

SULAMA

Doç. Dr. S. Metin SEZEN

Bahçe Kùltürleri Araştırma İstasyonu Tarsus Toprak ve Su Kaynakları
Lokasyonu, Su Yönetimi Bölümü, Tarsus-MERSİN

11 Ekim 2012-Alata/Mersin

SULAMADA KULLANILAN BAZI TERİMLER

Debi: Akış halinde olan bir suyun, saniyede, dakikada veya saatte akıttığı litre veya metre küp olarak (hacim esas) su miktarıdır. Örneğin 12 L/s veya 43.2 m³/ saat gibi.

Bitki Yetiştirme Dönemi:

- **Tek yıllık bitkilerde** (pamuk, mısır gibi) tohumun ekiminden hasada kadar,
- **Çok yıllık bitkilerde** (yonca, bağ, narenciye gibi) ilk dondan son don tarihine kadar geçen periyottur.

mm Su Kalınlığı: Bir m² ye veya bir dekar alana kilogram (litre) olarak verilen sudur. Bir m² alana 67 mm su vermek için 67 kg, bir dekara ise 67.000 kg (67m³) su vermek gerekir.

Bitki Su Tüketimi (ET, Evapotranspirasyon):

- Bir bitkinin bütün yetiştirme dönemi içinde topraktan olan buharlaşma ve bitki tarafından terleme ile kaybolan su miktarının toplamıdır.

Mevsimlik Sulama Suyu İhtiyacı:

- Bir bitkinin yetiştirme süresi boyunca verilmesi gerekli sulama suyu miktarıdır (mm).

Sulama Suyu Gereksinimi:

- Her sulamada, hesaplanıp bitkiye uygulanan su miktarıdır, mm. olarak ifade edilir.

Sulama Aralığı :

- Sulamalar arasında geçen süredir (gün).

Sulama Periyodu :

- İlk sulama tarihi ile son sulama tarihi arasındaki gün sayısıdır.

Topografya :

- Arazinin şekli, dalgalı oluşu veya düzlüğü.

İnfiltrasyon Hızı :

- Suyun toprağa giriş hızıdır ve mm/h veya cm/h şeklinde ifade edilir.

Akış Uzunluğu :

- Toprak infiltrasyonuna, arazi eğimine göre erozyona neden olmayacak uygun akış uzunluğudur.
- (Örneğin karık ve borderlere verilecek boy uzunlukları).

Cazibe Sulaması :

- Bir pompaj yapılmaksızın suyun, kanaldan çiftliğe alınması ve oradan tarla içi ve tarla başı kanallarından geçirilerek tarla yüzüne kendi cazibesiyle iletilmesidir.

Tarla Kapasitesi :

- Serbest drenaj şartlarında bitki kök bölgesi toprağında ($\frac{1}{3}$ atmosfer basıncı altında) tutulabilen maksimum nem yüzdesini ifade eder.

Solma Noktası :

- Bitkilerin topraktan su alamadıkları ve solmaya başladıkları anda toprakta 15 atmosfer basınç altında tutulabilen nemi ifade eder.

Elverişli Su Tutma Kapasitesi :

- Tarla kapasitesi ile solma noktası arasındaki farktır.

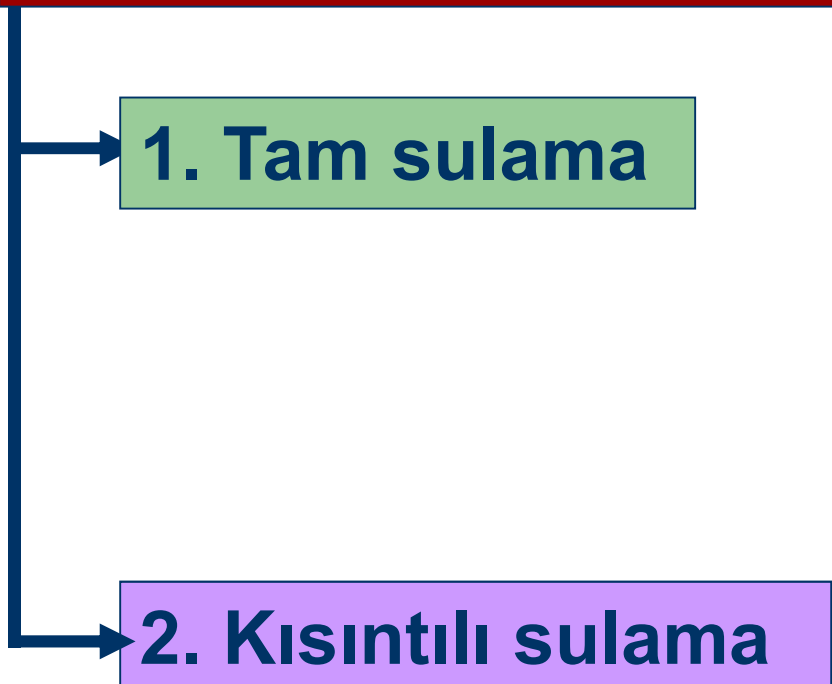
SULAMA PROGRAMININ OLUŞTURULMASI

Sulama programı her sulamada ne kadar su verileceğini ve ne zaman sulama yapılacağını belirleyen iőlemdir.

Uygun biçimde planlanmış bir sulama programı ile;

- Su, enerji ve gübre gibi üretim girdilerinin etkin kullanımları sağlanır.
- Sulama ile toprak işleme ve kimyasal savaőım gibi diğer çiftlik etkinliklerinin birleőtirilmesine olanak sağlar.

SULAMA PROGRAMI YAKLAŞIMLARI



```
graph TD; A[SULAMA PROGRAMI YAKLAŞIMLARI] --> B[1. Tam sulama]; A --> C[2. Kısıntılı sulama];
```

1. Tam sulama

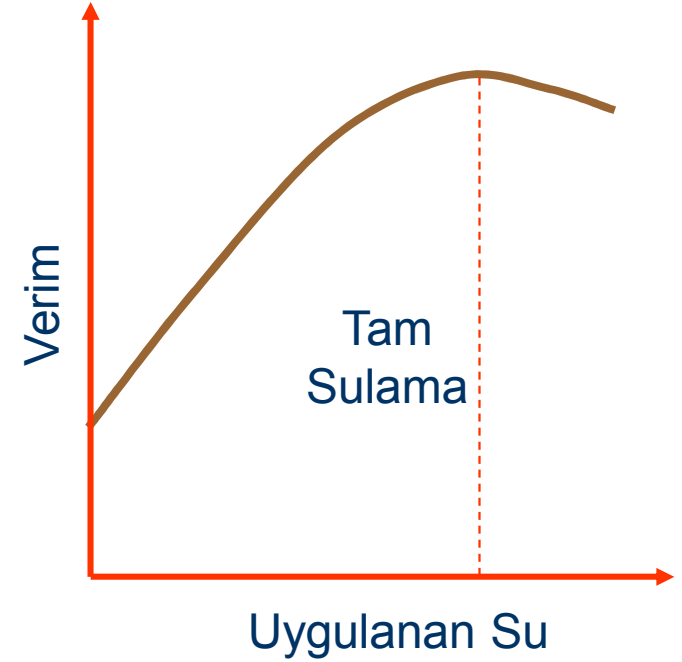
2. Kısıntılı sulama

1. TAM SULAMA

Tam sulamada, şekilde gösterilen üretim fonksiyonundaki gibi, bitkinin sulama gereksiniminin tümü karşılandığından en yüksek ürünün (maksimum) alınması sağlanır.

Ancak, tam sulamada aşırı sulama suyu uygulanması, toprak havalanmasını azaltarak ve atmosfer ile toprak arasında gaz değişimini sınırlandırarak suya duyarlı bitkilerde verimi düşürebilir.

Tam sulama yaklaşımına, sulama suyunun kolayca bulunduğu ve sulama giderlerinin düşük olduğu yörelerde ekonomik nedenlerle karar verilir..



2. KISINTILI SULAMA

Sulama gereksiniminin bir kısmının karşılandığı uygulamaya kısıntılı sulama denir.

Kısıntılı sulamada olağandan daha az su uygulayarak aynı su miktarı ile daha fazla alanın sulamaya, bir başka deyişle üretime açılması sağlanmaktadır.

Sulama suyu, gelir azalışı ile üretim giderleri eksilişinin birbirine eşit olduğu üretim fonksiyonu üzerindeki bir noktaya dek azaltılabilir. Değinilen koşullarda gerekenden daha az su uygulandığından verimde bir miktar düşme meydana gelmektedir. Ancak bazen su artırımı, önemli düzeylere çıkmaktadır.

Örneğin, ayçiçeği bitkisinde yapılan bir çalışmada, sulama suyunda %36'lık kısıntı ile verimde istatistiksel olarak %15'lik azalma belirlenmiştir (Sezen ve ark, 2011).

2. KISINTILI SULAMA

Kısıntılı sulama tekniği, su kaynağı veya sulama şebekesinin sınırlı olduğu koşullarda da kullanılır.

Bu durumda en yüksek sulama kârlılığını sağlayacak noktada;

Sulama düzeyi,

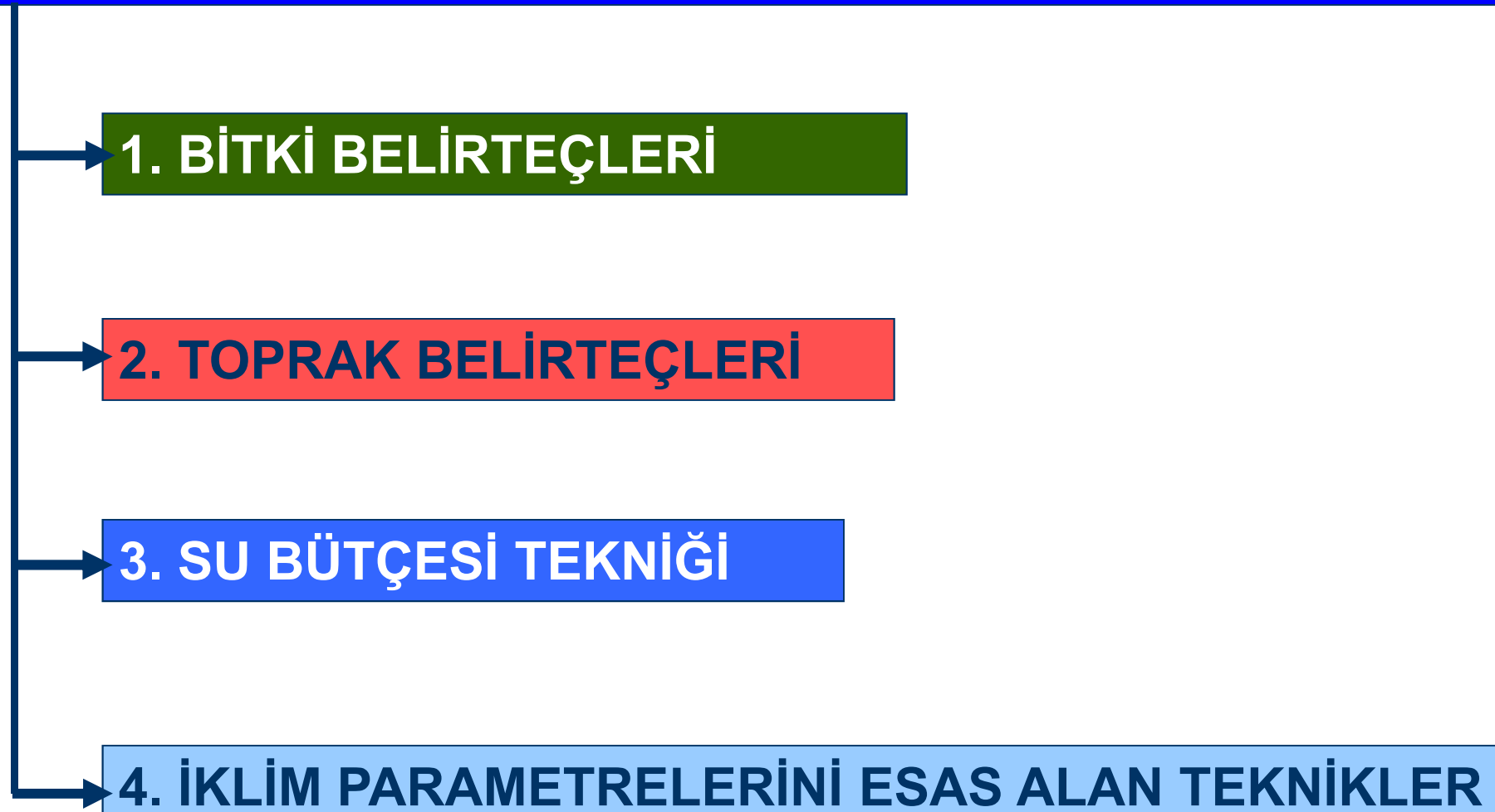
Sulanacak alan miktarı,

Bitki türü SABİT TUTULUR.

Kısıntılı sulama, büyüme mevsiminin bir veya birden fazla döneminde bitkinin belli bir gerilimle karşılaşmasına izin verilerek uygulanır.

Maksimum su kullanma randımanının elde edilmesi için duyarlı dönemde TAM SU; diğer dönemlerde ise EKSİK SU verilir.

SULAMA ZAMANININ BELİRLENMESİ

- 
- 1. BİTKİ BELİRTEÇLERİ
 - 2. TOPRAK BELİRTEÇLERİ
 - 3. SU BÜTÇESİ TEKNİĞİ
 - 4. İKLİM PARAMETRELERİNİ ESAS ALAN TEKNİKLER

1. BİTKİ BELİRTEÇLERİNE İLİŞKİN YÖNTEMLER

Sulamanın temel amacı; bitkiye gereksinimi kadar ve gereksindiği zaman su sağlamak olduğundan bitkinin izlenmesi sulama zamanının belirlenmesinde daha doğrudan yöntemdir.

Normal olarak, uygulanacak sulama suyu miktarını belirlemede bitki parametrelerinin toprak suyuna ilişkilendirilmesi gerekir.

Bitki, içinde bulunduğu çevreye tepki verdiği için ve ayrıca bitki, su kaynağı olan toprakla atmosfer arasında yer aldığı için, sulama programlanması için bitkinin içsel su durumunun ortaya konulması amacıyla bitkinin sorgulanması (izlenmesi) gerekir.

1. BİTKİ BELİRTEÇLERİNE İLİŞKİN YÖNTEMLER

Bitkinin içsel su durumuna bakarak sulama zamanının gelip gelmediğine karar verilir.

Bitkinin su durumunu belirlemede üç genel yöntem vardır:

- a) Bitki dokusunu bozan,
- b) Bitki dokusunu bozmadan temas,
- c) Uzaktan algılama yöntemleridir.

a) BİTKİ DOKUSUNU BOZAN YÖNTEMLER

Bitki dokusunu bozan yöntemler, bitki bölümlerinin bitkiden koparılmasını ve su içeriklerinin veya bitki su potansiyelinin ölçülmesini öngörür.

Bitki örneğindeki su miktarı birçok şekillerde ifade edilmektedir.

Bunlardan bitki suyunun enerji durumunu yansıtan yaprak su potansiyeli (*basınç odası adı verilen aygıtla ölçülmektedir*).

Oransal yaprak su içeriği diğer bir ifade biçimidir.

b) BİTKİ DOKUSUNU BOZMAYAN YÖNTEMLER

Bitki dokusunu bozmadan ölçüm metodu ise bitki gövdesine bir algılayıcının yerleştirilmesi ile gövde çapı değişimi, bitki öz suyu akış hızı (sap flow), yapraklarda stoma direnci veya iletkenliği, terleme hızı, fotosentez hızı gibi özelliklerin belirlenmesine dayanır

c) UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ

Uzaktan algılama yöntemi ise bitki yüzey sıcaklığı veya yansıtma özelliklerinden yararlanarak bitkinin içsel su durumu kestirilmeye çalışılır.

1. BİTKİ BELİRTEÇLERİNE İLİŞKİN YÖNTEMLER

Ölçülen veya Gözlenen Ölçüt	Gerekli Alet veya İşlemler	Üstünlükleri	Sınırlıkları
GÖRÜNÜŞ	Göz	•Basit	•Verim potansiyeli, genellikle renk veya diğer değişimlerin gözlenmesinden etkilenir.
YAPRAK SICAKLIĞI	İnfrared termometreler	•Uzaktan algılanabilir	•Uygulama yöntemleri tam geliştirilmemiştir.
YAPRAK SU POTANSİYELİ	Basınç odacıkları ve termokapl psikrometreler	• Bitki kuruma derecesi üzerine atmosfer ve toprağın birleşik etkisini gösterir. • Metabolik işlevlerde ilişkilendirilebilir. • Su akımını etkileyen bir temel parametredir	•Günlük değişimlerden fazla etkilenir. •Zaman alıcıdır. •Örneklemede ustalık ister •Veriler kolayca açıklanamaz
STOMA DİRENCİ	Porometre	•Stoma açıklığını ölçer	•Yaprak su potansiyelindeki gibi
BİTKİ ÖZSUYU AKIŞ HIZI	Bitki özsuğu akış ölçer	•Bitki özsuğu akış hızını ölçer	•Yaprak su potansiyeli gibi

BİTKİNİN GÖRÜNÜŞÜ

Bitkinin sulama zamanının gelip gelmediği bitkinin görünümünde oluşan değişikliklerden yararlanılır.

Bunlar arasında gövdede renk değişimi, yaprakların pörsümesi ve sarkması, solgunluk belirtileri sayılabilir.

Bu yöntem oldukça fazla deneyim gerektirir.



Bitkilerin su eksikliğine tepkileri farklı olduğundan her bitkinin görünümünde sergiledikleri değişiklikler de farklı olmaktadır.

Ancak, yapraklarda oluşan renk ve görünüş değişimlerini dikkatle izleyerek sulama zamanının gelip gelmediğine karar verilebilir.

BİTKİNİN GÖRÜNÜŞÜ

Bu yöntem çoğu çiftçilerin başvurdukları yöntemlerin başında gelmektedir.

Deneyimli çiftçiler bu yöntemi sağlıklı bir biçimde uygulayabilmektedirler.

Yapraklarda veya bitki gövdesinde, su eksikliği nedeniyle oluşan değişimler görüldüğünde bitkinin potansiyel veriminin olumsuz etkilenmiştir. Diğer bir deyişle, bu belirtiler ortaya çıktığında sulama için geç kalınmıştır demektir.

INFRARED TERMOMETRE (KIZILÖTESİ TERMOMETRE)



YAPRAK SU POTANSİYELİ

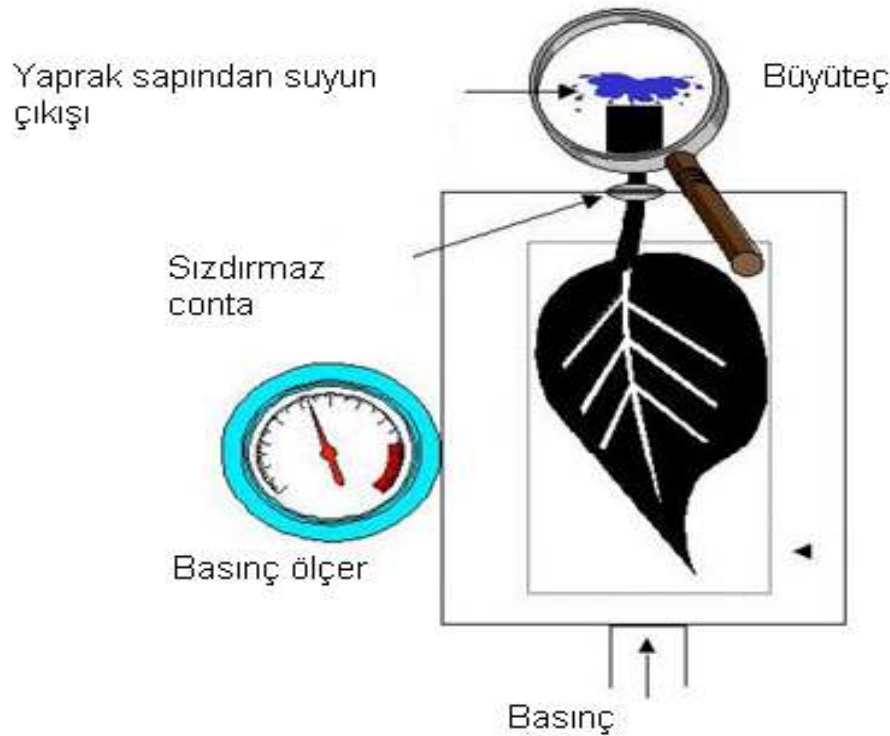
Yaprak su potansiyelinin ölçümü bitkinin suya ihtiyacı olup olmadığını gösteren diğer bir belirteçtir.

Düşük potansiyel (daha negatif) değerleri su gereksiniminin daha fazla olduğunu gösterir. Yaprak su potansiyeli ölçümünde ölçüm yapılan doku genellikle tahrip edilir.

Basınç odacığı adı verilen aygıtla yaprak su potansiyeli ölçülür.

YAPRAK SU POTANSİYELİ

Yaprak, basıç odacığına yerleştirilir ve üzerine uygulanan basınç yavaş yavaş artırılır. Yaprak sapından su çıkıncaya dek basınç artışına devam edilir. Yaprak sapından su çıktığı andaki basınç, yaprak su potansiyeli olarak alınır.



YAPRAK SU POTANSİYELİ



YAPRAK SU POTANSİYELİ

Bu tür ölçümlerde çok dikkatli olmak gerekmektedir. Ölçüm yapılacak yaprağın bitki tacı içindeki konumu, yaşı, güneş ışınlarına doğrudan açık olup olmadığı, ölçüm zamanı sonuçları önemli ölçüde değiştirir.

Genellikle tam gelişmiş, güneş alan yapraklarda sabah ya da öğle saatlerinde yapılacak ölçümlerle standardizasyon sağlanabilir.

Bu yöntemler için geliştirilen aygıtlar ticari olarak piyasada bulunmasına karşın henüz çiftçi koşullarında sulama programlamasında kullanılmamaktadır. Araştırma amaçlı olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır.

STOMA DİRENCİ veya İLETKENLİĞİ

Stoma direnci veya iletkenliği stoma açıklık derecesine ve terlemeyle ilişkili olduğundan bitkinin suya gereksinimi belirlemede bir belirteç olarak kullanılabilir. Genellikle, direncin yüksek olması stomaların önemli ölçüde kapalı olduğunun bir göstergesidir. Bunun sonucunda terleme hızı yavaşlamıştır. Dolayısıyla, bitkinin sulanması gerektiğini belirtir.

Stoma direnci ile iletkenliği birbirinin tersidir. Stoma direncinin ölçülmesinde diffüzyon porometre aygıtları kullanılmaktadır

POROMETRE



BİTKİ ÖZSUYU AKIŞ HIZI

Bitki özsu akışı madde taşınımında kullanılan temel mekanizmadır ve bu taşınım köklerle alınan suyun terlemeyle atılmasına kadar devam eder.

Taşınım hızını, bitki kök bölgesinde bulunan su , bitkinin fizyolojik yapısı ve rüzgar, buhar basıncı açığı, radyasyon vb. mikrometeorolojik etmenler etkiler.

Bitki özsu akışı terlemeyle yakından ilişkilidir.

- Ölçüm Yöntemleri:
 - ❖ Isı Salımı (Heat Pulse)
 - ❖ Isı Dengesi (Heat Balance)

BİTKİ ÖZSUYU AKIŞ HIZI

Isı salımı yönteminde, ısıнын yayılma hızı, gövdenin kesit alanı ve ksilemin iletimsel alanı ölçülerek özsu akısı tahmin edilmektedir.

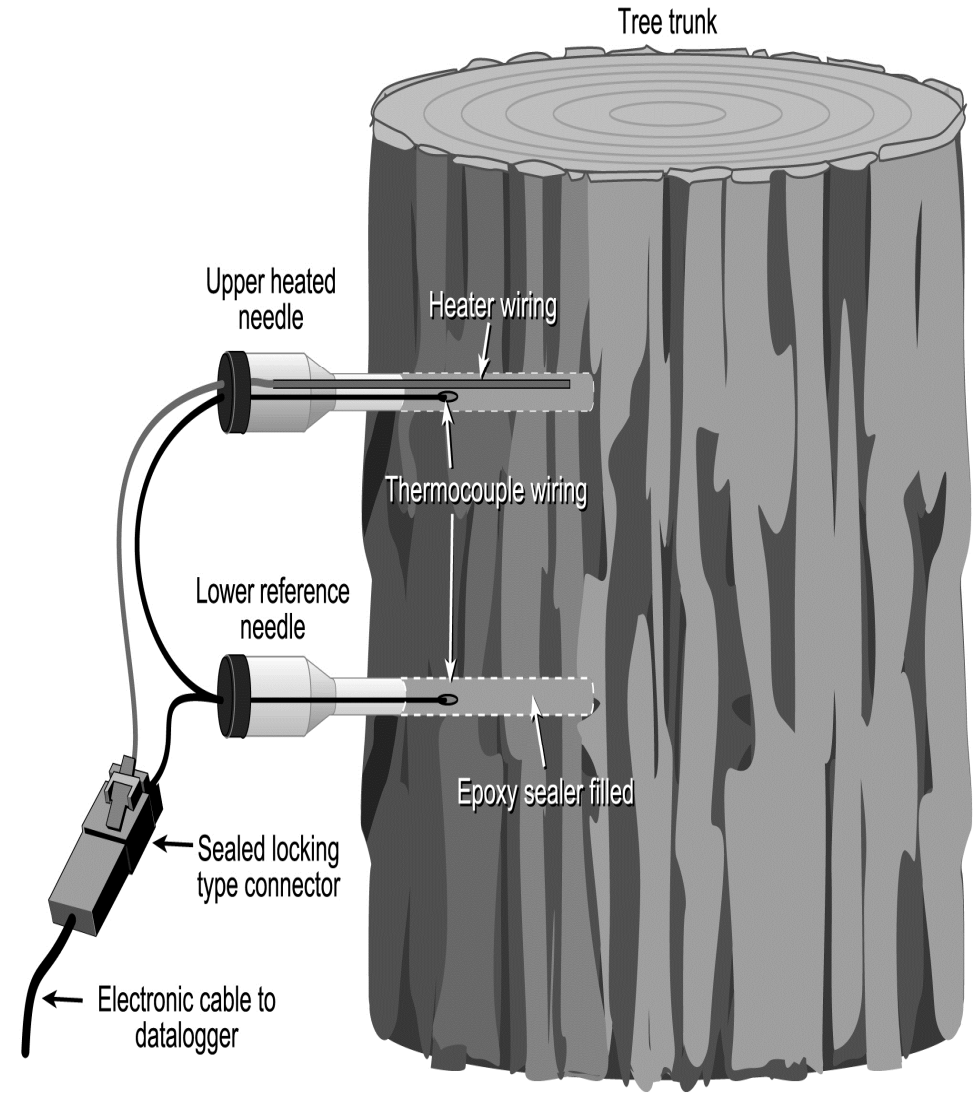
Bitki özsu akışı ölçümü için en yaygın olarak kullanılan yöntem ısı dengesini temel alan yöntemdir.

Özsu akışı kullanılarak bitkiden oluşan terleme tarla düzeyine genişletilebilir. Bunun için;

- Bitki yoğunluğu
- Ağırlığı
- LAI gibi bitkisel karakteristikler hassas olarak ölçülmelidir.

Bitki özsu ölçümü yaklaşımı sadece terlemeyi ölçmektedir bunun yanında toprak yüzeyinden meydana gelen buharlaşmanın da belirlenmesi gerekmektedir.

BİTKİ ÖZSUYU AKIŞ ÖLÇER



TOPRAK BELİRTEÇLERİNE İLİŞKİN YÖNTEMLER

2. TOPRAK BELİRTEÇLERİ

Toprak suyu, bitki gelişmesini ve verimliliğini kontrol eden önemli bir faktördür. Toprak suyu genellikle ağırlık veya hacim esasına göre su içeriği veya toprak su potansiyeli (topraktan suyun alınabilmesi için gereken enerji) olarak ölçülmektedir.

Toprak su potansiyeli de kök bölgesinde ne kadar su olduğunu vermez; dolayısıyla bu iki parametre sulama ve bitki büyümesi söz konusu olduğunda birlikte dikkate alınmalıdır.

TOPRAK BELİRTEÇLERİNE İLİŞKİN YÖNTEMLER

Gözlenen veya Ölçülen Parametreler	Gerekli Aygıt veya Yöntemler	Temel Avantajları	Temel Dezavantajları
Görünüş veya hissetme	Toprak burgusu	Basit	Zaman alıcı, yaklaşık değer verir, yorumlama becerisi gerektirir.
Gravimetrik örnekleme	Örnek kutuları, burgu, etüv, terazi	Basit ve doğru	Aynı yerden örnek almaya izin vermez, bozucu nitelikli teknik.
Elektriksel direnç	Gözenekli bloklar	Toprak su içeriğini dolaylı olarak ölçer	Dikkatli yerleştirme, kalibrasyon ve sık okuma gerektirir ; kaba bünyeli topraklarda yeterince duyarlı değildir ; blok ömrü kısa ; çok sayıda ölçüm noktası gerektirir.
Toprak su potansiyeli	Tansiyometre	Toprak su akısını etkileyen temel parametreyi ölçer	Ön yerleştirme hazırlıkları gerektirir ; dikkatli yerleştirme, sık okuma ve bakım ; çok sayıda ölçüm noktası gerektirir.
Toprak su potansiyeli	Gözenekli seramik plakalar	Geniş su içeriği aralığında doğru sonuçlar verir ; sulamaların otomatik programlanmasına olanak sağlar	Kullanmada sınırlı deneyim ; kalibrasyon zamanla bozulabilir.
Nötron metre	Nötron probu ve giriş boruları	Aynı yer ve derinlikte arda arda okumalar yapılabilir ; çabuk ve doğru sonuçlar alınır.	Göreceli olarak pahalıdır ; kullanımı özen ister ; depolama önlemleri gerektirir ; kalibrasyon organik madde içeriği değişiminden etkilenir.
TDR	Time Domain Reflektometre	Aynı yer ve derinlikte arda arda okumalar yapılabilir ; çabuk ve doğru sonuçlar alınır.	Göreceli olarak pahalıdır ; kullanımı özen ister.

TOPRAK SU İÇERİĞİ ÖLÇÜMLERİ

Toprak su içeriği doğrudan ya da dolaylı olarak belirlenebilir.

Doğrudan belirleme yöntemlerinde gravimetrik olarak alınan toprak örneklerinden suyun toprak fraksiyonundan ayrılarak ölçülmesini esas alır.

- Gravimetrik yöntem
- Görünüş veya hissetme yöntemi
- Toprak su potansiyeli
- Elektriksel direnç ve termal iletkenliktir.

GRAVİMETRİK ÖRNEKLEME



TOPRAK SU POTANSİYELİ

Tansiyometreler, toprak su potansiyelinin ölçülmesinde kullanılan basit aygıtlardır.

Tansiyometre içi su doldurulmuş gözenekli seramik bir uç, yine içi su dolu bir tüp ve emişi gösteren bir basınç ölçerden oluşmaktadır.

Bazı tiplerinde vakum ölçer yerine civalı manometre bağlanmaktadır.

Normal arazi kullanımında vakum ölçerli tipler kullanılır. Toprak su içeriğindeki değişmeye tepki olarak seramik kaptan su dışarı veya içeri akar..

Toprak su içeriği azaldıkça seramik uçtan su dışarıya toprağa doğru akar ve oluşan emiş değeri de vakum göstergesinden okunur



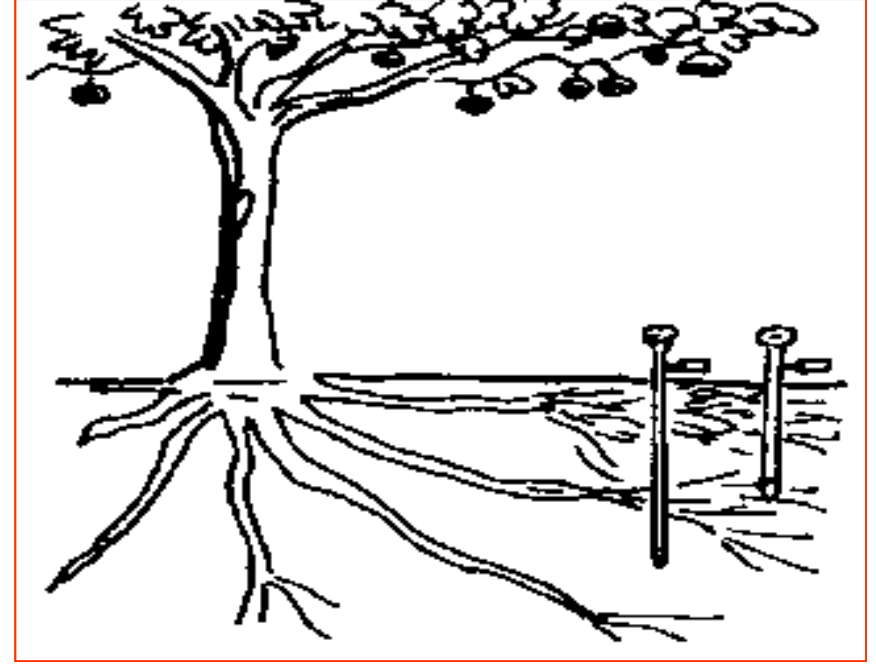
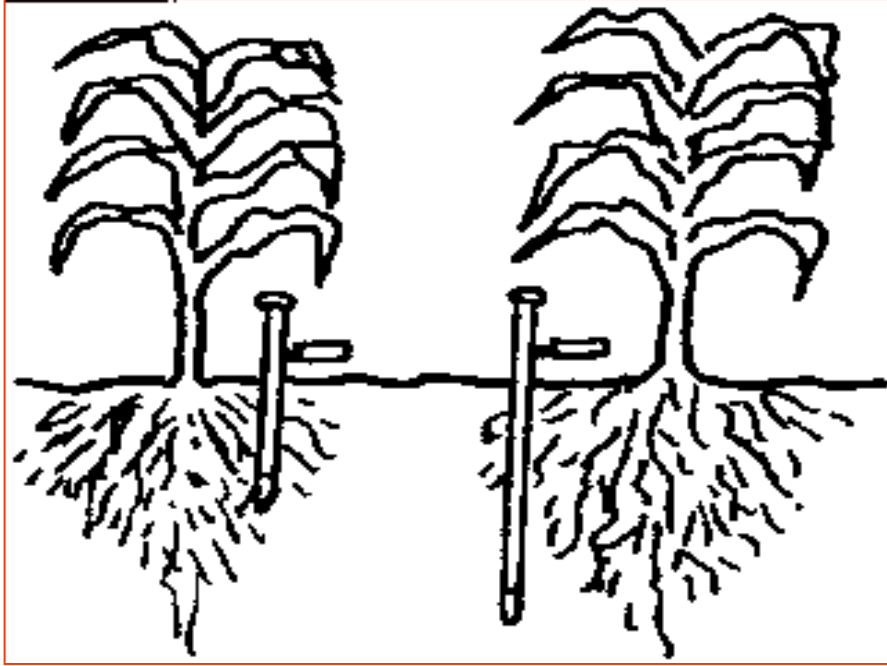
TOPRAK SU POTANSİYELİ

Tansiyometelerin çalışma aralığı da çok sınırlıdır (0 ile - 85 cb veya 0 ile 0.85bar; 0.85 kPa).



Bundan daha düşük nem gerilimi değerlerinde seramik uçtan tansiyometre içine hava girer ve tüpteki su kolonunun sürekliliği bozulur.

Tansiyometrelerden okunan değerler toprak karakteristik eğrisi kullanılarak su içeriğine dönüştürülür.



Tansiyometreler, toprak profilinde etkili kök derinliğinde köklerin en yoğun olarak bulunduğu derinliğe yerleştirilir.

Genel olarak, yüzlek köklü bitkiler için (daha çok sebzeler) 10-15 cm derinliğe bir tansiyometrenin yerleştirilmesi yeterli olurken, sıra bitkileri ve meyve ağaçları için iki adet tansiyometrenin çakılması uygundur.

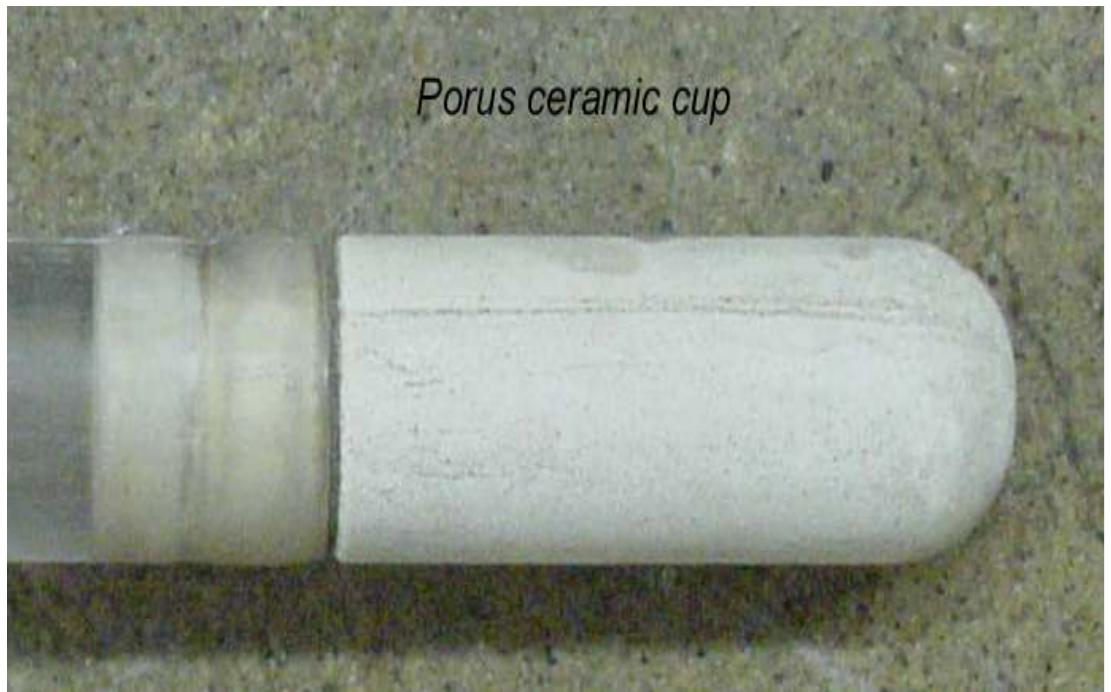
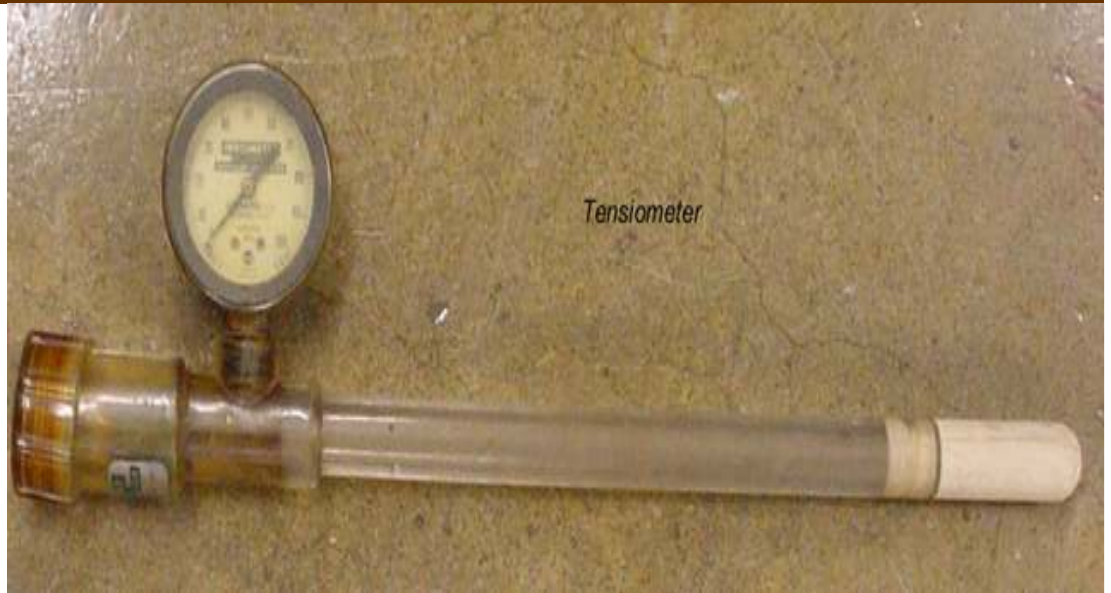
TANSİYOMETRE

Yüzlek olan maksimum kök yoğunluğunun olduğu derinliğe (15-30 cm), diğeri ise 45-60 cm derinliğe yerleştirilmelidir.

Bataryalar şeklinde yerleştirilen tansiyometrelerin sağlıklı sonuç verebilmesi için seramik ucun toprakla çok iyi temas etmesi gerekir.

Yüzlek tansiyometre genellikle sulama zamanının belirlenmesinde, derindeki ise sulamaya ne zaman son verilmesi konusunda kullanılmaktadır.

TANSİYOMETRE



ALÇI ve NAYLON BLOKLAR

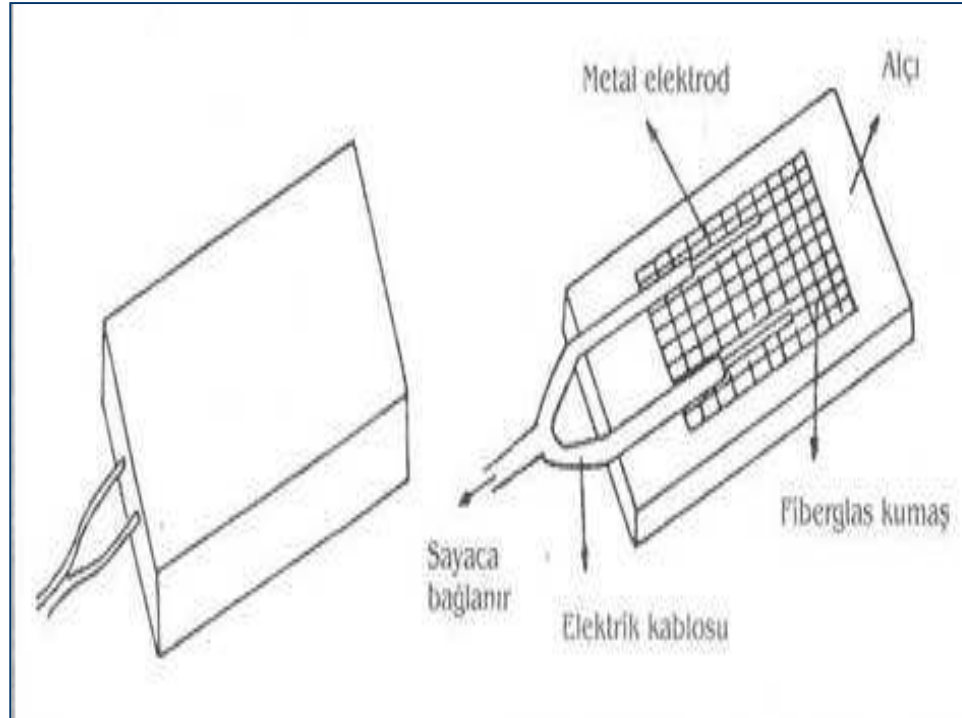
Nemli toprakla temas halinde olan gözenekli alçı veya naylon bloklar toprak suyu ile dengeye ulaşırlar. Blokun su içeriğindeki değişme (toprak suyundaki değişme) blokun bazı özelliklerinin değişmesine neden olur.

En yaygın olarak ölçülen iki önemli özellik **elektriksel direnç** ve **termal iletkenliktir**.

ALÇI ve NAYLON BLOKLAR

Alçı veya naylon bloklar içine yerleştirilen paslanmaz çelik tel çifti veya gridi elektrik akımına olan direnci ölçmede kullanılır.

Alçı bloklar en yaygın tipleridir. Çünkü naylon ya da fiberglas bloklar toprakta çözünmüş tuzlara çok duyarlıdır.



ALÇI ve NAYLON BLOKLAR

Elektriksel direnç ile su içeriği arasındaki ilişkiyi belirlemek için kalibrasyon yapılmalıdır.

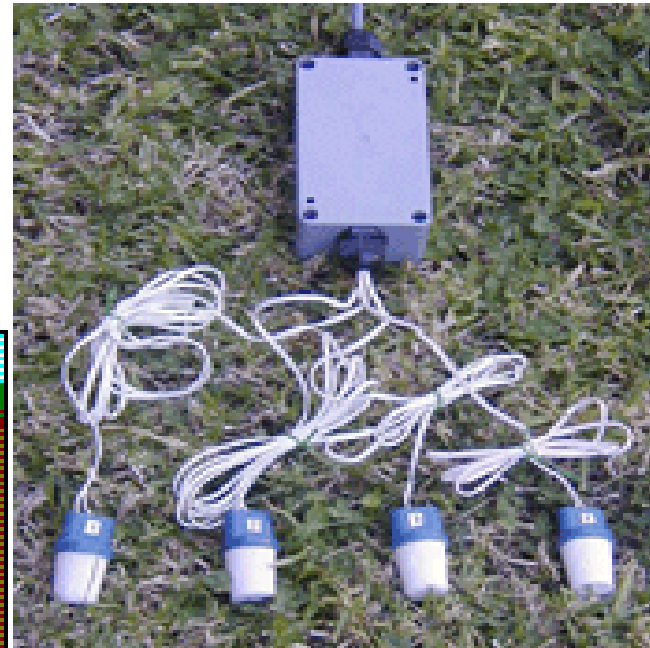
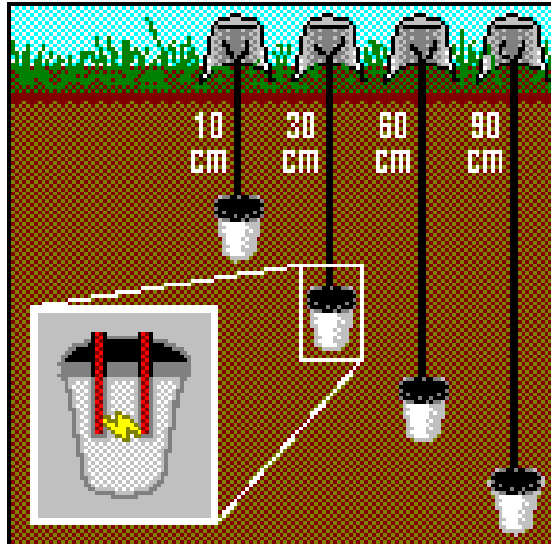
Alçı bloklar -1 bardan daha düşük su potansiyeli değerlerinde sağlıklı sonuç verirler.

Gözenekli bloklar bitki kök bölgesinin farklı derinliklerine yatayla 45°'lik açıyla yerleştirilir.

Toprakla blok arasında çok iyi bir temas sağlanmalıdır.

Bloklar çok geniş su potansiyeli aralığında çalışabildiğinden sulama programlamasında kullanılabilir.

ALÇI ve NAYLON BLOKLAR



NÖTRON YÖNTEMİ

Toprakların hacimsel su içeriklerinin ölçülmesinde nötronmetreler yaygın olarak kullanılmaktadır.

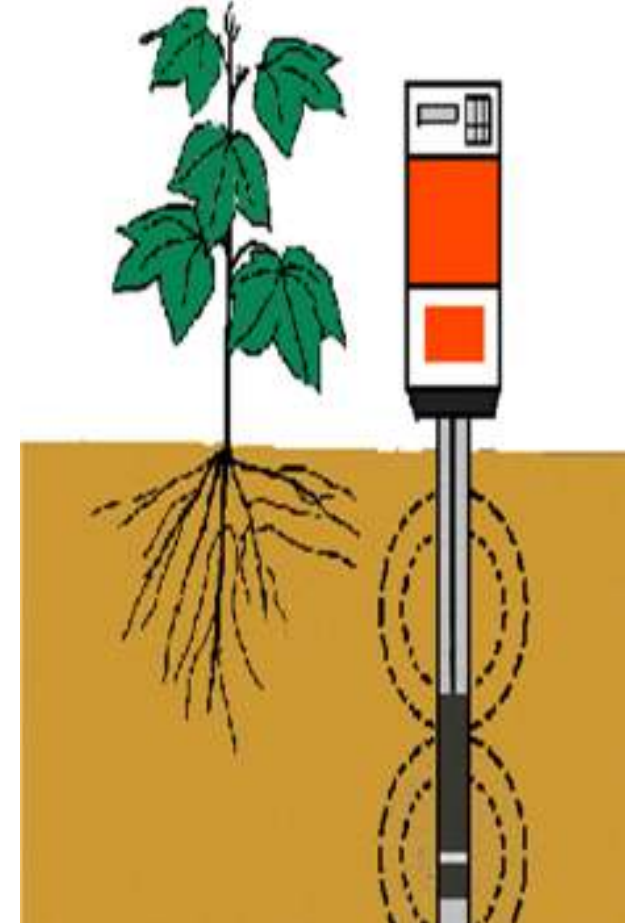
Bu teknik giriş borusu, yüksek enerji veya hızlı nötron kaynağı ve bir detektörü gerektirir.

NÖTRON YÖNTEMİ

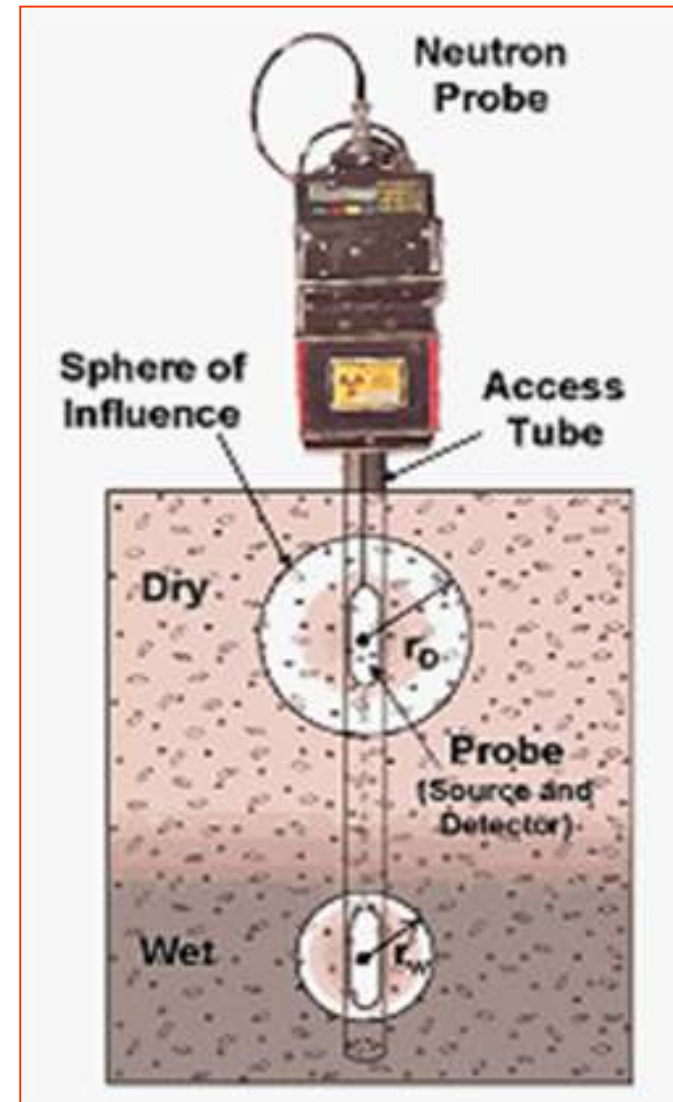
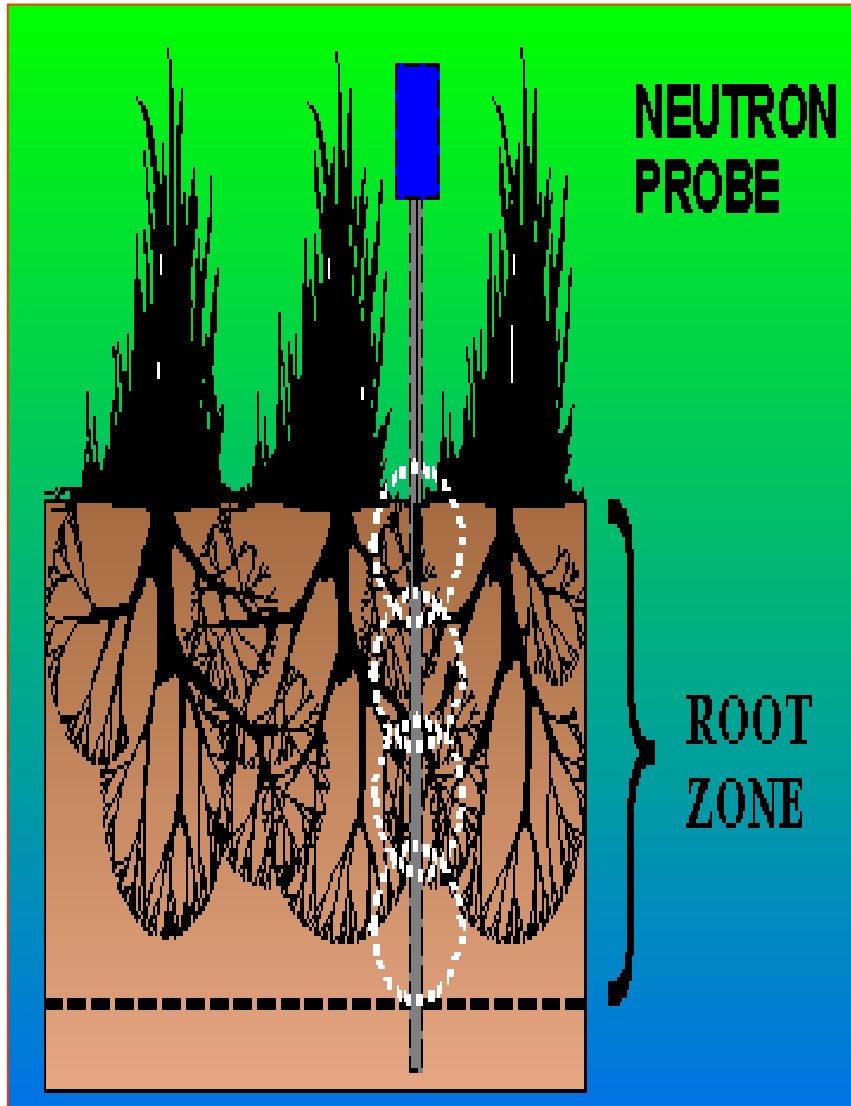
Toprak profilinin istenilen derinliğine dek çakılan alüminyum giriş borusu aracılığı ile farklı katmanlara sarkıtılan nötron kaynağından belirli sürelerde saçılan hızlı nötronlar (15-30 s) toprak suyundaki hidrojen atomları ile çarpıştığında enerjisini kaybederek yavaşlar.

Yavaşlayan nötronlar aygıtın detektörü aracılığı ile sayılır.

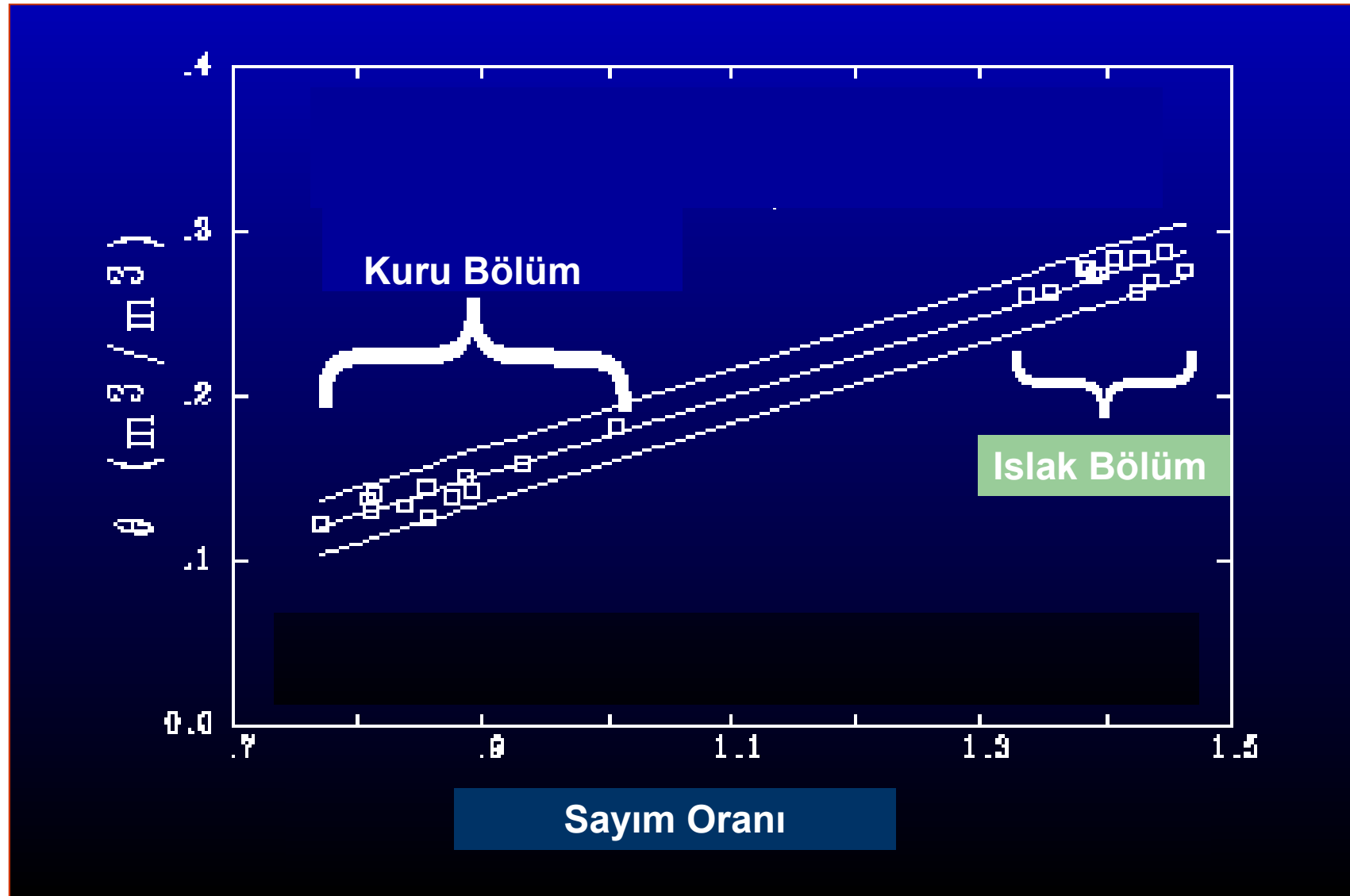
Yavaşlayan nötronların göndermiş olduğu sinyaller ile hacimsel su içeriği arasında doğrusal bir ilişki vardır.



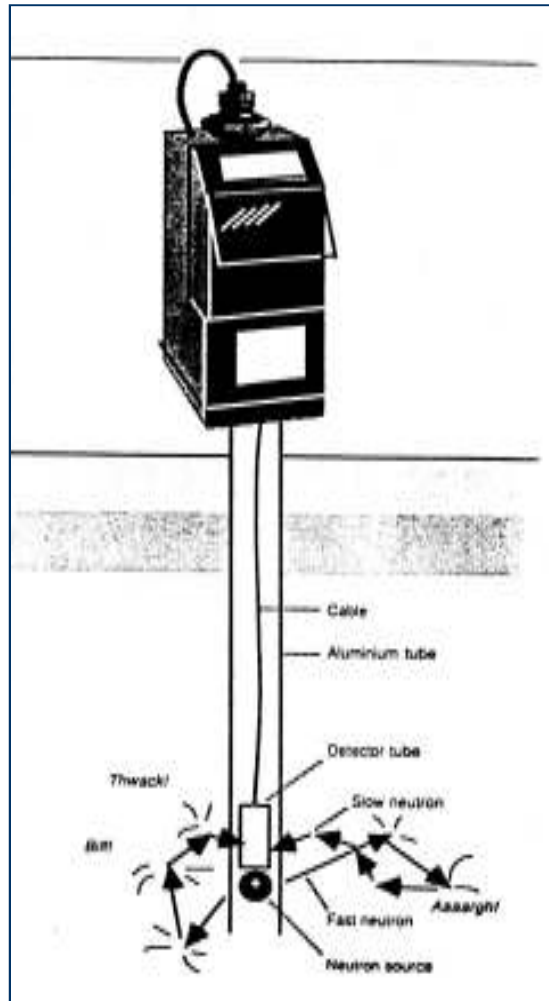
NÖTRON YÖNTEMİ



NÖTRON YÖNTEMİ



NÖTRONMETRE



TDR (Time Domain Reflektometre) YÖNTEMİ

TDR toprak nemini ölçmede göreceli olarak yeni bir yöntemdir.

Toprak suyu ölçümlerine ilişkin ilk uygulama Todd ve ark. (1980) tarafından rapor edilmiştir.

Hacimsel su içeriğini belirlemede doğruluk derecesi çok yüksektir. Kalibrasyon gereksinimi minimum düzeydedir

TDR aygıtının çalışma ilkesi toprak içine yerleştirilmiş L uzunluğundaki iletim hattı boyunca elektromanyetik bir dalganın yayılma hızı (v) TDR test aygıtı tarafından oluşturulan bir sinyalin tepki süresinden belirlenir.

TDR

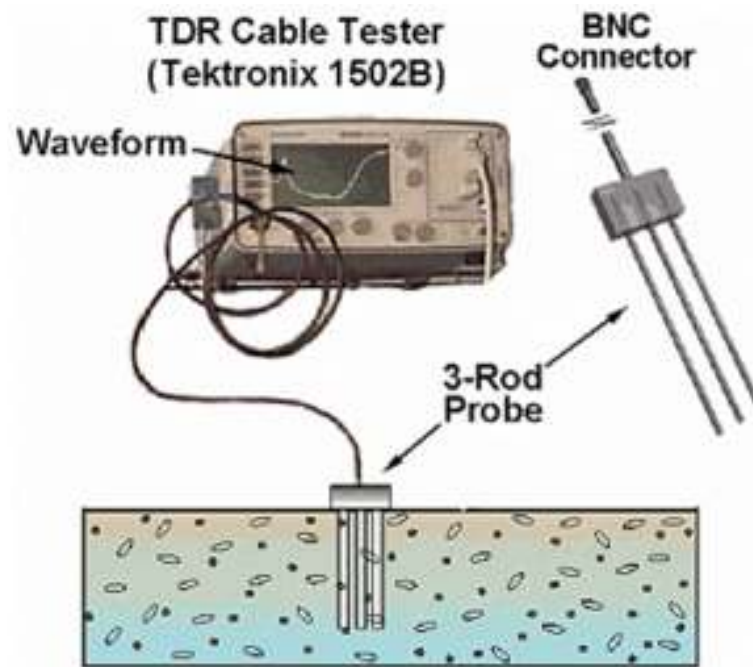
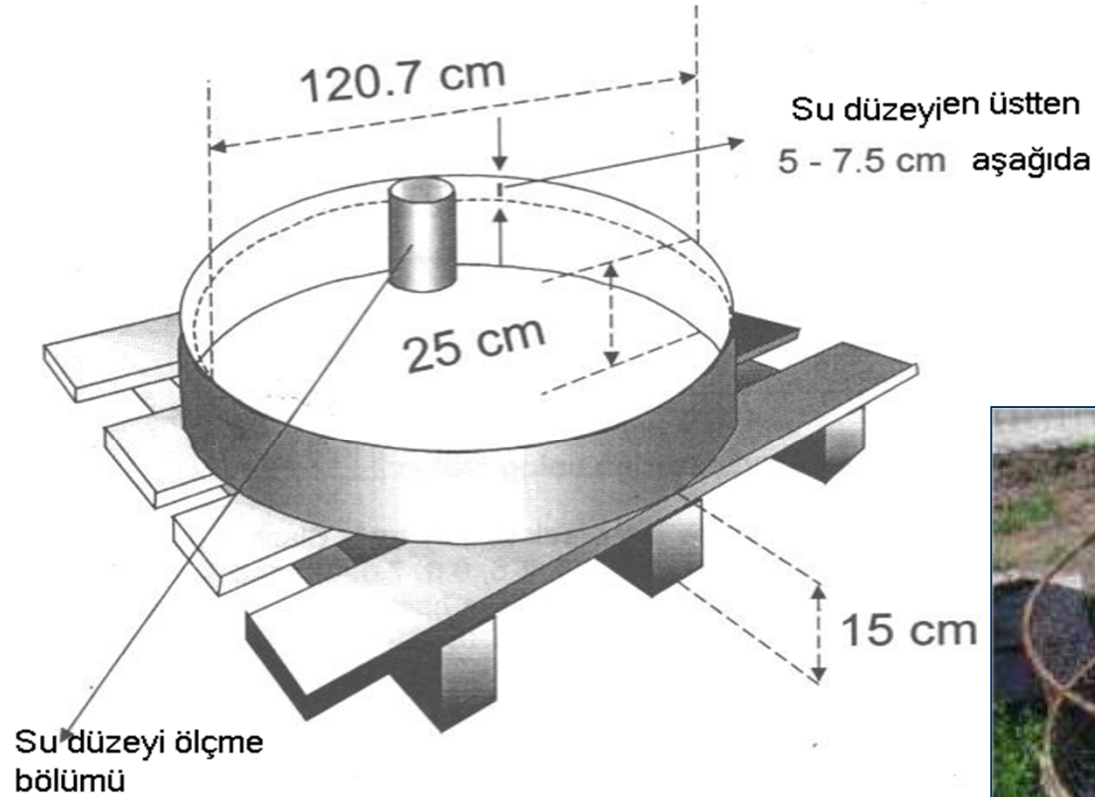


Fig. 1-9: Diagram of a TDR cable tester.



4. İKLİM PARAMETRELERİNİ ESAS ALAN TEKNİKLER

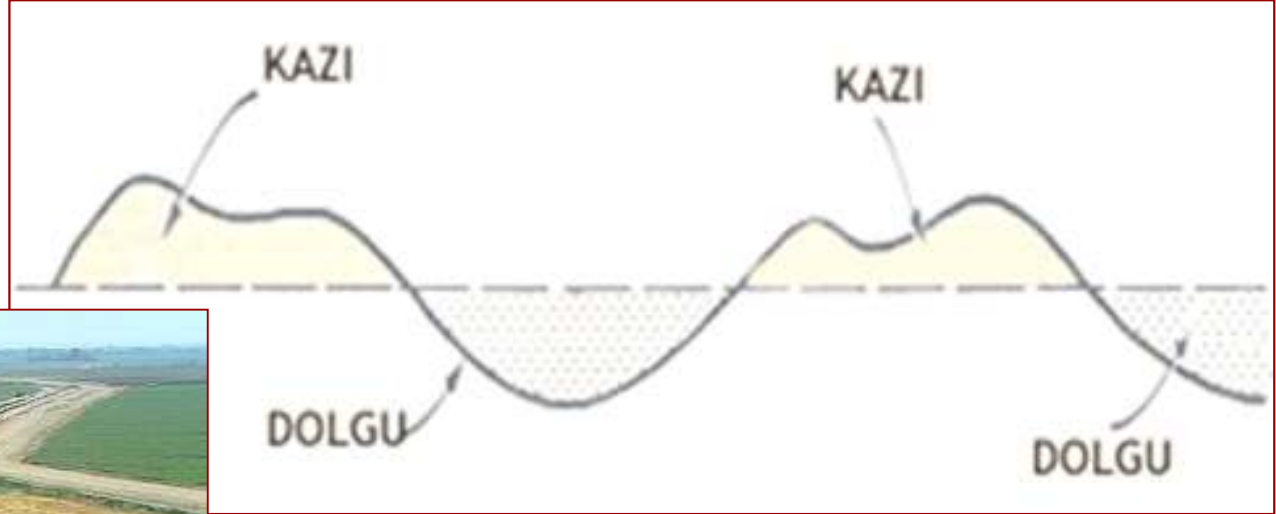


ARAZİ TESVİYESİ



Tesviyenin Amacı:

- En az kazı ve dolgu ile araziyi düzeltmek, kazı ve dolgu oranını eşitlemektir.
- Topoğrafyanın karışık ve dalgalı olması hem maliyeti arttırır, hem de tesviyeyi güçleştirir.



Tesviye İhtiyacının Anlaşılması

- ❖ Su, tarla yüzeyinde yer yer gölleniyorsa,
- ❖ Tavaların bir tarafında suyun derinliği, diğer taraflara oranla fazla ise,
- ❖ Su karıklardan taşıyorsa,
- ❖ Tarlanın bazı yerleri daha çabuk kuruyorsa diğer kısmı yaş kalıyorsa,
- ❖ Su, karıkta veya tavada düzenli bir hız veya derinlikte akmıyorsa,
- ❖ Az su uygulanmasında dahi toprak erozyonu oluyorsa

Arazi Tesviyesi :

- Kabul edilebilir düzeyde eş bir su dağılımının sağlanması için, olanaklar ölçüsünde **doğal eğimi bozmadan** ve **verimlilik potansiyelini azaltmadan**, **arazide bulunan yüzeysel düzensizliklerin** (çukurlar, tümsekleri, pulluk ve ağır makine izleri) yönteminin gerektirdiği eğim derecelerine göre düzeltilmesidir.





Tesviyenin Yararları

- ❖ Daha eş bir su dağılımı sağlandığından su uygulama randımanı yükselir.
- ❖ Sulama suyu ihtiyacı azalır ve mevcut suyla daha fazla alan sulanabilir.
- ❖ Ürün ve su kayıpları ortadan kalkar.
- ❖ Etkili bir yüzey drenajı yapılabilir ve tuzluluk ve sodyumluluk problemi ortadan kaldırılabilir.
- ❖ Tesviye ile birlikte taban suyunun yüksek olduğu yerlerde mutlaka drenaj da yapılmalıdır.
- ❖ Gübreden daha fazla yararlanılır.
- ❖ Arazi yüzeyinin her tarafı aynı zamanda toprağın işlenmesi için gerekli nem düzeyine geldiği için toprak işleme ve diğer bakım işlemleri kolaylaşır.

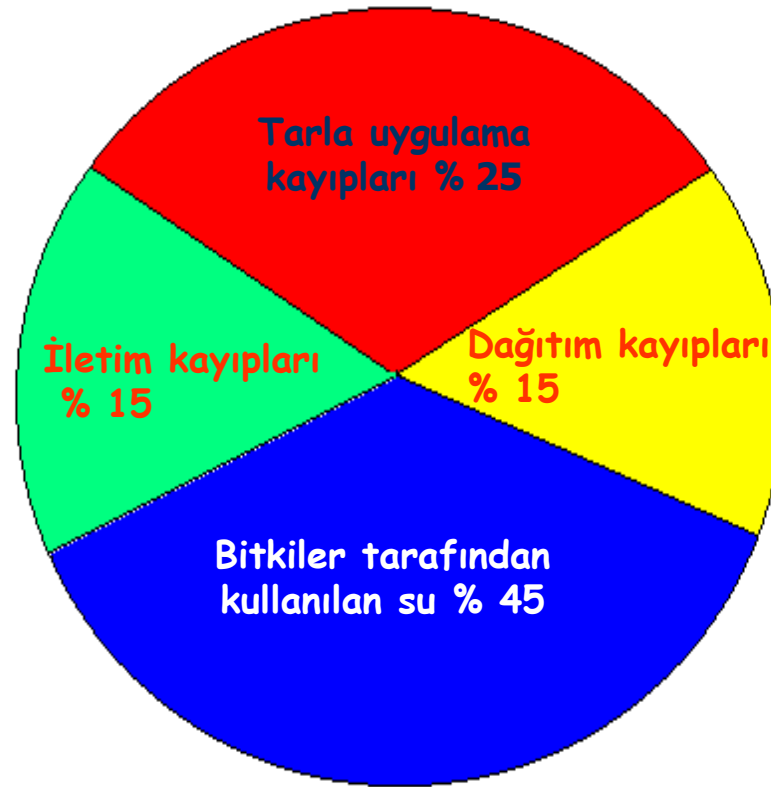
Tesviyenin Yararları

- ❖ Daha eş bir su dağılımı sağlandığından su uygulama randımanı yükselir.
- ❖ Su arazi yüzeyinde kolaylıkla ilerlediğinden daha az işçi ve daha az masrafla sulama kısa zamanda yapılır.
- ❖ Az eğimli yerlerdeki dip sızmalarından dolayı bitki besin maddelerinin yıkanması, çok eğimli yerlerdeki hızlı akan suyun oluşturduğu erozyon ortadan kalkar.
- ❖ Bitkilerin gelişimi aynı olacağından hasat ve mücadele işleri kolaylaşır.
- ❖ Sulanamayan alanlar kazanıldığından milli gelir artar.





SULAMADA SU KAYIPLARI



Çiftçi eğitiminin yeterli düzeyde olamaması nedeniyle
kontROLSÜZ su uygulaması



Su Yönetiminde Araştırma Enstitülerinin Rolü



Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Lokasyonu;

- Su & Toprak & Bitki & Atmosfer ilişkilerinin incelenmesi ve değerlendirilmesi,
- Havza bazında toprak ve kaynaklarının etkin kullanımı,
- Tarımsal kuraklığın önlenmesinde bilimsel çözüm yollarının geliştirilmesi,
- Sulama, drenaj ve atık su uygulamaları yeni teknolojilerin geliştirilmesi

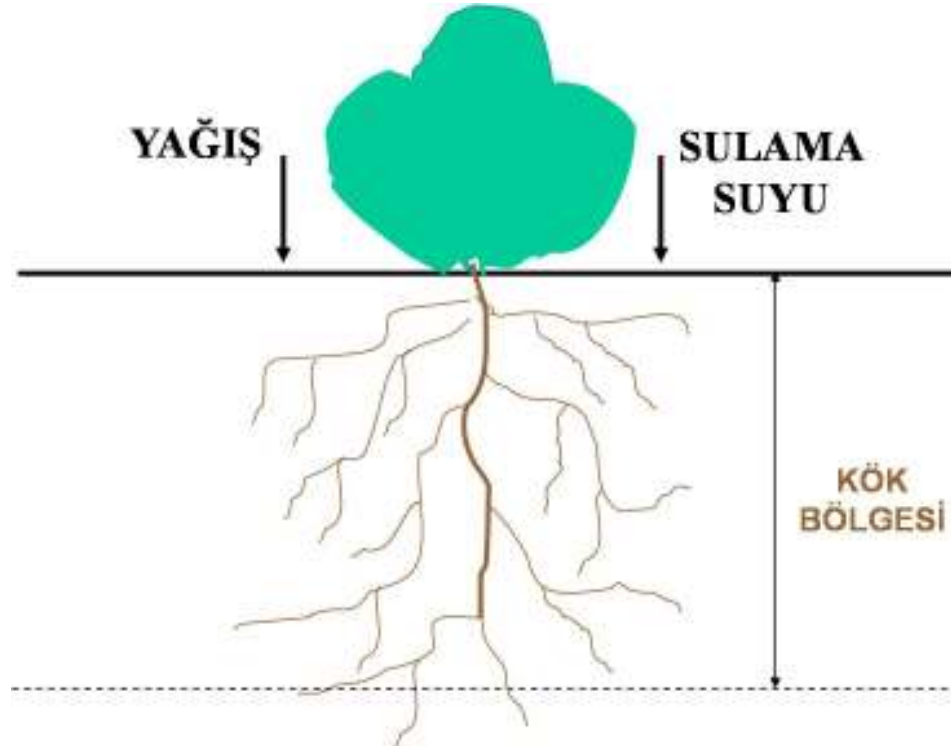
Coğrafi Bilgi sistemi & Uzaktan algılama (GIS& Remote Sensing)

- ❖ Sulama programlarının optimizasyonu
- ❖ Su kullanım etkinliğinin artırılmasında kullanılan tekniklerin geliştirilmesi
- ❖ Çorak alanların ıslahı ve sulak alanların korunması
- ❖ Sulamanın ekonomik etkisinin belirlenmesi üzerine birçok araştırma projesi yürütülmektedir.



SULAMA SİSTEMLERİ

- **Sulama;** Bitki gelişimi için gerekli olan ancak doğal yollarla karşılanamayan suyun toprağa verilmesi şeklinde tanımlanır.
- Bununla birlikte sulama daha kapsamlı bir tanımlamayla aşağıda belirtilen amaçlardan biri veya birkaçı için suyun toprağa uygulanmasıdır.



SULAMA

- Bitki gelişimi için gerekli olan nemi sağlamak amacıyla toprağa su eklemek.
- Kısa dönemli kuraklıklara karşı ürünü sigorta etmek.
- Toprağın ve atmosferin serinletilmesi, böylece bitki gelişimi için daha elverişli bir ortam hazırlamak.
- Toprakta bulunan tuzun eritilmesi veya yıkanmasını sağlamak.
- Topraktaki çatlamların zararını azaltmak.
- Taban taşının yumuşatılmasını sağlamak.

Sulama ile;

- Bitki su ihtiyacı tam karşılanır.
- Diğer tarımsal girdilerin etkinliği artar.
- Gübre ve tarım ilaçları su ile birlikte verilebilir.
- Bazı bitkiler dondan korunabilir.

Sulama Yöntemleri ve Sulama Sistemleri

- Belirli bir tarım alanı sulamaya açılırken, öncelikle koşullara en uygun olan sulama yöntemi seçilir ve gerektirdiği sulama sistemi planlanır; projelenir, kurulur ve işletilir.
- **Sulama yöntemi**, suyun toprağa bitki kök bölgesine verilme biçimi,
- **Sulama sistemi ise**; suyun kaynaktan alınması sulama alanına iletilmesi ve alan içerisinde tarla parsellerine kadar dağıtılması için gerekli olan yapıların tümünü kapsar.

Sulama Yöntemleri

```
graph TD; A[Sulama Yöntemleri] --> B[Yüzey Sulama Yöntemleri]; A --> C[Basıncılı sulama yöntemi]; A --> D[Sızdırma sulama yöntemi]; B --> B1[➤ Salma sulama yöntemi]; B --> B2[➤ Tava sulama yöntemi]; B --> B3[➤ Uzun tava sulama yöntemi]; B --> B4[➤ Karık sulama yöntemi]; C --> C1[➤ Yağmurlama sulama yöntemi]; C --> C2[➤ Damla sulama yöntemi]; C --> C3[➤ Mini Yağmurlama Sulama yöntemi];
```

Yüzey Sulama Yöntemleri

- *Salma sulama yöntemi*
- *Tava sulama yöntemi*
- *Uzun tava sulama yöntemi*
- *Karık sulama yöntemi*

Basıncılı sulama yöntemi

- *Yağmurlama sulama yöntemi*
- *Damla sulama yöntemi*
- *Mini Yağmurlama Sulama yöntemi*

Sızdırma sulama yöntemi

Yüzey Sulama Yöntemleri

- Yüzey sulama yöntemlerinde su tarla başına; açık kanal veya düşük basınçlı borularla getirilir, açık kanallardan da basit savaklar veya sifonlarla parsellere verilir.
- Burada önemli olan sulama yöntemine uygun parsel boyutlarının yapılarak gerekli olan debinin hesaplanmasıdır.

Yüzey Sulama Yöntemi



Tarla Başı Kanalı Açmak



Sifonla Su Alımı



Basit Savaklarla Karıklara Su Vermek



UZUN TAVA (BORDER) SULAMA

Uzun Tava (Border) Sulama Yöntemi

- Sulanacak tarla parseli toprak seddelerle çevrilerek dar uzun eğimli şeritlere bölünür.
- İki sedde arasında kalan alana *uzun tava* ya da *border şeridi* denilir.
- Uzun tavaların genişlikleri **3-30 m**, uzunlukları ise **100-800 m** arasında değişir.

Uzun Tava (Border) Sulama Yöntemi

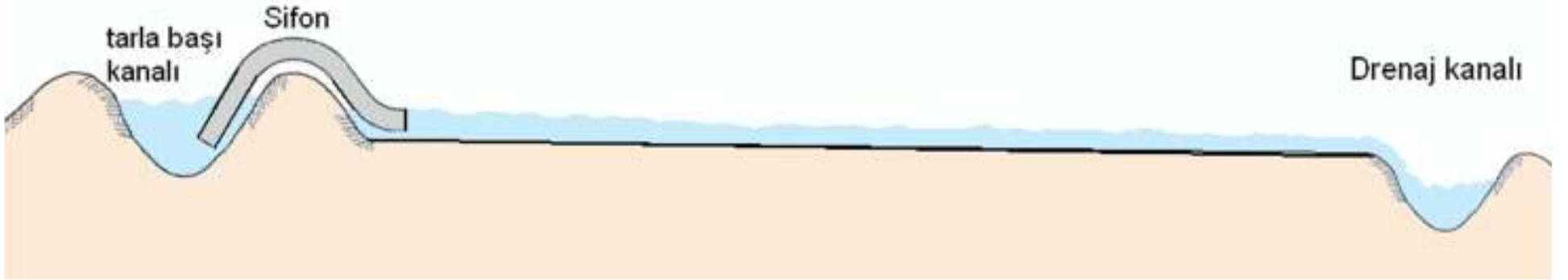


Uzun Tava (Border) Sulama Yöntemi

- Tarlabası kanalı yada lateral boru hattından alınan su, uzun tavaya en üst noktadan alınır ve border şeridini bir örtü gibi kaplayarak eğim yönünde tava boyunca ilerlerken bir yandan da infiltrasyonla toprak içerisine girer ve bitki kök bölgesinde depolanır.
- Bu nedenle, uzun tavanın başlangıcında ilk 15-20 m'lik bölüm eğimsiz oluşturulur.

Uzun Tava (Border) Sulama Yöntemi

- Uzun tava yönteminde tava sonunun **kapalı olması** gerekmez ki çoğu zaman **açıktır**.
- Uygulanan suyun belirli bir kısmı yüzey akış şeklinde ve yüzey drenaj kanalları vasıtalı ile uzaklaştırılır.



Uzun Tava (Border) Sulama Yönteminin Aşamaları



Tarlabaşı kanalının yapımı



Seddelerin yapımı



Uzun tava oluşturulması



Tarlabaşı kanalına branda yerleştirilmesi

Uzun Tava (Border) Sulama Yönteminin Aşamaları



Uzun Tava Yöntemi



Nerelerde uygulanır?

- Uzun tava yöntemi daha çok su alma hızı, orta derecede düşük ve orta derecede yüksek topraklarda daha uygundur.
- Su alma hızı yüksek hafif bünyeli topraklar için uygun bir yöntem değildir. (Yeterli su uygulama randımanı sağlamak için border uzunlukları çok sınırlı kalır).
- Düşük infiltrasyon hızına sahip topraklarda yeterli miktarda suyun infiltrasyonu çok uzun süre gerektirir bu da aşırı yüzey akışa yol açar.

Nerelerde uygulanır?

- Topoğrafik şartlar nedeniyle sulama doğrultusunda eğim vermek zorunluluğu varsa uzun tava sulama yöntemi uygulanır.
- Eğimi %0.5'ten daha az olan alanlar için çok uygundur.
- Çim türü bitkilerin yetişmediği yerlerde %2'ye dek eğimlerde, çim yetişen alanlarda ise %4 veya daha dik eğimlerde uygun bitki gelişmesi sağlanabilmektedir.
- İzin verilebilir border eğiminin belirlenmesinde, yağıştan meydana gelen yüzey akışının ortaya çıkardığı erozyon dikkate alınmaktadır.

Hangi Bitkilerin Sulanmasında Kullanılır?

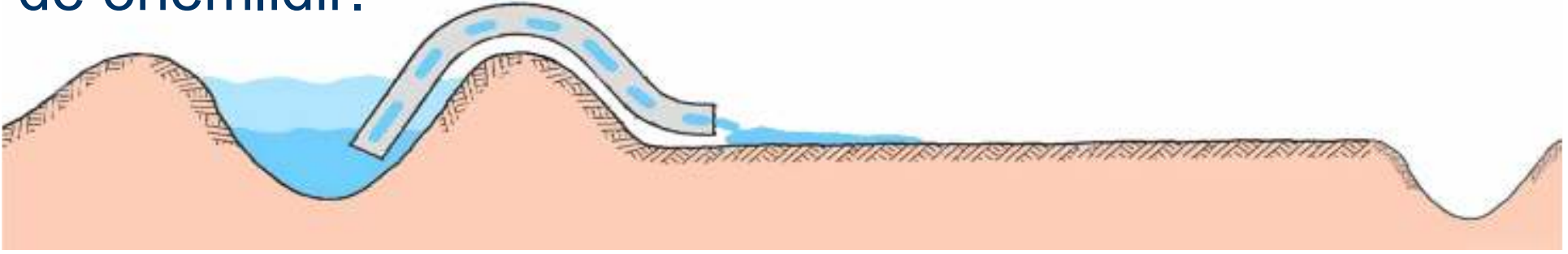
- Hububat,
- Yonca,
- Baklagiller
- Çayır otlarının,
- Yem bitkileri
- Benzeri sık ekilen bitkilerin

sulanmasında kullanılır.

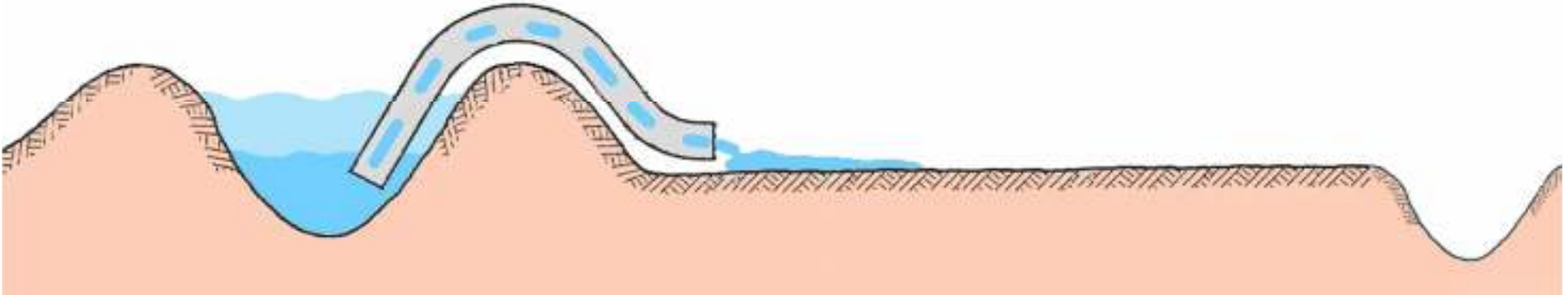
- Çeltik gibi göllendirme gerektiren bitkiler için ise uygun değildir.
- Meyve bahçeleri ve bağlar da bu yöntemle sulanabilir.

Sulama Suyunun Uygulanması

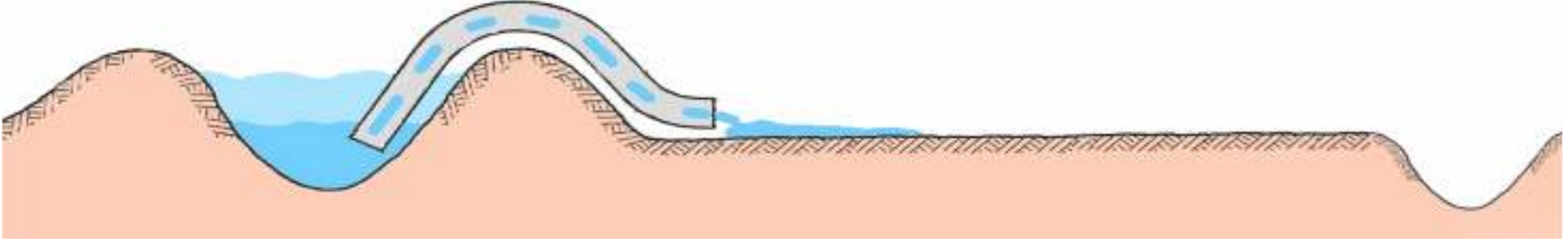
❖ Toprak rezervuarını yeterli miktarda sulama suyu ile doldurabilmek için verilen suyun zamanında kesilmesi de önemlidir.



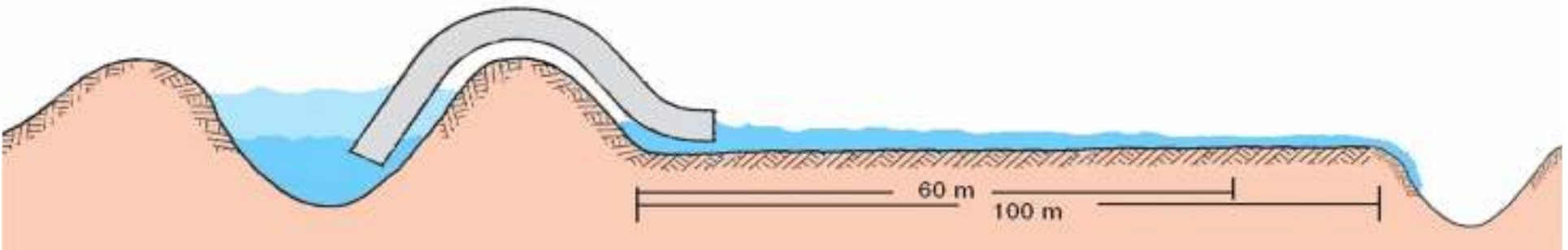
❖ Bu zaman iyi ayarlanamaz ise suyun tava sonuna ulaşmaması,



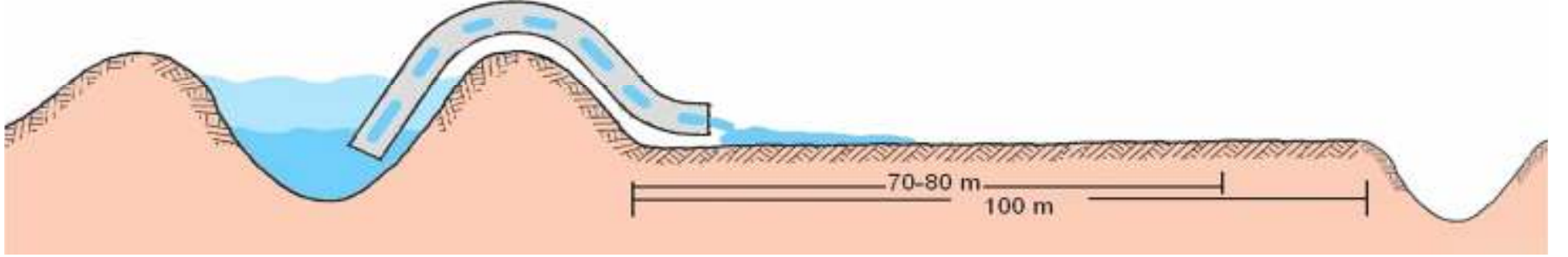
❖ Yüzey akış kayıpları ile kaybolması söz konusu olabilir.



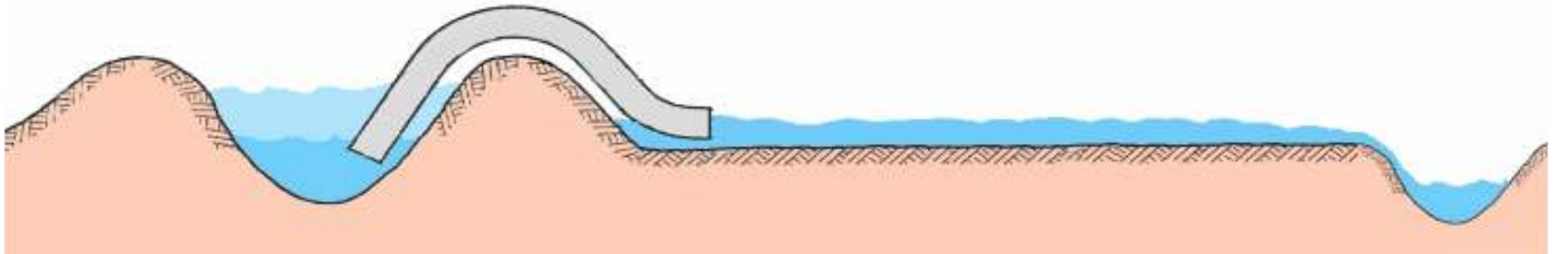
❖ Killi topraklarda tavalara verilen su tava uzunluğunun % 60'lık kısmına ulaştığında,



❖ Tınlı topraklarda tavalara verilen su tava uzunluğunun % 70-80'lik kısmına ulaştığında,



❖ Kumlu topraklarda ise suyun tava sonuna ulaşması beklenir ve suyun tava sonuna ulaşmasından sonra kesilme sağlanır.

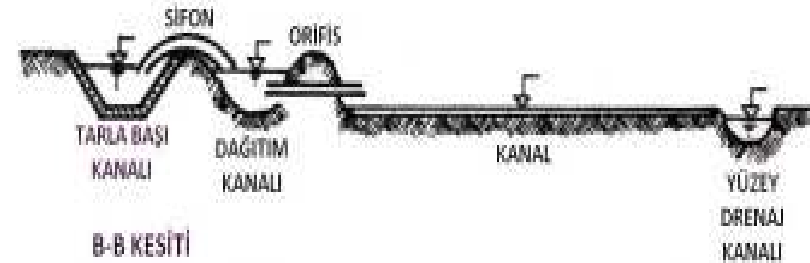
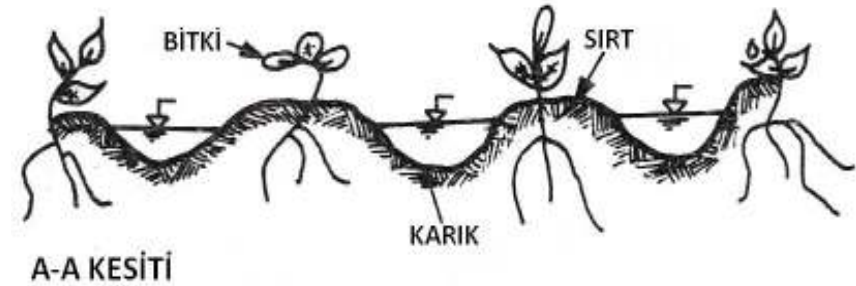
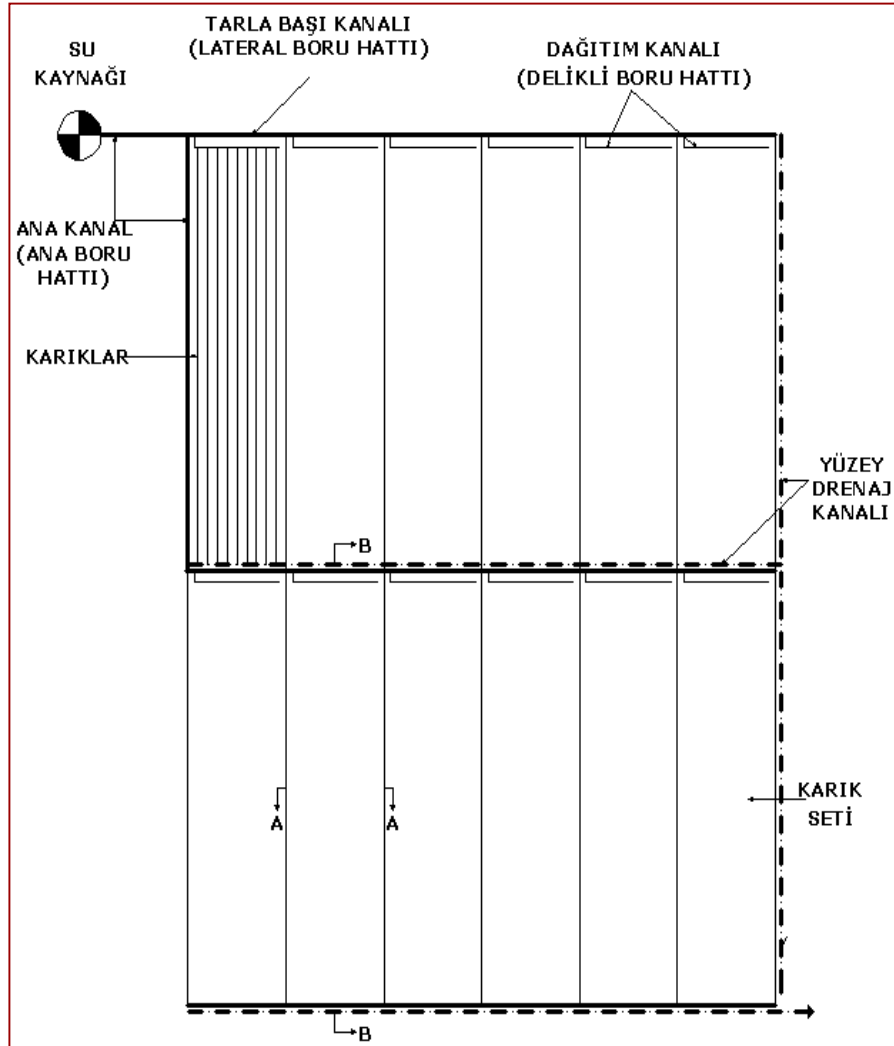




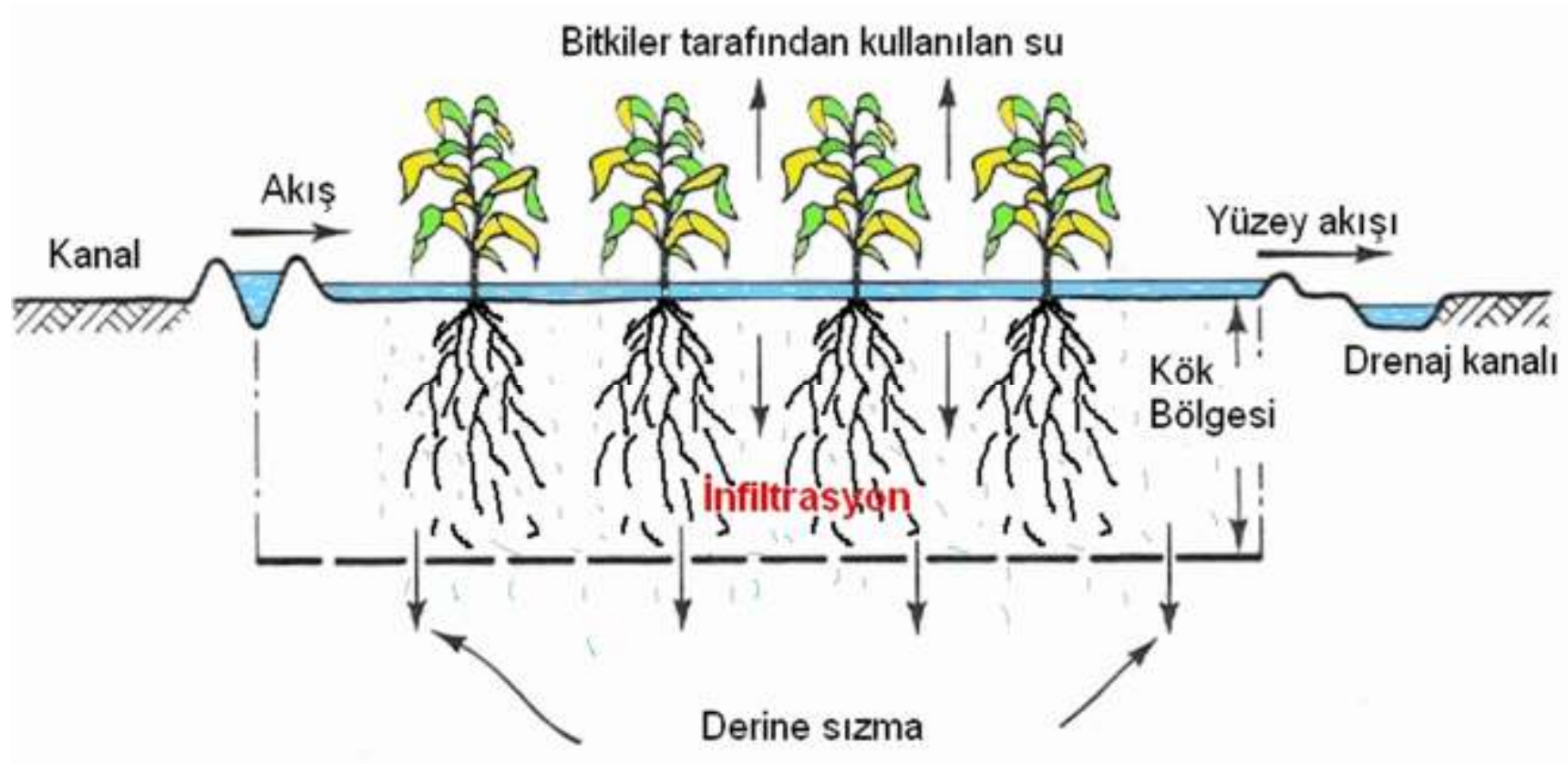
KARIK SULAMA

Karık Sulama

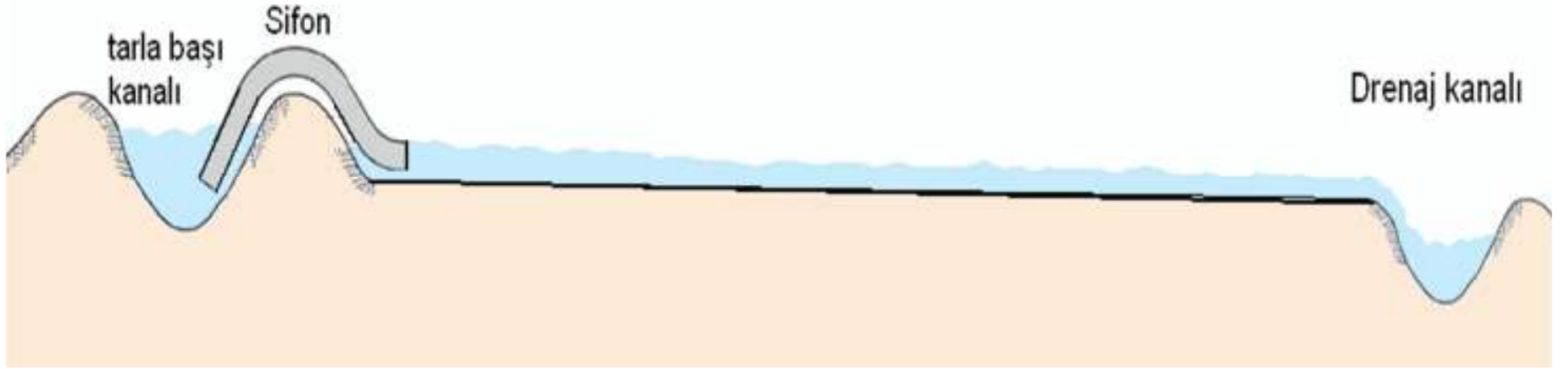
- Bitki sıraları arasında eğim doğrultusunda açılan ve karık adı verilen yüzlek kanalcıklara su uygulanır.



- Karıklara uygulanan su, yerçekimi etkisiyle karık içerisinde ilerlerken bir taraftan da toprağa infiltre olur ve bitki kök bölgesinde depolanır.



- Sonu açık olan karıklarda, sulama sırasında karık sonlarından çıkan su yüzey akış olarak uzaklaşır.
- Yüzey akış suyu (kuyruk suyu) bazı durumlarda yeniden sulama amacıyla kullanılabilir.



Karık Sulama Yönteminin Üstünlükleri

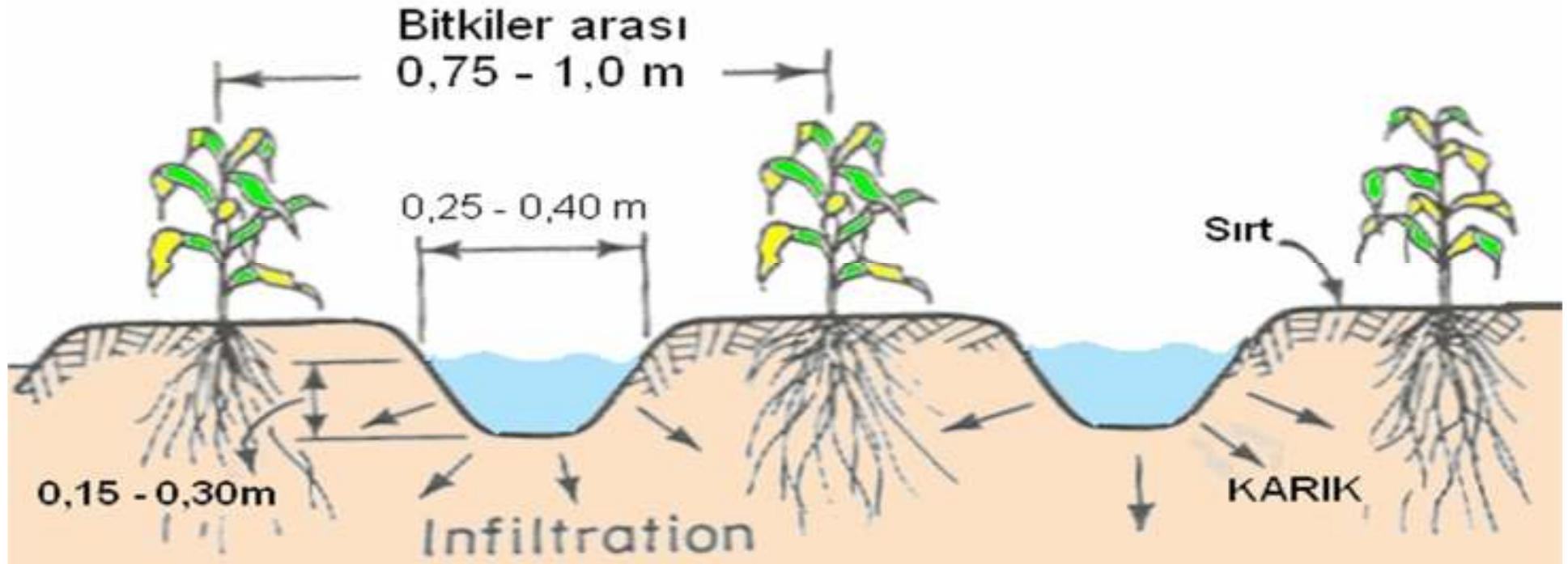
- ❖ İlk tesis masrafları düşüktür.
- ❖ Sistem tasarımı, tertibi ve sulama uygulamaları değiştirilmeksizin farklı özellikteki birçok bitkinin tarımı yapılabilir.
- ❖ İyi bir arazi tesviyesi ve sulama işletmeciliği ile yüksek su uygulama randımanı elde edilebilir.
- ❖ Bitki kök boğazı su ile temasta olmadığından kök boğazının ıslanmasından kaynaklanan hastalıklara duyarlı bitkilerin emniyetle tarımı yapılır.
- ❖ Açık karıklarda karıktan çıkan suyu (yüzey akışı) uzaklaştırmak için yüzey drenaj kanallarının tesisi gerekir.

Yöntemin Uygulanmasını Kısıtlayan Faktörler

- ❖ Açık karıklarda karıktan çıkan suyu (yüzey akışı) uzaklaştırmak için yüzey drenaj kanallarının tesisi gerekir.
- ❖ Karıklardan çıkan suyu azaltmak için önlem alınmadığında yada tekrar sulamada kullanılmadığında su uygulama randımanı düşük olur.
- ❖ Kabul edilebilir düzeyde eş su dağılımı elde etmek için arazi tesviyesi gerekebilir.
- ❖ Her kariğa eşit miktarda su vermek tarla başı kanalları yada lateral boru hatlarına ek olarak her karık setinin başına yada delikli boru hatlarının tesisi gerekir.
- ❖ Karık sırtlarında biriken tuz, toprak tuzluluğuna duyarlı bitkiler için sorun olabilir.

❖ Düşen yağışın yüzey akışı oluşturduğu koşullarda, yüzey akışı karıklarda yoğunlaşabilir ve erozyona sebebiyet verebilir.

❖ Karık genişliği 25-40 cm ve yüksekliği ise karığın taşıdığı su kapasitesi ve eğime bağlı olarak 15-30 cm arasında değişmektedir.



Karıkların Düzenlemesi

- Karıklar tarla sınırlarına paralel olacak şekilde açılır ve tarlanın en yüksek sınırında tarla başı arkı veya boru hattı yer almalıdır.
- Küçük tarlalarda, düşük infiltrasyon hızına sahip topraklar söz konusu olduğunda, karık boyları tüm tarla boyuna eşit alınır.
- Geniş tarlalar veya yüksek infiltrasyon hızına sahip toprakların sulandığı yerlerde, karık uzunlukları tarla uzunluğunun belirli oranları şeklinde seçilir.
- Ucu açık karıklarda yüzey akış suyunun taşınması için parsel sonunda drenaj kanalına gereksinim duyulur.
- Dik eğimli alanlarda seki teraslar yapılarak karıkların eş yükselti eğrilerine paralel açılmasıyla eğim önemli ölçüde azaltılır. Sıraya ekilen tarla bitkileri ve sebzeler kontur karıklarla %8-10 eğime dek sulanabilir.

Karık Boyu

Karıkların uzunluğunu belirleyen faktörler;

- Toprak tipi,
- Akış debisi,
- Sulama derinliği,
- Eğim,
- İnfiltrasyon hızıdır.

Bitki Özellikleri

Pamuk, mısır, soya fasulyesi, şeker pancarı, ay çiçeği gibi sıra bitkileriyle domates, biber, patlıcan, patates gibi sebzeler ile meyve bahçeleri ve bağların sulanmasında karık yöntemi başarıyla kullanılabilir.

❖Karık sulama sistemlerinde tarla başı kanalı yada lateral boru hattından sonra , her karık setine hizmet eden eğimsiz dağıtım kanalları veya delikli boru hatlarının tesisine gerek vardır.







Karik Sulama Boruları



Karık Sulama Borularıyla Sulama



Karık Sulama Yöntemi



Karik Sulama Yöntemi



SALMA VE TAVA SULAMA

Salma Sulama Yöntemi

- Tarla başı kanalından parsele saptırılan su arazi üzerinde gelişigüzel yayılmaya bırakılır.
- Su toprak yüzeyinde ilerlerken bir yandan da toprağa infiltre olur ve bitki kök bölgesinde depolanır.



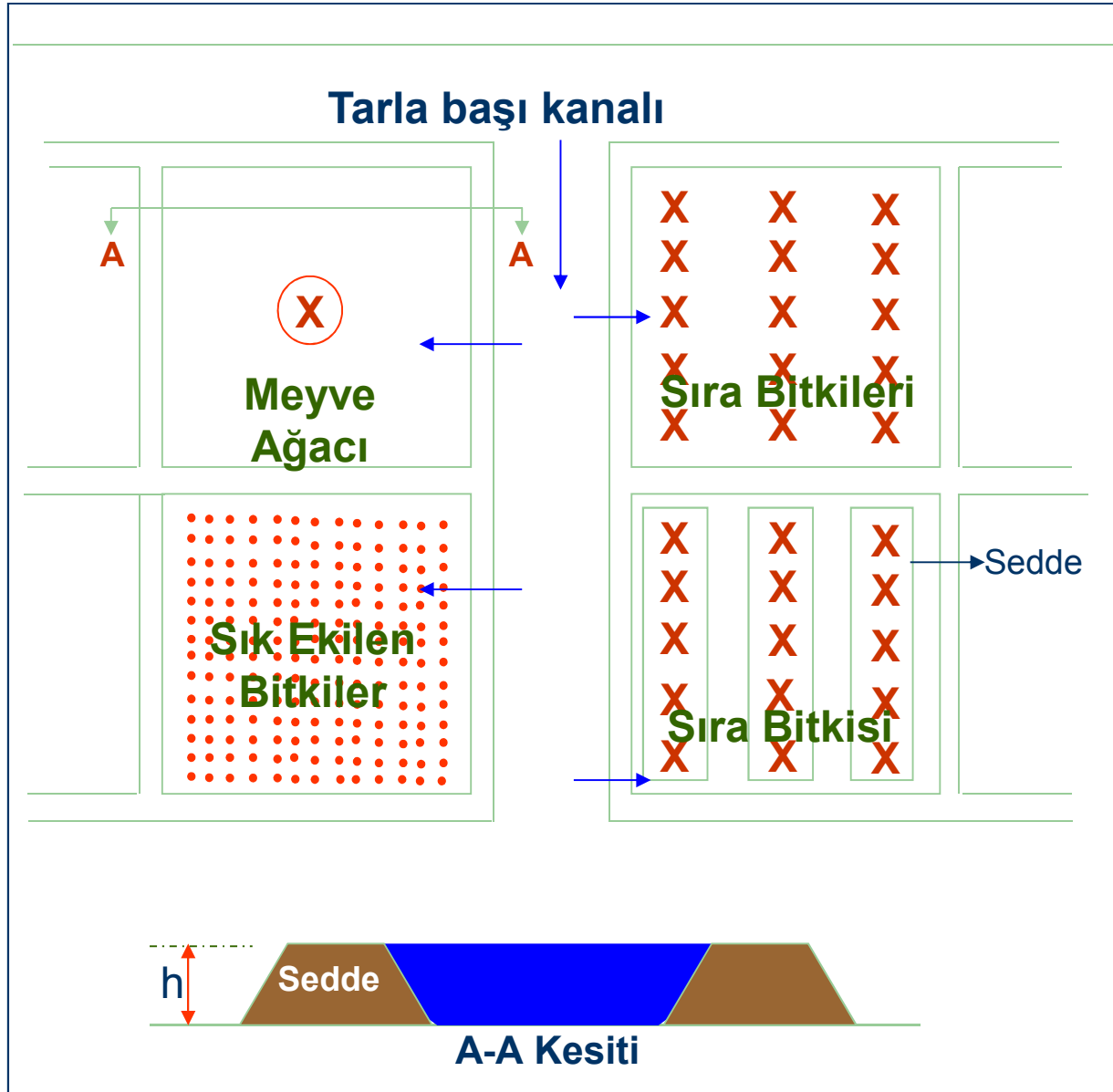
Salma Sulama Yöntemi

- Toprak yüzeyi topoğrafyasını önemli ölçüde düzenleme gerektirmez.,
- Tarlabası hendeğinin en yüksek noktasına dek su getirilir ve bu noktadan suyu tarlaya salıverilir.
- Uygulanan su arazi üzerinde uzunca bir yol aldığından, su en düşük kotlu noktalarda toplanma eğilimi gösterir.
 - Çukur noktalarda *aşırı sulama*
 - Yüksek noktalarda ise *kuru alanlar* oluşur.

Salma Sulama Yöntemi

- Salma sulama yönteminde;
 - ❖ Su uygulama randımanı çok düşük.
 - ❖ Aşırı su kullanımı.
 - ❖ Derine sızan su miktarı fazla.
 - ❖ Taban suyunun yükselmesi yada taban suyu oluşturulması,
 - ❖ Drenaj probleminin ortaya çıkması ve arazinin tuzlulaşması gibi sorunlarla çok sık karşılaşılır.

Tava Sulama Yöntemi



Tava Sulama Yöntemi

- Sulanacak parsel yüksekliği fazla olmayan toprak sedde veya bentlerle **tava** adı verilen düzgün dikdörtgene benzeyen birimlere bölünür.



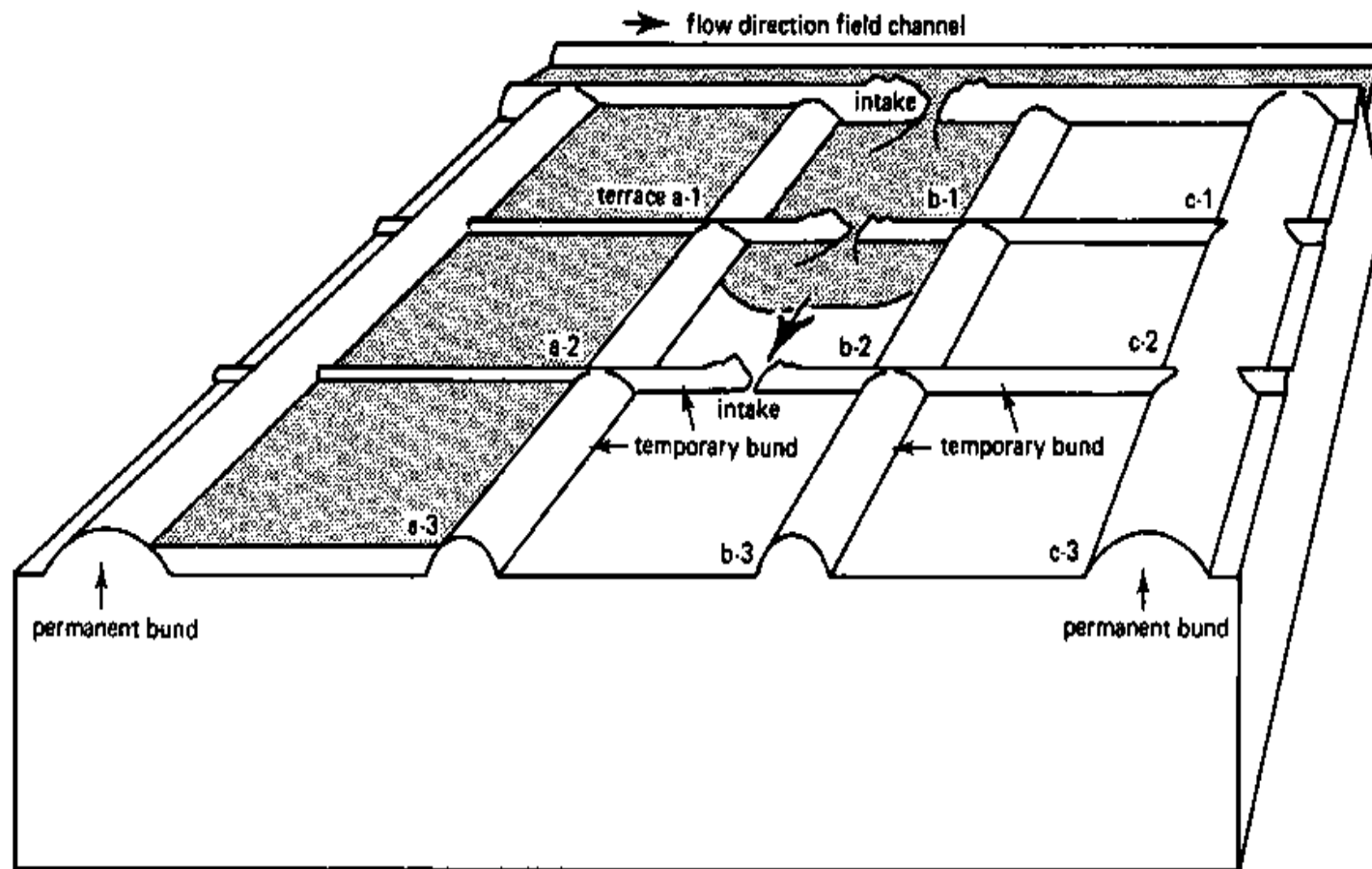
Tava Sulama Yöntemi

- Tesviye masrafları az,
 - Düz ve düze yakın alanlarda,
 - Su alma hızı orta ya da düşük topraklarda
- çeltik, hububat, mera ve yem bitkileriyle, meyve ağaçlarının sulanmasında yaygın olarak kullanılır.
 - Ayrıca, tuzlu-alkali toprakların ıslahında da tava yöntemi kullanılır.

- ❖ Tavalar düz ya da düşük eğimli olabilir.
- ❖ Tavalara su tarla başı kanalından bir veya bir kaç noktadan uygulanabilir.
- ❖ Tarla başı kanalından su, sifonlarla, delikli borularla, orifislerle tavalara uygulanır.



Tava Sulama Yöntemi

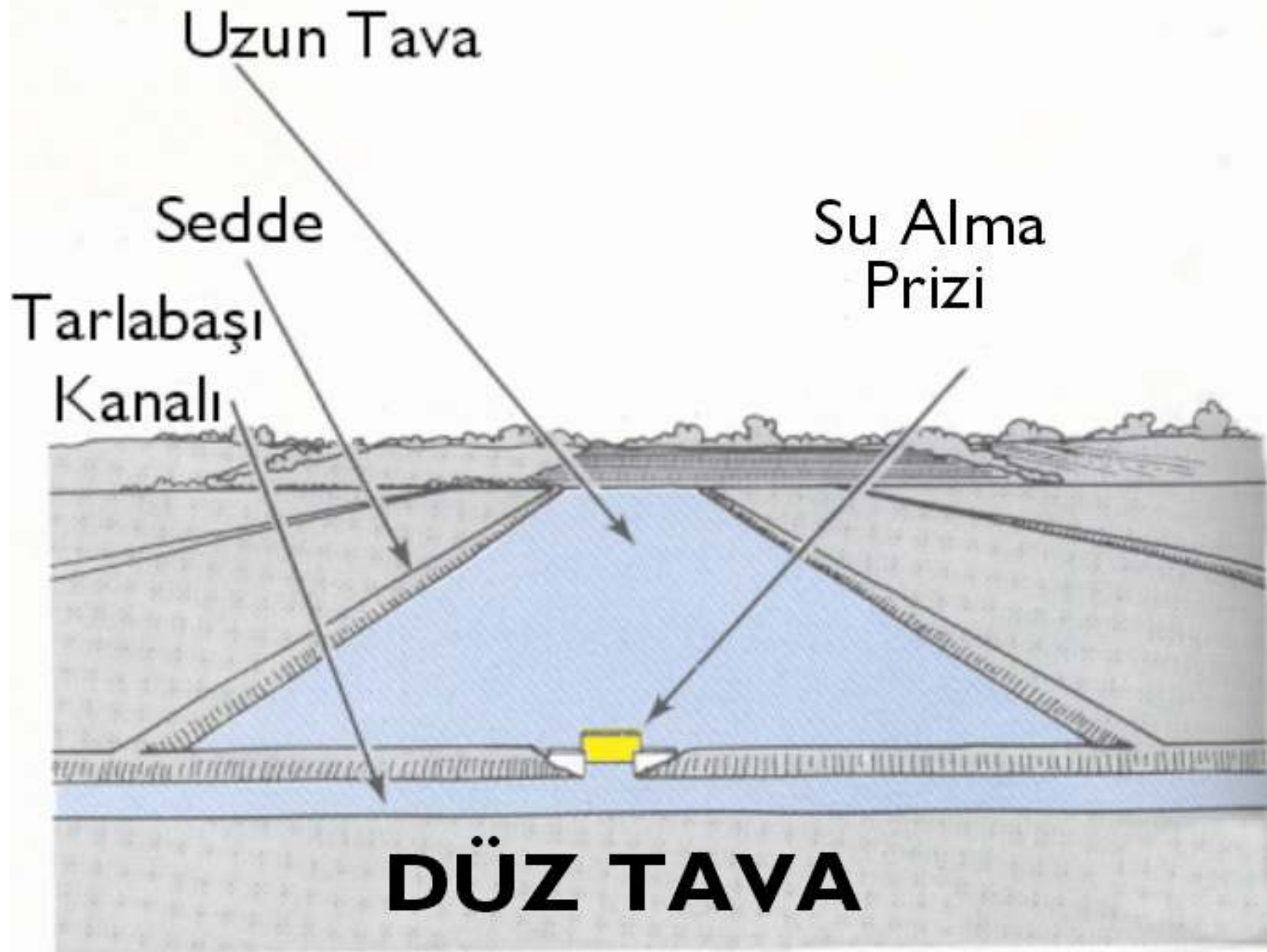


Tava Sulama Yönteminin Üstünlükleri

1. Yüzey akışı söz konusu olmadığından yüzey drenaj kanallarına ihtiyaç yoktur. Sistem maliyeti düşük olur.
2. İyi bir tesviye ile yüzey akışı engelleneceğinden dolayı yüksek su uygulama randımanı sağlanabilir. Kontrollü sulama ile derine sızan su miktarı azaltılabilir.
3. Kalifiye işçiye gerek yoktur.
4. Yağışlardan en üst düzeyde yararlanmayı sağlar.
5. Tuzlu toprakların ıslahında etkin bir biçimde kullanılabilir.

Yöntemin Uygulanmasını Kısıtlayan Faktörler

1. Tavalar eğimsiz olacağından özel arazi tesviyesi gerektirir.
2. Derine sızmayı önlemek için kontrollü sulama yapılmalıdır. Aksi durumda toprak altı drenaj sistemi yapmak gerekir. Bu da sistem maliyetini arttırır.
3. Tava debisi yüksek olduğunda tava başlangıcında erozyonu önlemek için özel yapılar gerekebilir.



Tava Sulama Yöntemi



YAĞMURLAMA SULAMA YÖNTEMİ



Yağmurlama Sulama Yöntemleri

- Yağmurlama sulama yönteminde, su arazi üzerine belirli aralıklarla yerleştirilen yağmurlama başlıkları vasıtasıyla basınç altında püskürtülerek atmosfere verilir, toprağa infiltre olur.



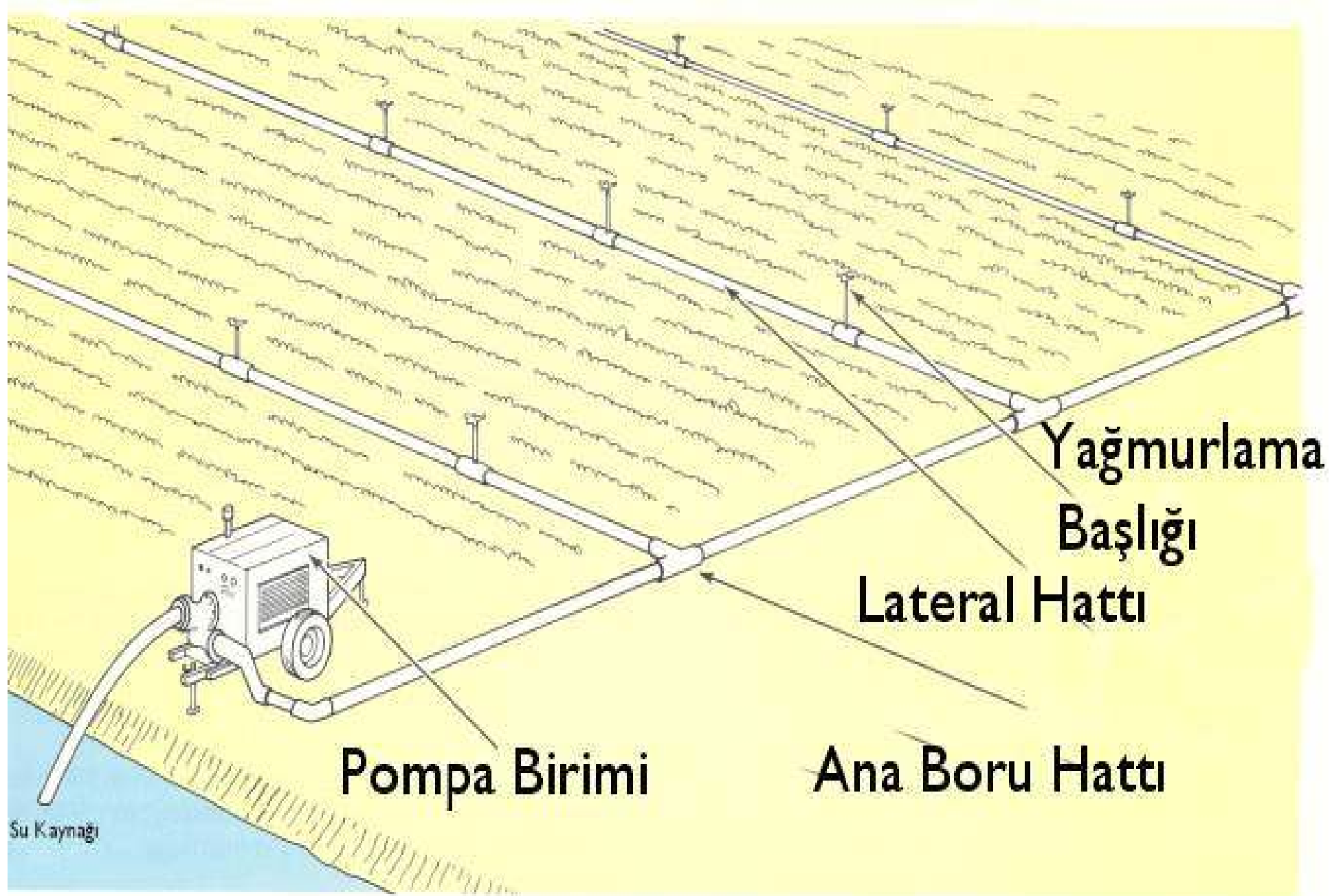
AVANTAJLARI

- Bu sulama yönteminde su basınç altında iletildiği için ve başlıklardan basınçla püskürtüldüğünden pompaja ihtiyaç vardır.
- Her türlü toprak ve topografya koşulunda rahatlıkla uygulanabilir,
- Dondan korumada da kullanılabilir.
- İşçilik azdır.

DEZAVANTAJLARI

- ❖ İlk yatırım masrafı yüksek,
- ❖ Sürekli bir enerjiye ihtiyaç duyar,
- ❖ Rüzgarlı ortamda uygulanması sakıncalıdır,
- ❖ Bitkinin yüzeyi ıslandığı için mantari hastalık sorunu olabilir,
- ❖ Gündüz sulamasında mercekleme etkisi olabilir.

Yağmurlama Sulama Yönteminin Unsurları



YAĞMURLAMA SULAMA SİSTEMLERİ

**Kaplanan Alana
Göre**

**Tesis ve İşletme
Durumuna Göre**

**Suyun Bitkiye Veriliş
Biçimine Göre**

Tarla sistemleri	Taşınabilir sistemler	Ağaç üstü sulama sistemleri
Çiftlik sistemleri	Yarı sabit sistemler	Ağaç altı sulama sistemleri
Tarla sistemlerinden çiftlik sistemlerine geçiş sistemleri	Sabit sistemler	
Toplu sistemler		

Taşınabilir Yağmurlama Sulama



Center Pivot



Lineer Move



Lineer Move



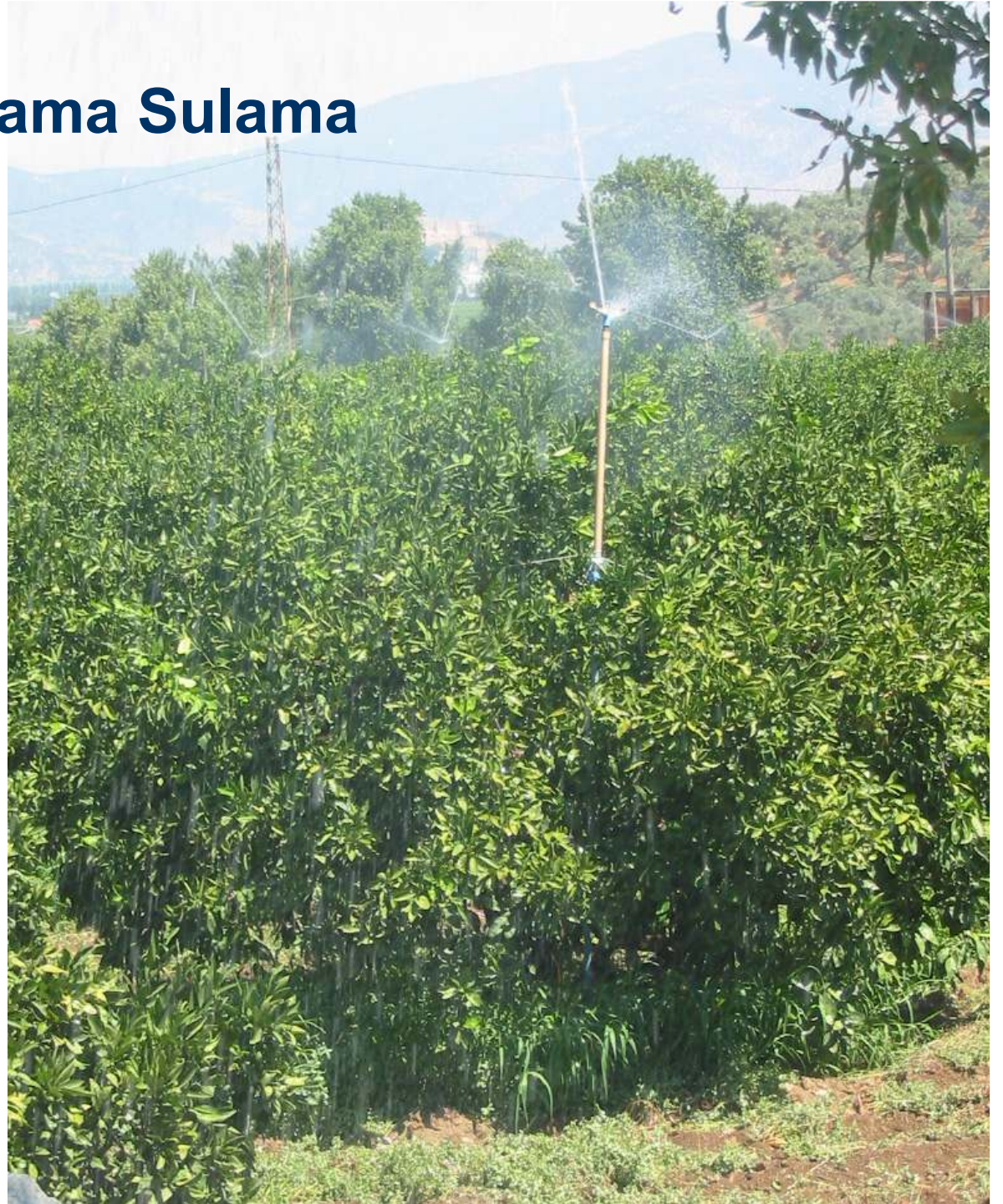
Linear Move



Yağmurlama Sulama Sisteminin Bahçe Sulamasında Kullanımı



Ağaç Üstü Yağmurlama Sulama



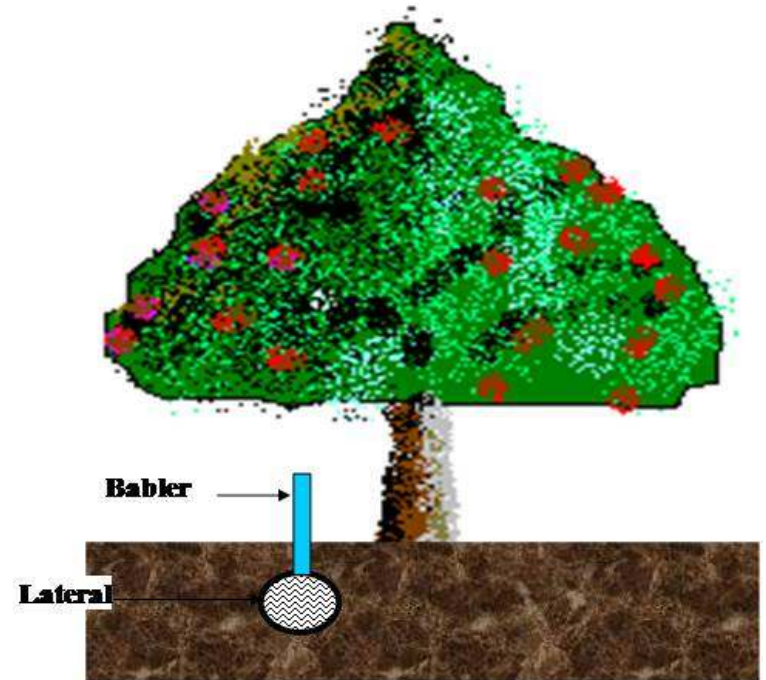
Bubbler Sulama

- ❖ Bu sistemde su, küçük akışlar veya çeşmeler şeklinde toprak yüzeyine uygulanır.
- ❖ Su toprak altına gömülen laterallere yerleştirilmiş tüpler vasıtasıyla uygulama noktasına verilir.
- ❖ Bubbler sulamada 1-10 mm çaplı PE tüpler kullanılır.
- ❖ Her bir tüpün debisi, tüplerin çapları veya uzunlukları yada hem çapları hem de uzunlukları değiştirilerek kontrol altına alınabilir.



Bubbler Sulama

- Bubbler sulama sistemlerinde, geniş çaplı tüpler kullanıldığı için tıkanmaya karşı hassasiyetleri çok azdır.
- Suyun debisi, damla veya yüzey altı sulama sistemlerine göre çok daha yüksektir.



Bubbler Sulama

- ❖ Bu yüksek debi sonucu uygulamalarda meydana gelebilecek yüzey akışlarını ve erozyonu önlemek için bazen tavalara ve karıklara ihtiyaç duyulur.
- ❖ Bubbler tüpündeki suyun akış hızı tüpün çapı, uzunluğu ve borudaki uygun işletme basıncı tarafından belirlenir.

Mini Yağmurlama Sulama

- Püskürtme sulamada da tıkanma problemi damla sulama ve yüzey altı sulamaya göre daha az görülür.
- Püskürtme sulama sisteminde su; mini sprinkler adı verilen küçük yağmurlama başlıkları vasıtası ile sisleme şeklinde toprak yüzeyine verilir.



Mini Yağmurlama Sulama

Bu amaçla spreyleyler
(Püskürtücüler)



Spittirsler
(çiseleyiciler)

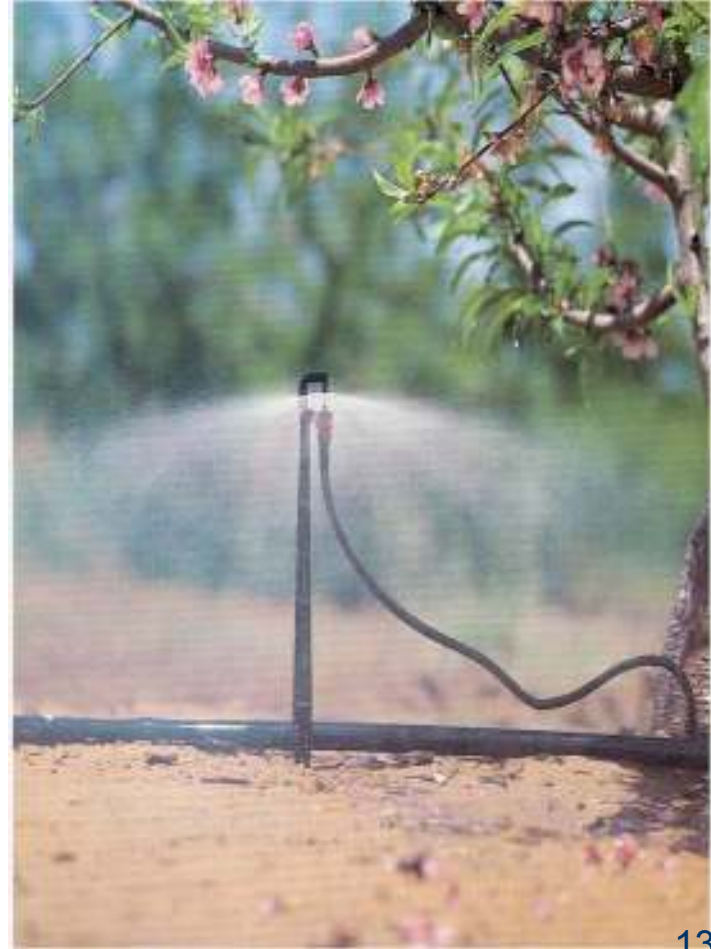


Mini Yağmurlama Sulama

Foggirsler(sisleyiciler)



Mini yağmurlama başlıkları kullanılmaktadır.



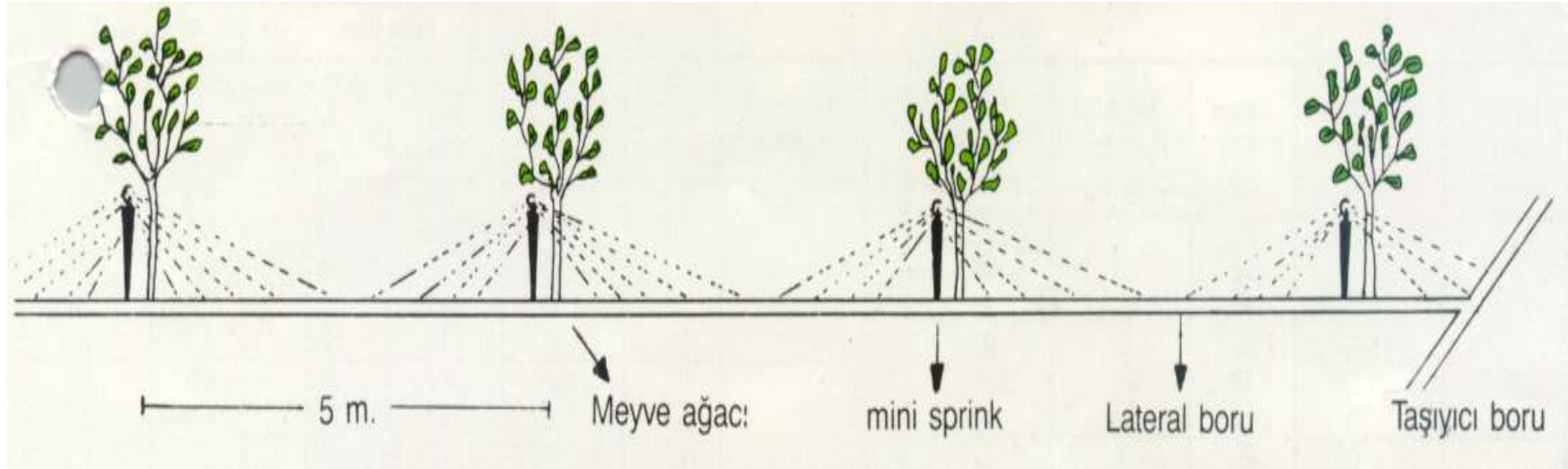
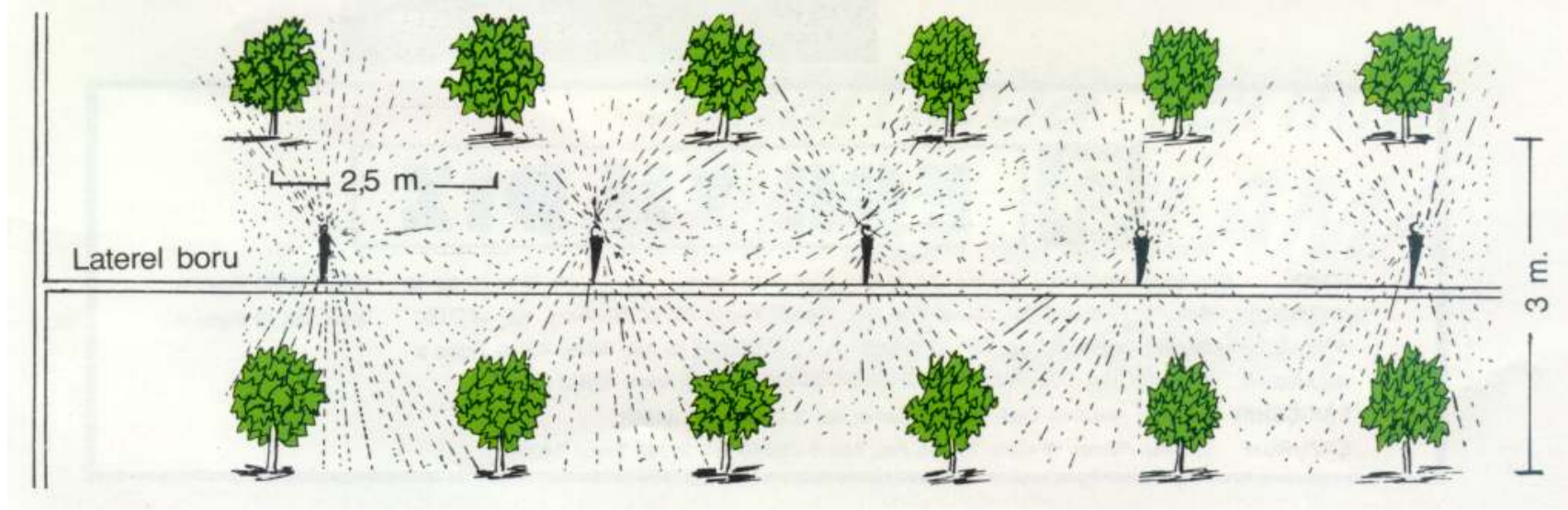
Mini Yağmurlama Sulama

- Mini yağmurlayıcılar; damlatıcı memelerinden daha geniş çıkışa sahip olduklarından tıkanma problemini kontrol etmek için filtrasyon ihtiyacını azaltır, kısa bir zamanda bitkinin sulanmasına imkan verir ve bitkilerin dondan korunmasını sağlar.
- Bunun yanında püskürtme sulama sistemleri tipik olarak damla sulama sistemlerine göre daha geniş toprak hacmini ıslatırlar ve damlatıcı memelerinin çalışmasını kontrol için ihtiyaç duyulan işçiliği azaltır.
- Mini sprinkler, damlatıcı memelerinden daha büyük ve taşınabilir yağmurlama başlıklarından daha küçük debiye sahiptirler.
- Debileri 15 - 200 L /h, İşletme basınçları 0.5 - 2.5 atmosfer ve ıslatma çapları 2 - 9 m arasındadır.

Mini Yağmurlama Sulama

- Bazı mini sprinkler sistemlerde; damla sulamada kullanılan damlaticılardan uygulanan su miktarından daha az bir miktar birim alana uygulanabilir.
- Çünkü onlar suyu daha geniş alana yayarlar.
- Bu tip mini sprinkler gerçekten yüzey akış kayıplarını ve erozyonu azaltırlar.
- Mini sprinklerin esas dezavantajı; daha geniş çaplı laterallere ihtiyaç duyulması, buharlaşma ve rüzgar etkisinden kaynaklanan kayıpların artmasıdır.

Meyve Bahçesinde Mini Yağmurlama Sulama Uygulaması



Bağda Mini Yağmurlama Sulama Uygulaması



Mini Yağmurlama Sulama



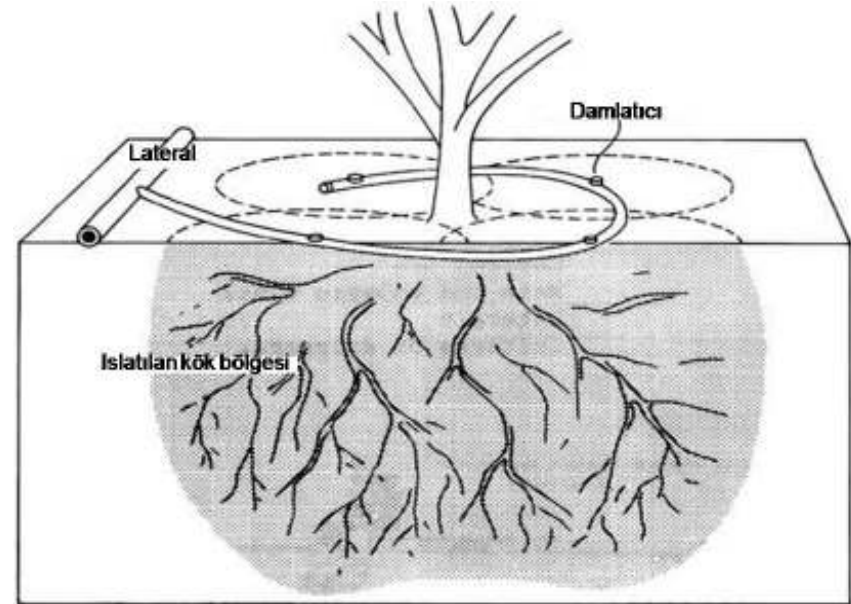
DAMLA SULAMA YÖNTEMİ



Damla Sulama

- Sulama suyunun yavaş ve devamlı bir şekilde damlalar halinde bitki kök bölgesine uygulanmasıdır.
- Su toprak yüzeyindeki bir noktaya damlatıcılar uygulanabilir.
- Damlatıcılar lateral üzerine (on-line) veya laterale boylamasına geçik (in-line) olarak laterale bağlanmaktadır.
- Lateral üzerine geçik damlatıcılar için suyun debisi genellikle 1-100 L /h civarındadır.
- İçten geçik damlatıcılardan çıkan suyun debisi de 1-16 L/h kadardır.

DAMLA SULAMA YÖNTEMİ



DAMLA SULAMA YÖNTEMİNİN AVANTAJLARI

- Bitkilerin toprak üstü organları ıslatılmadığından bitki hastalık ve zararlılarının gelişmesi önlenmektedir.
- Yabancı ot kontrolü kolaydır.
- Arazinin yalnızca belirli bir bölümü ıslatıldığından sulama suyu ihtiyacı azdır.
- Su artırımı yüksektir. Su kaynaklarının sınırlı olduğu yerlerde geniş alanlar sulanabilir.
- Toprak ıslatılan bitki tarafından gölgelendiğinden toprak yüzeyindeki buharlaşma dolayısıyla bitkinin su tüketimi daha azdır.
- Buharlaşma ve derine süzülme kayıpları azdır; yüzey akış kayıpları yoktur. Su uygulama randımanı çok yüksektir.

- Bu yöntemde bitki sırası boyunca ıslak bir şerit elde edildiğinden bitkiler mevcut sulama suyundan en iyi şekilde yararlanırlar.
- Bu yüzden de randımanı (%90) yüksektir.



- Bitki kök bölgesinde devamlı ve düşük gerilimle tutulan nem ortamı sağlandığından, suyu topraktan fazla enerji harcamaksızın alır.
- Bu ise ürün artışı sağlayan önemli faktörlerden biridir.
- Besin maddeleri bitkinin ihtiyaç duyduğu zamanda sulama suyuyla birlikte bitki köklerinin geliştiği ortama verildiğinden gübreden en iyi şekilde yararlanır.
- Toprakta bulunan tuzlar ıslak şeridin çeperine doğru itildiğinden tuzlu topraklarda emniyetle tarım yapılır.
- Bitki sıraları arasında ıslatılmayan kuru alan kaldığından sulama sırasında bile bazı tarımsal işlemler kolaylıkla yapılabilir.

- Damla sulama sisteminde ilk tesis masraflarının yüksekliğine rağmen, özellikle su kaynağının kısıtlı olması ve ekonomik değeri yüksek bitki tarımının yapılması koşullarında daha geniş alan sulanabildiğinden ve daha fazla ürün alınabildiğinden genellikle ekonomik bir yöntemdir.
- Yüksek eğimli, dalgalı, toprakların kumlu, taşlı ve sığ olduğu arazilerde kullanılabilir. Erozyon etkisi azaltılabilir.

DAMLA SULAMA YÖNTEMİNİN DEZAVANTAJLARI

- ❖ En önemli sorun damlaticıların tıkanmasıdır. Tıkanmaya en çok kum parçacıkları, organik ve inorganik maddeler ile kimyasal maddeler neden olmaktadır. Bu nedenle çok iyi bir süzme işleminin yapılması gerekir.
- ❖ Sulamada kullanılan bütün sular bir miktar tuz içerirler.
- ❖ Damla sulamada bu tuz ıslak şeridin çeperine doğru itilerek burada birikir.
- ❖ Bu tuzların alt katlara yıkanmasının sağlanması için destekleyici yağmurlama ya da yüzey sulama uygulamalarına gerek duyulabilir.
- ❖ Bir damla sulama sistemiyle sadece bitkinin kök bölgesinin bir kısmı ıslatıldığı için, bitkinin köklerinin gelişmesi normal olarak kök bölgesinin ıslaklık oranında sınırlandırılır.

- ❖ Yoğun kök dağılımı sonucunda bitkilerin rüzgarın etkisine dayanma kabiliyetleri azalabilir.
- ❖ Ayrıca beklenmeyen durumlarla karşılaşıldığında (Mesela; sistemin fonksiyonlarını yerine getiremediği, yeterli su sağlanamadığı zaman) Islak bölgedeki su tüketilir.
- ❖ Damla sulamada bitkilere sık aralıklarla ve az su verildiğinden bitkinin kök sistemi fazla gelişmez dolayısıyla da hakim rüzgarın olduğu yerlerde özellikle meyve ağaçları hereğe alınmalıdır.
- ❖ Damla sulamada ilk yatırım masrafları oldukça yüksektir. Ancak diğer yöntemlere oranla damla sulama neticesinde sağlanan ürün artışı göz önüne alınırsa yıllık net kar açısından ekonomik olabilir

DAMLA SULAMA SİSTEMİNİN ÖĞELERİ

Su Kaynağı

- Sulama suyunun sağlandığı depo, havuz, gölet, akarsu vb. yerlerdir.
- Kaynaktaki suyun temiz ve kaliteli olması lazımdır.

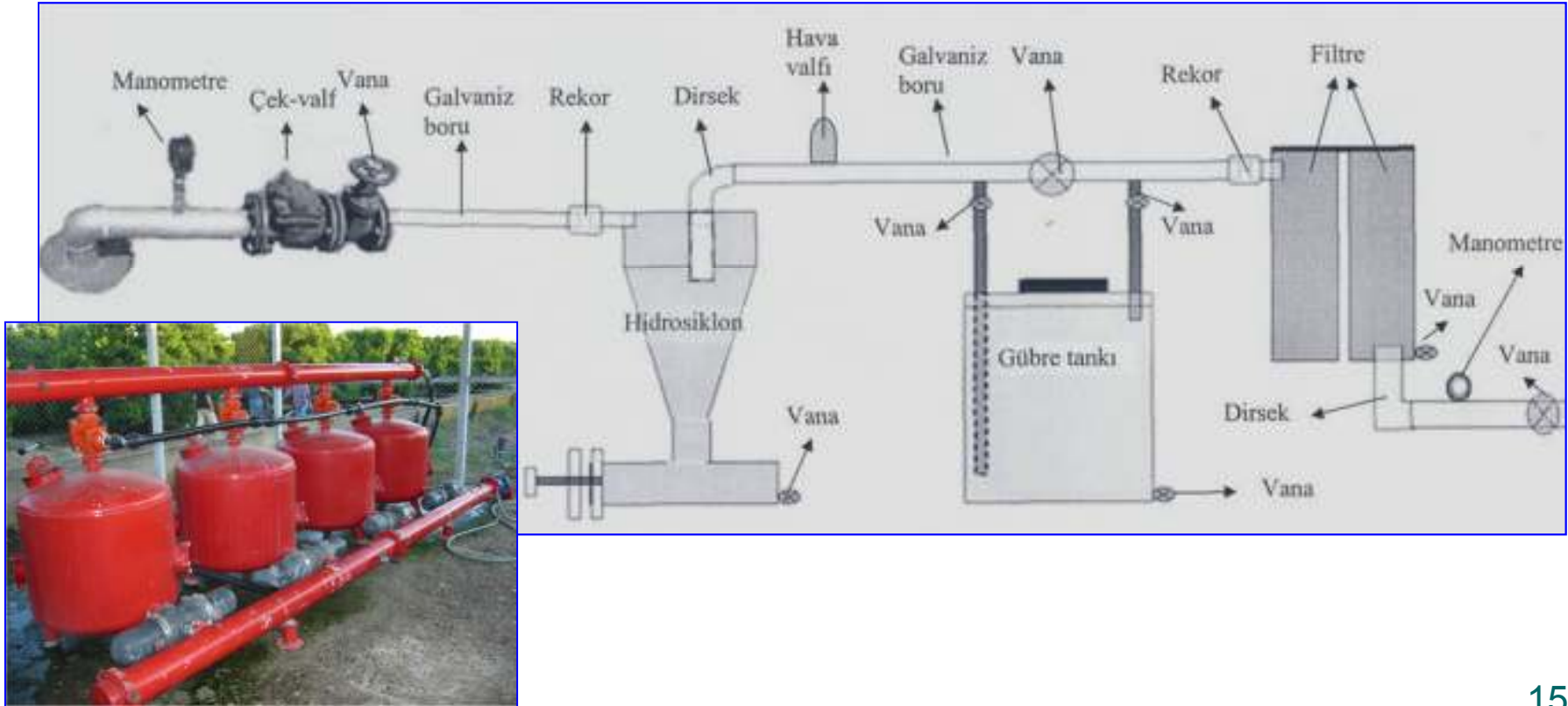
Pompaj Birimi

- ❖ Suyun kaynaktan alınıp, ana boru, manifold, lateral ve damlaticılar vasıtasıyla bitki kök bölgesine istenilen basınçta iletilmesini sağlayan gerekli güçteki motor ve pompadır.



Kontrol Ünitesi

- Bu ünite de suyu temizlemek için gerekli tip ve çeşitte filtreler, vanalar, çek valfler, su sayacı ile sulama suyu ile beraber gübre uygulaması yapan gübre uygulama sistemlerini içerir.



Kontrol Ünitesi



Ana Boru Hattı

- Suyun kaynaktan alınıp, manifoldlara iletilmesini sağlayan daha büyük çaptaki çeşitli tip malzemeden yapılan (döküm, asbest çimento, PVC veya PE) borulardır.

PVC-U PIPE (Solvent Cement Joint)
PVC-U BORU (Yapıştırma Mufu)



POLİETİLEN (PE) BORU



Manifold Boru (Yan Boru) Hattı

- Ana borudan gelen suyun lateral gruplarına iletilmesini sağlayan borulardır. Genelde çapları kktr.
- PE veya PVC malzemededen yapılırlar.



Manifold Boru (Yan Boru) Hattı

- Eğer ana boru veya manifold boru olarak PVC boru seçilmişse toprak altına gömülmeli ve en az 6 Atmosfer basınca dayanıklı olmalıdır.
- Ancak toprak işleme ve kışın don tehlikesi varsa ona göre de en az 50 cm derinliğe gömülmelidir.
- PE borular toprak yüzeyinde olabilir.



Lateral Hattı

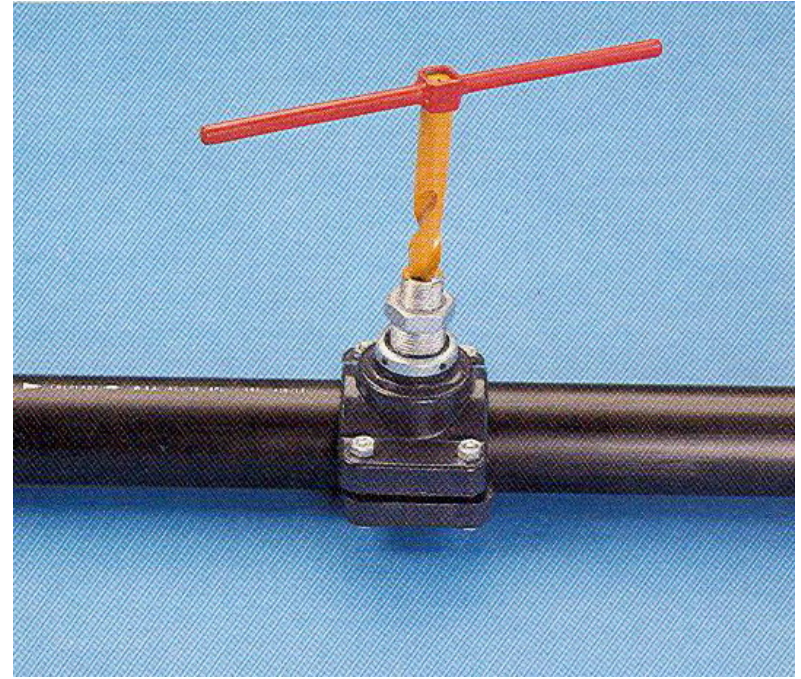
- ❖ Suyu damlaticılara ileten borulardır.
- ❖ Bunların diziliş i bitki sırasına bağlıdır.
- ❖ Maksat her bitki için bir damlatıcı ve her bitkiye bir lateral gelecek şekilde bir dizayn önemlidir.



Lateral Hattı



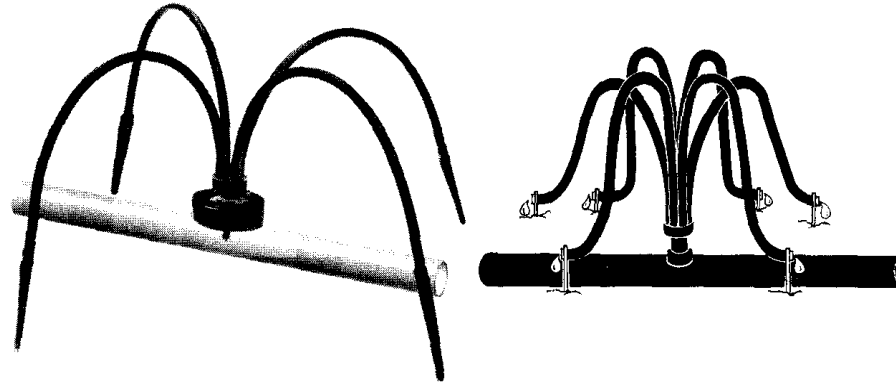
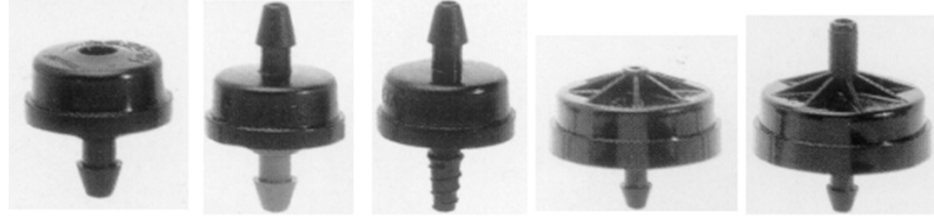
Manifolta Lateral Baęlama



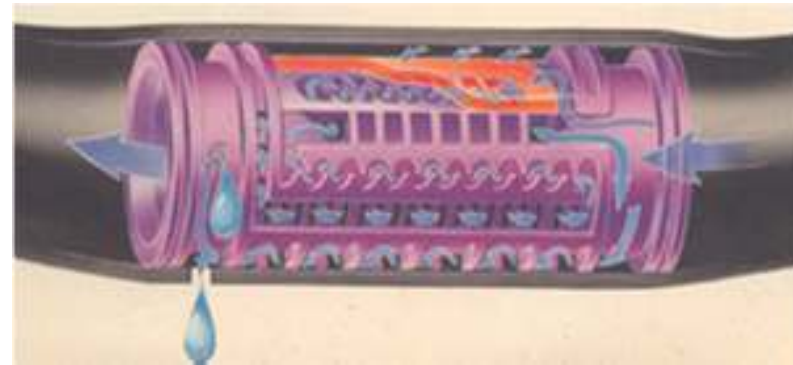
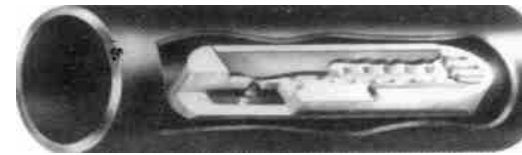
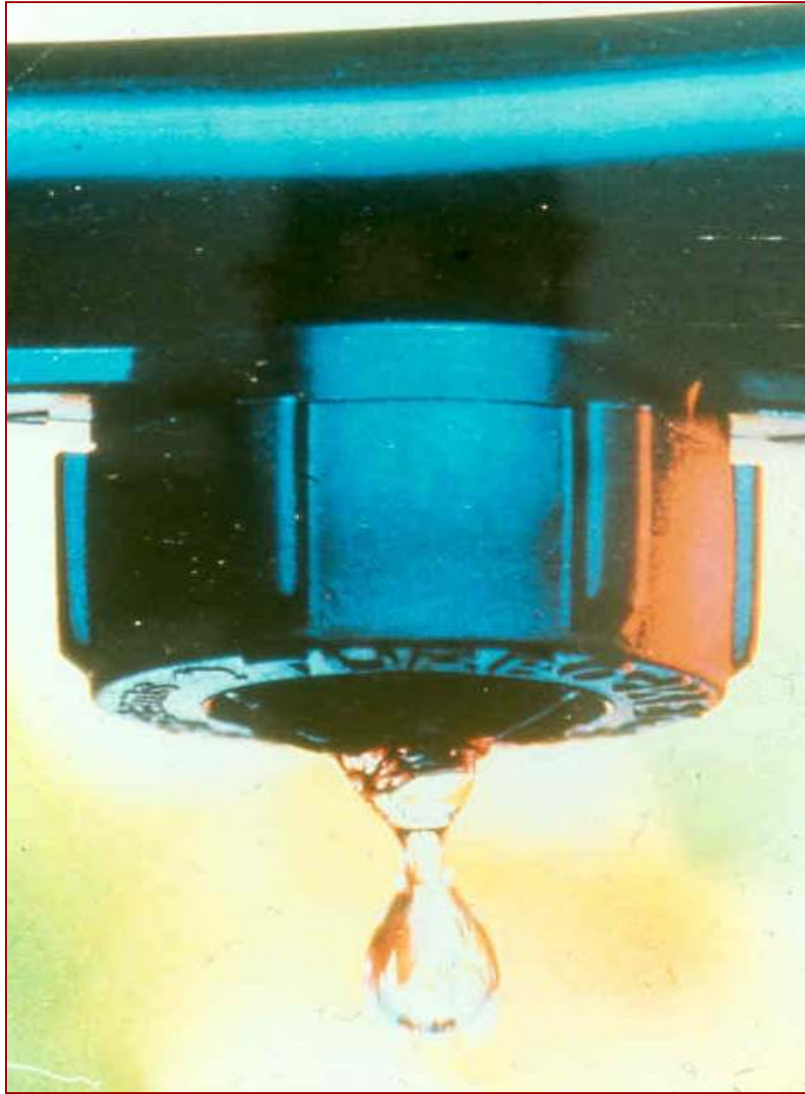
Damlaticılar

- Sistemin en önemli ve en çok dikkate alınması gereken elemanıdır.
- Lateral borudaki basınçlı su damlatıcıya geçtikten sonra damlatıcı içerisindeki akış yolu boyunca enerjisi sürtünme nedeniyle kırılır ve damlalar halinde çok küçük debi ile çıkar ve toprağa infiltre olur.
- In-line damlatıcılar fabrikasyon olarak yerleştirilmiş olup istediğimiz damlatıcı aralığına sahip laterali piyasadan almalıyız.
- On-line (hat üstü) damlatıcıların ise damlatıcısı ve laterali üretici ayrı, ayrı satın alıp istediği damlatıcı aralığına sahip bir lateral hattı elde eder.
- Bunun için çeşitli aparat kullanarak lateral delinerek damlatıcılar monte edilir.

Damlaticılar



Damlaticılar



Yüzey Altı Sulama

- Lateral üzerine geçik ve laterale boylamasına geçik tipindeki damlaticılardan suyun toprak yüzeyinin altına uygulanmasını içerir.
- Yüzey altı sulama için su çıkış debisi damla sulamadaki debi gibi 1 –16 L/h arasında değişir.
- Bu yöntem taban suyunun yükseltilmesi veya doğrudan sulanması yoluyla ıslatıldığı sızdırma sulamadan farklıdır.

Yüzey Altı Sulama



Damla Sulamada Tıkanma ve Filtrasyon

- ✓ Damlatıcıların tıkanması damla sulama sisteminde ortaya çıkan en güç problemdir.
- ✓ Tıkanmanın en çok rastlanan sebebi su kaynağında mineral ve organik parçacıkların bulunmasıdır.
- ✓ Suyun filtre edilmesi ve sistem içine kirleticilerin girmesini veya teşekkül etmesini önlemek için filtre düzeni kurulması en iyi koruma şeklidir.
- ✓ Çünkü tıkanan damlatıcıyı bulmak ve onu temizlemek veya değiştirmek çok pahalı bir iştir.
- ✓ Tıkanmanın diğer bir yaygın sebebi de su kaynağındaki eriyik kalsiyum ve demir tuzlarından meydana gelen çökelti veya bakteriyel çökeltilerdir.
- ✓ Peryodik kimyasal uygulamalar yavaş, yavaş oluşan çökeltilerle meydana gelen tıkanmalara karşı en iyi mücadele yoludur.
- ✓ Tıkanmaya sebep olan başlıca fiziksel, kimyasal ve biyolojik etmenler çizelge'de gösterilmiştir.

Damla sulama sisteminin tıkanmasına sebeup olan çeşitli etkenler

A- Fiziksel (süspansiyon parçacıklar)	B - Kimyasal (ökelti)	C- Biyolojik (bakteri ve algler)
a) Organik 1-Yosun, su bitkileri ve algler 2- Balık, yılan vs.	a) Kalsiyum karbonat	a) Filamentler (lif)
b) İnorganik 1-Kum 2-Silt 3-Kil	b) Kalsiyum sülfat	b) Slaym
	c) Ağır metal, oksit, hidroksit, karbonat,silikatlar ve sülfatlar.	c) Küçük birikmeler 1- Demir, 2-Sülfür 3- Manganez
	d) Gübreler 1- Fosfat 2- Su ile oluşan amonyak 3- Demir, inko, bakır ve Magnezyum.	

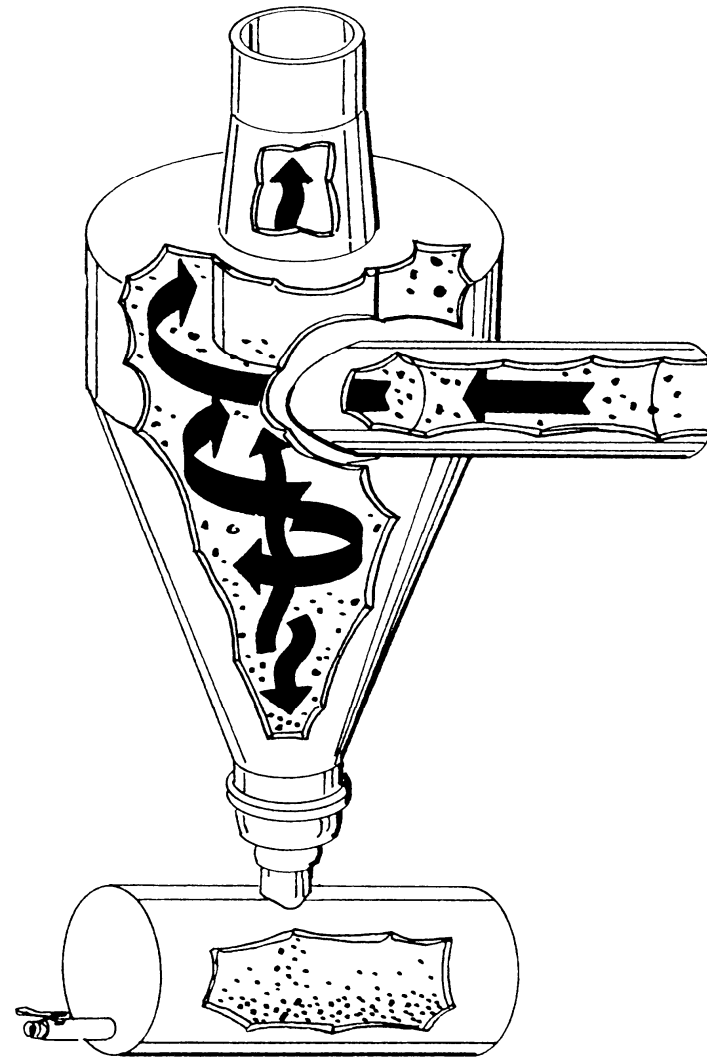
Damla Sulamada Tıkanma ve Filitrasyon

- ✓ Silt ve kil mineralleri damlatıcı orifislerinden daha küçük olmalarına rağmen laterallerde hızın düşük olduğu bölgelerde depo edilirler.
- ✓ Bu parçacıklar buralarda damlatıcıları tıkayacak geniş kütleler oluşturacak şekilde topaklanarak oluşan kil tabakaları su akışını azaltabilir.

Hidrosiklon

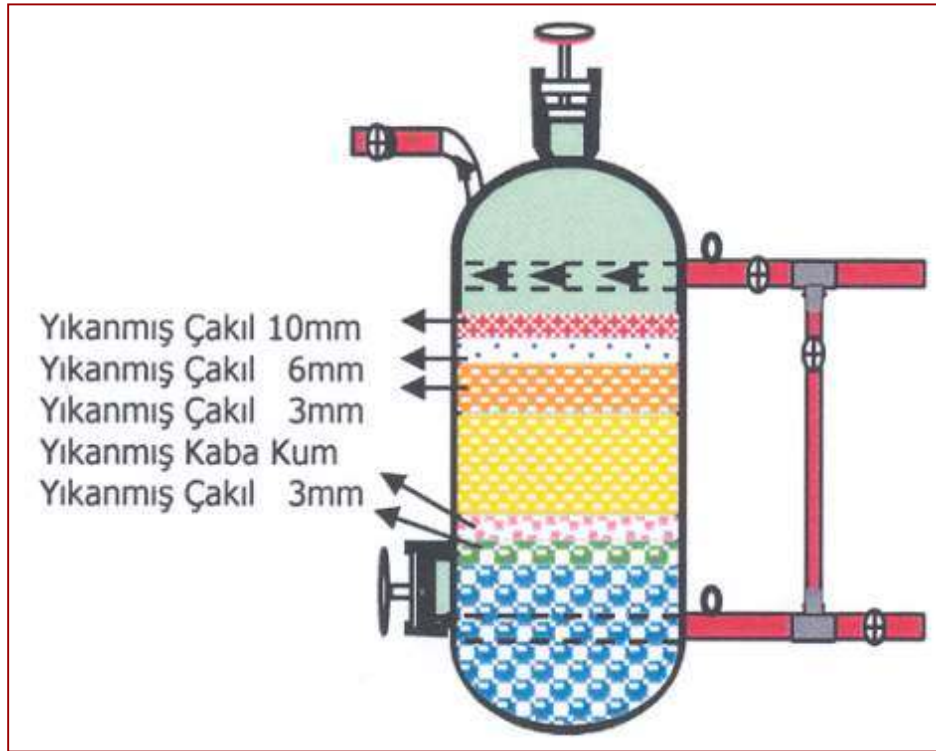
- ✓ Suda bulunabilecek kum parçalarını sisteme girmeden önce tutulduğu araçtır.
- ✓ Şekilden de izleneceği gibi su hidrosiklonun üst kısmından çepere doğru girer, çeper boyunca aşağıya doğru iner.
- ✓ Daha sonra su ortadan yukarı doğru yükselir ve kum parçacıkları ağır olduğundan tabanda kalır.
- ✓ Kumdan arınan su hidrosiklonun üzerinden sisteme verilir.
- ✓ Tabanda biriken kum belirli aralıklarla temizlenir.

Hidrosiklon



Kum-Çakıl Filtre Tankı

- ✓ Bu tankta sulama suyunda bulunabilecek sediment ve yüzücü cisimler bulunur.
- ✓ Su tanka üstten girer, çakıl, kum ve çakıl katmanlarından geçtikten sonra tankın altından çıkar.



Elek Filtre

- ✓ Sistemde gübre tankından sonra üçüncü bir filtre elek filtredir.
- ✓ Filtre genellikle silindir biçimindedir.
- ✓ Tek ya da iç içe girmiş iki filtreden oluşur.
- ✓ Elek filtrelerin 90 - 200 mesh olması önerilmektedir. Dış filtrelerin elek numarası genellikle daha küçüktür.
- ✓ Elek filtre ile kum - çakıl filtre tankında süzülmeyen sediment ve gübre tankından gelebilecek gübre parçacıkları tutulur.
- ✓ Her sulamadan sonra elek filtreler sökülür ve yıkanarak temizlenir.
- ✓ (**Not** : Mesh = cm^2 'deki delik sayısıdır.)

Elek Filtre



Elek Filtre



Tıkanmayı önlemek için Kimyasal Uygulanması

- ❖ Bazı durumlarda suyun içerdiği çeşitli elementler de tıkanmaya sebep olurlar.
- ❖ Kimyasal ve biyolojik amillerin neden olduğu tıkanmayı kontrol etmek için; damla sulama sistemlerine periyodik olarak kimyevi maddelerin enjeksiyonu gerekir.
- ❖ Klor ve asitler en yaygın olarak kullanılan kimyasallardır