

## DAMLA SULAMA YÖNTEMİ

İsmail ARAS

Toprak Gübre Ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, ANKARA

### ÖZET

Dünya nüfusundaki artış ve küresel ısınmanın da etkileriyle azalan su kaynaklarına olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Kullanılabilir nitelikteki su kaynakları azalmaktadır. Tatlı su kaynaklarının en büyük kullanıcısı tarım sektörüdür. Bu yüzden tarımda kullanılan suyun etkinliğinin artırılması bir zorunluluk haline gelmiştir. Damla sulama, sulama yöntemleri içerisinde suyu en etkili şekilde kullanan yöntemlerden birisidir.

Damla sulama sistemlerinden beklenen yararın elde edilebilmesi, konusunda eğitim almış uzman kişilerce projelendirilmesine ve iyi bir şekilde işletilmesine bağlıdır. Sistem projede öngörüldüğü şekilde araziye uygulanmalı ve işletilmelidir. Damla sulama yöntemi ilk yatırım masrafları yüksek, kullanımı daha fazla bilgi ve beceri istemektedir. Bu yüzden damla sulama yönteminin işletimi hakkında üreticiye gerekli bilgiler verilmeli ve bilinçlendirilmelidir. Böylece sistemlerin daha etkin ve verimli kullanılması sağlanacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Damla sulama, su kaynakları, tatlı su kaynakları, sulama, küresel ısınma

## DRIP IRRIGATION

### SUMMARY

The demand of water is increasing day by day because of global warming and world population increase. Available water resources is diminishing. The major consumer of fresh water resources is agriculture sector. Because of that, increase of the water use efficiency in agriculture has become an urgency. Drip irrigation method is the most efficient one within the methods which using water in effective way.

To get expected benefit from drip irrigation depends on projects designed and managed carefully by the trained specialists and carefully running the drip irrigation. The system should be carried out and processed as suggested in the project. The first investing expenses of the drip irrigation is high and carrying out of drip irrigation requires too much data and skill. Therefore farmers should be informed about management of drip irrigation systems and they should be made conscious of the system. So the use of the system will be more effective and productive.

**Key Words:** Drip irrigation, water resources, fresh water resources, global warming

## 1. GİRİŞ

Artan nüfusun gıda ihtiyacının karşılanabilmesi için birim alandan elde edilebilecek verimin artırılması gerekmektedir. Tarımda yeni teknolojilerin kullanımı, yüksek verimli tohum veya bitki türlerinin geliştirilmesi, iyi bir toprak işleme ve gübreleme, modern bir mekanizasyon, hastalıkla mücadele ve bilinçli sulama yapılarak birim alandan elde edilebilecek gelir artırılabilir.

Son yıllarda aşırı çevre kirliliği sonucu doğal dengenin bozulmasıyla dünyada ve ülkemizde küresel ısınmanın etkileri kuraklık olarak kendini göstermeye başlamıştır. Ülkemizde su kaynaklarının ve yağışların azalması ile oluşan kuraklık tarımsal üretimde sıkıntılar yaratmaktadır. Bu olumsuzluklar, su kaynaklarımızın bilinçli ve ekonomik olarak kullanımını zorunlu kılmaktadır.

Ülkemizin ekonomik olarak tüketilebilir su potansiyeli 110 km<sup>3</sup> tür ve bunun 40 km<sup>3</sup>'ü tüketilmektedir. Bu miktarın %75'i sulamada, %15'i içme ve kullanma sektöründe %10'u ise endüstride kullanılmaktadır(Eroğlu 2003). Tarımsal üretimde suyun bilinçli bir şekilde kullanılması, başta toprak ve su olmak üzere doğal kaynakların sürdürülebilirliğinde

etkili olduğu gibi, gelecek nesillerin tarıma dayalı gereksinimlerinin ve gıda güvenliğinin sağlanmasında da önemli bir yere sahiptir(Köksal 2006).

Tarımsal sulama ile beklenen optimum verim artışını sağlayabilmek için suyun toprağa en ekonomik ve tekniğine uygun bir şekilde verilmesi esastır. Bunu sağlamak içinde, sulama yapılacak arazinin toprak özellikleri, sulama suyunun miktarı ve kalitesi, topoğrafik durum, arazinin büyüklüğü ve şekli, bitki türü, iklim özellikleri, sulama giderleri bölgenin sosyal ve kültürel özellikleri dikkate alınarak göre sulama yönteminin seçilmesi gerekir. Tarımsal sulamalarda su toprağa değişik yöntem ve sistemlerle verilebilmektedir. Günümüzde daha az sulama suyu kullanarak, daha ekonomik uygulamalar ile toprakta drenaj ve tuzluluk sorunu yaratmayacak, verim ve kaliteyi artıracak sulama yöntem ve sistemlerin kullanımı her geçen gün artan düzeyde önem kazanmaktadır(Çetin ve ark. 2006).

Sulamaya açılacak arazilerde sulama yönteminin seçimini esas itibariyle teknik ve ekonomik koşullar belirler. Sulama yöntemlerinin bu koşullar itibariyle birbirlerine göre üstün ve zayıf yönleri vardır. Bütün bu koşullar değerlendirilerek en uygun sulama yönteminin seçilmesi, toprak ve su yönetimi bakımından son derece önemlidir(Çetin ve ark. 2006).

## 2- SULAMA YÖNTEMLERİ

Sulama yöntemi suyun toprağa veriliş şeklini ifade etmektedir. Dünyada ve ülkemizde içme suyunun dahi giderek azaldığı göz önüne alınırsa, gelecekte tarım alanlarında kullanılacak sulama suyunun bulunmasının güçleşeceği şimdiden görülmektedir. Bu aşamada yapılacak ilk iş, aşırı sulamalardan kaçınan, taban suyu çoraklık sorunları yaratmadan, bitkinin istediği zaman ve istediği miktarda su vermek ve bunu da en uygun yöntemle gerçekleştirmektir.

Ancak hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın, sulama yöntemiyle, sulanacak alanda yeknesak bir su dağılımının sağlanması; derine sızma ve yüzey akış kayıplarının en az düzeyde olması, dolayısı ile yüksek sulama randımanlarının elde edilmesi istenir(Şener ve ark. 1995).

Sulama yöntemleri genel olarak 3'e ayrılır.

- Yüzey sulama yöntemleri
- Basıncılı sulama yöntemleri
- Yüzey altı sulama yöntemleri

Yüzey sulama, dışarıdan herhangi bir enerji ve basınç gerektirmeden arazi eğiminden dolayı suyun yerçekimi ile hareket etmesinden yararlanılarak yapılır. Sulama suyu arazinin genel eğimi doğrultusunda aşağı doğru farklı genişliklerdeki kanallarda akıtılır veya etrafi seddelerle çevrilmiş düz bir alanda göllendirilir. Bunlar en yaygın biçimde kullanılan sulama yöntemlerini oluşturmaktadırlar(Kanber ve ark. 2003).

Basıncılı sulama yöntemlerinde ise bir güç kaynağından ya da arazinin topoğrafik özelliklerinden yararlanarak elde edilen enerji ve basınç ile su toprağa farklı sistemlerle(damla, yağmurlama, mini spring vb.) uygulanmaktadır.

Yüzey altı sulama yönteminde ise su; toprak altından kapilar kuvvetlerin etkisi ile bitki kök bölgesine verilir.

Türkiye genelinde DSİ tarafından işletmeye açılan sulama alanlarında sulanan alanın % 94'ünde yüzeysel, % 5'inde yağmurlama, % 1'inde damla sulama yöntemi uygulanmaktadır (Anonim 2007).

### 3. DAMLA SULAMA YÖNTEMİ

Su kaynaklarının yetersizliği sulama randımanı yüksek olan sulama sistemlerinin yaygınlaşmasını gerektirmektedir. Böylece eldeki su kaynakları ile daha geniş alanlar sulanabilmektedir. Ayrıca günümüzde, az işçilik ve az enerji kullanımı gerektiren, verim ve kaliteyi artıran sulama sistem ve yöntemlerinin kullanımının önemi her geçen gün artmaktadır. Bu koşulları en fazla sağlayan yöntemlerden birisi de damla sulama yöntemidir. Özellikle sebzelerin ve meyve bahçelerinin sulanmasında en uygun sulama yöntemi olduğu söylenebilir (Çetin ve ark. 2006).

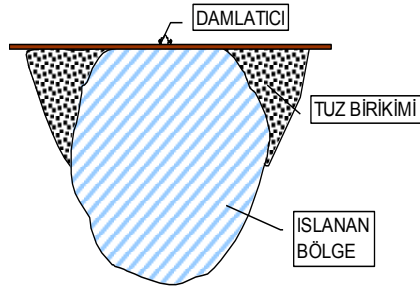
Damla sulama yönteminde temel ilke, bitkide nem eksikliğinden kaynaklanan bir gerilim yaratmadan, her defasında az miktarda sulama suyunu sık aralıklarla yalnızca bitki köklerinin geliştiği ortama vermektir. Bu yöntemde bazen her gün, hatta bir günde birden fazla sulama yapılabilir. Damla sulama yönteminde arındırılmış su, basınçlı bir boru ağıyla bitki yakınına yerleştirilen damlatıcılara kadar iletilir ve damlatıcılardan düşük basınç altında toprak yüzeyine verilir. Su buradan infiltrasyonla toprak içerisine girer, yerçekimi ve kapılar kuvvetlerin etkisi ile bitki köklerinin geliştiği toprak hacmi ıslatılır (Yıldırım, 2004). Damla sulamada sulama suyu yalnızca bitki kök bölgesine verildiğinden, arazinin tamamı sulanmaz. Toprak yüzeyinin önemli bir kısmı kuru kalır. Bu yüzden diğer sulama yöntemlerine göre su kullanım etkinliği çok yüksek olup önemli düzeyde su tasarrufu sağlar (Çetin, 2004). Yüzey sulama yöntemleriyle karşılaştırıldığında damla sulama; yüzey akış ve derine sızma ile oluşan kayıpları da minimize ettiğinden sulama randımanı %70-95 arasında olabilmektedir. Bu yüzden damla sulama yüzey sulama için gerekli olan suyun bulunmadığı alanlarda bitkisel üretimin yapılmasına ve 1 birim su ile daha fazla gelir elde edilmesine imkan vermektedir (Westarp ve ark. 2003).

#### 3.1. Damla sulama yönteminin üstünlükleri

Damla sulama yöntemi diğer sulama yöntemlerine nazaran birçok üstünlüğü olan bir yöntemdir. Bu üstünlükler aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- Arazinin yalnızca belli bir kısmı ıslatıldığından sulama suyu ihtiyacı azdır. Kısıtlı su koşullarında mevcut su ile daha büyük alanlar sulanabilir.
- ıslatılan alan bitki tarafından gölgelenir böylece buharlaşma ile kaybedilen su miktarı az olacağından bitki su tüketimi de diğer yöntemlere nazaran daha az olur.
- Bitki kök bölgesi sürekli nemli olduğu için nem gerilimi düşük olur. Bitki düşük gerilimle tutulan bu nemli kökleri ile fazla enerji harcamadan alır bu da ürün artışını sağlayan en önemli faktörlerdendir.
- Toprak yüzeyinin tamamının ıslatılmaması nedeniyle daha az su kullanılması, derine sızma ile su kaybının olmaması ve eş su dağılımını sağlaması nedeniyle su uygulama randımanı daha yüksektir.
- Sadece bitki sıra üzeri ıslatıldığından sıra araları kuru kalır bu da sulama sırasında diğer tarımsal işlemlerin yapılmasına olanak sağlar.
- Bitki toprak üstü organları ıslatılmadığından bitki hastalık ve zararlılarının gelişmesi önlenir.
- Yabancı ot gelişimi daha azdır.
- Bitki besin maddeleri gerekli olan miktar ve oranlarda sulama ile birlikte bitki kök bölgesine verilebildiği için gübrelemeden en üst düzeyde faydalanılır.

- Erimiş halde bulunan tuzlar, toprak altında oluşan ıslatma alanının dış çeperine doğru itildiğinden(şekil 1) toprakta çözülmüş tuzların yaratacağı ozmatik basınç nedeniyle suyun alımı güçleşmez.



Şekil 1. Damla sulamada kök bölgesinde tuz birikimi.

- Yüksek eğimli ve dalgalı topoğrafyaya sahip alanlarda emniyetli bir şekilde kullanılabilir.

- Diğer yöntemlere nazaran daha az işçilik ister

- Yağmurlama yöntemiyle karşılaştırıldığında daha az işletme basıncıyla çalıştığından enerji masrafları daha azdır.

### 3.2 Damla sulama yöntemini sınırlayan etmenler

Damla sulama sulama yönteminin bahsedilen üstünlüklerine karşın toprak, sulama suyunun niteliği, finans ve çevre koşullarına bağlı olarak kimi sorunlarla karşılaşmaktadır. Diğer yöntemlere nazaran damla sulama yönteminin uygulanmasını kısıtlayan etmenler aşağıda sıralanmıştır.

- Damla sulama yönteminde uygulamada karşılaşılan en önemli sorun damlaticıların tıkanmasıdır. Sulama suyunda bulunan kum, silt parçacıkları, organik, inorganik ve kimyasal maddeler tıkanmaya neden olmaktadır. Bu yüzden iyi bir filtre düzeneğinin kurulması zorunludur.

- Islatılan bölgenin dışına itilen tuzların yıkanması için yağışlar yetersiz ise(yıllık yağış 300mm altında ise) yıkama ihtiyacı ortaya çıkabilir.

- Damla sulama ile ıslanan alanda sürekli nem olacağından bitki kökleri ıslatılan alan ile sınırlı kalacaktır. Özellikle meyve ağaçlarında köklerin fazla gelişmemesi nedeniyle aşırı rüzgarlı havalarda ağaçlarda devrilme riski vardır.

- İlk yatırım maliyeti çok yüksektir.

### 3.3. Damla sulama sisteminin unsurları

Damla sulama sistemi proje şartlarına bağlı olarak çeşitli unsurlardan oluşmaktadır. Bu unsurlar; su kaynağı, pompa, kontrol birimi, ana boru, manifold boru, lateral boru ve damlaticılardan oluşmaktadır.

#### 3.3.1. Su Kaynağı

Damla sulama sisteminde sulama suyunun sağlandığı su kaynağı olarak su deposu, akarsu, gölet, yeraltı suyu, kanal, kanalet veya su deposu su kaynağı olarak kullanılabilir. Su kaynağının fazla miktarda sediment, kum ve yüzücü cisim içermemesi gerekmektedir. Ayrıca kalsiyum, magnezyum ve demir bileşikleri içeren sular damlaticılarda zamanla birikme yapar. Bu bileşikleri fazla miktarda içeren sular damla sulama yöntemi için uygun değildir. Sulama suyunun kaynaktan alındıktan sonra bir havuzda dinlendirilmesi daha sonra sisteme verilmesi önerilebilir.

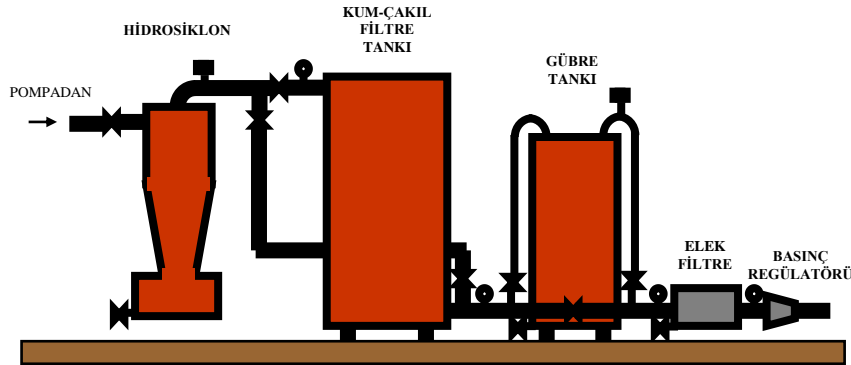
### 3.3.2. Pompa

Sulama suyunu kaynaktan alıp, ana boru, yan boru, lateral ve damlatıcılar vasıtasıyla bitki kök bölgesine iletilmesine sağlayan gerekli güçteki motor ve pompadan meydana gelir. Genel olarak elektrik motorlu pompalar önerilebilir. Ancak elektrik enerjisinin bulunmadığı durumlarda dizel yakıt veya benzinli motorlarla çalışan pompalar ile traktör milinden hareket alan pompalar da kullanılabilir. Eğer su kaynağı ile sulama sistemi arasında en az 15-20 m kot farkı varsa bu durumda pompaya ihtiyaç duyulmayabilir. Bu yükseklik sistemin çalışmasını sağlayabilmektedir(Anonim 2005).

### 3.3.3. Kontrol Birimi

Düşük basınçta çalıştılarından enerji gereksinimleri az olan damla sulama sistemlerinin en önemli elemanı olan damlatıcılar, küçük boşaltım kanallarına sahip olduklarından çok sık tıkanmaktadırlar. Damlatıcılardaki bu tıkanmalar eş su dağılımını dolayısı ile sistemin etkinliğini azaltmaktadır(Nakayama ve Bucks 1981). Damlatıcıların tıkanmaması için sulama suyunun çok iyi bir şekilde süzülükten sonra sisteme verilmesi gerekir. Bu işlem kontrol biriminde yapılmaktadır. Ayrıca bu birimde bulunan basınç regülatörü ve su sayacı sayesinde sisteme verilecek sulama suyunun basıncı ve miktarı denetlenir ve bitki besin maddeleri sulama suyu ile birlikte bitkilere ulaştırılır.

Kontrol birimi pompa ile ana boru hattı başlangıcının arasına kurulur. Kontrol biriminde; hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı, gübre tankı, elek filtre, basınç regülatörü, su ölçüm araçları, manometreler ve vanalar bulunmaktadır.(şekil 2)



Şekil 2. Kontrol birimi elemanları

*Hidrosiklon*, suda bulunabilecek kum parçacıklarının sisteme girmesini engellemek için kullanılır. Özellikle kuyulardan ve akarsulardan sağlanan sularda bulunan kum parçacıklarının tutulmasını ve sisteme girmesini önler.

Halk arasında yosun tankı olarak bilinen *Kum-çakıl filtre tankında*, sulama suyunda bulunan sediment ve yüzücü cisimler(yosun vb.) tutulur. Tank içinde yerleştirilmiş farklı boyutlardaki kum ve çakıldan süzülen su sisteme verilmektedir. Sulama suyu tankın üst kısmından girer alt kısmında süzülerek çıkar. Sulama suyu içerisindeki sediment ve yüzücü cisimler tankın üst kesimde birikmektedir. Bu birikimleri temizlemek için tersten geri yıkama yapılır ve tank içerisinde birikmiş olan kalıntılar tankın üst kısmından alınarak uzaklaştırılır. Ters yıkama işlemi yapılırken giriş ve çıkış vanaları kapatılarak geri yıkama borusunun vanası açılıp su tanka tersten verilir. Giren suyun çıkışı için drenaj borusunun kör tapası ve gerekirse üst kapak açılarak suyun tahliyesi sağlanır. Geri yıkamayı otomatik olarak yapan kum-çakıl tankları da bulunmaktadır. Bu sistemde, kum çakıl tankına giren ve çıkan suyun basınçları farkına göre çalışan algılayıcılar bulunmaktadır. Bu sistem sulama devam ederken çalıştığı

için iki adet kum-çakıl tankı olmalıdır. Birinde geri yıkama çalıştığında, sulama diğer tank ile devam etmelidir. Kum çakıl tankları her sulamadan sonra temizlenmelidir.

Damla sulamada bitki besin maddeleri sisteme sulama suyu ile birlikte verilebilir. Bunu sağlamak için sistemde *gübre tankı* bulunmaktadır. Gübre tankı kum-çakıl tankından hemen sonra ana boru üzerine giriş ve çıkış hortumlarıyla bağlanır. Gübreleme yapılacağı zaman, giriş ve çıkış hortumları üzerindeki vanalar hafif açılırken ana boru üzerindeki vana hafif kapatılarak sulama suyunun gübre tankına girmesi sağlanır. Gübre ile karışan su, sıvı gübre halinde gübre tankının çıkış hortumundan tekrar ana boruya girer ve sisteme verilir.

Kontrol biriminde gübre tankından hemen sonra mutlaka *elek filtre* yerleştirilmelidir. Filtre genellikle silindir şeklindedir. Tek ya da iç içe geçmiş iki filtreden oluşabilir. Elek filtrelerin 80-200 mesh arasında olması önerilmektedir. Elek filtre ile kum-çakıl filtre tankında süzilemeyen sediment ve gübre tankından gelebilecek gübre parçacıkları tutulur. Her sulamadan sonra elek filtreler sökülür ve yıkanarak temizlenir(Yıldırım, 2004).

Elek filtreden sonra sisteme suyun sabit ve belli bir basınç altında girmesini sağlayan *basınç düzenleyicisi* konulur. Basınç düzenleyicileri gerektiğinde manifoldların başına da konulabilir. Yine kontrol biriminde kum-çakıl tankının giriş ve çıkışına elek filtrenin de önüne basınçölçerler yerleştirilir. Böylece basınç değişimleri takip edilerek filtrelerin tıkanma dereceleri belirlenir ve zamanında temizlenir.

### 3.3.4 Ana boru

Suyun kaynaktan alıp, manifoldlara ileten büyük çaptaki çeşitli malzemelerden(PE, PVC, Asbest çimento ve döküm) yapılan borulardır. Ana borular genellikle gömülüdür ve 6 atm işletme basıncına dayanıklı PVC borulardan oluşmaktadır. Fakat küçük sistemlerde 4atm işletme basıncına dayanıklı PE borular olmak şartıyla toprak yüzeyine dönebilir.

### 3.3.5 Yan boru(manifold)

Yan boru hatları sulama suyunu ana borudan alıp laterallere iletir. Yan boru hatlarının neden gerekli olduğu ise, eğer lateraller doğrudan ana boru hattına bağlanırsa, her laterale bir vana bağlanması gerekir. Bu ise hem sistem maliyetini artırır hem de sistemin işletimini zorlaştırır. Bunun yerine belirli sayıdaki lateral boru hatları yan boru hattına bağlanarak ana boru ile bağlantısı bir vana sayesinde sağlanır. Yan boru hatları eğim aşağı veya tesviye eğrilere paralel döşenmelidir(Çetin, 2004)

### 3.3.6 Lateraller

Bitki sıraları boyunca döşenen ve üzerinde damlatıcılar bulunan boru hatlarıdır. Çoğunlukla toprak yüzeyine serilirler ya da özellikler bağlarda olduğu gibi, bitki sıraları boyunca tesis edilen direkler üzerindeki en alt tele bağlanırlar. Lateral boru hatları, genellikle, 4 atm işletme basınçlı, güneşin ultraviyole ışınlarına dayanıklı esnek PE borulardan oluşmaktadır. Boru dış çapları, 12-32 mm arasında değişebilir. Çok yaygın kullanılanlar ise 16mm ve 20mm dış çaplı borulardır(Yıldırım, 2004).

### 3.3.7 Damlatıcılar

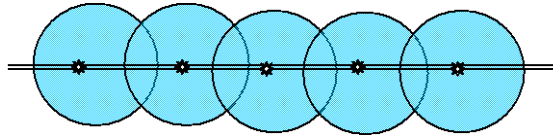
Damla sulama sisteminin en önemli ve en çok üzerinde durulması gereken elemanı damlatıcılarıdır. Lateral borudaki basınçlı suyun basıncını kırarak toprak yüzeyine serbest damlacıklar halinde bırakan delikli parçalara damlatıcı denir. Damlatıcılar içerisinde suyun basıncını kıran çeşitli geometrik şekillerde küçük kanalcıklar bulunur(Anonim, 2005).

Genel olarak damlatıcılar fabrikasyon sırasında lateral içerisine geçirilmiş(inline) ve lateral üzerine geçirilmiş(online) damlatıcılar olarak ikiye ayrılırlar. İline damlatıcılarda, fabrikasyon sırasında damlatıcılar standart olarak belli aralıklarla(0.20, 0.25, 0.30, 0.33, 0.40, 0.50, 0.60, 0.75, 1m) yerleştirilmektedir. Damlatıcı aralığı, proje mühendisinin yapacağı hesaplar neticesinde belirlenmektedir. Online damlatıcılarda ise damlatıcı mesafeleri istenilen

mesafede ayarlanabilmektedir. Bunun için çeşitli aparatlar kullanılarak lateraller de açılan deliklere online damlatıcılar yerleştirilmektedir. Damlatıcıların monte edilmesinde kullanılan aparat uygun değilse damlatıcının bağlandığı noktalardan sızma şeklinde kayıplar olmakta bu da eş su dağılımını ve sulama randımanını olumsuz yönde etkilemektedir.

### 3.4 Damla sulama sisteminde ıslatma desenleri ve lateral tertip biçimleri

Damla sulama yönteminde damlatıcıların genel olarak ıslattığı alan yukarıdan daire şeklinde görülmektedir. Tekil bir damlatıcının toprakta ıslattığı alanın kesiti daha çok bir soğan başına benzemektedir. Bu şekil toprak yapısına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Lateral hat boyunca damlatıcıların birbirini örterek suyun eşit bir şekilde dağılımını sağlayan ıslak bir şerit (şekil 3) oluşturması istenmektedir. Bunun için damlatıcı aralığının çok iyi bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir.



Şekil 3. ideal ıslatma şeridi

Damlatıcı aralığı, toprağın su alma hızı ve damlatıcı debisinin bir işlevidir, ve aşağıdaki formül ile hesaplanabilmektedir(Yıldırım 2004).

$$S_d = 0.9 \sqrt{q / I}$$

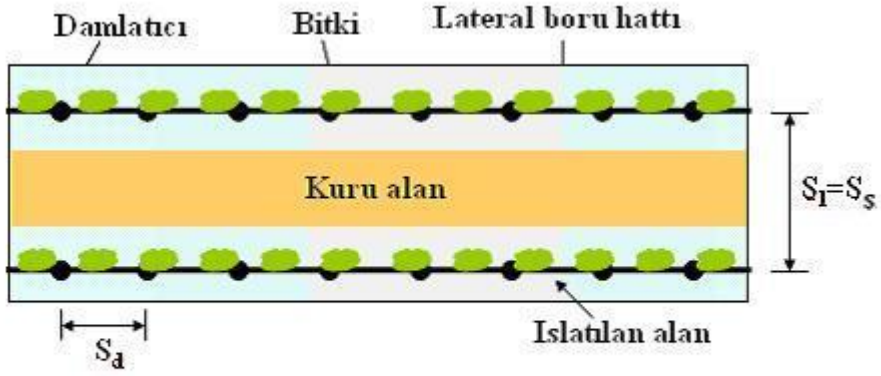
Burada;

$S_d$  = damlatıcı aralığı, m

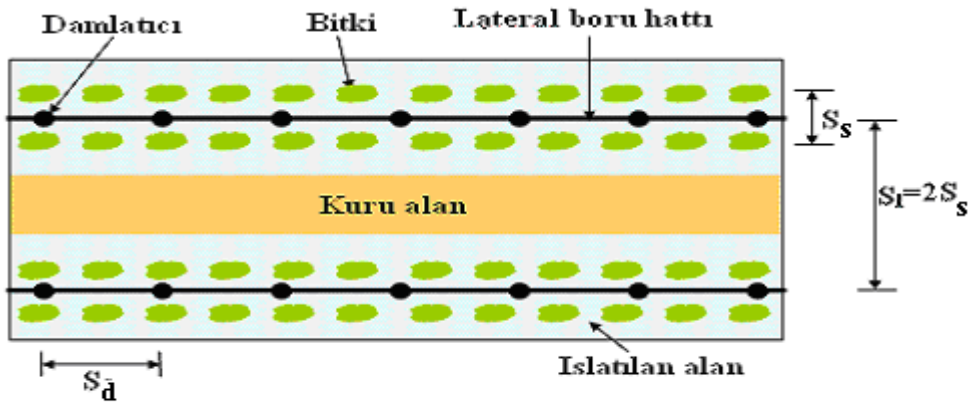
$q$  = damlatıcı debisi l/h

$I$  = toprağın su alma hızı(infiltrasyon) mm/ h

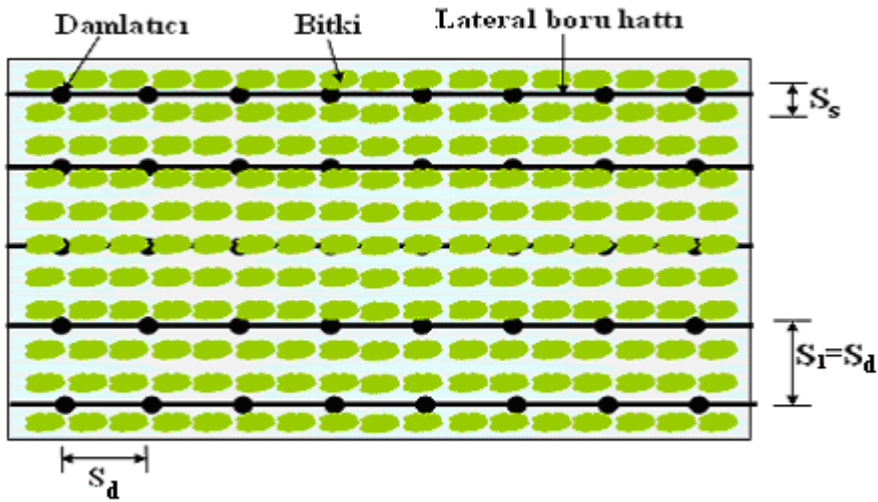
*Tarla bitkileri ve sebzelerde lateral tertip biçimleri*, şekil 4' de verilmiştir. Bitki sıra aralığı damlatıcı aralığından büyükse her bitki sırasına bir lateral hattı döşenir. Damlatıcı aralığı, bitki sıra aralığına eşit ya da büyük ve sıra aralığının iki katından küçük yada eşit olduğu koşulda ( $S_s \leq S_d \leq 2S_s$ ), her iki bitki sırası arasında bir lateral boru hattı döşenir. Sık ekilen bitkilerde ise lateraller damlatıcı aralığına eşit olacak biçimde döşenir.



**Bitki sıra aralığı damlatıcı aralığından büyük,  $S_s > S_d$**



**Bitki sıra aralığı damlatıcı aralığından küçük,  $S_s < S_d$**



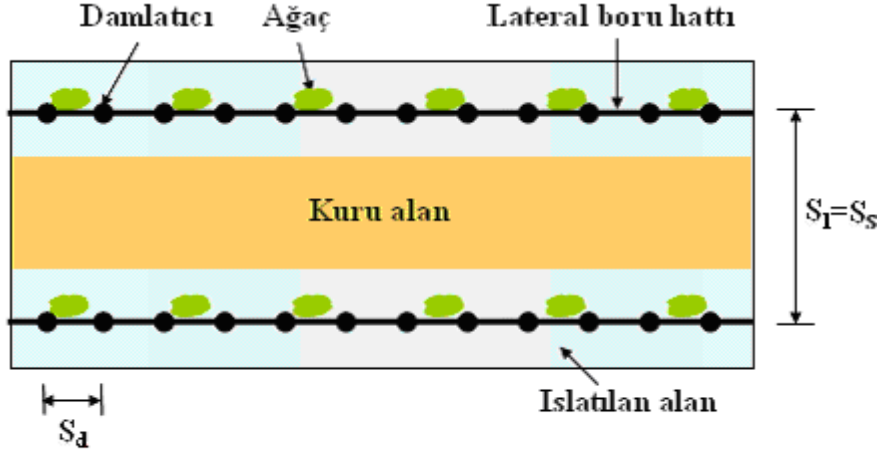
**Sık ekilen-dikilen bitkiler,  $S_d > 2S_s$**

Şekil 4 Tarla bitkileri ve sebzelerde lateral tertip biçimleri.

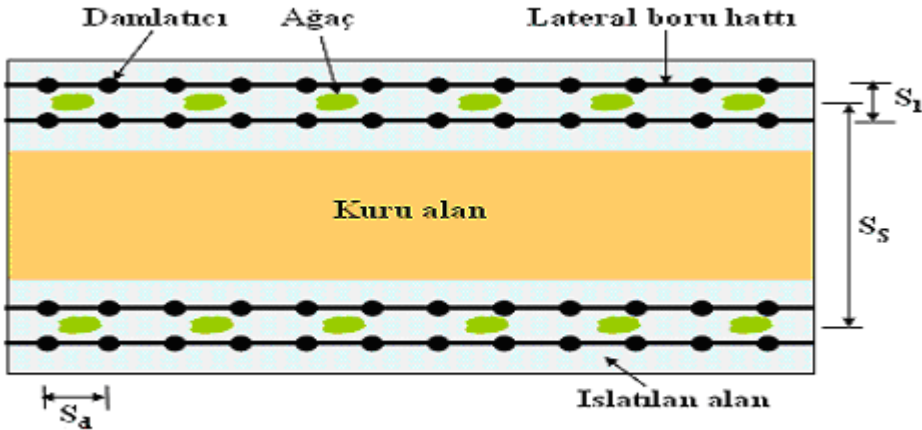
*Meyve ağaçlarında lateral tertip biçimleri;* damla sulama yönteminin uygulandığı meyve ağaçları için lateral tertip biçimleri, Şekil 5’de verilmiştir. Bağ ya da sık dikim aralıklarına



sahip meyve ağaçları söz konusu olduğunda, her ağaç sırasına bir lateral boru hattı döşenir. Damlatıcı aralıkları yapılan hesaplamalar neticesinde belirlenir. Böylece ağaç sıra üzeri ıslatılmış olacaktır. Kuru alan ağaç sıra aralığıdır. Lateral aralığı ağaç sıra aralığına eşit olur. Olgun meyve ağaçları da genellikle her ağaç sırasına iki lateral döşenir. Her ağaç sırasında lateraller damlatıcı aralığına eşit olacak şekilde sıralanır. Böylece ağaç sırası boyunca nem eşit bir şekilde dağılmış olacaktır(Yıldırım 2004).



### Her ağaç sırasına tek lateral



### Her ağaç sırasına iki lateral

Şekil 5. Meyve ağaçlarında lateral tertip biçimleri.

#### 4. DAMLA SULAMA SİSTEMLERİNİN TASARIMINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR;

- Damla sulama sistemleri topoğrafya, toprak, su kaynağı, bitki ve iklim koşullarına uygun olarak projelendirilmelidir.

- Kullanılan sulama suyu mutlaka temiz olmalıdır. Sulama suyunun kalitesine bağlı olarak kontrol biriminde filtrasyon ünitesi kurulmalıdır. Örneğin sulama suyu kuyudan alınıyorsa mutlaka hidrosiklon kullanılmalıdır. Su kaynağımız kum, kil, silt pas, yosun, ot, çöp gibi tıkaçıcı maddeleri içeriyorsa mutlaka kum-çakıl tankı konmalıdır. Manometrelerdeki basınç değişimleri dikkatli bir şekilde takip edilerek basınç farkı arttığında kum-çakıl tankı ve elek filtre temizlenmelidir.

- Kontrol biriminde elek filtreden sonra çelik malzemeler kullanılmamalı PE malzemelerle sistemin kurulumuna devam edilmelidir. Aksi takdirde sistemde pas nedeniyle tıkanmalar oluşabilmektedir.

- Yan borular(manifoldlar) laterallere dik olacak şekilde yerleştirilmeli, eş yükselti eğrilerine paralel yada eğim aşağı döşenmelidir. Eğimsiz alanlarda yan borular laterallere çift yönlü hizmet vermelidir. Lateral borular eğim yukarı kesinlikle döşenmemelidir. Lateral boru hatları çok uzun tutulmamalı, zorunlu kalmadıkça 100m nin üstüne çıkılmamalıdır.

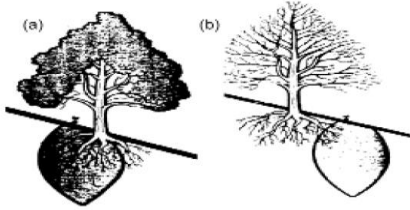
- Topoğrafya çok değişkense ve eğim fazla ise kendinden basınç düzenleyicisi olan damlatıcıli lateraller kullanılmalıdır.

- En ideal işletme basıncının 1 atm olduğu unutulmamalıdır. Yıkama esnasında 1 atm nin biraz üstünde bir basınç uygulanarak boru içerisinde birikebilecek maddeler temizlenmelidir.

- Gömülü olan sistemlerde ana boru ve yan borular toprak ile kapatılmadan önce sistem çalıştırılıp kontroller yapılmalı varsa sorunlar giderilip toprakla kapatılma işlemi yapılmalıdır.

- Gömülü hatlar tamamen kapatıldıktan sonra laterallerin kör tapaları açık bırakılıp sistem tekrar çalıştırılarak borular içerisine montaj sırasında girmiş tüm tıkaçıcı maddeler su ile birlikte atılır.

- Eğimli alanlarda lateraller eğim yönünde bitkinin alt kısmından değil üst tarafından geçirilmelidir.(şekil 6) Aksi halde eğim nedeniyle sulama suyu bitki kök bölgesinin dışına hareket edecektir.



Şekil 6. Eğimli alanlarda lateral tertip biçimi.

- Damlatıcılarda suyun eşdağılımı ile ilgili Çamoğlu ve Yavuz 2006 yaptıkları çalışmada boruya içten geçik (inline) damlatıcıların dıştan geçik damlatıcılara (online) göre daha iyi sonuçlar verdiğini bulmuşlardır. Hatüstü damlatıcıların montajı sırasında yapılan hatalar sızıntılara ve eş su dağılımının azalmasına neden olmaktadır.

- Mümkün olduğunca küçük debili damlatıcılar tercih edilmelidir. Örneğin ağır bünyeli topraklarda 4 l/h fazla debiye sahip damlatıcı seçildiğinde yüzey akışı olma riski çok fazladır. Ayrıca yüksek debili damlatıcılar sistem debisini dolayısı ile sistem maliyetini artıracaktır.

## **5.DAMLA SULAMA SİSTEMİNİN İŞLETİLMESİ SIRASINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR.**

- Damla sulama sisteminin kaç işletme biriminden oluştuğu, her birime ne zaman ve ne kadar sulama yapılacağı hesaplanmalıdır.

- Sulama zamanı belirlenirken toprak nem tansiyonu belirlenmesi prensibine göre çalışan, pratik olarak kullanımı da basit olan tansiyometrelerden faydalanılabilir.

- Filtreler düzenli olarak temizlenmeli ve bakımları ihmal edilmemelidir. Gübreleme yapıldıktan sonra elek filtre kontrol edilip temizlenmelidir.

- Sulama suyunun PH'sı 7,5' den yüksek ve  $\text{HCO}_3 > 2$  meq/L ise damlatıcılarda kalsiyum birikme riski fazladır. Alg ve diğer organik maddeler(balçık v.b.) devamlı olarak ya 1 ppm klor ya da her sulamanın son 15-20 dakikasında 10-20 ppm arasında klor uygulanmalıdır. Demir bakterileri için 1 ppm klor, kireç için, 5-15 dakika arasında %0,5-1 HCL asit uygulaması gerekir. HCL kullanılmasına dikkat edilmeli, yoksa sisteme ve bağlantı parçalarına zarar verebilir(Çetin 2004).

- Sabit sistemlerde sulama sezonu sonunda dondan zarar görmemesi için boru içlerindeki su boru sonlarındaki kör tapaların açılması suretiyle boşaltılmalıdır.

## 6. SONUÇ

Ülkemizde kullanılan suyun %75'i tarımda kullanılmaktadır. Sulanan alanların çoğunluğunda yüzey sulama yöntemleri uygulandığından gereğinden fazla sulama yapılmakta ve gereğinden fazla sulama suyu kullanılmaktadır. Su kaybı açısından bakıldığında, en fazla su kaybı yüzey sulama yöntemlerinde meydana gelmektedir. Bu nedenle su kaybının daha az olduğu damla sulama yönteminin yaygınlaştırılması tarımsal sulamadaki su israfının önüne geçilmesi gerekmektedir.

Damla sulama sistemleri düşük basınç ile çalıştılarından enerji giderleri yüksek olmamasına karşın ilk yatırım maliyeti yüksektir. Bu nedenle etkinliğinin uzun süreli olması çok önemlidir.

Sonuç olarak, damla sulama sistemlerinin beklenen yararı sağlayabilmesi için mevcut koşullara uygun bir şekilde projelendirilmesi, projenin öngörüldüğü şekilde tesis edilmesi ve işletilmesi gerekmektedir. Bu da konusunda uzman tarımı ve sulamayı bilen kişilerce hazırlanan projelerle gerçekleşecektir.

## KAYNAKÇA

Anonim 2005. "Sulama" Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Teşkilatlanma ve Destekleme genel Müdürlüğü Yayın Dairesi Başkanlığı, Yayın no : 42. Ankara

Anonim 2007. "2006 Yılı DSI'ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu". DSI Gn. Md., İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, Ankara. 482 s.

Çamoğlu, Y., Yavuz, M., 2006. Boruya içten geçik(in-line) ve dıştan geçik(on-line) damlatıcılarda yapım farklılığı katsayısının sulama yeknesaklığına etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi,2006, 19(1), 1-8. Antalya.

Çetin, Ö., 2004. "Tarımsal Sulama Yöntemleri" Tarım Köy İşleri Bakanlığı, Yayın Dairesi Başkanlığı. No: 2004/7, Ankara.

Çetin, Ö., Urgan, D., boyacı, H., 2006. Damla Sulama Yönteminde Farklı Lateral Aralıkları ve Islatma Alanı Yüzdelerinin Domateste Verim ve Su Kullanımı Randımanına Etkisi. Proje no: KHGM-03220E01. Eskişehir.

Eroğlu, V., 2003. Gelecek İçin Su. Dünya Su Günü, Ankara.

Kanber, R., Çakır, R., Tarı, F., 2003. Sulama ve Drenaj Mühendisliği, KHGM, APK D. Bşk, yayın no : 122, Ankara.

Nakayama, F.S., Bucks, D.A., 1981. Temperature effects on calcium carbonate precipitate clogging of trickle emitters, US Water Cons.Lab. Phoenix, USA.

- Şener, S., Ertaş, R., Öğretir, K., Apan, A., 1995. Türkiyede Sulanan Bitkilerin Sulama Teknikleri. KGHM. APK Daire Bşk. Yayın no : 89. Menemen.
- Westarp,S., Chieng, S., Schreier, H., 2003. A comparison between low-cost drip irrigation, conventional drip irrigation, and hand watering in Nepal. Agricultural Water Management 64 (2004) 143-160.
- Yıldırım, O., Güngör, Y., Erözel, Z., 2004. Sulama. A.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarımsa Yapılar ve Sulama Bölümü, Ankara.