parçasının çapına eşit ve ya bir büyük çap olarak seçilmez. Vana çapı ana boru çapından düşük olmalıdır. Eşitlik yardımıyla bulunabilir.

$$D = \sqrt{\frac{250 \cdot Q}{\sqrt{hm}}}$$

Eşitlikte;

D = Fazla basınç tahliye vanası çapı, mm

Q = Sistem debisi, m³/h

hm = Sistem işletme basıncı, mSS

Koç Darbesi Önleme Vanası

Koç darbesi önleme vanası, uzun su terfi hatlarında, pompaj sistemlerinde enerji kesilmesi sonucu oluşan enerji dalgalarını sönmüleyen ve pompaların sistemde devreye girip-çıkması sonucunda, su hızındaki ani değişimler neticesinde meydana gelen koç darbelerini otomatik olarak hızlı bir şekilde atmosfere tahliye eden, şebeke sistemini korumak amacıyla dizayn edilmiş bir emniyet kontrol vanasıdır. Vana, azalan basınç dalgasını, sahip olduğu basınç sinyal borusu ve düşük basınç pilotu ile önceden hissederek hızlı bir şekilde açılır. Hat basıncı normal seviyeye ulaştığında vana kendini otomatik olarak tam sızdırmaz şekilde kapatır.

Koç darbesi önleme vanası sisteme te konfigurasyonunda monte edilir. Vana çapı seçimi fazla basınç tahliye vanasında anlatıldığı gibidir.

Koç darbesi önleme vanasının seçimi için su darbesinin ne kadar olduğu bilinmelidir. Koç darbesi eşitlik 2.40 ile hesaplanabilir.

$$c = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{S}}}$$

Eşitlikte;

c = Koç darbesi, m

K = Cidar esneklik katsayısı

D = Boru iç çapı, mm

s = Et kalınlığı, mm

K cidar esneklik katsayısı çizelge 2.3' ten boru malzemesinin cinsine göre alınabilir.

Çizelge 3. K cidar esneklik katsayıları

Boru Malzemesi	K Katsayısı
Demir Çelik Boru	0.5
Font Boru	1.0
Kurşun Boru	5.0
Asbestli Çimento Boru	4.4
PVC Boru	33.3
PE100 Boru	377.0

Hidrolik Çekvalf

Hat basıncı ile çalışan sistemlerdeki geri akışı önleyen otomatik hidrolik kontrollü çekvalftir. Çıkış basınç değeri, giriş basınç değerini aştığında vana kendini darbe yaratmadan tam sızdırmaz şekilde kapatır. Giriş basıncı değeri çıkış basıncı değerini aştığında çekvalf kendini yavaşça açar. Böylece pompa start anında oluşan basınç dalgalanmalarını da sönmöler.

Çekvalf sisteme düşey ve ya yatay pozisyonlarda monte edilebilir. Vana minimum açma basıncı 0.5-0.7 bardır.

Pompa Kontrol Vanası

Su şebekelerinin terfi hatlarında kullanılan yatay tip pompaların otomatik olarak devreye almak ve devreden çıkartmak için dizayn edilmiş olan kontrol vanalarıdır. Pompa çalıştırıldığı anda, pompa kontrol vanası kapalı pozisyonudadır. Pompa çalıştırıldığı andan itibaren devrini bulana kadar kendini

kapalı tutar ve yavaşça açar. Pompa çalışması durdurulduğunda kendini yavaşça kapatır. Enerji kesilmesi gibi durumlarda pompa kontrol vanası, pompaya doğru geri akışı önlemek için bir çekvalf olarak çalışır ve sistemde ekstradan bir çekvalf kullanmaya gerek kalmaz.

Vantuzlar

Sistemin hızlı bir şekilde suyla dolmasıyla birlikte sistemin içerisinde bulunan hava, kaçabileceği en uygun yerde toplanır. Bu noktaya monte edilen vantuz havayı hızla dışarı atar. Sistemdeki su vantuza ulaştığında vantuz içerisindeki flatör yukarı doğru hareket ederek otomatik olarak su çıkışını önler.

Sulama bittiğinde sistemdeki su boşaltılırken atmosferdeki havanın boru içerisine dolmasını sağlayarak vakum kuvvetinin boruya zarar vermesini engeller.

Vantuzlar ana ve manifold boru hattı boyunca borunun tümsek yaptığı yerlere monte edilirler.

Filtreleme Sistemleri

Sulama suyunun içerisinde yaşayan organizma olarak bakteri, virüs, mikro yosunlar; askıda kalan madde olarak yosun, silt, alüvyon, kum, kil; çözülmüş mineral olarak Fe, Mn, Cl, K, Ca bulunmaktadır. Filtreleme sulama suyunda askıda bulunan malzemelerin ana ve manifold borular aracılığıyla damla sulama laterallerine girip damlatıcıyı tıkamaması için yapılmaktadır. Su kaynağının türüne ve suyun durumuna göre çeşitli filtre sistemleri kullanılmaktadır.

Çizelge 2.4 de farklı partiküllerin boyutları ve temizleme metodları verilmiştir.

Çizelge 4. Askıda kalan katı maddeler

Çökme Zamanı (her 10 cm)	Boyut	Partikül Tipi	Temizleme Metodu
0.1 s	>10 mm	Çakıl	0.5
1 s	1-10 mm	İri Kum	1.0
10-60 s	100 µm-1mm	İnce Kum	5.0
10-60 dk	1-100 µm	Alüvyon	4.4
Saat-gün	1-10 µm	Kil	33.3

Yıl

<1 µm

Kolloid

377.0

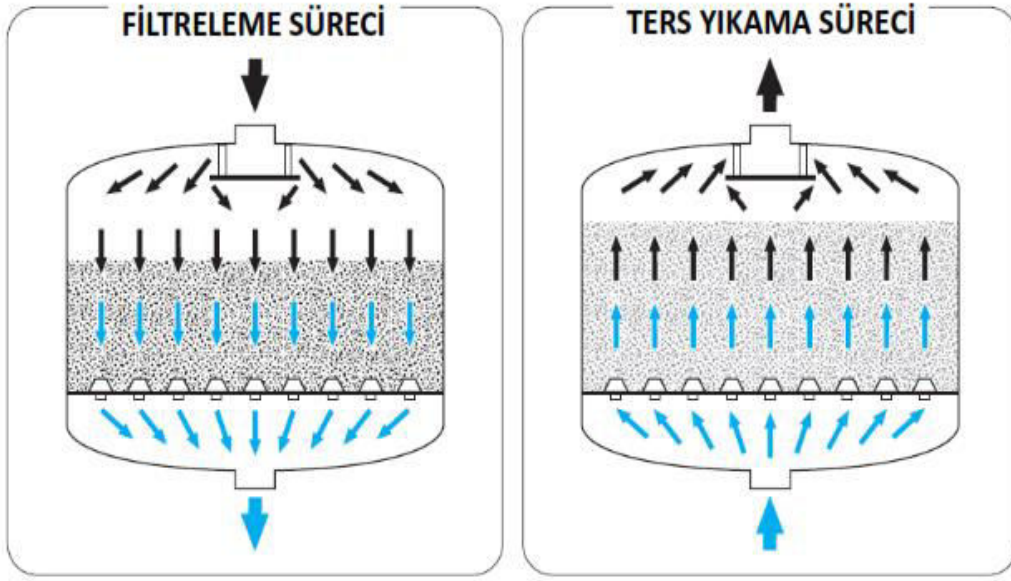
Filtrasyonun gerçekleşmesi için filtre giriş ve çıkışında filtre çeşidine göre belirli bir miktarda basınç farkı oluşmalıdır. Bu basınç farklılığı sayesinde filtreleme gerçekleşmektedir.

Gravel Filtreler

Gravel filtreler içinde kum ve çakıl bulunan sac tanklardan ibarettir. İçindeki kum ve çakıl suda asılı halde bulunan maddeleri yıkar ve filtre eder. Özellikle yosun, organik madde gibi malzemeleri filtrelemekte etkilidir. Çay, dere, göl-gölet, üzeri açık sulama havuzları gibi kaynaklardan suyun alındığı durumda kullanılırlar.



Gravel filtreler fabrika üretimi olarak ters yıkama sistemlidir. Filtre kirlendiğinde üzerindeki vanalar yardımıyla sisteme su girişi engellenir ve yıkama yönü tersine çevrilerek medya içerisinde filtrelenmiş olan malzemeler medya üzerine çıkar ve tahliye borusundan atmosfere verilir. Filtreleme ve ters yıkama süreci gösterilmiştir.



Gravel filtrelerin hacmi filtrelenecek suyun miktarına göre doğru orantılı artmaktadır. Gravel tank ne kadar büyükse filtrasyon o kadar başarılıdır. Gravel filtreler piyasada tek, ikili, üçlü, dördü ve altılı olarak paralel bağlanmış şekilde bulunmaktadır.

Hidrosiklonlar

Hidrosiklonlar içerisi boş konik şekilde sac malzemedan üretilirler. Hidrosiklon içerisine giren su dairesel hareketle hidrosiklonun dış kısmından aşağı doğru iner. Merkezkaç kuvvetinin artırılması sonucu kaba malzemeler hidrosiklonun altındaki tahliye tankına birikirken temiz su yukarı doğru dairesel hareketle çıkar.

Hidrosiklonlar özellikle derin kuyularda kaba malzemenin arıtılmasında etkilidir.



Screen Filtreler

10 mikrondan 500 mikron elek aralığına kadar standart üretilirler. Elek şeklindedir ve bir diğer adı da elek filtredir. Su kaynağından gelen başta yosun ve organik maddeleri tutmakla beraber orta incelikteki malzemeleri tutar. Filtreleme eleğın içinden dışına doğru, temizleme ise filtrenin dışından içine doğru yapılmalıdır.



Disk Filtreler

Disk filtreler birbiri üzerine dizilmiş plakalardan oluşmaktadır. Plakalar arasında 100-130 mikron genişliğinde su geçişi için zig zag yollar bulunmaktadır. Temiz su bunların arasından geçer ve ince malzemeler disklerin arasında tutulur. Filtreleme diskin dışından içine doğru, yıkama ise içinden dışına doğrudur. Belirli aralıklarda filtre komple sökülerek disk civatası gevşetip diskler arası temizlenmelidir. Montaj esnasında disk filtre elementinin ters takılması durumunda filtre patlayabilir.



Tam Otomatik Filtreler

Filtre girişinden giren su, içinde bulunan büyük partiküllerin ince filtreye ve iç parçalara zarar vermesinin önlenmesi için kaba ızgarada bir ön filtrasyona tabi tutulur. Su buradan çok katmanlı ince

filtrenin yer aldığı ikinci filtrasyon kısmına geçer. İnce filtre eleği, aynı zamanda bir ön filtrasyon sağlayan kaba aralıklı ve sağlam bir elek tarafından korunur. İnce filtre üzerinden çıkışa doğru geçen su içerisindeki partiküller filtrenin iç yüzeyinde toplanarak bir pislik tabakası oluşturur. Filtre üzerinde bir basınç farkı yaratan bu tabaka aynı zamanda mevcut ince filtreden daha ince bir filtrasyon sağlar. Bu basınç farkı önceden tespit edilmiş bir seviyeye ulaştığında ince filtrenin temizlenmesi için bir geri yıkama işlemi başlatılmalıdır.

Önceden ayarlanmış değerlerde, geri yıkama kontrol ünitesi yıkama deşarj vanasını açar ve deşarj borusundan atmosfere çıkan güçlü bir geri yıkama oluşur. Bu akış nozülü açıklıkları önünde emme etkisi yaratarak ince filtre üzerinde birikmiş kiri emer. İnce filtre üzerinden emilen kirli su temizleme kolektör borusu ve hidrolik türbinden geçerek drenaj borusundan çıkarken temizleme kolektörünü de döndürür. Türbin bölmesinde ve piston drenajında oluşan basınç düşüşü temizleme kolektörüne eksenel bir hareket verir. Bu dönme ve eksenel hareketin birlikte oluşturduğu sarmal ilerleme emme nozüllerinin tüm ince filtre yüzeyini taramasını sağlar.

Bu işlem sonlandığında, temizleme kolektörü olarak ikinci bir geri yıkama işlemi yaparak eski konuma geri döner ve geri yıkama süreci tamamlanır. Geri yıkama sırasında filtrasyon işlemi kesintisiz devam eder. 20-30 saniye süren geri yıkama sürecinin peşinden filtre bir sonraki basınç farkı sinyaline kadar hazır olarak bekler.

Elektrik destekli modelde ise filtrenin üzerindeki bir zamanlayıcı aracıyla filtrenin istenen zaman aralıklarında temizleme otomatik devreye girecek şekilde ayarlanır. Filtre hem kirlendiğinde hem de belirlenen zaman aralıklarında temizlenir.



Gübreleme ve Gübreleme Yöntemleri

Sulama ile birlikte gübreleme, bitki besin maddelerinin sulama ile birlikte toprağa verilmesi olarak tanımlanabilir. Fertigasyonun etkinliği için gübrenin basınçlı sulama sistemleriyle toprağa verilmesi gerekmektedir (Imas, 1999).

Gübre Tankı Hacminin Hesaplanması

Gübre tankının hacmini hesaplamak için eşitlik kullanılabilir.

$$V = \frac{F_r \cdot A}{C}$$

Eşitlikte;

V = Gübre tankı hacmi, L

F_r = Bir sulamada uygulanacak gübre miktarı, kg/ha

A = Sulanacak alan, ha

C = Gübre tankındaki eriyiğin konsantrasyonu, kg/L

Gübreleme Hızının Hesaplanması

Gübreleme hızı eşitlik ile hesaplanır.

$$q_c = \frac{F_r A}{c' t_r T_a}$$

Eşitlikte;

q_c = Gübre tankından sisteme uygulanan gübreleme hızı, L/h

F_r = Bir sulamada uygulanacak gübre miktarı, kg/ha

A = Sulanacak alan, ha

c' = Gübre çözeltisindeki besin elementinin gerçek konsantrasyonu

t_r = Sulama süresi ile gübreleme süresi arasındaki oran

T_a = Sulama süresi, h

Gübreleme Sistemleri

Gübreleme sistemleri piyasada basit ve otomasyona dayalı sistemler olarak bulunmaktadır. Basit sistemler olarak by-pass gübre tankı, venturi enjektörü, hidrolik enjektör sistemleri örnek verilebilir. Otomasyona dayalı sistemlere ise verilen örnekler kullanılan makinenin özelliğine göre değişebilmektedir.

By-Pass Gübre Tankı

İçi boş, sac malzemedен üretilen ve giriş, çıkış, tahliye açıklıkları ve gübre kapağından başka bir açıklığı bulunmayan bir alettir. Hidrolik olarak çalışır. Sistemde filtrenin hemen çıkışına ya da ana boru üzerine paralel bir şekilde bağlanırlar. Basınç farkıyla çalışır ve eriyik gübre karışımını sisteme by-pass yoluyla verir.

Gübre tankının en önemli dezavantajları, bir gübrelemede sisteme verilen konsantrasyonun stabil tutulamaması ve gübreleme hızının net olarak ayarlanamamasıdır.

Venturi Enjektörü

Gübre enjektörü içinden geçen suyun, kesit alanının daralması ve daha sonra da genişlemesi sonucu en dar olan bölgede vakum oluşur. Oluşan bu vakumun etkisiyle gübre tanktan sisteme çekilir ve venturiden geçmekte olan su ile karışarak taşınır (Demir ve ark., 1995).

Enjektörün çalışması için, venturiye girişteki su ile çıkıştaki su-gübre karışımının aralarında bir basınç farkı olması gerekir (Demir ve ark., 1995).

Hidrolik Enjektörler

Gübre pompası, bir ve ya daha fazla tank içinde hazırlanmış gübre çözeltilerini sistemin ana borusuna enjekte etmekte, böylece sulu gübre sisteme verilmektedir. Bu tip enjektörlerin çalışması için gereken kuvvet çoğunlukla basit bir motorla sağlanır (Demir ve ark., 1995).

Basit sistemler arasında en problemsiz çalışma sistem hidrolik enjektör sistemidir. Hidrolik enjektörle gübreleme hızı ve konsantrasyonu istenilen şekilde ayarlanabilir.

DAMLA SULAMA SİSTEMLERİNİN İŞLETME VE BAKIMI

Soğuğa, güneş ışığına ve sıcaklığa karşı daha dayanıklı hale getirilen Sunstream Damla Sulama Sistemleri iyi kullanılmaları şartıyla yıllarca sizlere hizmet edebilecek özelliklere sahiptir. Bunun temini için aşağıda bulunan tavsiyelere uyulması yararlı olacaktır.

1. Ekipmanların uzun ömürlü olmasını sağlamak, tamir ve değiştirilmelerinde minimum maliyet için damlama sulama sistemi dikkatli bir şekilde çalıştırılıp, korunmalıdır.

2. Sistem önce düşük debide çalıştırılıp lateral ve ana boru hatları su ile doldurulup, kör tapa açık bırakılarak sistemin temizlenmesi sağlanmalıdır.

3. Yabancı maddelerin girmemesi ve damlatıcıların tıkanmaması için pompa emme borusuna süzgeç takılmalıdır.

4. Sistemde kullanılan filtre grubunun sulama suyunun özelliğine göre bakımlarının yapılması gerekmektedir.

5. Çok yıllık olarak kullanılan boruları sezon sonu toplamadan önce son sulama suyunda asit uygulaması yapılarak temizlenmesi gerekmektedir.

6. Sunstream damla sulama borularını temizlemek ve de bitkilerin besin maddesi gereksinimi karşılamak amacı ile sulama sezonu boyunca Nitrik asit (%0,03'lük HNO_3) veya Fosforik asit, sistem tıkanmalarını önlemek için Hidro Klorik (HCl) veya Sülfirik asit (H_2SO_4) uygulaması yapılmalıdır. Uygulama dozu sulama sezonu boyunca 3 veya 4 sulamada bir defa dekara 1 L gelecek şekilde uygulanmalıdır.

7. Her asit uygulaması sonunda borulara temizlik için sulama suyu verilmeli ve Sunstream damla sulama borularının hat sonlarındaki kör tapaları açılarak boru içinde toplanan tortu ve yabancı maddeler dışarı atılmalıdır.

8. Her sulama sezonu içinde mutlaka en az 3 – 4 sulamada bir hat sonları açılarak boru temizliği yapılmalıdır.

9. Sunstream damla sulama sisteminde kullanılan gübrelerin, sıvı veya suda kolay eriyebilen granül veya toz gübrelerden seçilmelidir.

10. PE damla sulama boruları kemirgen hayvanlara karşı korunmalı, hayvan türüne uygun olarak tarla ilaçlanarak zararlıların boruları tahrip etmesi önlenmelidir.

11. Böcek zararlılarına karşı, görüldüğü zaman gübreleme tankından böcek ilacı uygulaması yapılmalıdır. Uygulama zararlı tespiti yapılan ilk sulamada ve takip eden her iki sulamada bir uygulanmalıdır.

12. Damla sulama boruları bir sonraki kullanım için toplanmadan önce yukarıda belirtilen koşullarda yıkayıp, boru içinde oluşabilecek mikro organizmalara karşı dikkatli olunmalıdır.

13. Toplanan boruların depolanmasında, kemirgen hayvanlar ve kemirgen böceklerden uzak depolarda muhafaza edilmelidir.

14. Sunstream damla sulama boruları üzerinden asla tarım araçları, tekerlekli, paletli ve benzeri alet ve ekipmanlar geçirmeyiniz, ayak ile basmayınız ve hasat esnasında çiğnemeyiniz.

15.Tarımın gereği kullanılan çapalama, kesme, budama, ilaçlama gibi koşullarda kullanılan makine, alet ve takımlarla yapılan işlemlerde Sunstream damla sulama borularını ve sistemini bu aletlerin kesici kırıcı, parçalayıcı, yaralayıcı, ezici etkileri dışında tutulması gerekmektedir.

16.Ürünlerin hasadı esnasında kullanılan hasat makineleri, ürün toplama kapları, el aletleri gibi ekipmanları Sunstream damla sulama boruları ve sistemine hasar vermeyecek şekilde kullanılmalı, borular üzerine herhangi bir şekilde kullanılacak aletler koyulmamalıdır.

17.Tarla bakımı ve hasat için bırakılan servis alanlarında ve yakınında bulunan Sunstream damla sulama boru ve sistemleri koruma altına alınarak dış etmenlerden gelen ve yukarıda belirtilen olumsuz koşullardan korunmalıdır. Ayrıca bu alanlarda yoğun insan ve araç trafiğine maruz kalacağından araçların ve insanların borulara basmaması, ezmemesi, bükmemesi gerekmektedir.

18.Sunstream damla sulama borularının kullanma süreleri, boru et kalınlıklarına göre değişmektedir.

19.Özellikle iklimi soğuk olan yerlerde, sisteme ait parçaların (özellikle contaların) donmadan dolayı zarar görmelerini önleyebilmek için dikkatli bir şekilde kuru olarak depolanmalıdır.

Zir. Yük. Müh. Kızıldağ Onur, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Yüksek Lisans Semineri, 2014.

Zir. Müh. Sarıkaya Sabri, Onur, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Yüksek Lisans Semineri, 2014.

Anonim, http://www.rggrouppindia.in/agriculture_product.php. (Bak. Tar. 12.12.2012)

Bahar, E., Yavuz, M.Y., Yıldırım, M., Demirel, K., Erken, O., Deveciler, M., 2010.

Gökçeada' da Organik Olarak Yetiştirilen Soya Bitkisinde Farklı Sulama

Düzeylerinin Verime Etkisi, *1. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu*,

Kahramanmaraş

Beyribey, M., akmak, B., Sönmez, F.K., Oğuz, M., 1997. Sulama Őebekelerinde Blaney-

Criddle ve Penman-Monteith Yöntemlerine Göre Sulama Suyu İhtiyacının

Karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi* 1997, 3 (1) 74-78

Christiansen, J.E., 1942. Irrigation by Sprinkling. *University of California College of*

Agriculture Agricultural Experiment Station Berkeley, California, Bulletin 670

Demir, V., Gnll, E., 1995. Damla Sulama Sistemlerinde Kullanılan Gübre ve

Uygulama Ekipmanları. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt: 32 Sayı: 1*

Imas, P., 1999. Recent techniques in fertigation horticultural crops in Israel. *Workshop*

on Recent Trends in Nutrition Management Horticultural Crops. 11-12 Őubat 1999,

Dapoli, Maharashtra, India.

Kanber, R., 1999. Sulama. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 174*,

Yayın No: A-52, Adana

Köksal, A.İ., Yıldırım, O., Dumanoglu, H., Kadayıfçı, A., Güneş, N.,1999. Farklı Sulama Yöntemlerinde Elma Ağaçlarının Su Tüketimi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 2000, 6 (2), 22-29

Yenice, O.T., 2009. Sulamada Pompaj. *T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Ankara*

Yıldırım, O., Korukçu, A., 1999. Damla Sulama Sistemlerinin Projelenmesi. *Ankara*

Yıldırım, O., 2008, Sulama Sistemlerinin Tasarımı. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi*
Yayın No:1565, Ankara

Yıldırım, O., 1996, Bahçe Bitkileri Sulama Tekniği, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi*
Yayınları No: 1483, Ankara