



Bu Dosya

<https://ziraatweb.com>'dan

İndirilmiştir.

Eğer bu dosya size aitse ve kaldırılmasını istiyorsanız lütfen ziraatweb.com adresinde bulunan "İletişim" kısmından bize bildiriniz. Bize bildirilmeyen dosyalar konusunda sorumluluk kabul etmiyoruz.



Milletimiz çiftçidir. Milletin çiftçilikteki çalışma imkanlarını, asri ve iktisadi tedbirlerle en yüksek seviyeye çıkarmalıyız.

Mustafa Kemal ATATÜRK

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA DERSİ



SU KAYNAKLARI VE SULAMA YÖNETİMİ

Prof.Dr.Belgin ÇAKMAK

➤Dünyada nüfus artışına paralel olarak artan gıda ihtiyacı ile birlikte tarımsal su ihtiyacı da artmaktadır.

➤Kullanılabilir su kaynaklarının sınırlı olduğu bilinen bir gerçektir.

➤Tarımsal ve evsel su talebinin artması yanında gelişen sanayi sektöründe de su talebinin artması su kullanımında sektörler arasında rekabete yol açmaktadır.

➤Günümüzde sınırlı su kaynaklarının tüm sektörlerde çevre ile uyumlu bir şekilde etkin kullanılması gerekmektedir.

- Dünya nüfusunun 2025'de 8 milyara ulaşacağı ve gıda ihtiyacının %60 artacağı beklenmektedir.
- Nüfus artışına paralel olarak artan gıda ihtiyacının karşılanabilmesi için tarımsal üretimin artırılması gerekmektedir.
- Kullanılabilir su ve toprak kaynaklarının kısıtlı olması ile birlikte sektörler arasındaki rekabet artışı tarımda kaynakların etkin kullanımını zorunlu kılmaktadır.
- Bugün dünyada yaklaşık 300 milyon hektar alan sulanmaktadır. Sulama tarımsal üretimin artmasını, gıda üretimi ve fiyatların dengeli hale gelmesini sağlamıştır.
- Ancak nüfus ve gelirdeki artış, gıda gereksinimini karşılayabilmek için sulama suyu talebini arttırmıştır.

TÜRKİYE'DE SU KAYNAKLARI VE KULLANIMI

- Bir ülkede, su kaynaklarının yeterli olup olmadığının en sağlıklı göstergesi yıllık yenilenebilir tatlı su miktarıdır.
- Su varlığı bakımından ülkeler uluslararası ölçütlere göre değişik kategorilerde incelenmektedir.
- Yılda kişi başı 1000 m³'ün altında su kullanan ülkeler “su fakiri”;
- 1000-3000 m³ arasında kullananlar “su kısıtı-stresi çeken ülke”;
- 10 000 m³'ün üzerinde su tüketenler ise “su zengini” olarak nitelendirilebilmektedir.

Türkiye, su kaynakları kullanımı ve değerlendirilmesi açısından sorunsuz ülkelerden biri olarak görülmesine rağmen özellikle kişi başına kullanılabilir su potansiyeline bakıldığında, durumun farklı olduğu ortaya çıkmaktadır.

Ülkemizde kişi başına düşen su miktarı 2000 yılında 1652 m³ olurken, 2009'da nüfusun 67 803 927'den 72 561 312'ye çıkması ile 1544 m³'e düşmüştür (Şekil 1).

Bu durumda ülkemiz, kişi başına düşen kullanılabilir su varlığı endeksine göre su zengini olmayan ülkeler arasında yer almaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2030 yılı için nüfusumuzun 100 milyon olacağını öngörmüştür (www.tuik.gov.tr).

Bu tahmine göre 2030 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1000 m³/yıl civarına düşebileceği söylenebilir.

Gelir düzeyi düşük ülkelerde su kullanımında en yüksek payı tarım sektörü almasına karşın, gelir düzeyi yükseldiğinde tarımın yerini sanayi sektörü almaktadır.

Örneğin; İspanya'da sulama için kullanılan su, toplam kullanılan suyun %70'i, Yunanistan'da %80'i, Portekiz'de %80'i ve İtalya'da yaklaşık %50'dir.

Birleşmiş Milletler tarafından hazırlanan rapora göre 2000-2030 yılları arasında gelişmekte olan ülkelerde tarımsal üretimin %67'ye çıkacağı tahmin edilmektedir.

Mevcut su potansiyeli ile bu artışın karşılanamayacağı ve tarımda verimlilik artışı ile tarımsal su ihtiyacının %14 düzeyinde tutulacağı öngörülmektedir.

Bu durumda tarım sektörü, daha fazla tarımsal ürünü daha iyi kalitede daha az su kullanarak üretmek zorunda kalacaktır.

- Ülkemizde yıllık yağış ortalaması 642.6 mm ve bunun su olarak karşılığı 501 milyar m³'tür. Teknik ve ekonomik olarak tüketilebilecek yeraltı ve yerüstü su miktarı 112 milyar m³'tür.
- Bunun 95 milyar m³'ü yurtiçinden doğan akarsulardan, 3 milyar m³'ü yurtdışından ulaşan akarsulardan ve 14 milyar m³'ü ise yeraltı suyundan sağlanabileceği kabul edilmektedir. Havza bazında, yıllık su potansiyeli de büyük değişiklikler göstermektedir.



➤2008 yılı sonu itibariyle ÷lkemizde 34 milyar m³ sulama sektöründe, 7 milyar m³ içmesuyu sektöründe, 5 milyar m³ sanayide olmak üzere toplam 46 milyar m³ su tüketilmiştir.

➤Türkiye'nin ekonomik kullanılabilir potansiyeli olan 112 milyar m³ su miktarının tamamını 2023 yılına kadar geliştirmesi hedeflenmektedir.



Türkiye'nin su potansiyeli

Türkiye'nin su varlığı ile ilgili önemli rakamlar:

Yıllık Yağış Miktarı: 501 milyar m³/yıl

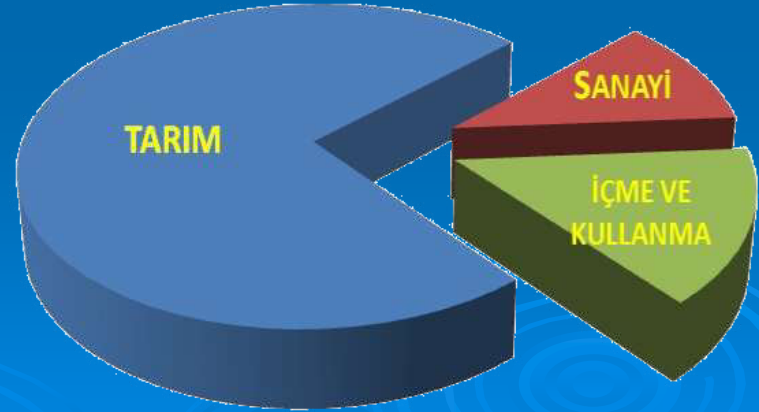
Kullanılabilir Yüzey suyu: 98 milyar m³/yıl

Yer Altı Su Potansiyeli: 14 milyar m³/yıl

Kullanabilir Toplam Su Potansiyeli : 112 milyar m³/yıl

Bu potansiyelin 46 milyar m³'ü (%40) kullanılmaktadır.

Bu suyun (**46 milyar m³**);
%74'ü tarım sektöründe,
% 11'i sanayi sektöründe
%15'i de içme ve kullanma
suyu olarak tüketilmektedir



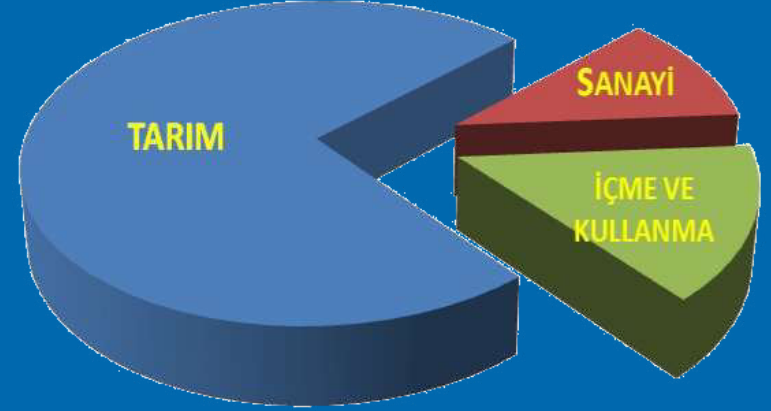
Kişi Başına Düşen Su Potansiyeli Miktarı:
112 Milyar m³/74 Milyon kişi=1515 m³/yıl

Kişi Başına Kullanılan Su Miktarı :
46 Milyar m³/74 Milyon kişi=622 m³/yıl

Türkiye su fakiri bir ülkedir.

Türkiye'nin suyu nereye gidiyor?

%74'ü (34 milyar m³) tarım,
% 11'i (5.1 milyar m³) sanayi
%15'i (6.9 milyar m³) içme
ve kullanma suyu



Tarım sektöründen sağlanacak %1 lik tasarruf,
Sanayi sektöründe %6.6 ya
İçme ve kullanmada ise %4.9 a karşılık geliyor.

Su tasarrufu tarımda yapılmalıdır!!

Tarımda neden çok su harcanıyor?

1. Su dağıtımı açık kanallarla yapılıyor. Bu kanallar kötü durumda olduğundan daha su tarlaya ulaşmadan kayba uğruyor.

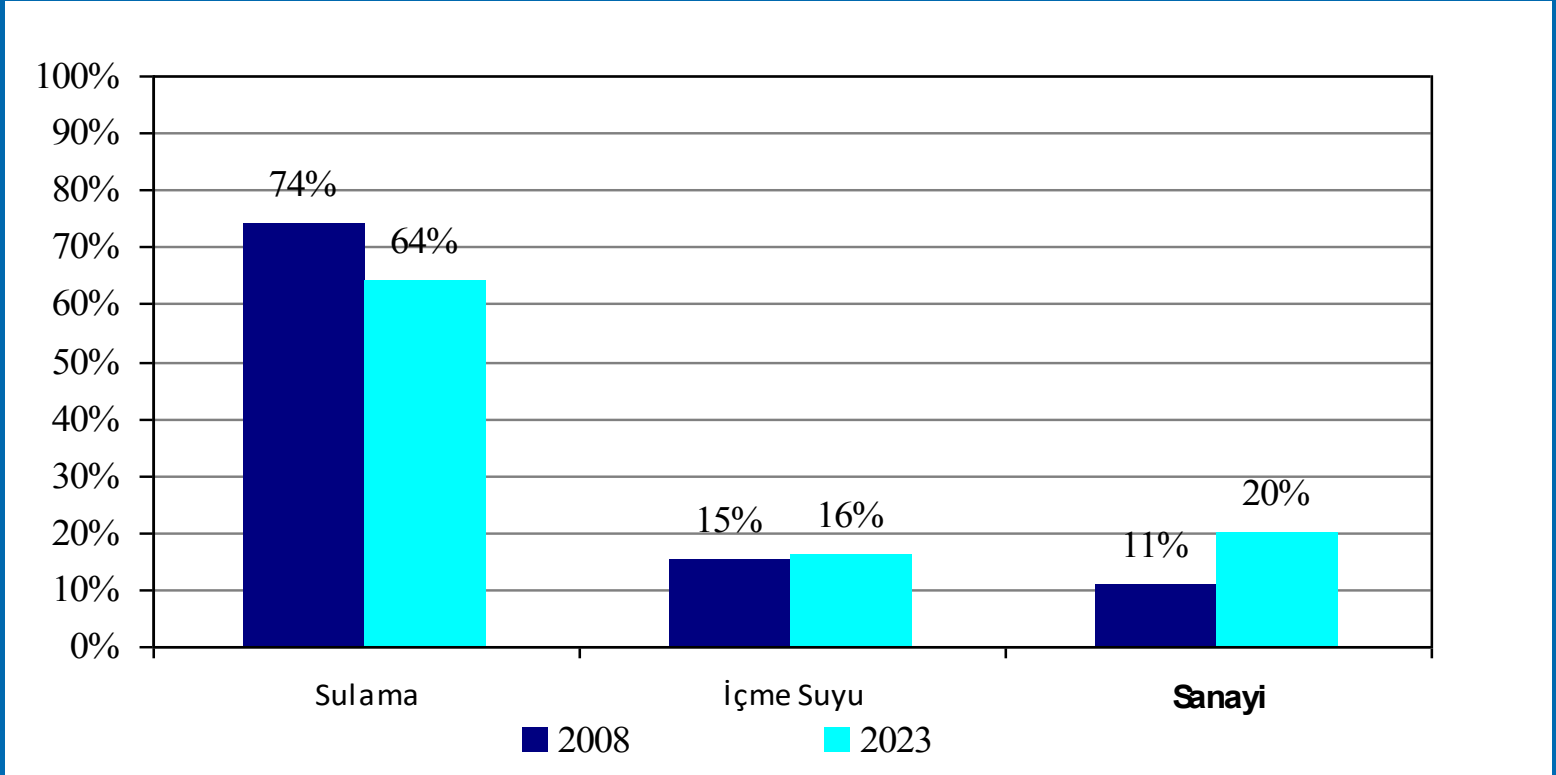
2. Üreticiler suyu bitkiye ulaştırırlarken farklı yöntemler uyguluyorlar. Bu yöntemlerin birbirlerine üstün ya da dezavantajlı durumları söz konusu.

Bu yöntemlerden bazıları ucuz, bazılarında iş gücü az, bazılarında ise su tasarrufu yüksek.

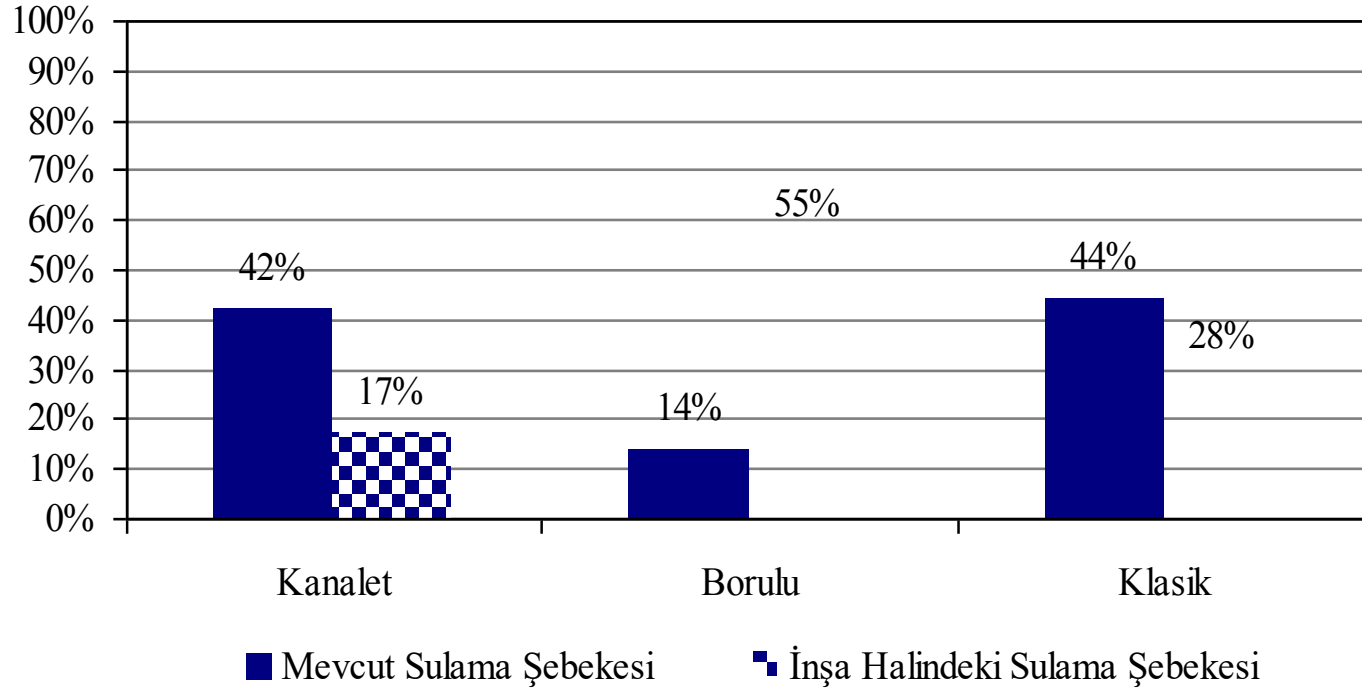
Üretici, su boşa gitse de ucuz yöntemi tercih ediyor.

- Türkiye'de ekonomik sulanabilir 8.5 milyon hektar alanın 2023 yılına kadar tümünün sulanması öngörülmektedir.
- Türkiye'nin hedefi, modern sulama tekniklerini kullanarak sulama suyundaki tüketim oranını %65 seviyesine azaltmaktır.
- Böylece, tarımda yılda 72 milyar m³ su kullanılmış olacaktır. Mevcut durumda yaklaşık %2 olan yıllık nüfus artışının yavaşlayacağı ve 2023 yılında Türkiye nüfusunun yaklaşık 100 milyon olacağı tahmin edilmektedir.

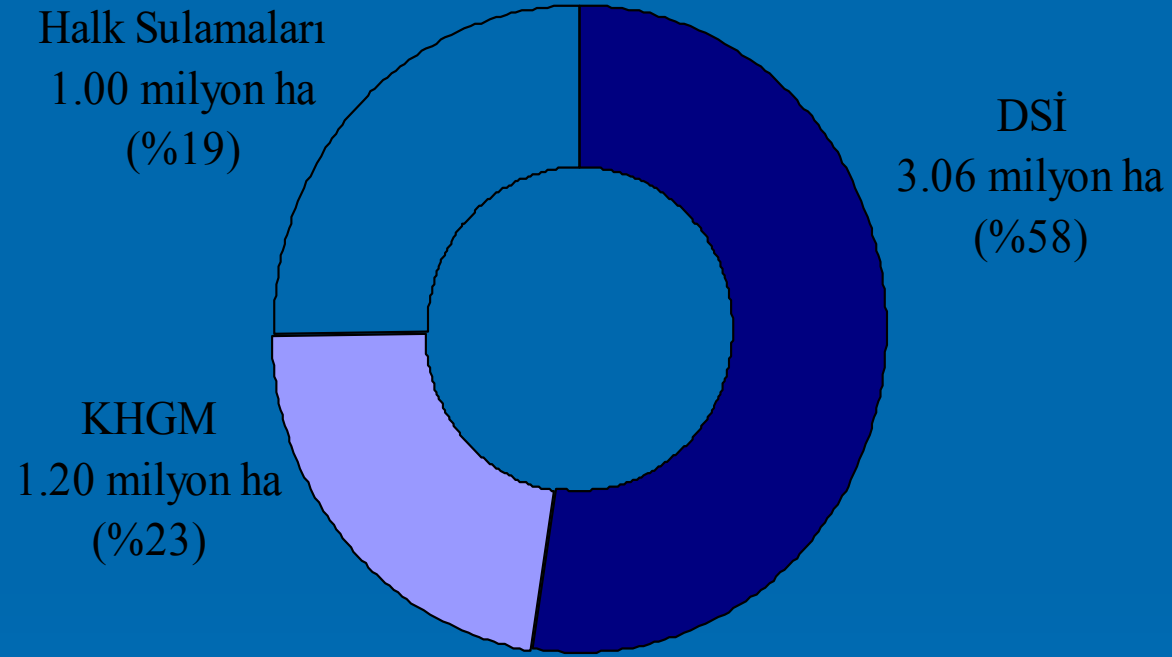
- Yaşam seviyesinin yükselmesiyle günlük 270 litre olan kişi başına su tüketimi, su kayıplarının azaltılması ve su tasarrufuyla Avrupa Standartlarına yaklaşarak 150 litreye düşecektir.
- Türkiye'de hızla gelişen turizm sektöründe 2023 yılında yılda 5 milyar m³ su tüketileceği tahmin edilmektedir.
- Böylece 2023 yılında toplam içme-kullanma suyu tüketimi 18 milyar m³'e ulaşacağı öngörülmektedir.
- Sanayi sektörünün %4 yıllık artış oranı devam ederse, 2023 yılında sanayi suyu ihtiyacı toplam 22 milyar m³ olacaktır



Şekil 3. Türkiye’de sektörlere göre su tüketimi



Şekil 4. Ülkemizdeki sulama kanallarının tip ve uzunlukları



Şekil 5. Ülkemizde sulamaya açılmış alanların dağılımı

- Ülkemizde sulama konusunda yaşanan en büyük sorun, su yönetimine gereken önemin verilmeyişidir.
- Tarımsal su yönetiminde büyük paya sahip olan sulama birlikleri, mevcut iklim, toprak, bitki koşullarına uygun, su-verim ilişkilerini göz önüne alan etkin bir planlı su dağıtımını değil, çiftçi talebine dayanan bir su dağıtımını uygulamaktadırlar.
- Ülkemizde çiftçilerin suyu bilinçsiz kullanmaları, toprak ve su kaynaklarına ve ülke ekonomisine zarar vermektedir.



- Önceki yıllarda yapılmış sulama projeleri yatırım programında tekrar gözden geçirilerek, açık sulama sistemleri kapalı sulama şebekelerine dönüştürülmektedir.
- Klasik sulama sistemlerinde, sulama parsellerinin küçük olması, karık veya tava boyutlarının uygun seçilememesi su yönetimini güçleştirmekte, sulama randımanı düşmekte ve tarla içi su kayıplarının da fazla olmasına neden olmaktadır.



- Tava veya karık sulama yöntemleri kullanıldığında ideal koşullarda tarla su uygulama randımanı %60 civarında olup, şebekedeki sızma, buharlaşma ve işletme kayıpları da ilave edilirse randıman yaklaşık %50 olmaktadır.
- Bitkiye ihtiyacı olan 1 m³ suyu verebilmek için 2 m³ su kullanılmaktadır. Klasik sulama yöntemleri yerine yağmurlama ve damla sulama yöntemleri kullanılması durumunda randıman %60 dan sırası ile %80 ve %90'a çıkabilmektedir. Bu da %20 ile %30'luk bir su tasarrufu demektir.
- Su kullanım etkinliği göstergelerinden sulama randımanı, genel anlamıyla sulama suyu ihtiyacının kaynaktan sulama için saptırılan suya oranı olarak tanımlanabilir. DSI ve devredilen sulamalarda 2008 yılında 9853 m³/ha su verilmiş ve sulama randımanı %46 olarak gerçekleşmiştir. Tarımda aşırı su kullanımı, ülkemizde sulama randımanını düşüren en önemli faktördür.

- Damla yönteminde, kısmen arıtılmış su, doğrudan bitki kök bölgesine verilmektedir; sık ve az miktarlarda uygulama olanağı bulunmakta, arazinin yalnızca belli bir bölümü ıslatılmaktadır. Bu özellikleri nedeniyle, sulama suyundan diğer klasik yöntemlere göre önemli ölçüde tasarruf sağlanmaktadır.
- Yapılan planlamaya bağlı olarak, damla sistemlerinde, sıcak iklimlerde, yüzey ve yağmurlama sistemlerine göre, %70'lere varan su tasarrufu sağlanabilmektedir.

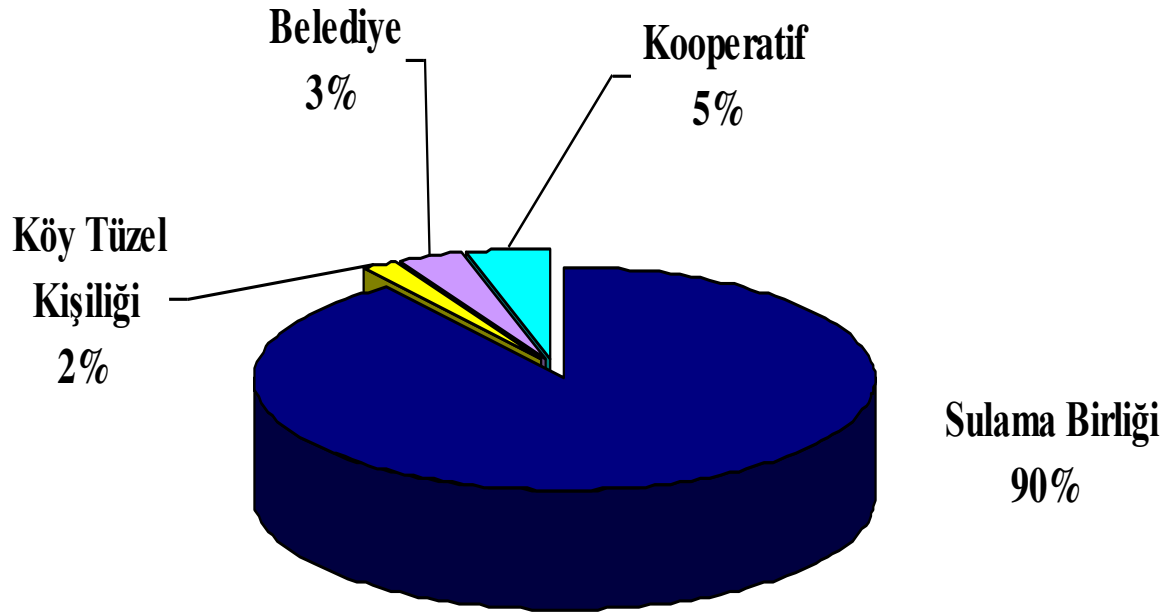


- Bugün ülkemizde sulanan alanların yaklaşık %92'sinde yüzey sulama yöntemleri kullanılmaktadır. Geri kalan kısımda basınçlı sulama yapılmaktadır.
- Geleneksel (elle boru taşıma) yağmurlama sulaması çiftçiler arasında yaygın olarak uygulanmaktadır ve 282 000 hektarın bu yöntemle sulandığı tahmin edilmektedir.
- DSİ sulamalarında özellikle meyve yetiştiriciliği yapılan 74 000 hektardan fazla alan yağmurlama ile sebze yetiştiriciliği yapılan 26 000 hektar da damla sulama ile sulanmaktadır.

➤ DSI sulamaya açtığı alanların işletimini de üstlenmiştir. DSI 1993' e kadar genellikle alanı 2000 ha' ın altında olan küçük şebekeleri kullanıcılara devretmiştir.

➤ DSI'de 1993' ten itibaren devir çalışmalarına hız verilmiş ve “**Hızlandırılmış Devir Programı**” uygulanmaya başlamıştır. Devredilen alanlar 2008 yılı itibariyle 2 090 330 ha'a ulaşmıştır.

➤ DSI'ce işletmeye açılan alanların %96'sı devredilmiştir (Şekil 6). Devredilen alanlar içerisinde %90.1'lük pay ile sulama birlikleri ilk sırada yer almaktadır (Çizelge 1).



Şekil 6. Sulamaya açılan alanların işletimi

SULAMA YÖNETİMİ

- Türkiye’de su kaynaklarının yönetimi, korunması ve çeşitli amaçlarla kullanıcıların hizmetine sunulması devletin görevi olup, bu hizmet kamu hizmeti olarak vatandaşlara sunulmaktadır. Ülkemizde su teminine ve korunmasına yönelik faaliyetler, birçok kamu kurum ve kuruluşları tarafından yönetilmektedir.
- **Su yönetimi;** su kaynaklarının planlı bir şekilde geliştirilmesi, dağıtılması ve kullanılması olarak tanımlanmaktadır.
- Su kaynaklarının geliştirilmesi ile ilgili politik ve teknik kararları, su hakları ve su tahsisini düzenleyen kuralları, çevrenin korunmasını, su fiyatlandırmasına ilişkin düzenlemeleri, arazi kullanım ilkelerini, kullanıcıların katılımı gibi faaliyetleri kapsamaktadır (Çakmak ve ark 2007).

- **Sulama yönetimi** ise tarımda sulama amaçlarını gerçekleştirmek için suyun kullanımını sağlayan bir organizasyon olarak tanımlanabilir.
- **Ülkemizde tarımsal sulama yönetimi çalışmaları;** sulama mevsiminden önce genel sulama planlaması yapılmasını, sulama mevsiminde su dağıtım programlarının hazırlanması, uygulanması ve izlenmesini, sulama sezonu sonrasında da değerlendirme çalışmalarını kapsamaktadır.
- Bu amaçla periyodik olarak suyun kullanımı ve işletiminin değerlendirilmesi gereklidir.
- Sulama şebekelerinin yönetiminde temel amaç, çiftçilerin gelirinin yükseltilmesi, dolayısıyla su kaynaklarının en yüksek faydayı sağlayacak şekilde etkin dağıtım ve kullanımının gerçekleştirilmesidir.

- **Su politikaları**, diğer bir deyişle su yönetiminde temel tercih ve hedefler; gelir dağılımının düzeltilmesi, istihdamın geliştirilmesi, gıda ve enerji güvenliğinin temini, ekonomik büyümeye katkı sağlanması, sağlıklı bir çevre yaratılması ve ekosistemlerin korunması konularını kapsamaktadır.
- Su kaynaklarının yönetimi görevi sayıda kamu kuruluşu tarafından yürütölmektedir (Çizelge 2). Bu kurum ve kuruluşlar kendi teşkilat kanunları uyarınca ve yasal dayanaklar çerçevesinde görev yapmaktadırlar.

- DSİ Genel Müdürlüğü 6200 sayılı kanunla 1953 yılında kurulmuştur.
- 31.07.2007 tarih ve 26629 sayılı resmi gazetede yayımlanan tebliğ ile Çevre ve Orman Bakanlığına bağlanan **DSİ Genel Müdürlüğü; faaliyetlerini** 6200 sayılı DSİ Genel Müdürlüğü Kuruluş Kanunu, 1053 Sayılı İçme Suyu Kanunu ve 167 Sayılı Yer altı Suları Kanuna göre yürütmektedir.
- DSİ'nin kuruluş yasası olan 6200 sayılı yasa, Türkiye'deki tüm su kaynaklarının yönetim ve kullanımının genel sorumluluğunu bu kuruluşa vermektedir. Ayrıca sulama birliklerinin kurulması, çeşit ve sayıları ile ilgili 5355 yasalı mahalli idare birlikleri yasası bulunmaktadır.

➤ KHGM'nün kuruluş yasası olan 3202 sayılı yasaya göre, bu kuruluş 500 L/sn debiye kadar kapasiteye sahip sulama projelerini geliştirme yetkisine sahipti.

➤ 13.01.2005'de kabul edilen 5286 sayılı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün Kaldırılması ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanunla, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü kaldırılmış ve 3202 sayılı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun'un adı Köye Yönelik Hizmetler Hakkında Kanun olarak değiştirilmiştir.

➤ 5286 sayılı Kanunla, 3202 sayılı Kanuna Ek Madde 2 eklenerek şu düzenleme yapılmıştır: "Bu Kanunda belirtilen hizmetler, İstanbul ve Kocaeli illeri dışında İl Özel İdarelerince, İstanbul ve Kocaeli illerinde ise il sınırları dahilinde yapılmak üzere Büyükşehir belediyelerince yerine getirilir." 3202 sayılı Köye Yönelik Hizmetler Hakkında Kanun hükümleri gereğince, köye ve köylüye yönelik hizmetleri yerine getirme sorumluluğu il özel idarelerine aittir.

Çizelge 1. Su yönetiminde görevli kurumlar

Kurum	Çalışma alanı
Çevre ve Orman Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü	Su toplama İletim yatırımlarını gerçekleştirmek ve su tahsisi (İçme-kullanma, sanayi, sulama, enerji) Yer altı suları Taşkın kontrolü Su kirliliği kontrolü
Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü	Sulama Arazi Topplulaştırma ve Tarla İçi geliştirme Hizmetleri
Sağlık Bakanlığı	Umumi hıfzısıhha
Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı EİEİ Genel Müdürlüğü	Enerji amaçlı su ölçümleri, su temini projeleri
Bayındırlık ve İskan Bakanlığı İller Bankası	Belediyelere yönelik içme-kullanma suyu temini, kanalizasyon, atıksu arıtımı ve iletimi yatırımları finansı
İçişleri Bakanlığı Mahalli İdareler Genel Müdürlüğü İl Özel İdareleri Mahalli İdare Birlikleri Sulama Birlikleri Belediyeler	Köylere içme suyu temini ve küçük su alma yapıları Köy Alt Yapısının Desteklenmesi Projesi (KÖYDES) Sulama İçme-kullanma, atıksu arıtımı, iletimi, tüketicilere dağıtımı ve gerektiğinde su toplama yatırımlarını gerçekleştirmek

TÜRKİYE'DE SU KAYNAKLARI YÖNETİMİNE İLİŞKİN SORUNLAR

- Türkiye'de su kaynaklarının korunması ve kullanılmasında kurumsal bir koordinasyon bulunmamaktadır. Tarım ve Köy İşleri, Çevre ve Orman, Bayındırlık ve İskan, Enerji ve Tabii Kaynaklar ve İçişleri Bakanlıkları ile yerel yönetimler yasal sorumlulukları çerçevesinde görev üstlenmişlerdir.
- Su kaynakları yönetimin sınırlarını, havza sınırları oluşturmalıdır, uluslararası ölçekten yerel ölçeğe doğru (uluslararası havzalar, ana nehir havzaları, havza, alt havza) sınırlar belirlenmelidir.
- Ülkemizde su yönetim faaliyetlerinin gerçekleştirilmesini sağlayacak doğru ve güncel verilere ulaşmak neredeyse imkansızdır.
- Çünkü su kaynaklarına ilişkin birçok veri güncel değildir, yetersizdir, eski teknolojilerle üretilmektedir ve farklı kurumların bünyesinde bulunmaktadır.

Su kaynakları yönetimi ile ilgili sorunlar, kısaca aşağıdaki başlıklar altında toplanabilir.

1. Su kaynaklarının kullanımı ile ilgili sorunlar

- Aşırı su kullanımı ve su kayıpları
- Kaçak su kullanımı
- Suyun fiyatlandırılması

2. Sulama şebekelerinin işletimi ile ilgili sorunlar

- Planlı su dağıtımının sağlanamaması
- Su iletim, dağıtım ve tarla içi su kayıplarının fazla olması
- Sulama oranı ve randımanının düşük olması
- Tarımda bilinçsiz su kullanımı, tuzlanma ve çölleşme
- Sulama fiziksel altyapısının eski olması, su iletiminin toprak ve beton kaplamalı kanal ya da kanaletlerle yapılması
- Arazi toplulaştırma, tesviye ve drenaj gibi tarla içi geliştirme hizmetlerinin eksikliği

3. Su kirliliği ile ilgili sorunlar

- Tarımda kontrolsüz kullanılan bitki besin maddeleri ve tarımsal ilaçların sulara karışması
- Evsel ve endüstriyel atıklar
- Arıtma sistemlerinin olmaması
- Plansız kentleşme, tarım alanlarının sanayi ve yerleşim alanlarına dönüşmesi
- Atık suların iyileştirilip alıcı ortamlara verilmemesi ve tekrar kullanılmaması

4. Kurumlar arası koordinasyon ve işbirliği eksikliği

- Kurumlar arası koordinasyon eksikliği ve kaynakların etkin kullanılmaması
- Yasa ve yönetmeliklerin çok eski tarihli olması, güncellenmemesi, birbiri ile örtüşmesi
- Farklı birimler arasında yetki ve sorumlulukların net olarak paylaşılmaması
- Su yönetiminin, hidrolojik havza ölçeğinde yapılmaması

5. İzleme ve değerlendirme eksikliği

- İlgili kurumlarda izleme ve değerlendirme biriminin olmaması
- Su kaynakları ve havzalarına ilişkin bir veri tabanı olmaması
- Su kaynaklarına ilişkin güncel ve sistematik veri eksikliği
- Verilerin merkezde toplanması, yerel düzeyde yeterli veri bulunmaması
- Su kalitesi ile ilgili yeterli verinin olmaması
- Su kaynaklarına yönelik düzenli ve sistematik bir izleme değerlendirme biriminin bulunmaması
- İlgili kuruluşlarda ortak veri tabanı ve bilgi akışının bulunmaması,

6. Su yönetim politikası

- İlgili kuruluşlarda ortak veri tabanı ve bilgi akışının bulunmaması,
- Ulusal bir su politikasının eksikliği
- Ülkemizde politikaların hükümete bağlı olup, hükümetin hedefleri çerçevesinde oluşturulması, ve uzun vadeli bir su politikasının bulunmaması

ETKİN SU KULLANIMI

- Suyun etkin kullanımı, sulama uygulamalarında kaynaktan bitkiye ulaşıncaya kadar kayıpların azaltılarak su tasarrufunun sağlanması ile gerçekleşebilir.
- Tarımda su kaynaklarının etkin kullanımı için öncelikle su tasarrufu sağlayan önlemler alınmalıdır.
- Basınçlı sulama yöntemlerinin özellikle damla sulama yönteminin kullanılması, kısıntılı sulama yapılması, kullanılan su miktarına göre sulama suyu ücretinin belirlenmesi ve sulama şebekelerinde açık kanal-kanalet sistemleri yerine borulu sistemlerin yapılması gibi önlemlerle su tasarrufu sağlanabilir.

Basınçlı Sulama

- Tarımda su kullanım etkinliği göstergelerinden sulama randımanı, genel anlamıyla sulama suyu ihtiyacının kaynaktan sulama için saptırılan suya oranı olarak tanımlanabilir.
- 2008 yılı verilerine göre DSI ve devredilen sulamalarda hektara 9853 m³/ha su verilmiş ve sulama randımanı %46 olarak gerçekleşmiştir.
- Tarımda aşırı su kullanımı, ülkemizde sulama randımanını düşüren en önemli faktördür.

- **Su uygulama randımanının artırılması** koşullara uygun olarak seçilmiş sulama yöntemi ve tekniğine uygun olarak projelendirilmiş sulama sistemlerinin kullanımı ile mümkündür.
- Yüzey sulama yöntemlerinde, derine sızma, gereğinden fazla su uygulanması vb. nedenlerle fazla su sarfiyatı ve yüksek taban suyu nedeniyle tuzluluk sorunları ortaya çıkmaktadır.
- Buna karşılık basınçlı sulama yöntemlerinde, ilk tesis ve işletme masrafı yüksekliğine karşın suyun kontrollü kullanımı nedeniyle hem su tasarrufu sağlanmakta, hem de fazla suyun toprakta yaratacağı olumsuz etkiler engellenmektedir.
- Ayrıca daha yüksek eş su dağılımı gerçekleştirilerek sulamanın etkinliği artırılmaktadır.

Kısıntılı Sulama

- Kısıntılı sulama, su kaynağının yetersiz olduğu koşullarda tüm alanı sulayabilmek için tercih edilen bir tekniktir.
- Kısıntılı sulamada, gereken zamandan daha geç veya gereken miktardan daha az su verilerek veya her ikisi birlikte yapılarak bitkinin strese girmesi ve daha az su kullanması sağlanmaktadır.
- Kısıntılı sulamada maksimum verim alınması yerine, su-verim ilişkileri göz önüne alınarak uygulanacak sulama suyu miktarında kısıntı yapılarak bir miktar verim azalmasına izin verilmektedir.
- Böylece suyun hangi dönem veya dönemlerde kısılacağına karar verilerek birim suyla daha fazla verim, daha fazla gelir elde edilmesi ve tasarruf edilen suyla daha fazla alanın sulanması mümkün olmaktadır.

- Bu yaklaşımda, sulama uygulamalarında ya da alan üzerinde kısıntı yapılmakta; ya bitkilere gereğinden daha az su verilerek sulanmakta (kısıntılı sulama) veya proje alanının bir bölümü, sulama dışı bırakılmaktadır.
- Kısıntılı sulamada, su kısıntısı ya tüm mevsime eşit dağıtılarak, sürekli kısıntı (SKS) yapılır ya da kısıntı planlı olarak (PKS), bitkinin belli gelişme dönemlerinde uygulanır.
- Sürekli kısıntı, farklı yaklaşımlarla yapılabilir. Örneğin, her uygulamada, sulama suyu bir miktar azaltılarak verilebilir. Bitki kök bölgesinin daha yüzlek derinliklerini ıslatılacak kadar su uygulanabilir.
- Sulama aralıkları uzatılabilir. Bitki sırasının, her zaman veya ardışık olarak, bir tarafı sulanabilir. Bu uygulama, son yıllarda, ülkemizde “kısmi kök kuruluğu” yaklaşımı olarak ve tanınmaktadır. Söz konusu uygulama ile sulama suyundan her zaman %50 tasarruf sağlanabilmektedir.
- Planlı su kısıntısı ise, bitkinin bazı dönemlerinde sulama yapmamak şeklinde uygulanmaktadır. Kısıntılı sulama, genel olarak, bitkilerin su eksikliğine en dayanıklı dönemlerinde uygulanmalıdır.

Suyun Fiyatlandırılması

- Suyun fiyatlandırılması, daha az su kullanımını ve su tasarrufunu sağlayan itici bir güçtür. Tasarruf edilen su ile başka tarım alanları sulanabileceği gibi farklı sektörlerin ihtiyacı da karşılanabilecektir.
- Ülkemizde suyun fiyatı genellikle sulanan alan ve bitki çeşidine göre belirlenmektedir. Sulama suyu ücretinin kullanılan suya göre alınması gereksiz kullanımı önlemektedir.
- Hacim esasına göre fiyatlandırmada, kullanıcılar gerçekte kullandıkları su miktarına göre ücret öderler. Bunun için suyun kullanıcılara ölçülü olarak verilmesi gerekmektedir. Ülkemizde çoğunlukla sulama şebekelerinde su ölçümüne yönelik altyapı yeterli değildir. Dolayısıyla su ölçümü yapılamamaktadır. Kullanılan su, yaklaşık olarak priz büyüklüğü ya da dağıtım süresine göre tahmin edilir. Yeraltı suyunun kullanıldığı şebekelerde kullanılan su sayaçlarla belirlenebilir.

- Türkiye'de sulama suyu fiyatlarının düşük olması tarımda aşırı su kullanımına neden olan faktörlerin başında yer almaktadır.
- Su fiyatının gerçek değerinden düşük olması, aşırı su kullanımına ve çevresel sorunlara neden olmaktadır.
- Ülkemizde suyun fiyatı genellikle sulanan alan ve bitki çeşidine göre belirlenmektedir.
- Ancak toplanan miktar tahakkuk ettirilenden daha düşük olmaktadır. Mevcut su ücretleri işletme ve bakım masraflarını karşılamaya yeterli değildir.
- Ülkemizde sulama suyu fiyatlandırma esasları günün koşullarına göre yüzey ve yeraltı suları için yeniden belirlenmeli ve bununla ilgili yasal düzenlemeler yapılmalıdır.

Atıksu ile Sulama

- Kullanılabilir su kaynaklarının sınırlı olduğu günümüzde atık suların tekrar kullanılması; artan su talebinin karşılanması, çevrenin korunması ve kaynakların etkin kullanımı açısından önem kazanmaktadır. Sulamada evsel atık sular, drenaj suyu ve taban suyu gibi kaynaklar kullanılmaktadır. Bunun için, öncelikle bitkisel verimin, tuzluluktan etkilenmeye başladığı eşik değerin ve tuzlu suyun kimi bitkisel niteliklere olan etkisinin bilinmesi gerekir.
- Sulama suyunun kısıtlı olduğu yerlerde, sulama için gerekli niteliklere sahip atıksuların tekrar kullanımı önerilmektedir. Ancak, atık sular çeşitli inorganik maddeleri ve patojenleri bulundurduğu için bitki yetiştiriciliği ve çevre sağlığı açısından risk taşırlar.
- Bu nedenle atık suların sulamada kullanılmasında verimi ve çevreyi koruyacak önlemlerin alınması gerekir. Bu önlemler ya da atıksuların sulamada tekrar kullanım ölçütleri, “Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği” ile belirlenmiştir.
- Türkiye’de son yıllarda yaklaşık 130 000 hektar alan evsel atık suyla sulanmaktadır. Dünyada su kaynaklarının hızla kirlendiği dikkate alınırsa, ülkemizde atıksuların tarımda kullanımının yaygınlaştırılması için çalışmalar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- **ÇAKMAK, B.**, 2008. Türkiye’de Su Yönetimi. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Türktarım Dergisi, Ocak-Şubat 2008, Sayı:179, s.38-44, Ankara.
- **ÇAKMAK, B.**, YILDIRIM, M. ve AKÜZÜM, A. 2008. Türkiye’de Tarımsal Sulama Yönetimi, Sorunlar ve Çözüm Önerileri. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Su Politikaları Kongresi, cilt:1 s.215-224, Ankara.
- AKÜZÜM, A., SELENAY, F. ve **ÇAKMAK, B.** 2010. Sulama Yönetimi ve Sürdürülebilir Su Kullanımı. 1. Sulama ve Tarımsal Yapılar Yapılar Sempozyumu 27-29 Mayıs 2010. Kahramanmaraş Sütçüimam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü. Cilt:1 s. 262-278 , K.Maraş.
- AKÜZÜM, A., **ÇAKMAK, B.** ve GÖKALP, Z. 2010. Türkiye’de Su Kaynakları Yönetimi ve Değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 3 (1): 67-74, 2010 ISSN: 1308-3945, www.nobel.gen.tr
- **ÇAKMAK, B.** , GÖKALP, Z. 2013. Kuraklık ve Tarımsal Su Yönetimi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi Fen Sayı: 4, Yıl: 2013, s.1-11.
- **ÇAKMAK, B.** , GÖKALP, Z. ve KENDİRLİ, B. 2013. Sürdürülebilir Tarımsal Su Yönetimi. 3.Uluslararası Bursa Su Kongresi ve Sergisi, Merinos Kültür Merkezi, Cilt:1, s.110-118, Bursa.

HİDROLOJİ

Prof. Dr. Halit APAYDIN

HİDROLOJİ

- Canlıların yaşaması için gereken en önemli maddelerden biri olan su, insan tarihi ile birlikte incelenmeye başlanmıştır. İlk önce akarsu kenarlarında yerleşmeyi tercih eden insanlar, ara sıra taşkınların meydana geldiğini veya akışların çok azaldığını gördükten sonra, bu doğal olayların nedenleri üzerinde durmuşlar ve taşkınlardan korunmak gerektiğini anlamışlardır. Bu amaçla taşkın zararları göz önüne alınarak ilk önce Mezopotamya, Mısır, Akdeniz Bölgesi ve Uzakdoğuda, akarsular boyunca seddeler yapılmıştır. Bu seddelerin yapılmasında göz önüne alınan taşkın zararları ile ilgili izlenimler, hidroloji biliminin başlangıcı olarak kabul edilmektedir.

- **Hidroloji eski Yunan'ca da su ve bilim anlamındaki kelimelerden alınmıştır.** Etimoloji olarak su bilimi anlamına gelmesine rağmen hidrolojide, suyun bütün özellikleri incelenmez. Örneğin suyun statik ve dinamik özellikleri hidrolik biliminin de incelenmesinin yanında, deniz ve okyanuslarla ilgili bilgiler oşinografi ve suyun insan sağlığına etkisi ile ilgili bilgiler de tıp hidrolojisinde verilir. **Genel anlamda hidroloji; suyun dünyadaki dağılımı, değişimi, fiziksel ve kimyasal özellikleri ile çevre ve canlılara olan etkisini inceleyen bilim olarak tanımlanabilir.**

Hidrolojik Devre

Dünyadaki su miktarı sabittir. Bu su atmosfer, yerüstü ve yeraltı olmak üzere üç ortama dağılmıştır.

Atmosferde buhar, bulut veya yağış halinde olan su, **yerüstünde** okyanus, deniz, göl, akarsu, kar veya buz olarak, **yeraltında** toprak tanelerinin çevresinde ve gözeneklerde birikir.

Yer yüzeyinde bulunan su ile, üst toprak katmanı içinde ve bitkilerin yapraklarındaki gözeneklerde bulunan su, güneşten gelen ısı ile **buharlaşır**. Su buharı içeren hava, çiglenme noktasından daha fazla soğuduğu zaman **yoğunlaşma** başlar. Yoğunlaşma ürünü olan su damlacıkları, birleşerek **yağışlar** meydana gelir.

Bitkilerin üzerine düşen yağışların bir bölümü yaprak, sap ve gövde gibi organlarda tutulur ve buradan buharlaşır.

Toprak yüzeyinden sızan sular taneler ve boşluklarda **tutulur**. Toprakların bünye ve yapı özelliklerine bağlı olan belli bir su tutma kapasitesi vardır. Bu kapasitesinden daha fazla olan yağış suları, eğimli arazilerin üst katmanı boyunca **sızar** ve bunlar genellikle kanallarda açığa çıkar. Yağışların toprak üstünden akarak ve üst toprak katmanı içinden sızarak kanallarda akışa geçen miktarına **yüzey akış** denir.

Kök derinliğindeki toprakta tutulan suyu bitkiler alır. Bunun özümleme ve bitkinin gelişmesinde kullanılmayan bölümü, yapraklardaki gözeneklerden buharlaşır. Toprak tarafından tutulmayan sular, geçirimsiz bir katmanın üzerindeki gözeneklerde birikir. Bunlara **yeraltı suyu** denir.

Yerüstü ve yeraltındaki suların genellikle okyanuslara ulaştığı kabul edilir. **Bu olaylardan anlaşılacağı gibi dünyada bulunan su devamlı olarak katı, sıvı ve gaz durumlara dönüşmektedir.** Ancak bu dönüşümde belli bir sıra yoktur yani buharlaşma olurken, yağış da meydana gelir ve yağışla birlikte buharlaşma da olur. Dünyada bulunan suyun bu şekildeki hareketine **hidrolojik devre** denir.

Su Döngüsü



Su Bütçesi İlişkisi

Hidrolojik devredeki suyun miktarı, maddenin korunmasına göre geliştirilen su bütçesi veya hidrolojik ilişkiye göre belirtilir. Buna göre belli bir araziye düşen yağışların akışlardan farkı, bu arazideki su miktarının artma veya eksilmesini gösterir. Toprak yüzeyinden akan ve üst toprak katmanı içinden sızan su, birçok faktöre bağlı olarak değişir. Bunun için yüzey akışların meydana geldiği alan, fiziksel bir sistem olarak alınır.

$$I - Q = \frac{ds}{dt}$$

İlişkide;

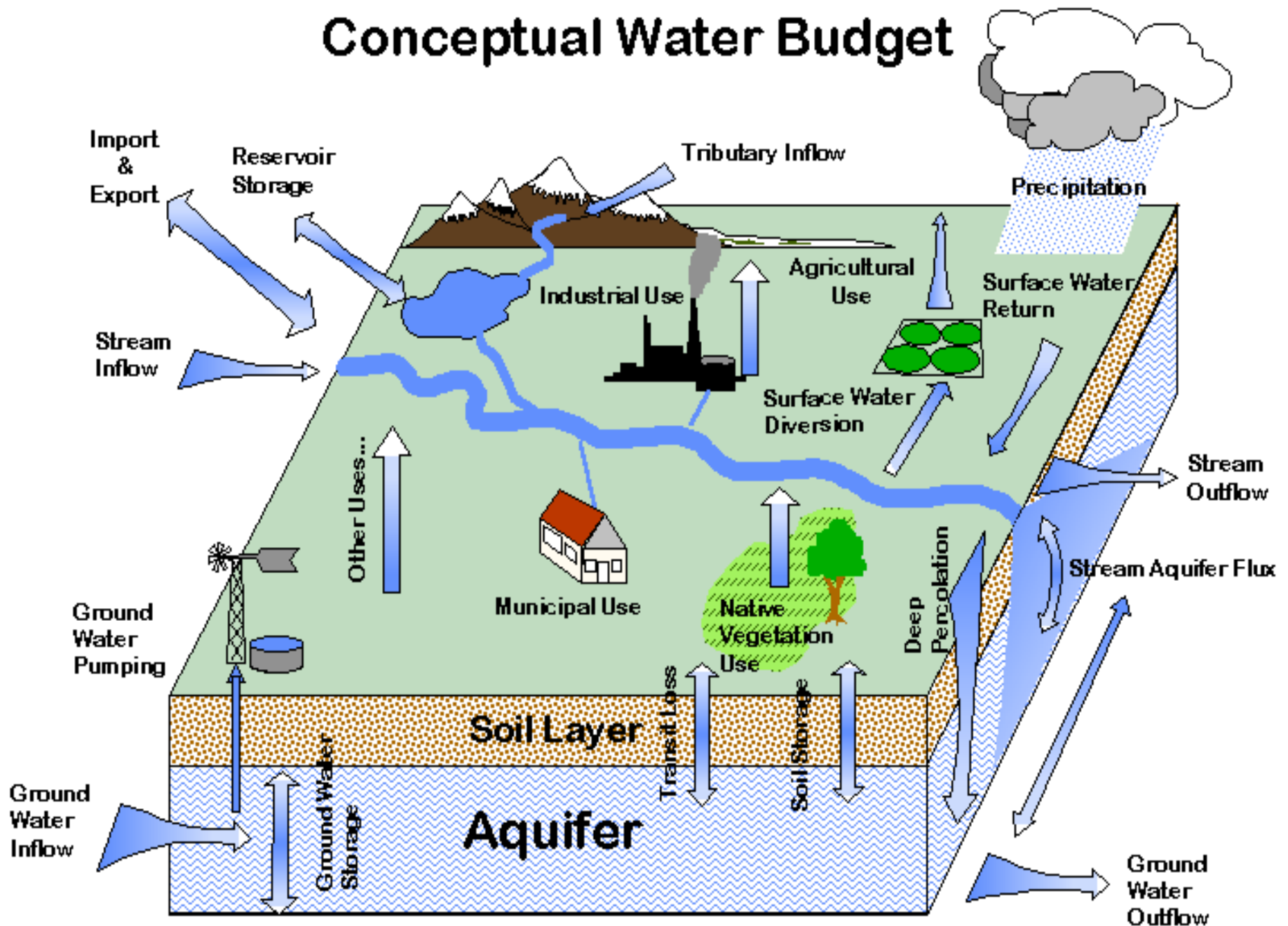
I = Giren akış

Q = Çıkan akış

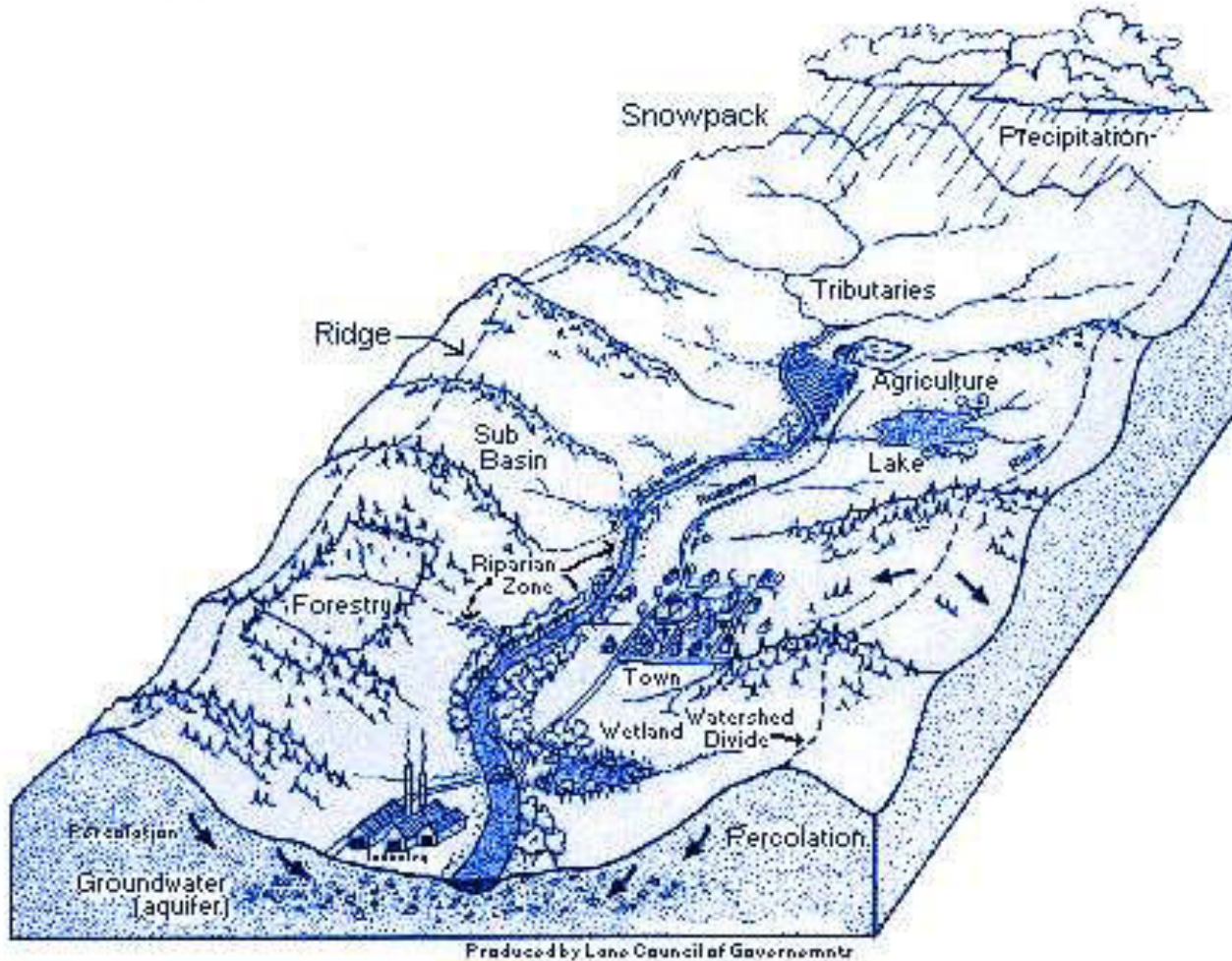
ds = Su miktarındaki değişme

dt = Zaman

Conceptual Water Budget



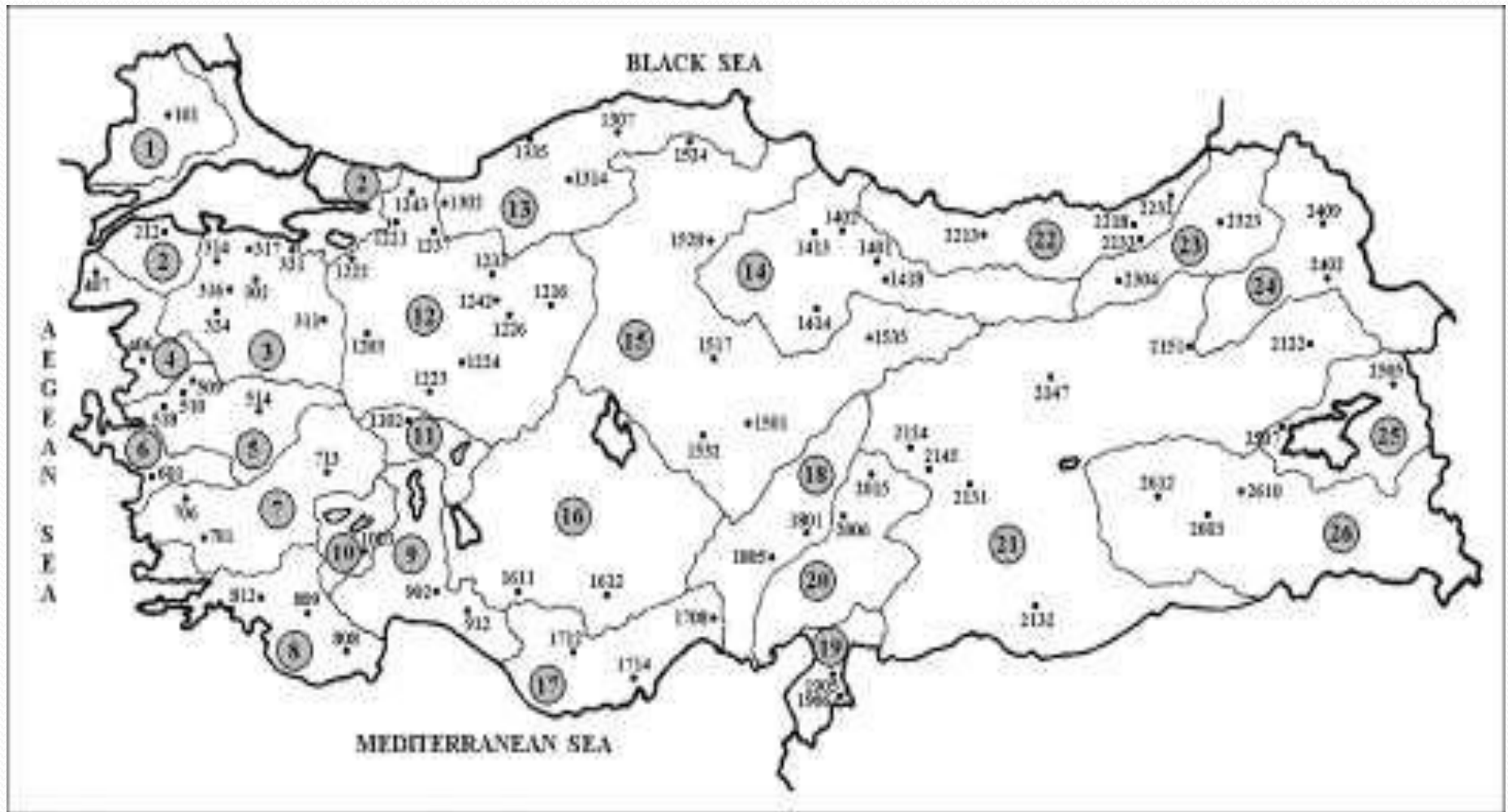
Havza ve su ayırım çizgisi





BÜYÜK AKARSU HAVZALARI ANAHTAR HARİTASI

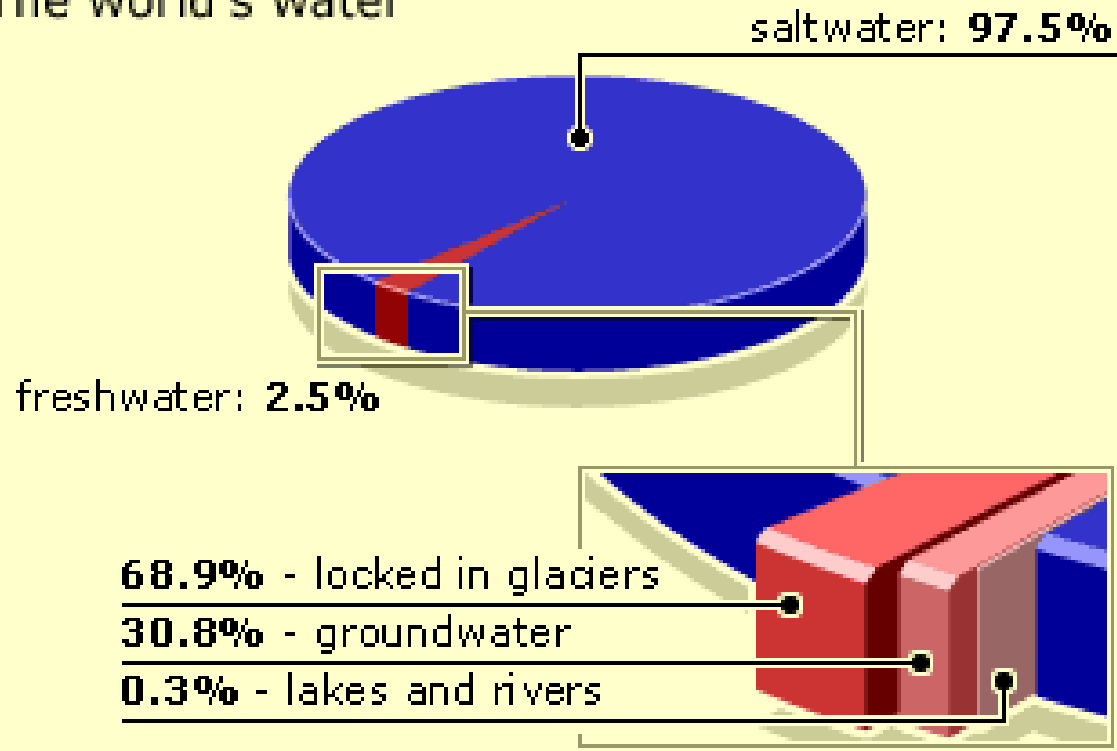




Havza adı	Yağış alanı (km ²)	Ortalama yıllık akış (km ³)	Havza adı	Yağış alanı (km ²)	Ortalama yıllık akış (km ³)
(21) Fırat Havzası	127 304	31,61	(03) Susurluk Havzası	22 399	5,43
(26) Dicle Havzası	57 614	21,33	(24) Aras Havzası	27 548	4,63
(22) Doğu Karadeniz	24 077	14,90	(16) Konya Kapalı H.	53 850	4,52
(17) Doğu Akdeniz H.	22 048	11,07	(07) Büyük Menderes H.	24 976	3,03
(09) Antalya Havzası	19 577	11,06	(25) Van Gölü Havzası	19 405	2,39
(13) Batı Karadeniz H.	29 598	9,93	(04) Kuzey Ege H.	10 003	2,90
(08) Batı Akdeniz H.	20 953	8,93	(05) Gediz Havzası	18 000	1,95
(02) Marmara H.	24 100	8,33	(01) Meriç-Ergene H.	14 560	1,33
(18) Seyhan Havzası	20 450	8,01	(06) Küçük Menderes H.	6 907	1,19
(20) Ceyhan Havzası	21 982	7,18	(19) Asi Havzası	7 796	1,17
(15) Kızılırmak H.	78 180	6,48	(10) Burdur Göller H.	6 374	0,50
(12) Sakarya Havzası	58 160	6,40	(11) Akarçay Havzası	7 605	0,49
(23) Çoruh Havzası	19 872	6,30	TOPLAM	779 452	186,86
(14) Yeşilirmak H.	36 114	5,80			

Dünyadaki su miktarı

The world's water

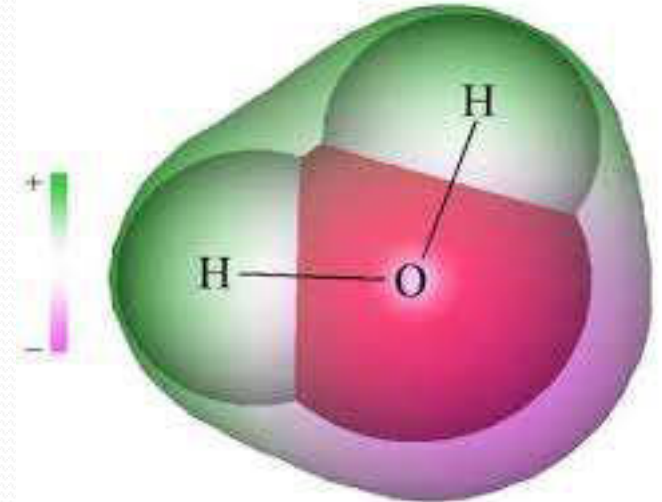


SOURCE : UNEP

SUYUN KİMYASAL VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

- Dünyada katı, sıvı ve gaz olarak fazla miktarda bulunan yegane madde olan su, aynı zamanda en çok bilinen ve en çok kullanılan cisimdir. Sıvı suyun, yüksek düzeyde ayırma gücü vardır. Sıvı su donunca genişir. Suyun bu özellikleri, tamamen molekül yapısı ile ilgilidir.

Suyun zayıf hidrojen bağı ve molekülünün kutup özelliği, iyi bir çözücü olmasını sağlar ve bu nedenle yıkamada kullanılır



Suyun Özgül Ağırlığı

Sıcaklık °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0.9999	0.9999	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9999
10	0.9997	0.9996	0.9995	0.9994	0.9993	0.9991	0.9989	0.9988	0.9986
20	0.9982	0.9980	0.9978	0.9976	0.9973	0.9971	0.9968	0.9965	0.9963
30	0.9957	0.9954	0.9951	0.9947	0.9944	0.9941	0.9937	0.9974	0.9930
40	0.9922	0.9919	0.9915	0.9911	0.9907	0.9902	0.9898	0.9894	0.9890
50	0.9881	0.9876	0.9872	0.9867	0.9862	0.9857	0.9852	0.9848	0.9842
60	0.9832	0.9827	0.9822	0.9817	0.9811	0.9806	0.9800	0.9795	0.9759
70	0.9778	0.9772	0.9767	0.9761	0.9755	0.9749	0.9743	0.9737	0.9731
80	0.9718	0.9712	0.9706	0.9699	0.9693	0.9686	0.9680	0.9673	0.9667
90	0.9653	0.9643	0.9640	0.9633	0.9626	0.9619	0.9612	0.9605	0.9598

Buharlaşma Miktarına Etkili Faktörler

- Buharlaşmanın meydana gelmesi için sıvı veya katı durumdaki suyun, moleküllerine ayrılmasını sağlayacak miktarda bir enerjiye gerek vardır.

- **Sıcaklık**

- **Buhar Basıncı Farkı ve Atmosfer Basıncı**

- **Rüzgar**

- **Buharlaşma Yüzeyi :**

Bitki yüzeyinde tutulan suyun sıcaklığı çok çabuk arttığı için buradaki suyun buharlaşma hızı, sıvı su yüzeyinden meydana gelen miktardan daha fazladır.

- **Suyun Kalitesi :**

Ortalama olarak denizlerden meydana gelen buharlaşma, aynı koşullarda tatlı sulardan meydana gelen buharlaşmadan 2-3 kat daha azdır.

ATMOSFERİN NEMLİLİĞİ

- Mutlak Nem gr/m^3
- Özgül Nem gr/kg
- Bağlı (Nispi) Nem %

Sıcaklık °C	Doyma Noktası (gr/kg)
5	5.44
10	7.67
15	10.70
20	14.70
25	20.00
30	26.90
35	35.80
40	47.30

YAĞIŞ

- Atmosferde bulunan ve doyma noktasından fazla olan su buharı, yeryüzüne düşecek veya atmosferin alt katmanı içinde kalacak şekilde birleşir.
- Bu bakımdan hidrolojide yağış, atmosferdeki su buharının birleşmesi ile oluşan sıvı ve katı olarak yeryüzüne düşen, kütle anlamında kullanılır.
- **Yağış Şekilleri**
Çise, Yağmur, Camsı buz, Sulu sepken, Kar, Dolu

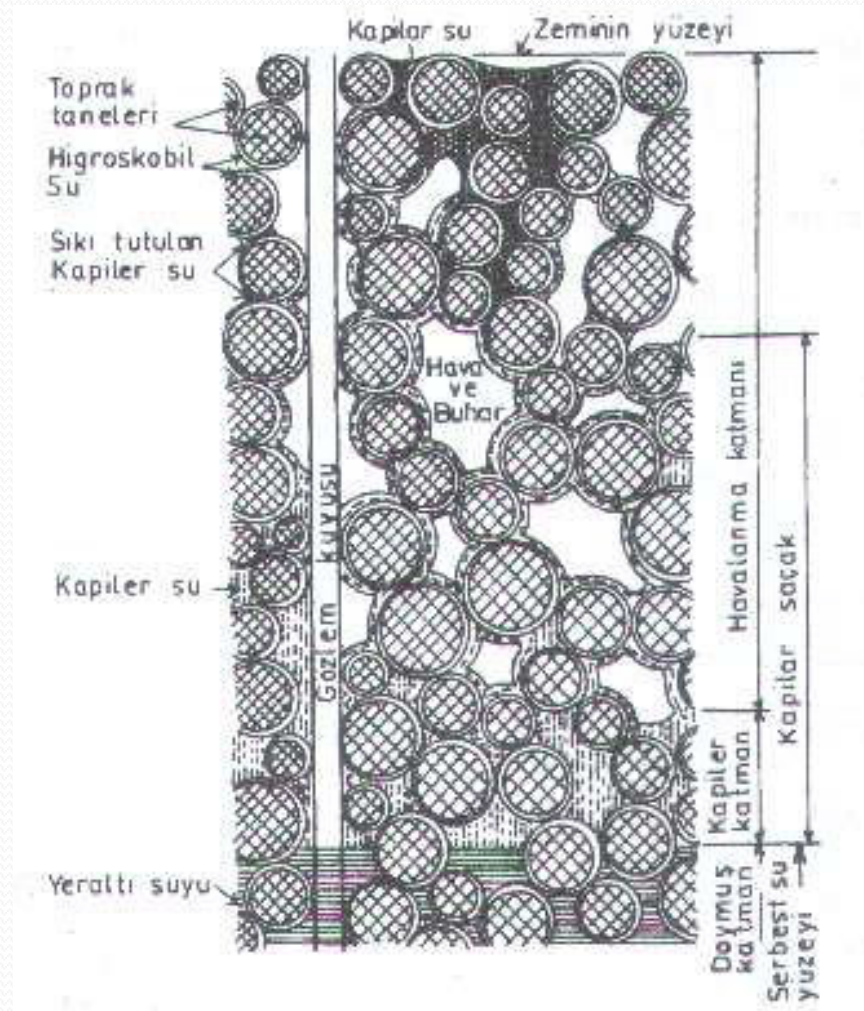
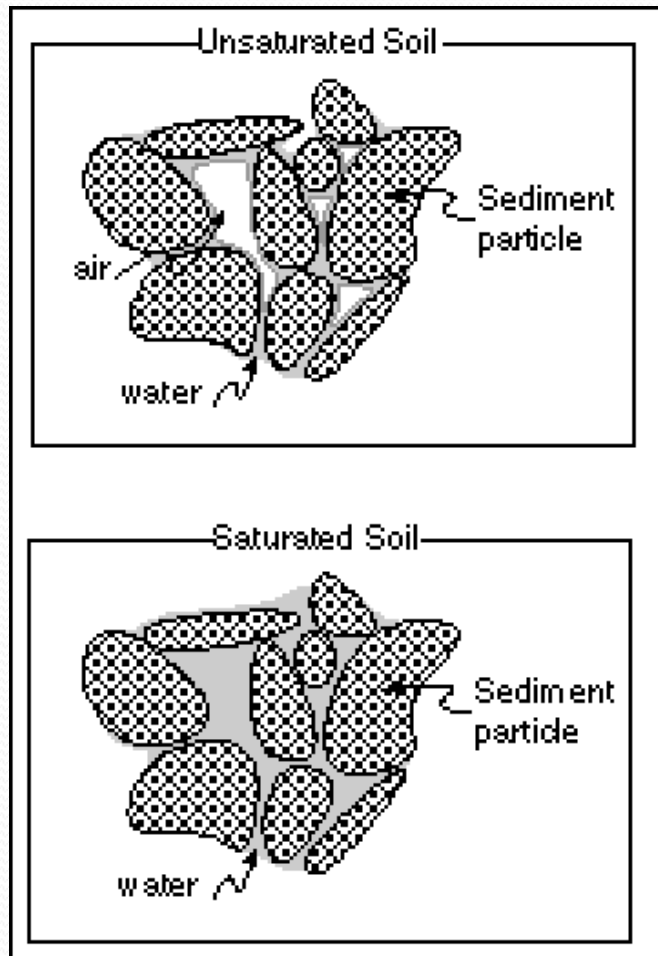


İnfiltrasyon

- Hidrolik yükün etkisiyle, suyun toprak içerisindeki hareketine sızma denir. Toprak yüzeyinden sızan suyun hızı, infiltrasyon olarak tanımlanır.

Toprak bünyesi	Son infiltrasyon hızı mm/saat
Kum	20
Kumlu siltli	10 - 20
Tınlı	5 - 10
Killi	1 - 5

Yeraltı suyu

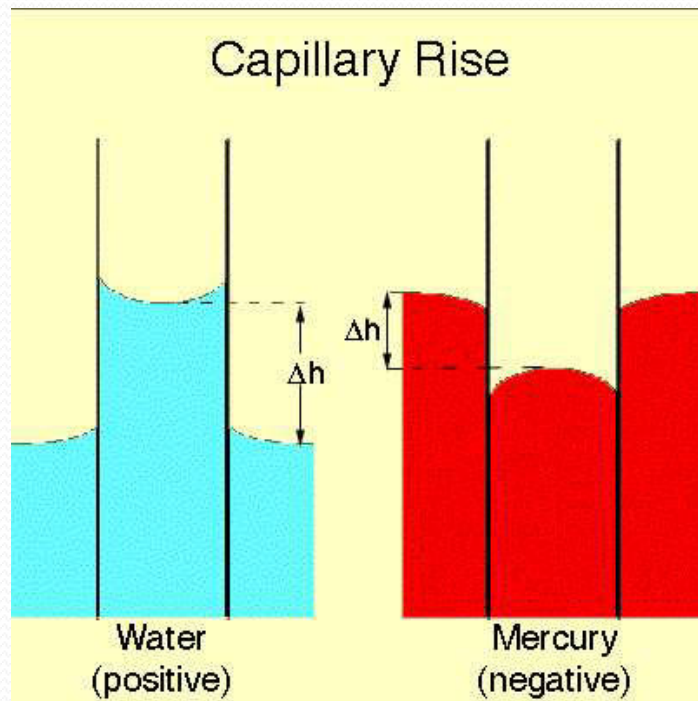


Bünyelerin poroziteleri

Toprak bünyesi	Porozite, %
Kil	45 - 55
Silt	40 - 50
Orta ve kaba kum	35 - 40
Yeknesak kum	30 - 40
İnce ve orta kum	30 - 35
Çakıllı kum	20 - 35
Kum taşı	10 - 20

Kapilarite

- Boruların girişinde bulunan sıvılara farklı kuvvetler etki eder. Adhezyon kuvveti kohezyon kuvvetinden büyük olduğu durumda sıvı, boruda bir miktar yükselir. Buna karşılık kohezyon kuvveti adhezyon kuvvetinden daha büyük olduğu zaman, sıvının yüzeyi aşağıya doğru bükülür. Bu durumlardan birincisine sıvı su, ikincisine civa örnek olarak gösterilebilir. Belirtilen kuvvetlerin birlikte etki edebilmesi için, boru çapının yaklaşık olarak 13 mm den az olması gerekir.



Yüzey Akış

- Yeryüzüne düşen yağmur toprağın yüzeyinde ince bir katman halinde tutulur ve buna, toprak yüzeyinde tutulan su denir. Bu suyun toprağa sızdığı veya yüzey akışa katıldığı kabul edilir. Toprağın yüzeyi su tutma kapasitesine ulaştıktan sonra infiltrasyon başlar. Toprağın infiltrasyon hızından fazla olan yağmur ve eriyen kar, düz arazilerin üstünde birikmesine karşılık, eğimli arazilerin yüzeyinden akışa geçer. Suyun buharlaşmayan bölümünün derine sızdığı kabul edilir. Eğimli arazilerin yüzeyinde bulunan çukurlar su ile dolduktan sonra toprağa sızmayan yağmur ve eriyen kar, arazinin yüzeyinden akar ve buna toprak üstü akışı denir.





Yüzey Akışa Etkili Faktörler

- Yağış Şekli
- Yağış Şiddeti
- Yağış Süresi
- Yağışın Dağılışı ve Hareket Yönü
- Toprak Nemi

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA DERSİ

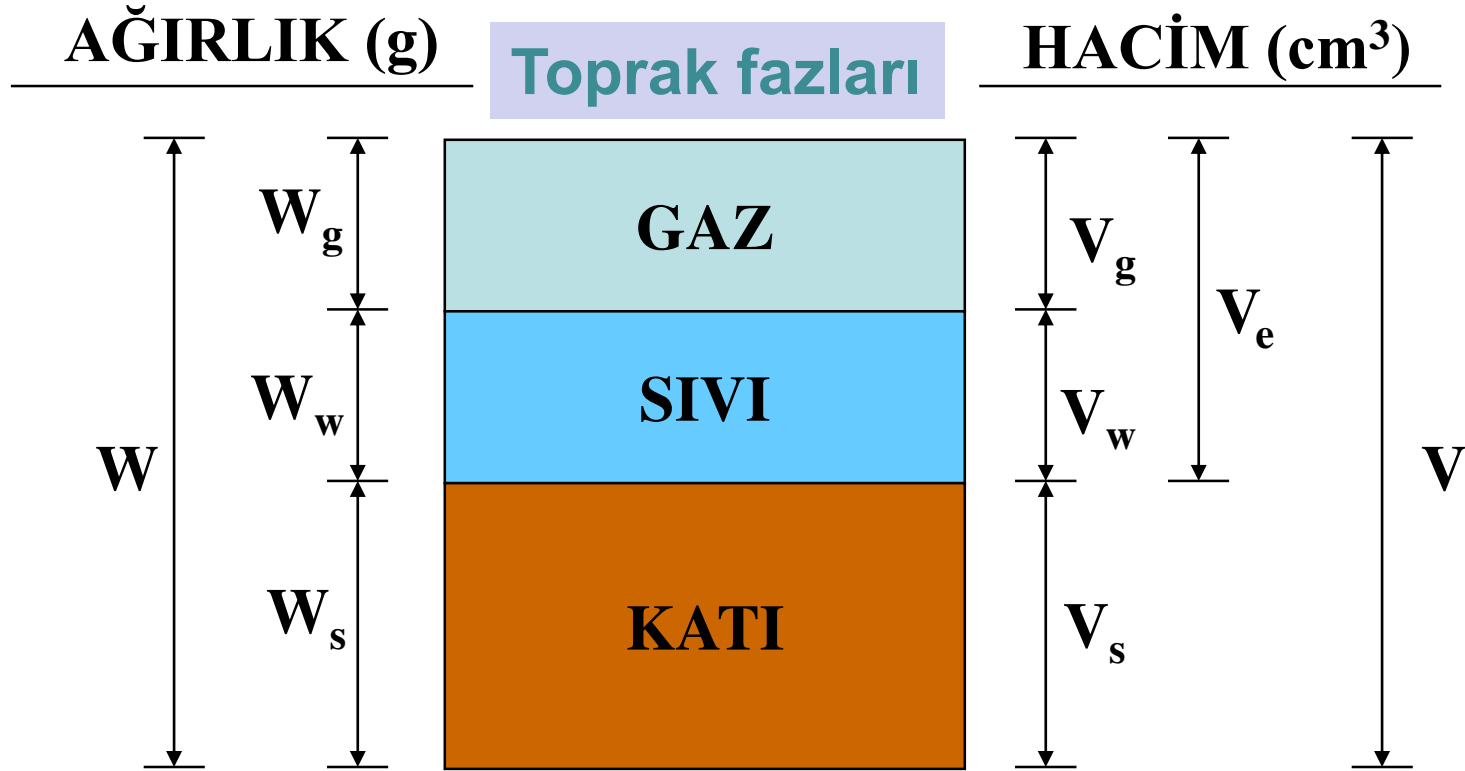
Toprak-Bitki-Su İlişkileri

Doç.Dr. G. Duygu SEMİZ

- **Toprak fazları**
 - Katı (toprak taneleri)
 - Sıvı (toprak suyu)
 - Gaz (toprak havası)
- **Toprak bünyesi** : Toprak tanelerinin büyüklük dağılımı
 - Kil (< 0.002 mm), C
 - Silt (Mil) (0.002 - 0.05 mm), Si
 - Kum (0.05-2 mm), S

- **Toprak bünye sınıfları**
 - S, LS, SL, L, SiL, Si, SCL, CL, SiCL, SC, SiC, C
- **Toprak yapısı** : Toprak tanelerinin dizilişi ve gruplar halinde kümeleşme biçimi
 - Taneli (teksel) yapı
 - Kümeli (agregat şeklindeki) yapı

TOPRAK-BİTKİ-SU İLİŞKİLERİ



Özgül ağırlık (G_s), hacim ağırlığı (γ_t), porozite (n),
gözenek oranı (e), doyma derecesi (S)

$$G_s = \gamma_s / \gamma_w = W_s / V_s \gamma_w = W_s / V_s$$

G_s 2.40-2.75 olup ortalama 2.65 alınabilir.

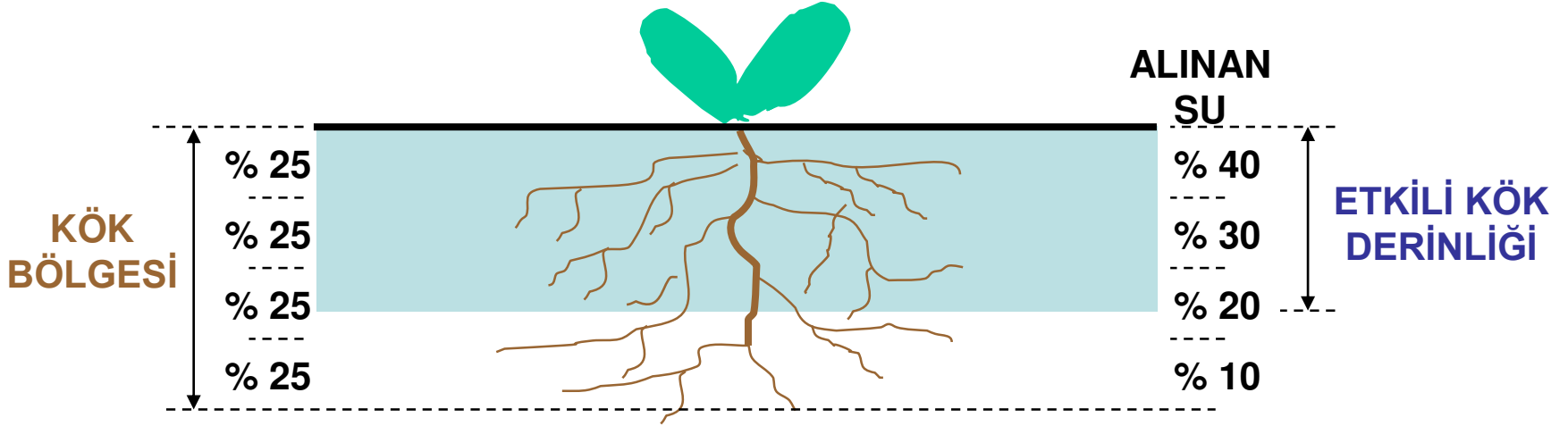
$$\gamma_t = W_s / V$$

$$n = 100 (V_e / V)$$

$$e = 100 (V_e / V_s)$$

$$S = 100 (V_w / V_e)$$

Sulama suyu uygulanacak toprak derinliği



- **Etkili toprak derinliği;** toprak yüzeyinden geçirimsiz katman ya da taban suyuna kadar olan toprak derinliğidir.
- **Etkili kök derinliği;** bitkilerin normal gelişimi için gerekli olan suyun %80'nin alındığı kök derinliğidir.
- **Bu iki değerden hangisi küçük ise, o değer sulama suyu uygulanacak toprak derinliğini verir.**

Toprak nemi ifade biçimleri

- **Kuru ağırlık yüzdesi cinsinden ifade**

$$P_w = 100 (W_w / W_s) = 100 (W - W_s) / W_s \quad ,\%$$

- **Hacim yüzdesi cinsinden ifade**

$$P_v = 100 (V_w / V) = P_w (\gamma_t / \gamma_w) = P_w \gamma_t \quad ,\%$$

- **Derinlik cinsinden ifade**

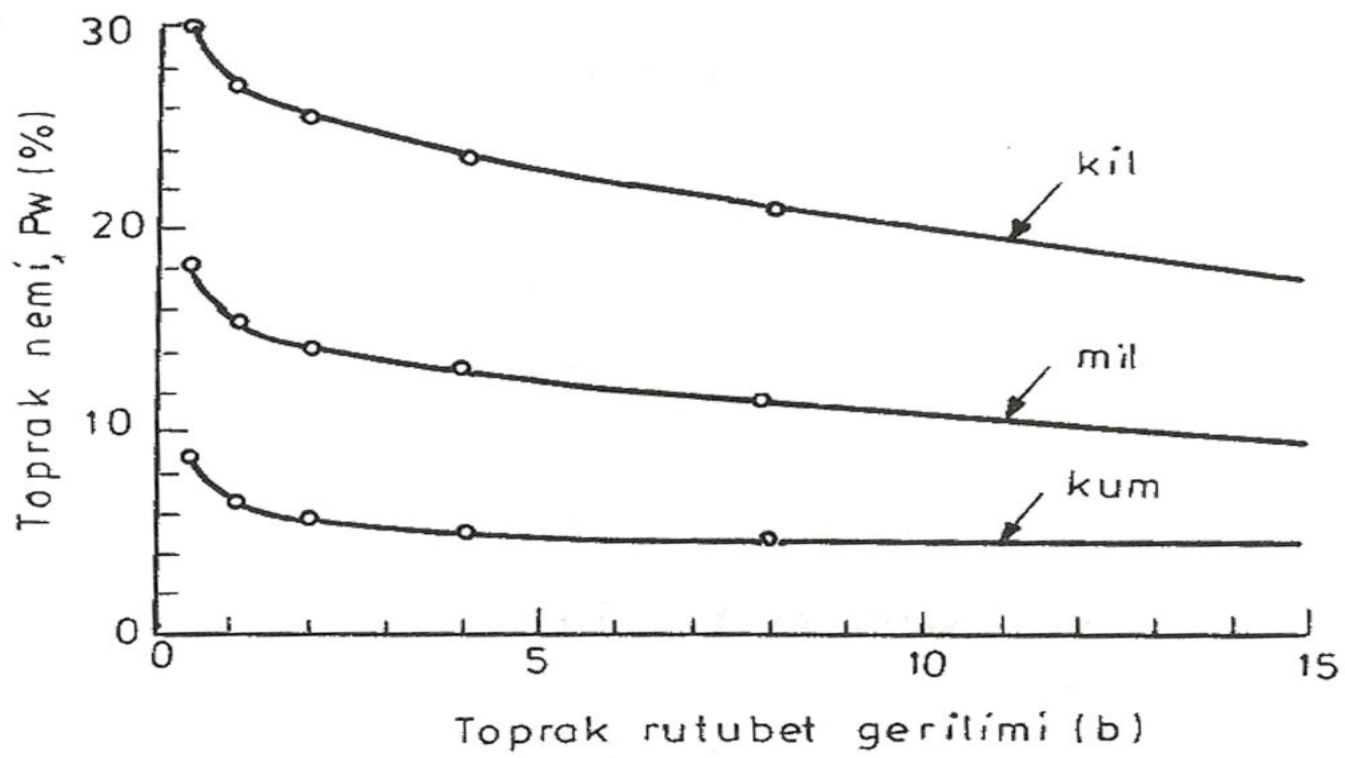
$$d = (P_w / 100) \gamma_t D \quad , \text{ mm}$$

- **Toprak rutubet gerilimi (tansiyon) cinsinden ifade** (atm, b, kg/cm², m, cm, pF)

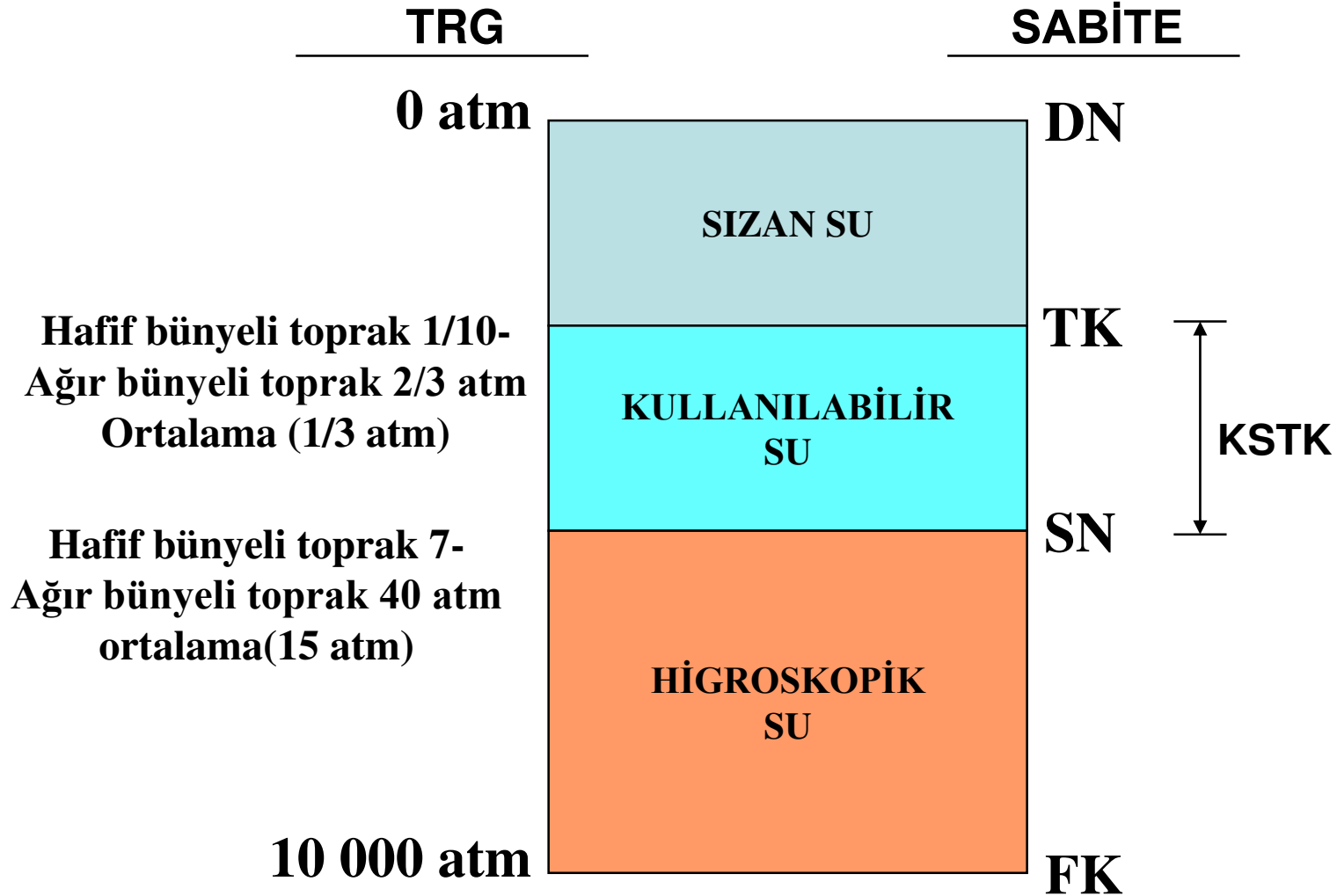
Toprak rutubet gerilimi, toprak suyunda erimiş halde bulunan tuzların neden olduğu ozmotik basınç ihmal edilirse, toprak neminin toprak taneleri tarafından tutulma gücüdür. Toprak nemi azaldıkça suyun toprak taneleri tarafından tutulma gücü artmaktadır.

Bu nedenle suyun tutulma gücü negatif basınç olarak ifade edilir. Negatif basınç yerine tansiyon deyimini kullanıldığı için **toprak rutubet tansiyonu** denildiğinde toprak tanelerinin suyu kendi yüzeyleri etrafında tutma gücü anlaşılır. Toprak rutubet tansiyonu cmSS, cm, kg/cm² , atm, b(bar) olarak ifade edilir.

1 kg/cm²=10 m=0.981 b=0.968 atm dir.



Toprak nemi sabiteleri



Doyma noktası; Toprak gözeneklerinin tamamen su ile dolu olduğu koşulda toprakta bulunan nem miktarına doyma noktası denir.

Tarla kapasitesi; serbest drenaj koşullarında toprak tanelerinin yerçekimine karşı tuttuğu nem miktarına tarla kapasitesi denir.

Solma noktası; bitkilerin kökleri ile topraktan su alamadığı ve solmaya başladığı, toprağa su verilse dahi eski durumuna dönemedikleri koşulda toprakta bulunan nem miktarına solma noktası denir.

Fırın kuru; Toprak örneğinin fırında 105°C'da kurutulduktan sonra toprakta bulunan nem miktarına fırın kuru denir. Sulama açısından fırın kurudaki nem miktarı ihmal edilir, fırın kurudaki toprak ağırlığı toprak tanelerinin ağırlığı olarak alınır.

Toprağın Kullanılabilir Su Tutma Kapasitesi (KSTK)

- Serbest drenaj koşullarında, TK'nin üzerindeki nem yerçekiminin etkisi ile kök bölgesinin altına sızmakta ve bitkiler bu nemden yararlanamamaktadır. Bitkiler SN'nin altındaki nemi de kökleri ile alamamaktadır. Dolayısıyla bitkiler ancak TK ile SN arasındaki nemden yararlanabilir.
- TK ile SN farkına **kullanılabilir su tutma kapasitesi**, solma noktasının üzerinde tarla kapasitesine kadar olan topraktaki nem miktarına da **kullanılabilir su** denir. Örneğin; TK %30, SN%18, mevcut nem MN%26 olan bir toprakta;
$$KSTK = TK - SN = 30 - 18 = \%12$$
$$KS = MN - SN = 26 - 18 = \%8 \text{ (Kullanılabilir su)}$$

KSTK, toprağın kuru ağırlığı %si cinsinden;

$$P_{wk} = TK - SN$$

Derinlik cinsinden;

$$Dk = \frac{P_{wk}}{100} \gamma_t D = \frac{TK - SN}{100} \gamma_t D \text{ ile hesaplanır.}$$

Eşitliklerde;

P_{wk} = Kullanılabilir su tutma kapasitesi, %

TK = Tarla kapasitesi, %

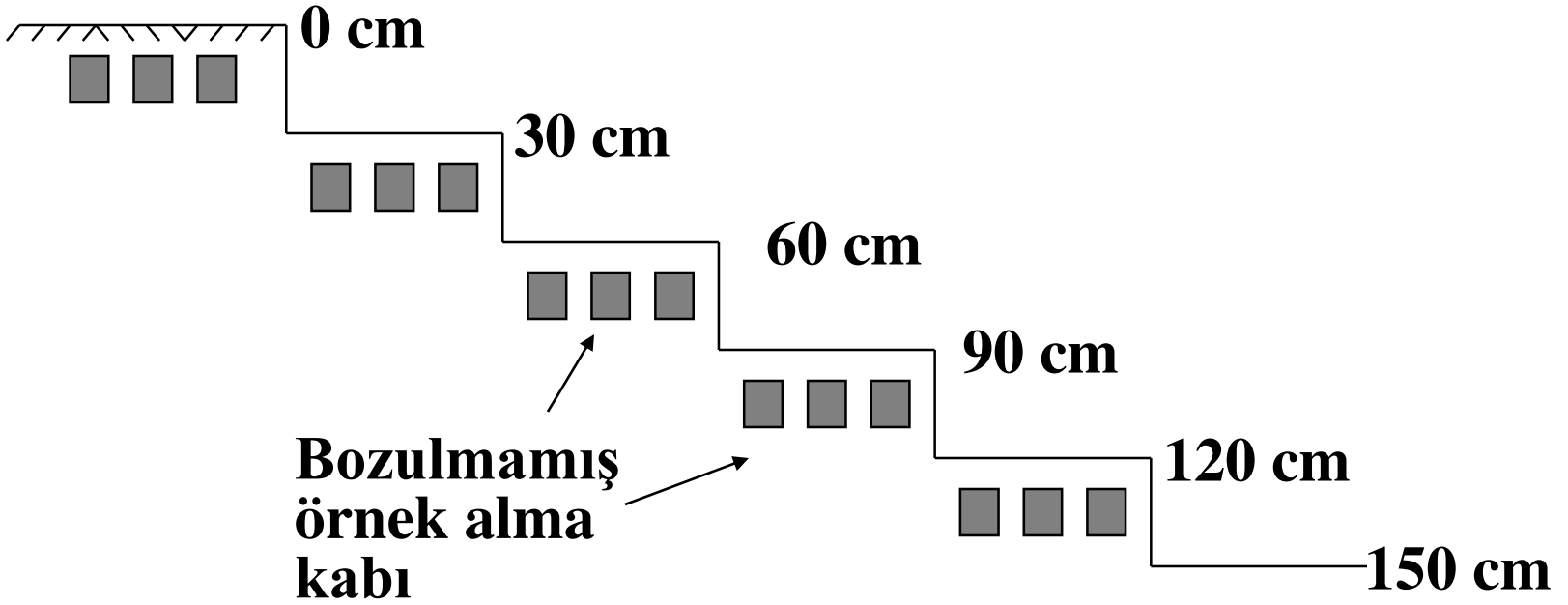
SN = Solma noktası, %

dk = Kullanılabilir su tutma kapasitesi, mm

γ_t = Toprağın hacim ağırlığı, g/cm^3

D = Toprak derinliği, mm'dir.

Toprak örneklerinin alınması



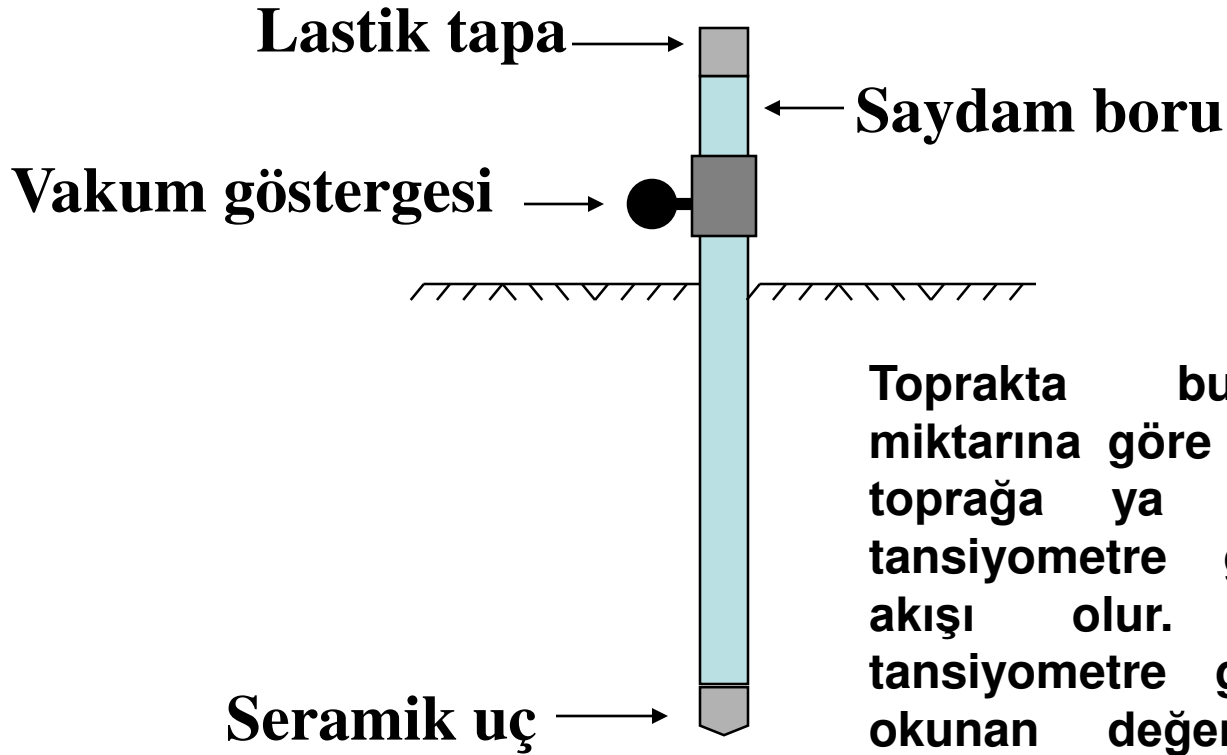
- **Bozulmamış toprak örneklerinden**
 - Tarla kapasitesi ve hacim ağırlığı
- **Bozulmuş toprak örneklerinden**
 - Toprak bünyesi, solma noktası, toprak tuzluluğu (elektriksel iletkenlik ya da tuz yüzdesi)
- **Profillerin incelenmesinden**
 - Etkili toprak derinliği

Toprak neminin ölçülmesi

1) Gravimetrik yöntem

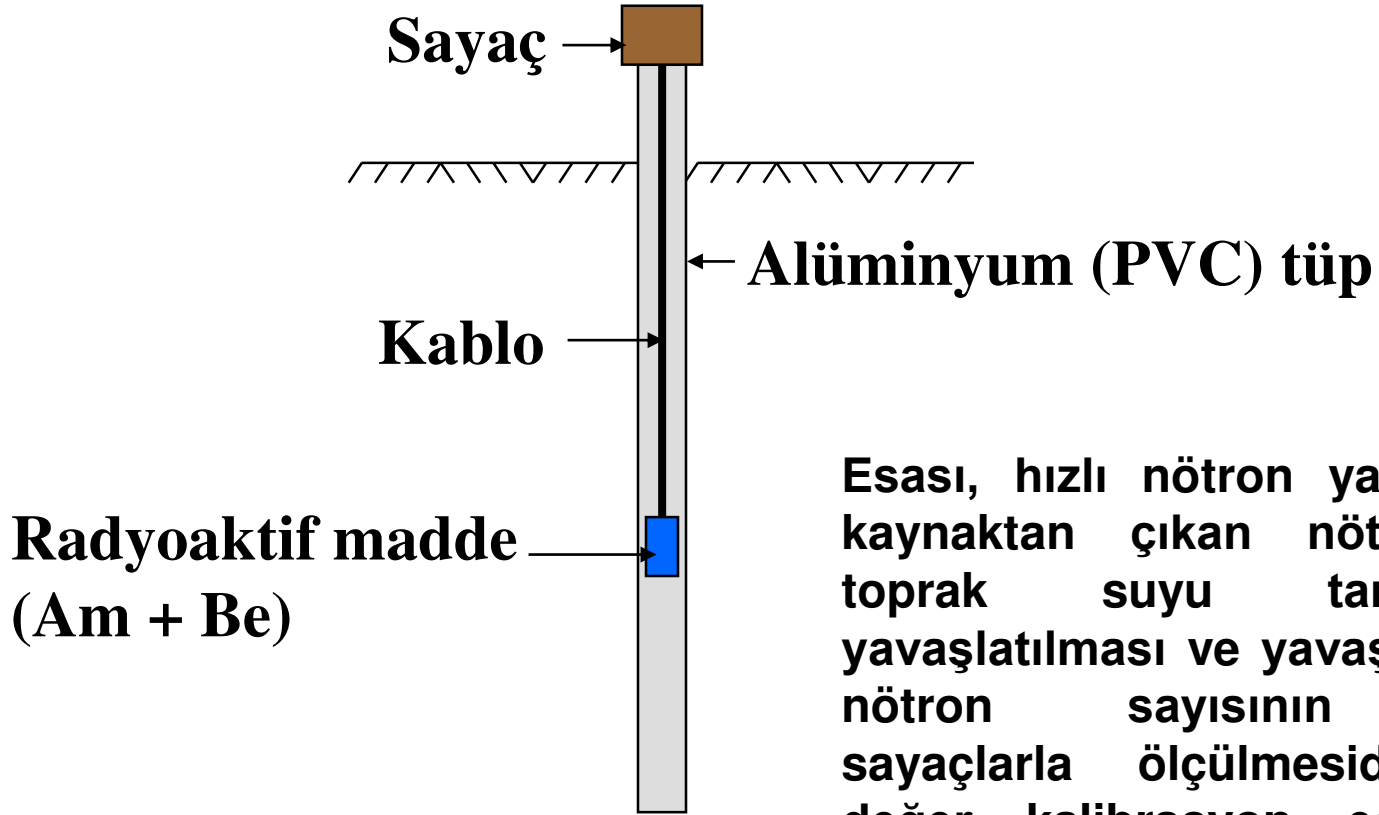
$$P_w = 100 \frac{W - W_s}{W_s}$$

2) Tansiyometre



Toprakta bulunan nem miktarına göre seramik uçtan toprağa ya da topraktan tensiyometre gövdesine su akışı olur. Bu sırada tensiyometre göstergesinden okunan değer kalibrasyon eğrisinde işaretlenerek, topraktaki nem miktarı kuru ağırlık %si cinsinden bulunur.

3) Nötron yöntemi



Esası, hızlı nötron yayan bir kaynaktan çıkan nötronların toprak suyu tarafından yavaşlatılması ve yavaşlatılmış nötron sayısının özel sayaçlarla ölçülmesidir. Bu değer kalibrasyon eğrisinde işaretlenerek toprak nemi bulunur.

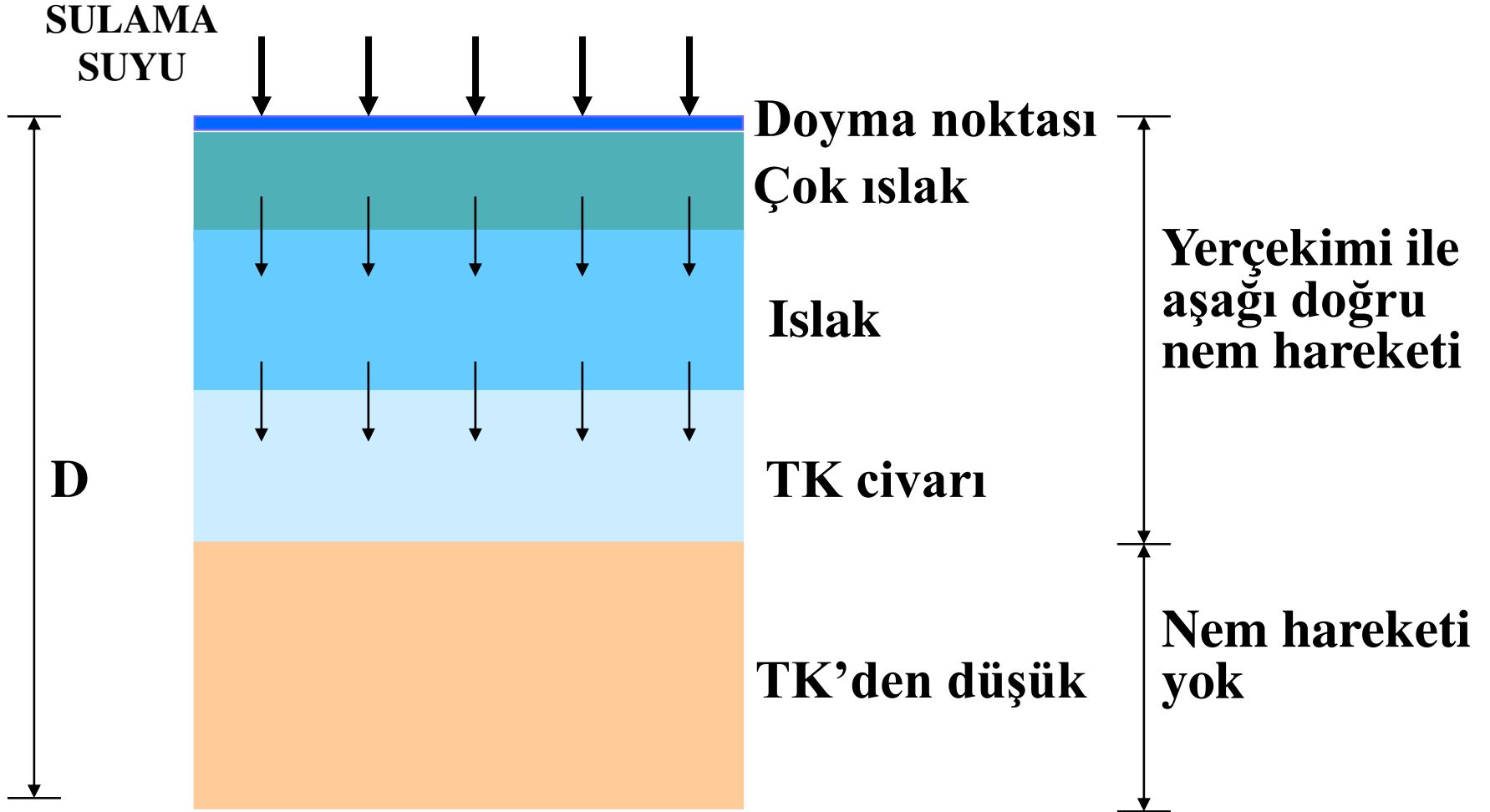
4) Elle kontrol yoluyla tahmin

- **Toprak örneğinin rengi**
- **Avuçta bıraktığı ıslaklık**
- **Top oluşturma durumu**
- **Sicim - şerit oluşturma durumu**

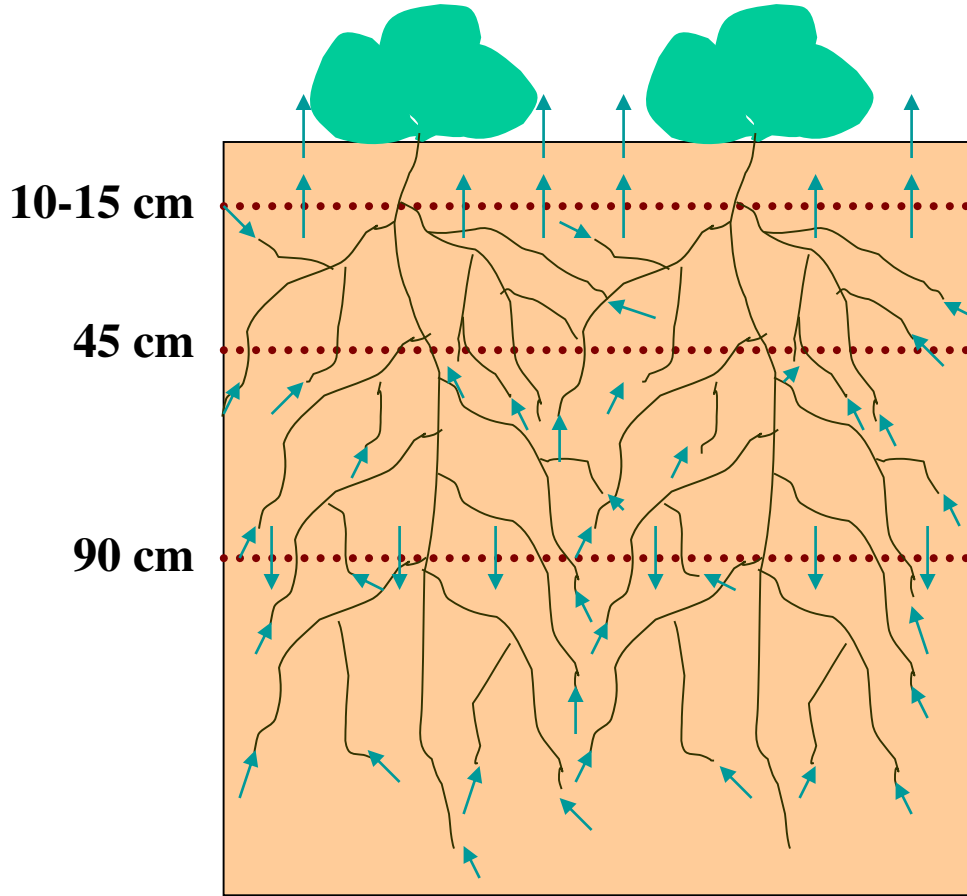
Toprakta suyun hareketi

- **Doymuş toprak koşullarında**
 - Yerçekiminin etkisi ile
 - Basınç yükünün yüksek olduğu noktadan basınç yükünün düşük olduğu noktaya doğru
- **Doymamış toprak koşullarında**
 - Kapilar kuvvetler ve yerçekiminin etkisi ile
 - TRG'nin düşük olduğu noktadan yüksek olduğu noktaya doğru (Nemin yüksek olduğu noktadan düşük olduğu noktaya doğru)

• Sulama sırasında



• Sulamadan sonra



BUHARLAŞMA BÖLGESİ

Nem hareketi yukarı doğru

ASIL KÖK BÖLGESİ

Nem hareketi köklere ve yukarı doğru

İKİNCİ DERECE KÖK BÖLGESİ

Nem hareketi köklere ve aşağı doğru

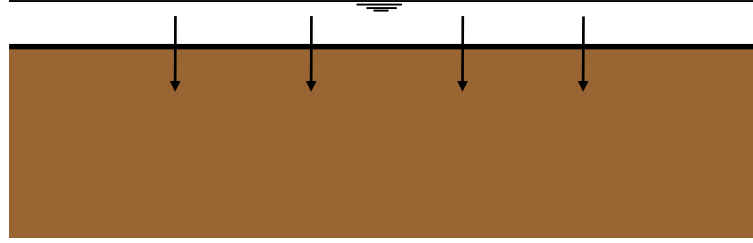
KÜÇÜK KÖK BÖLGESİ

Nem hareketi köklere doğru

Suyun köklere doğru hareketi

- Su hareketi kılcal köklere doğrudur**
- Kılcal kökler nemin yüksek olduğu noktaya doğru uzayarak suya ulaşırlar**

Toprağın su alma hızı



Suyun yüzeyden toprak içerisine düşey doğrultuda girmesine toprağın su alması (**infiltrasyon**), birim zamanda toprağa giren su miktarına ise su alma hızı (**infiltrasyon hızı**) denir.

Su alma hızı, birim zamanda birim alandan toprak içerisine giren suyun hacmidir ve hız boyutuna sahiptir, **cm/h** ya da **mm/h** ile ifade edilir.

Su alma hızına etkili faktörler

- **Toprak bünyesi**
- **Toprağın yapısı**
- **Toprakta mevcut nem miktarı**
- **Toprağın işlenme durumu**
- **Toprak yüzeyindeki su yüksekliği**
- **Topraktaki tuzların cinsi ve miktarı**

Örneğin; su alma hızı

- hafif bünyeli topraklarda **yüksek**,
- ağır bünyeli topraklarda **düşük**,
- kümeli yapıya sahip topraklarda **yüksek**,
- taneli yapıya sahip topraklarda **düşük**,
- kuru topraklarda **yüksek**,
- nemli topraklarda **düşük**,
- işlenmiş topraklarda **yüksek**,
- işlenmemiş topraklarda ve sıkışmış topraklarda **düşük**,
- toprak yüzeyindeki su yüksekliği fazla olduğunda **yüksek**,
- az olduğunda **düşük**,
- kireçli topraklarda **yüksek**,
- sodyumlu topraklarda **düşüktür**.

Toprağın su alma hızı;

- sulama yöntemlerinin seçimine,
- yüzey sulama yöntemlerinde akış uzunlukları ve debinin,
- yağmurlama sulama yönteminde başlık debisi ve tertip aralıklarının,
- damla sulama yönteminde damlatıcı debisi ve yerleşim aralıklarının belirlenmesine ve
- tüm sulama yöntemlerinde sulama süresine **etkili bir faktördür.**

Toprağın bünyesine göre değişen su alma hızı değerleri, Çizelge 1'de verilmiştir. **Sulama uygulamalarında infiltrasyon hızının mutlaka ölçülmesi gerekir.** İnfiltrasyon hızının belirlenmesinde birçok yöntem kullanılmaktadır.

Çizelge 1. Toprak bünyesine göre su alma hızı değerleri

Toprak bünyesi	Su alma hızı, mm/h
Kum	25.0–250.0
Kumlu-tın	13.0–76.0
Tın	8.0–20.0
Killi-tın	2.5–15.0
Milli-tın	0.3–8.0
Kil	0.1–5.0

Su alma hızının ölçülmesi

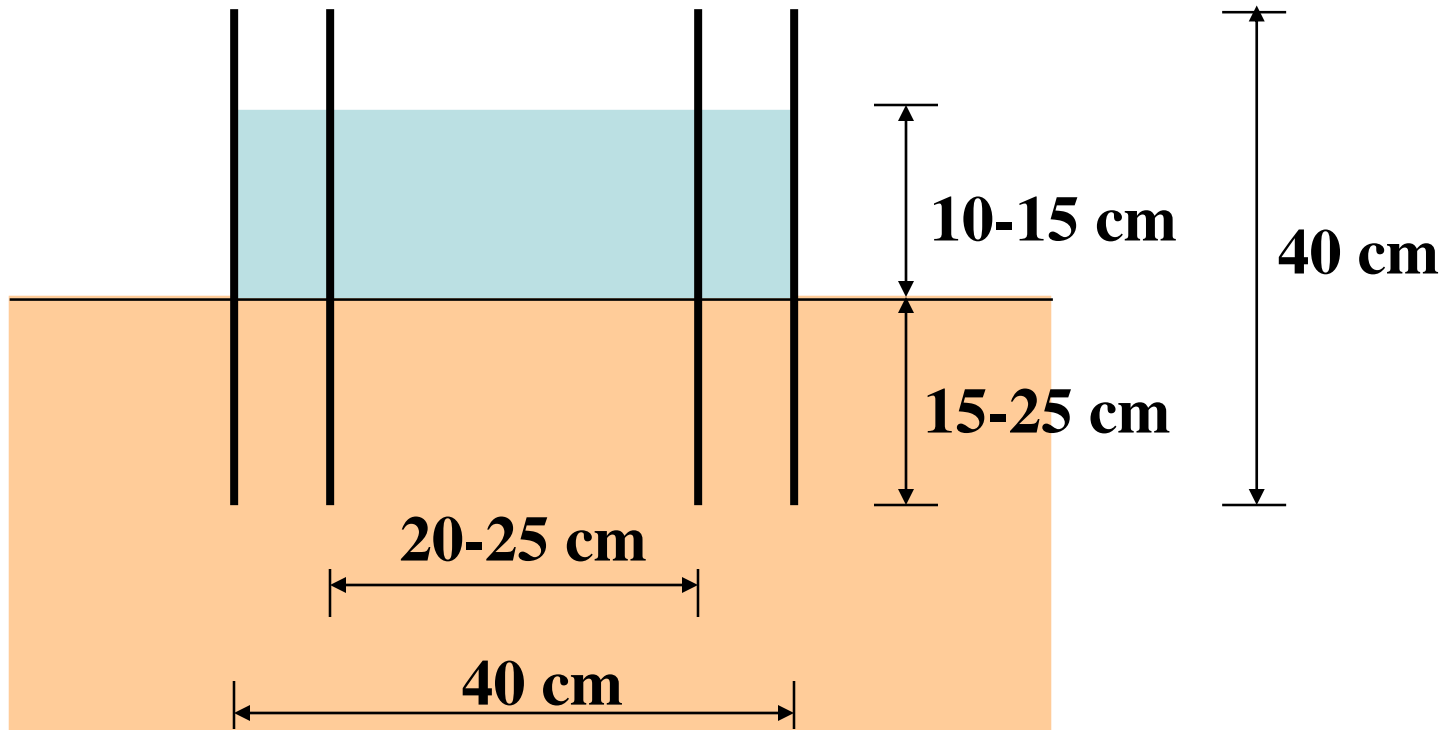
Çift silindir infiltrometre ölçmeleri

Çift silindir infiltrometre, iç içe geçmiş iki metal silindirden oluşmaktadır. Silindirler genellikle çapı 2 mm kalınlığında sacdan yapılır.

Dış silindirin çapı 40 cm, iç silindirin çapı 20-25 cm ve her iki silindirin yüksekliği 40 cm'dir. Toprağa kolayca girebilmeleri için silindirlerin alt uçları keskinleştirilir.

İnfiltrasyon ölçmelerinin, birbirine yakın olacak ve en çok 2 da alan içerisinde kalacak şekilde 3-5 yerde yapılması ve elde edilen değerlerin ortalamalarının kullanılması gerekmektedir.

Çift silindir infiltrometre ölçmeleri

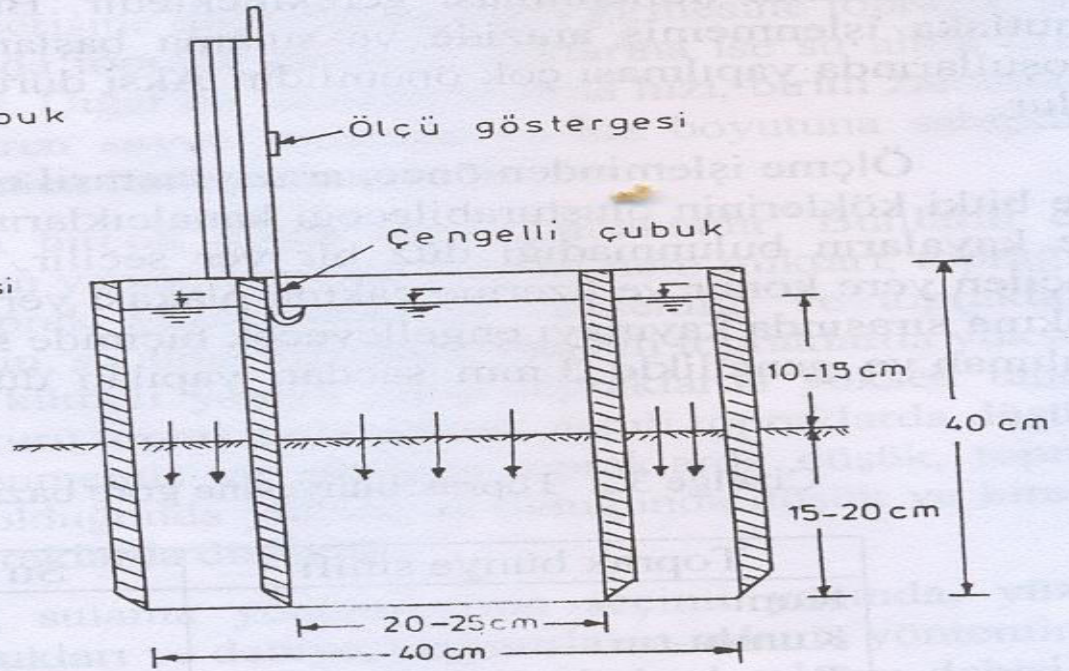
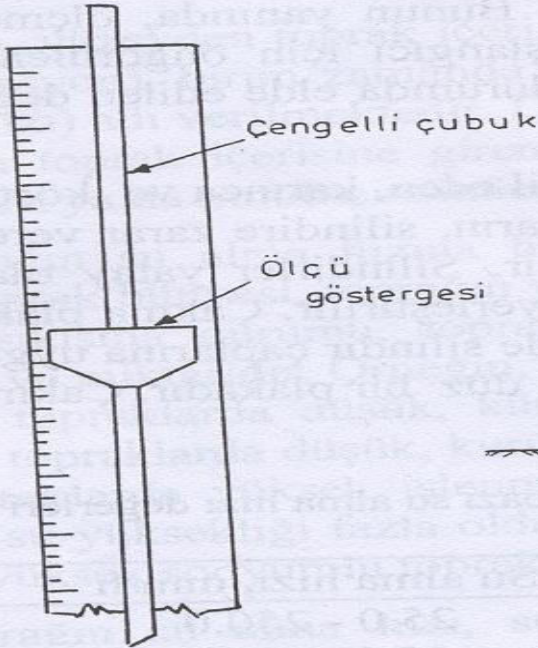
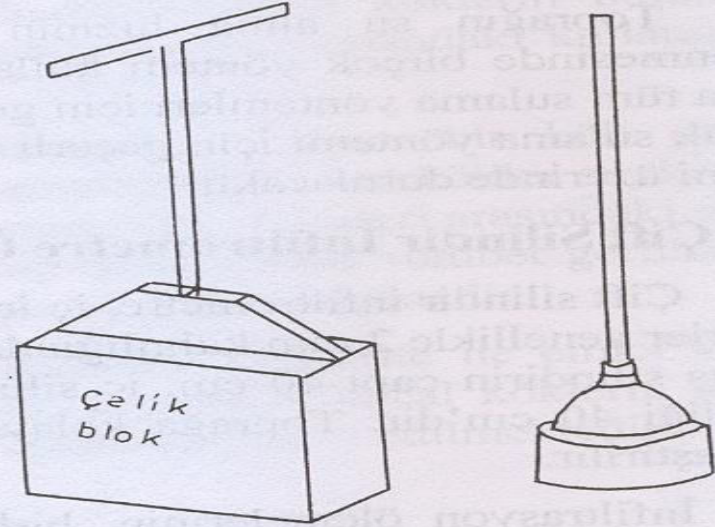
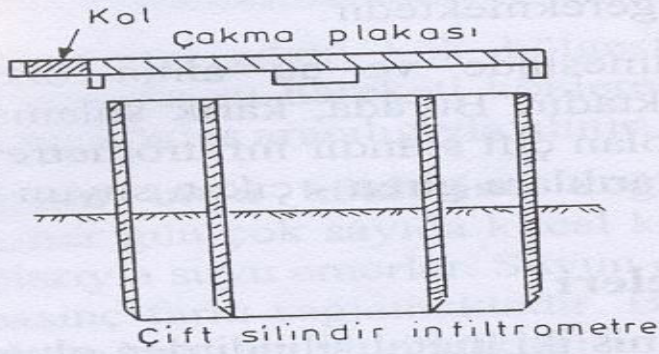


Çift Silindir İnfiltrometre Ölçmeleri

Ölçme işleminin mutlaka işlenmemiş arazide ve sulama başlangıcı için öngörülen toprak nemi koşullarında yapılması önemlidir.

Ölçme işleminden önce, araziyi temsil eden karınca ve köstebek yuvaları ile bitki köklerinin oluşturabileceği kanalcıkların, silindire zarar verebilecek çakıl ve kayaların bulunmadığı düz bir yer seçilir. Silindirler yatay olacak şekilde seçilen yere konulur ve üzerine çakma plakası yerleştirilir.

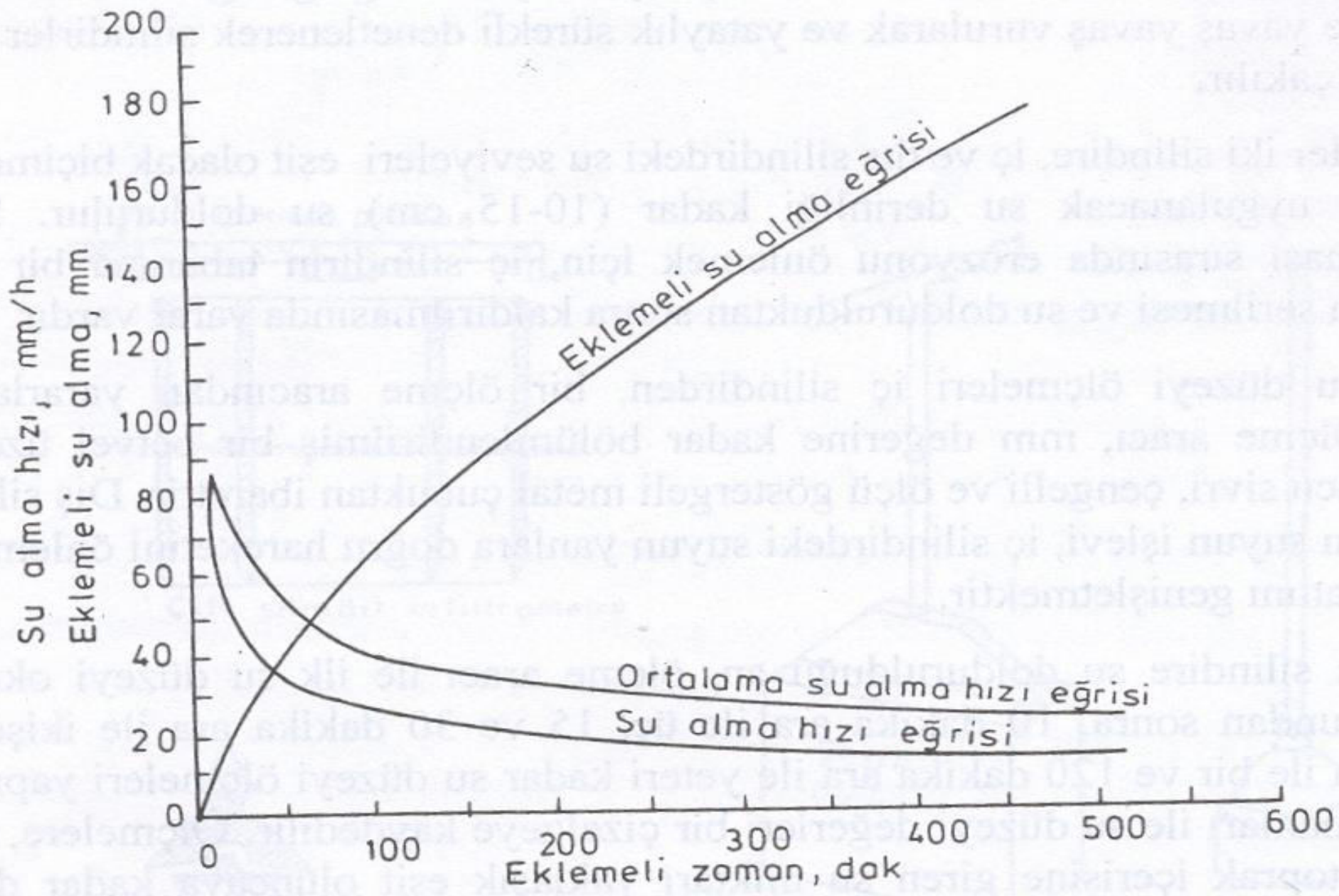
Çakma plakası, üzerinde çakma sırasında kaymayı engelleyecek şekilde silindir çaplarına uygun tamponlar bulunan ve genellikle 3 mm sacdan yapılan düz bir plakadır. Çakma plakasının üzerinden geniş tabanlı çelik bloktan oluşan yaklaşık 15 kg ağırlığındaki bir çakma ağırlığı ile yavaş yavaş vurularak ve yataylık sürekli denetlenerek silindirler 15-20 cm kadar çakılır.



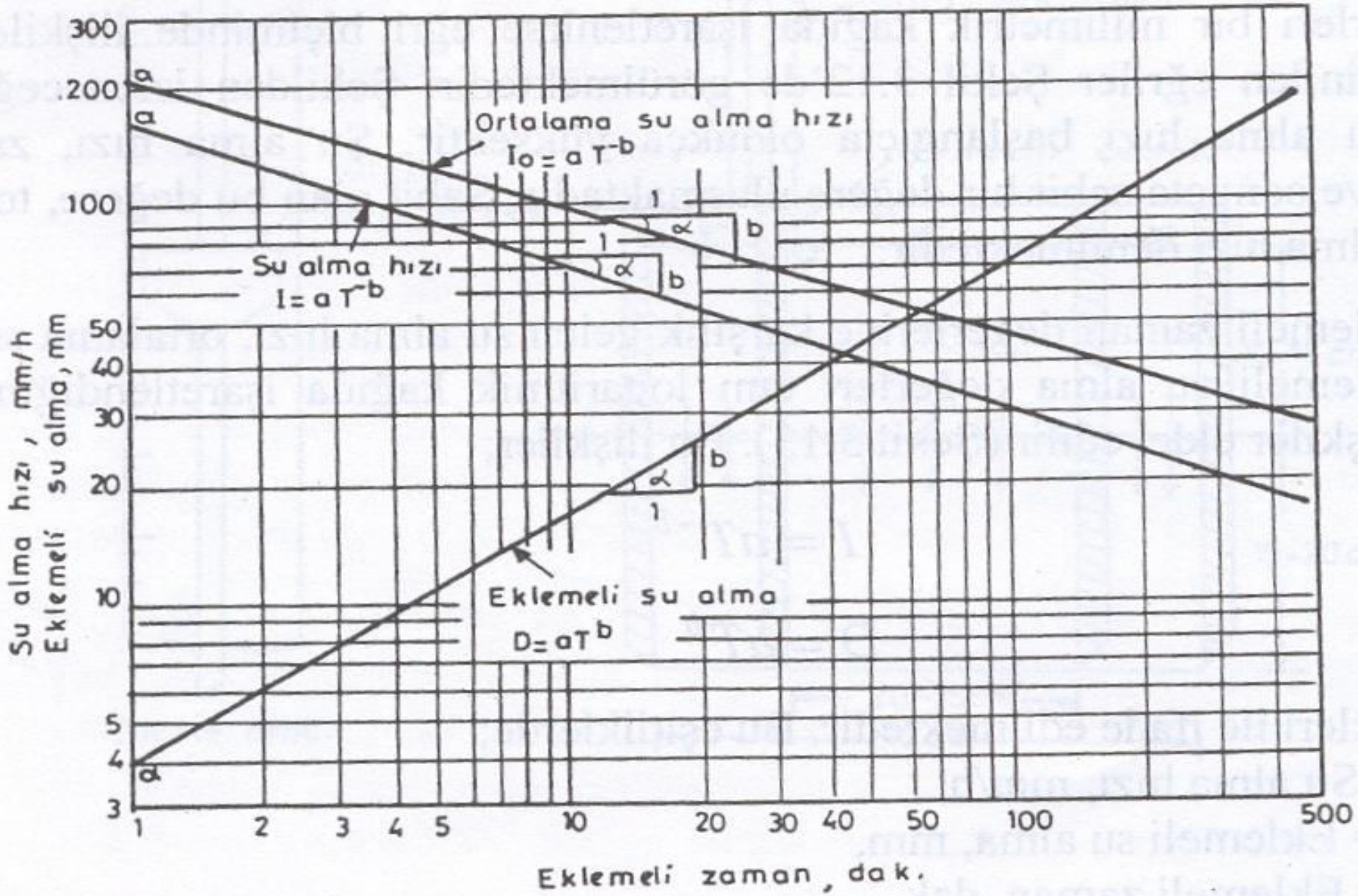
- Her iki silindire, iç ve dış silindirdeki su seviyeleri eşit olacak şekilde sulamada uygulanacak su derinliği kadar (10-15 cm) su doldurulur. Suyun doldurulması sırasında erozyonu önlemek için iç silindirin tabanına bir çuval parçasının serilmesi ve su doldurulduktan sonra kaldırılması gerekir.
- Su düzeyi ölçmeleri iç silindirden bir ölçme aracı ile yapılır. Ölçme aracı, mm değerine kadar bölümlendirilmiş bir cetvel üzerinde bulunan ucu sivri, çengelli ve ölçü göstergeli metal çubuktan ibarettir. Dış silindire doldurulan suyun işlevi, iç silindirdeki suyun yanlara doğru hareketini önlemek ve ıslatma alanını genişletmektir.

- İ silindire su doldurulduğunda ölçme aracı ile ilk su düzeyi okuması yapılır. Bundan sonra, 10 dakika ara ile üç, 15 ve 30 dakika ara ile ikişer, 60 dakika ara ile bir ve 120 dakika ara ile yeteri kadar su düzeyi ölçmeleri yapılır ve ölçme zamanları ile su düzeyi değerleri bir çizelgeye kaydedilir.
- Ölçmelere birim zamanda toprak içerisine giren su miktarı yaklaşık eşit oluncaya kadar devam edilir. Ölçmeler sırasında toprak yüzeyindeki su yüksekliği 5 cm civarına düştüğünde silindirlere tekrar su ilave edilir.

- Elde edilen ölçme sonuçlarından yararlanarak **eklemeli zaman, su alma hızı, ortalama su alma hızı ve eklemeli su alma değerleri** bulunur. Eklemeli zaman değerlerine karşılık gelen su alma hızı, ortalama su alma hızı ve eklemeli su alma değerleri bir milimetrik kağıda işaretlenirse eğri biçiminde ilişkiler elde edilir, bu eğriler Şekil 3'de verilmiştir.
- Şekil 3'den görüldüğü gibi toprağın su alma hızı başlangıçta oldukça yüksektir. Su alma hızı zamanla azalmakta ve sonuçta sabit bir değere ulaşmaktadır. Sabit olan bu değere **toprağın gerçek su alma hızı** denir.



Şekil 3.12 Su alma hızı ve eklemeli su alma eğrileri



Şekil 4. Su alma hızı ve eklemeli su alma ile eklemeli zaman arasındaki ilişkiler

Eklemeli zaman değerlerine karşılık gelen su alma hızı, ortalama su alma hızı ve eklemeli su alma değerleri tam logaritmik kağıda işaretlendiğinde ise doğrusal ilişkiler elde edilir (Şekil 4). Bu ilişkiler;

$$I=aT^{-b}$$

$D=aT^b$ genel eşitlikleri ile ifade dilmektedir.

Bu eşitliklerde;

I = Su alma hızı, mm/h

D = Eklemeli su alma, mm

T = Eklemeli zaman, dak.

a = Doğrunun ordinatı ($T=1$ dak değerini) kestiği noktanın değeri,

b = Doğrunu eğimi ($\text{tg } \infty$) 'dir.

Örnek: Bir tarla parselinde yapılan çift silindir infiltrometre ölçmelerine ilişkin sonuçlar Çizelge 2'nin 1. ve 4. kolonuna yazılmıştır.

Örneğin, iç silindire saat 8.00'de su doldurulmuş ve su düzeyi 52 mm ölçülmüştür. Bundan sonra standart zaman aralıklarında su düzeyi ölçmelerine devam edilmiştir.

Saat 11.00'de su düzeyi 152 mm olarak ölçüldükten sonra, toprak yüzeyinde su derinliğinin 5 cm civarında olduğu gözlenmiştir.

Silindire su ilave edilerek tekrar su düzeyi ölçmesi yapılmış ve 46 mm olarak kaydedilmiştir.

Ölçmelere, birim zamanda toprağa giren su miktarı sabitleşinceye kadar devam edilmiştir. Çizelge 2'nin diğer kolonlarındaki değerler aşağıdaki gibi hesaplanır.

Çizelge 3.4 Çift Silindir İnfiltrometre Ölçmelerine İlişkin Örnek

Gözlem zamanı	Gözlem süresi (dak)		Su düzeyi ölçmeleri (mm)	Su alma		Eklemeli su alma	
	Okumalar arası	Eklemeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort. su alma hızı (mm/h)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
8.00	10	10	52	15	90	15	90
8.10			67				
8.20	10	20	76	8	48	32	64
8.30	10	30	84	9	36	41	55
8.45	15	45	93	8	32	49	49
9.00	15	60	101	15	30	64	43
9.30	30	90	116	13	26	77	39
10.00	30	120	129	23	23	100	33
11.00	60	180	152 - 46	36	18	136	27
13.00	120	300	82	30	15	166	24
15.00	120	420	112	30	15	196	22
17.00	120	540	142				

$$(6) = \frac{(5)}{(2)} \times 60$$

$$(8) = \frac{(7)}{(3)} \times 60$$

Çizelge 2. Çift silindir infiltrometre ölçmelerine ilişkin örnek

Gözlem zamanı	Gözlem süresi (dak)		Su düzeyi ölçmeleri (mm)	Su alma		Eklemeli su alma	
	Okumalar arası	Eklemeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)=(5)/(2)x60	(7)	(8)=(7)/(3)x60
8.00	10	10	52	15	90	15	90
8.10	10	20	67	9	54	24	72
8.20	10	30	76	8	48	32	64
8.30	15	45	84	9	36	41	55
8.45	15	60	93	8	32	49	49
9.00	30	90	101	15	30	64	43
9.30	30	120	116	13	26	77	39
10.00	60	180	129	23	23	100	33
11.00	120	300	152-46	36	18	136	27
13.00	120	420	82	30	15	166	24
15.00	120	540	112	30	15	196	22
17.00			142				

2.Kolon: Ölçmeler arasında geçen gözlem süreleridir.

3.Kolon: Eklemeli zaman, ölçme zamanının başlangıca olan toplam süresidir, 2.kolon değerleri toplanarak elde edilir.

5.Kolon: Derinlik cinsinden su alma değerleridir. Her zaman aralığında toprağa giren su miktarını ifade eder.

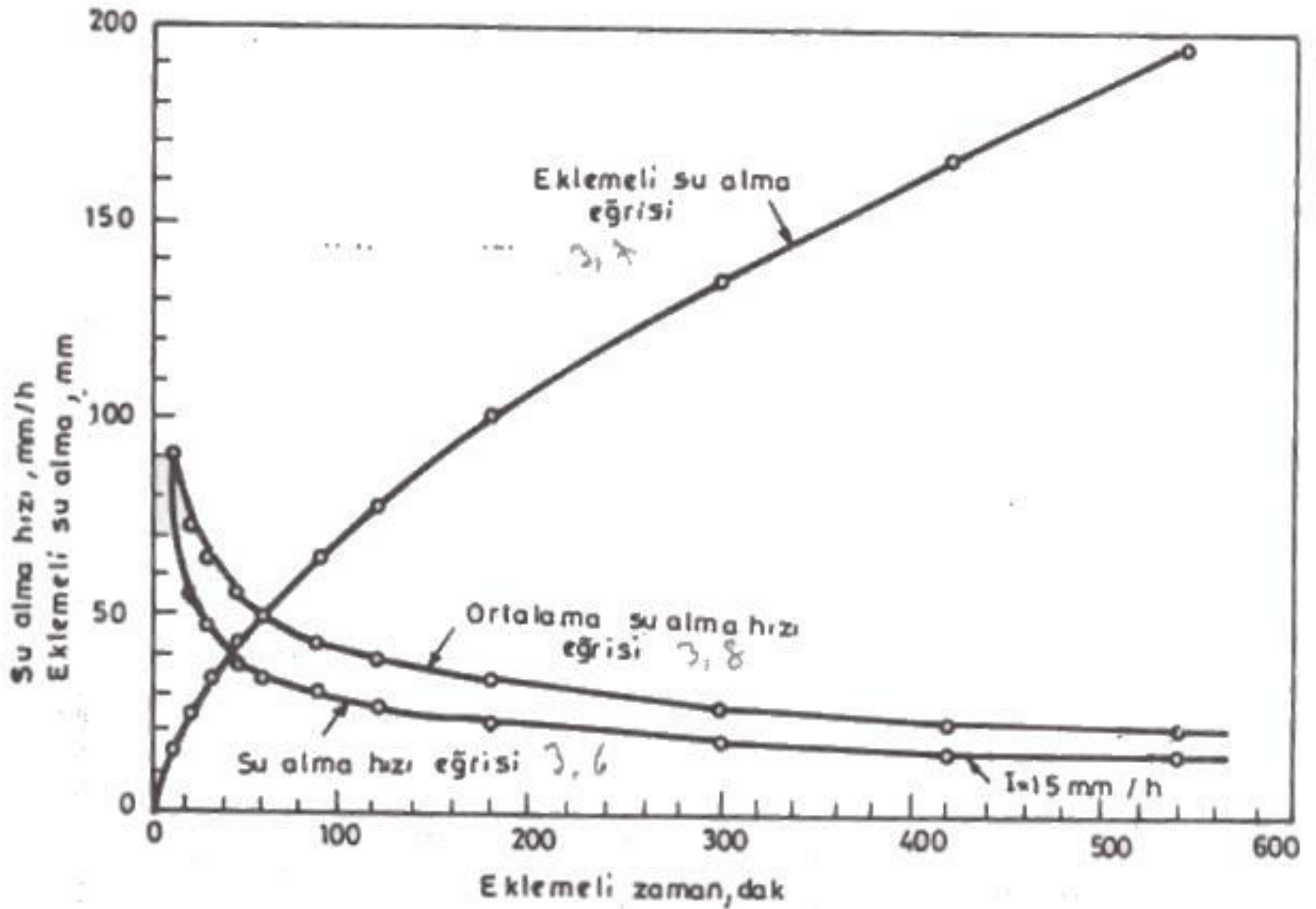
6.Kolon: Her zaman aralığındaki mm/h cinsinden su alma hızı değerleridir. 5.Kolon ile 2.kolon değerlerinden yararlanılarak hesaplanır. Örneğin; saat 8.00 ile 8.10 arasındaki 10 dakikalık sürede toprağa 15 mm su girmiştir. Bunun 1 saate karşılık gelen değeri, $15 \times 6 = 90$ mm, su alma hızı 90 mm/h'dır. 15.00 ile 17.00 arasındaki su alma hızı $30 \times 0.5 = 15$ mm/h'dır.

7.Kolon: Başlangıçtan itibaren herhangi bir zamana kadar toprağa giren mm cinsinden su miktarıdır, 5.kolon değerleri toplanarak elde edilir.

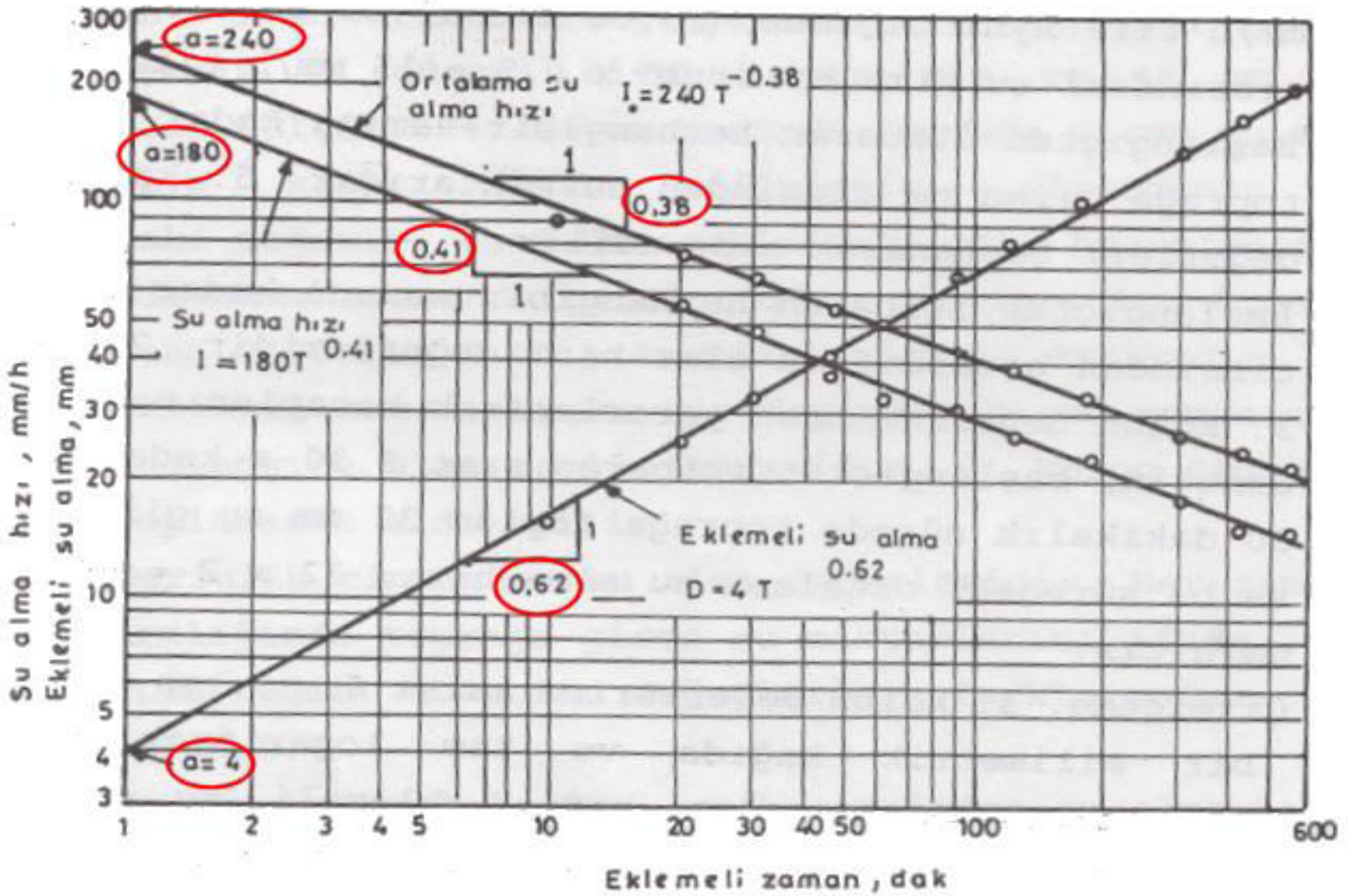
8.Kolon: Başlangıçtan itibaren herhangi bir zamana kadar mm/h cinsinden ortalama su alma hızı değerleridir. Örneğin; başlangıçtan itibaren saat 8.30'a kadarki 30 dakikalık sürede toprağa toplam 32 mm su girmiştir, bu süredeki ortalama su alma hızı $32 \times 2 = 64$ mm/h'dir.

Çizelge 2'de 3. kolon değerlerine karşı 6., 7. ve 8. kolon değerleri bir milimetrik kağıda ve tam logaritmik kağıda işaretlenirse, sırasıyla su alma hızı, eklemeli su alma ve ortalama su alma hızı eğrileri ve eşitlikleri elde edilir (şekil 5 ve 6).

şekil 5'den görüleceği gibi sabitleşen su alma hızı değeri 15 mm/h'dır. Bu değer toprağın gerçek su alma hızıdır. şekil 6'de doğruların eğimlerinden ve ordinatı ($T=1$ dak değerini) kestiği noktalardan yararlanarak,



Şekil 5 Örneğe ilişkin su alma hızı ve eklemeli su alma eğrileri



Şekil 6 Örneğe ilişkin su alma hızı ve eklemeli su alma ile eklemeli zaman arasındaki ilişkiler

Su alma hızı

$$I=aT^{-b} \implies I=180 T^{-0.41} \quad (1)$$

Ortalama su alma hızı

$$I_o=aT^{-b} \implies I=240 T^{-0.38} \quad (2)$$

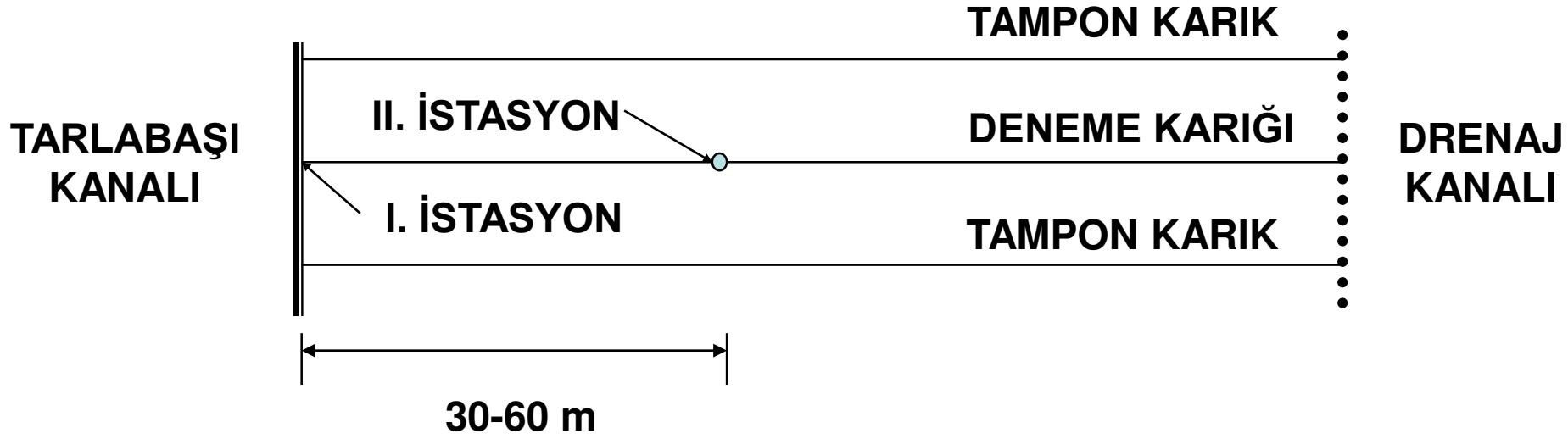
Eklemeli su alma

$$D=aT^b \implies D=4 T^{0.62} \quad (3)$$

- Eşitlikleri elde edilir. Bu eşitliklerden yararlanarak tarla parselinin herhangi bir noktasında yüzeyde suyun toprakla temas ettiği andan itibaren geçecek belirli süredeki su alma hızı ve toprağa giren su miktarı hesaplanabilir. **Örneğin;** başlangıçtan itibaren 100. dakika dikkate alınırsa, eşitliklerde $T=100$ dak değeri yerine konarak;
- 100. dakikada su alma hızı **(1)** $I=27.2$ mm/h
- Başlangıçtan itibaren 100.dakikaya kadar toprağa giren suyun ortalama hızı **(2)** 41.7 mm/h
- Başlangıçtan itibaren ilk 100 dakikada toprağa giren su miktarı **(3)** 69.5 mm olarak hesaplanır.

Karıklara Giren ve Çıkan Suyun Ölçülmesi

- Karık sulama yönteminde, toprak yüzeyinin tamamının ıslatılmadığı ve karık içerisinde suyun yanal doğrultuda da toprağa girmesi söz konusu olduğu için çift silindir infiltrometre yöntemiyle elde edilecek sonuçlar bu yöntem için kullanılamaz. Bu nedenle karık sulama yöntemi için ayrı infiltrasyon testleri yapılır. **Bunlardan biri de karıklara giren ve çıkan suyun ölçülmesidir.**
- Bu amaçla arazide yetiştirilecek bitkilerin sıra aralıklarına uygun aralıkta en az 3 adet karık açılır. Ortadaki karığın başlangıcına sifon, savak gibi giren suyun debisinin ölçüleceği bir araç yerleştirilir. Karığın 30-60 m ilerisine ise çıkan suyun debisini ölçmek için bir orifis ve hacmi bilinen bir kap konur (Şekil 7).



Şekil 7. İnfiltrasyon testlerinin yapıldığı deneme kariğının tertibi ve kesiti

- Deneme kariğına erozyona neden olmayacak ve kariktaki su yüksekliği karık yüksekliğinin %75'ni aşmayacak şekilde olanaklar ölçüsünde yüksek debide su verilir. Bu arada deneme kariğının her iki yanındaki karıklara da su verilerek deneme kariğında suyun yanal sızması dengelenir.
- Su karık sonuna ulaştıktan sonra belirli zaman aralıkları ile karıklardan çıkan suyun debisi ölçülür ve bir çizelgeye kaydedilir. Bu arada kariğa giren suyun debisi de birkaç defa ölçülerek kaydedilir. lmlere toprağa giren suyun debisi yaklaşık sabit bir değere ulaşınca son verilir.
- İnfiltrasyon testlerinin toprak yüzeyi işlenmemiş karıklarda ve sulamaya başlanması öngörülen toprak nemi koşullarında yapılması gerekmektedir.

- Bu nedenle yeni açılmış karıklar söz konusu ise karıklara önce su verilir ve kök derinliğindeki toprak neminin istenen düzeye düşmesi beklenir. Bundan sonra infiltrasyon testlerine başlanır.
- Eğer tarla parselinde bitki varsa ve karık sulama yöntemi uygulanıyorsa infiltrasyon testleri mevcut karıklarda da yapılabilir. Ancak testlerin çapa yapılmamış karıklarda ve sulamaya başlanacak toprak nemi düzeyinde yapılması gerekmektedir.
- Ölçme sonuçlarından eklemeli zaman ve eklemeli su alma değerleri hesaplanır. Bu değerler çift silindir infiltrometre ölçmelerinde açıklandığı gibi tam logaritmik kağıda işaretlenir ve genel eklemeli su alma eşitliğindeki a ve b amirik katsayıları bulunur.

Örnek: İnfiltrasyon testleri yapmak amacıyla 0.60 m aralıkla 3 adet karık seçilmiş ve deneme kariğına 1.2 L/s su verilmiştir. Kariğın 30. m sinde çıkan suyun debileri ölçülmüştür.

Ölçme zamanları ve kariğına giren ve çıkan suyun debileri Çizelge 3'de verilen kayıt çizelgesinin 1., 5. ve 6. kolonlarına yazılmıştır. Kariğına giren suyun debisi deneme süresince birkaç defa ölçülerek kontrol edilmiş ve 1.2 L/s değerinin değişmediğı saptanmıştır.

Çizelge 3'den izleneceğı gibi deneme kariğına saat 9.00'da su verilmiş ve su karık sonuna saat 9.04'de ulaşmıştır. Kariğın dolması için 2 dakika beklenmiş ve ilk karıktan çıkan su ölçmesi saat 9.06'da yapılmıştır.

Bundan sonra standart zaman aralıklarında karıktan çıkan suyun debisi ölçülmüş ve toprağına giren suyun debisi yaklaşık sabit olduğunda denemelere son verilmiştir. Çizelge 3'de diğer kolonlardaki değerler aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

2.Kolon: Karık başlangıcında suyun toprağa girme sürelerini göstermektedir. Örneğin 9.36'da 9.36 ile 9.00 farkı olan 36 dakika süre ile toprağa su girmiştir.

3.Kolon: Karık sonunda suyun toprağa girme sürelerini göstermektedir. Örneğin 9.36'da 9.36 ile 9.04 farkı olan 32 dakika süre ile su toprağa girmiştir.

4.Kolon: Karık boyunca toprağa suyun toprağa girdiği ortalama süreyi göstermektedir. 2. ve 3. kolon değerlerinin ortalamaları alınarak bulunur.

7.Kolon: Karık boyunca toprağa giren suyun debisini göstermektedir ve 5.kolon ile 6.kolon değerleri farkına eşittir.

8.Kolon: Karık boyunca toprağa giren ortalama su derinliğini göstermektedir. Aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır.

$$D = 60qT / wL$$

Çizelge 3. Karıklara giren ve çıkan suyun ölçülmesine ilişkin örnek

Gözlem zamanı	Suyun toprağa girme süresi (dak)			Karığa giren suyun debisi (L/s)	Karıktan çıkan suyun debisi (L/s)	Toprağa giren su miktarı	
	I. istasyon	II. istasyon	Ortalama			Debi (L/s)	Derinlik (mm)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
9.00	0			1.2			
9.04	4	0					
9.06	6	2	4		0.525	0.675	9
9.16	16	12	14		0.836	0.364	17
9.26	26	22	24		0.912	0.288	23
9.36	36	32	34		0.935	0.247	28
9.51	51	47	49		0.980	0.220	36
10.06	66	62	64		1.008	0.192	41
10.36	96	92	94		1.044	0.156	49
11.06	126	122	124		1.062	0.138	57
12.06	186	182	184		1.086	0.114	70
14.06	306	302	304		1.114	0.086	87

$$D = 60qT / wL$$

Eşitlikte;

D= Toprağa giren su miktarı (eklemeli su alma), mm

q = Toprağa giren suyun debisi (7.kolon değerleri), L/s

T= Suyun toprağa girme süresi (eklemeli zaman, 4.kolon değerleri), dak.,

w=Deneme karıklarının aralığı, m

L= Deneme kârığı uzunluğu, m'dir.

$$D = 60 \times (7.\text{kolon}) \times (4.\text{kolon}) / 0.60 \times 30$$

Örneğin; deneme karıklarının aralığı 0.60 m ve karık uzunluğu 30 m olduğundan

- saat 9.06 ya kadar ortalama 4 dakika sürede toprağa giren su miktarı;

$$D = 60qT / wL \text{ ise } 60 \times 0.675 \times 4 / 0.60 \times 30 = 9 \text{ mm,}$$

- saat 9.16'ya kadar toprağa giren su miktarı ise;
 $60 \times 0.364 \times 14 / 0.60 \times 30 = 17 \text{ mm}$ olarak bulunur.

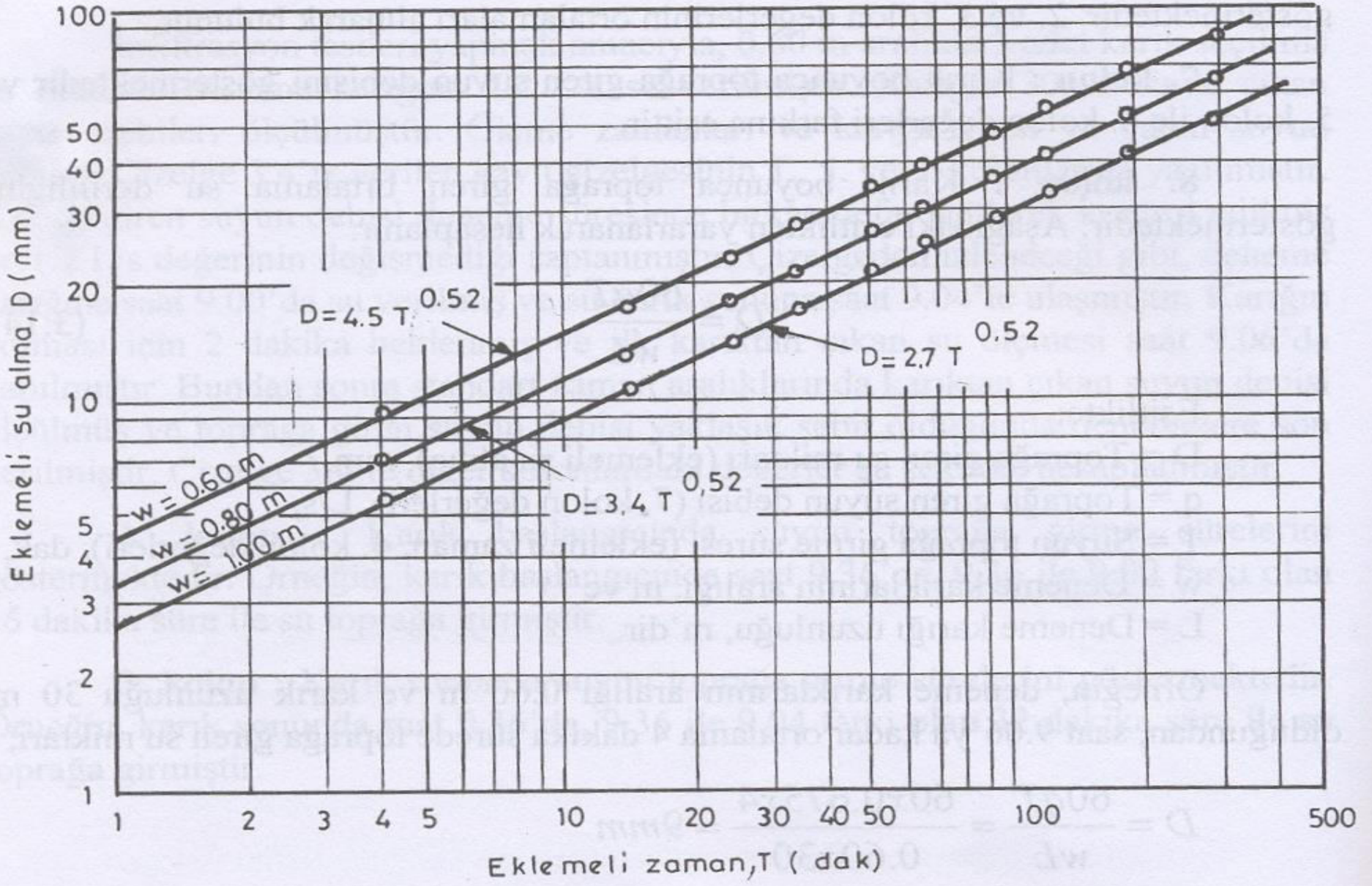
- Çizelge'de 4.kolondaki eklemeli zaman değerlerine karşılık 8.kolondaki eklemeli su alma değerleri bir tam logaritmik kağıda işaretlenerek, 0.60 m karık aralığı için eklemeli su alma eşitliği,

D= 4.5 T^{0.52} şeklinde elde edilir.

- Burada infiltrasyon testleri 0.60 m karık aralığında yapılmasına karşın bitki sıra aralığı değiştiğinde bu test sonuçlarından yararlanarak yeni karık aralığı için eklemeli su alma eşitliği bulunabilir. Bunun için eşitlikte w yerine öngörülen karık aralığını yazmak yeterlidir. Örneğin saat 9.06'daki **eklemeli su alma değeri karık aralığı w=0.80 m** için,

$$D = 60 \times 0.675 \times 4 / 0.80 \times 30 = 6.7 \text{ mm bulunur.}$$

- Diğer değerler de aynı şekilde hesaplanarak 0.80 m karık aralığı için ayrı bir eklemeli su alma eşitliği elde edilir. Şekil 8'de 0.80 ve 1.00 m karık aralıkları için elde edilen eklemeli su alma eşitlikleri görülmektedir.



Şekil 3.17 Karıklara giren ve çıkan suyun ölçülmesi örneğine ilişkin eklemeli su alma eşitlikleri

SULAMA YAPILARI

Prof. Dr. Halit APAYDIN
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

[1]

Bir su kaynağından yararlanma talebinin karşılanması için dört ana unsurun saptanması gerekir:

- **Miktar:** talep edilen su miktarı (m^3)
 - **Zaman:** talep edilen suyun zaman aralığında değişimi (saat, gün, ay, yıl)
 - **Yer:** talep edilen suyun coğrafik dağılımı
 - **Kalite:** talep edilen suyun kalitesindeki asgari limitler (Fiziksel, kimyasal, biyolojik, radyoaktif vb.)
- Bunların arasında *miktar-zaman* en önemli olanıdır.

[2]

SULAMA YAPILARI

- Su depolama yapıları (Baraj, gölet, havuz, sarnıç)
- Kabartma ve çevirme yapıları (Bağlamalar)
- Su alma yapıları
- Su iletim ve dağıtım yapıları (Kanallar, kanaletler, boru hatları, sanat yapıları)
- Enerji kırııcı yapılar
- Akarsu düzenleme yapıları (kaplama, sedde vb.)

[3]

1) Su Depolama Yapıları

- Suyun akışını önleyerek rezervuar, gölet veya su birikimi oluşturan ve yönlendiren yapılara su depolama yapıları denir.
- Vadilerin kapatılması ile yapılan 15 m den yüksek su depolayan yapay yapılara **baraj** denir.
- Yükseklikleri 15 m ye kadar olan ve barajlara göre daha az su depolayan sistemlere **gölet** denir.

[4]

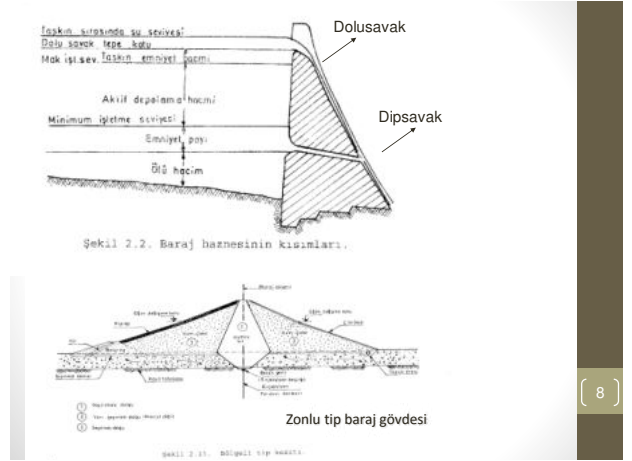
Kestel Barajı- İzmir Sulama amaçlı, toprak dolgu



[5]

- Su depolama yapıları;
 - İçme ve kullanma suyu temin etmek,
 - Sulama suyu temin etmek,
 - Endüstriyel kullanım için su temin etmek,
 - Elektrik enerjisi üretmek,
 - Rekreasyon alanı sağlamak,
 - Su ürünleri yetiştiriciliği yapmak,
 - Taşkınları kontrol etmek,
 - Su taşımacılığının gelişti ilmesini sağlamak amaçları ile yapılır.

[6]



Barajı Oluşturan Elemanlar

- **Baraj gövdesi:** Bütün vadiyi kapatarak baraj gölü oluşmasını sağlar. Beton veya dolgu malzemeden inşa edilir.
- **Baraj gölü (Hazne):** Gövdenin arkasında suyun depolandığı kısımdır. Göl haznesi ölü hacim, aktif hacim ve taşkın hacmi kapasitelerinin toplamıdır.
- **Dip savak:** İstenilen miktarda istenilen zamanda suyun alınabildiği unsurdur. Depolanan suyu mansaba vanalar vasıtasıyla, kontrollü olarak verir.
- **Dolu savak:** Su yapılarında taşkın sularının membadan mansaba aktarılacak yapıların emniyetini sağlayan tesislerdir. Barajın emniyet sübabıdır.
- **Enerji kırıcı havüz:** Dolu savaktan geçen suyun akarsuya verilmeden önce enerjisinin kırılıp emniyetli bir şekilde barajdan uzaklaştıran yapılarıdır.



Atatürk Barajı / ŞANLIURFA Fırat Nehri üzerinde, Enerji ve sulama amaçlı, Yüksekliği 169 m, 1992 yılında işletmeye açıldı.



Tahtalı Barajı



Karaburun - Mordoğan Göleti



[13]

Karakaya Barajı / DİYARBAKIR Fırat Nehri üzerinde,
Enerji amaçlı, Yüksekliği 173 m, 1987 yılında işletmeye açıldı.



[14]

Ermenek Barajı/KARAMAN Göksu Nehri üzerinde,
Enerji amaçlı, Yüksekliği 210 m, 2009 yılında işletmeye açıldı.



[15]

Oymapınar Barajı / ANTALYA Manavgat Nehri üzerinde, Enerji
amaçlı, Yüksekliği 185 m, 1984 yılında işletmeye açıldı.



[16]

ELMALI BARAJI



[17]



[18]

CEYLANPINARANA KANALI



[19]



[20]



[21]

2) Kabartma ve çevirme yapıları (Bağlamalar)

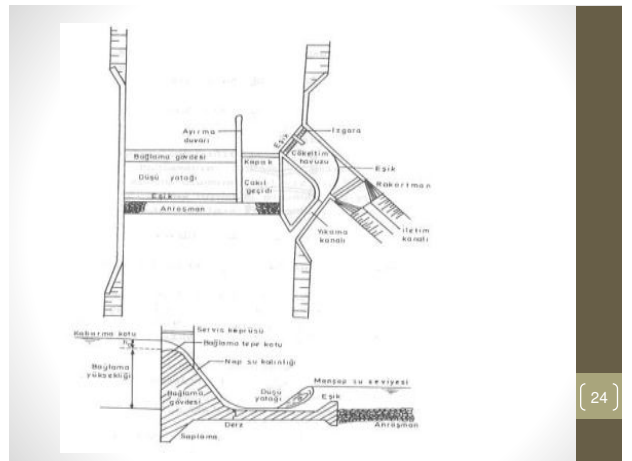
- Bağlamalar, su seviyesini yükseltme ve suyu çevirmede kullanılan yapılardır. Suyu depolamaksızın akarsudan doğrudan alınmasında kullanılır. Sulanacak arazilerin memba sınırına yerleştirilir. Böylece akarsu yatağında kabartılarak suyun iletim kanallarına en düşük maliyetle verilmesi sağlanır.

[22]

Bağlama



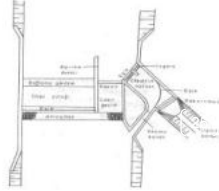
[23]



[24]

3) Su alma yapıları

Akarsudan veya su depolama yapısından suyu alıp iletim sistemlerine veren yapılara **su alma yapısı** denir.



4) Su iletim ve dağıtım yapıları

- Suyun temin edildiği baraj, bağlama, kuyu, kaptaj tesisi vb. yapılardan suyun alınıp, gerekli alanlara dağıtılmasını sağlayan yapılara su iletim ve dağıtım yapısı denir.
- Su iletim ve dağıtım sistemi;
 - açık kanallar,
 - kanaletler ve
 - boru hatları ile dağıtılan suyun kontrolünü, paylaşılmasını ve dağıtımını sağlayan tüm sanat yapılarını kapsar.

26

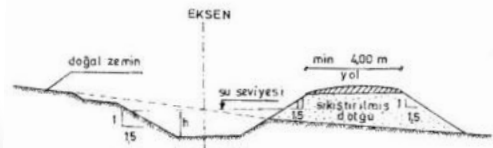
Su iletim ve dağıtım yapıları

- Yerçekimi ile suyun iletiildiği sistemlerde
 - iletim kanalı,
 - ana kanal,
 - yedek (sekonder) kanal,
 - tersiyer kanal ve
 - tarla içi su iletim kanalı bulunmaktadır.



27

- **İletim kanalı:** Sulama suyunu depolama veya çevirme yapısından alarak ana kanala ileten kanaldır. İletim kanalından sulama yapılmaz, sadece suyun iletilmesi için kullanılır.
- **Ana kanal:** Sulama suyunu sulama alanı içinde taşıyan ve sekonder kanallara ileten kanaldır. Ana kanal, alanın en yüksek sınırından ve eş yükseklik eğrilerine paralel olarak geçirilir.



Ana kanal enkesiti.

28

Ana kanal



29

- **Sekonder (yedek) kanal:** Suyu ana kanaldan alıp tersiyerlere ulaştırır. Sulama alanında eş yükseklik eğrilerine dik olarak yol alır. Sulama alanının en yüksek yerinden geçer.
- **Tersiyer kanal:** Yedek kanaldan aldığı suyu sulama alanına ileten kanaldır. Eş yükseklik eğrilerine paraleldir.
- **Tarla içi su dağıtım ve iletim yapıları:** Tersiyer prizinden suyu alıp tarla içinde dağıtan kanallardır. Çiftçi tarafından inşa edilir.

30

Sekonder kanal



[31]

KANALET



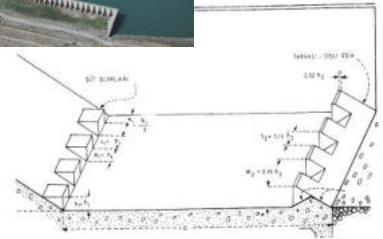
Prefabrike olarak yapılan ve değişik yükseklikte prefabrike ayaklar üzerine yerleştirilen kanallardır. Eliptik ve yarım daire şeklindedir. 5-7 m uzunluğunda imal edilir.

[32]

5) Enerji kırıcı yapılar

Bir su yapısından yüksek hızla çıkan suyun enerjisini kırarak yapıya ve çevredeki yapılara zarar vermeden suyu mansaba aktaran tesise **enerji kırıcı yapı** denir.

[33]



[34]



[35]

6) Akarsu düzenleme yapıları

Akarsular, kendi halinde akmaya bırakılırsa dar vadilerde yamaç kaymalarına neden olurken, geniş vadilerde ise kollara ayrılarak morfolojik değişikliklere uğrar. Bu durumdan yerleşim yerleri, tarım, ulaşım ve enerji alanları etkilenir. Akarsuyun morfolojik değişikliğe uğramasını engellemek, taşkınları önlemek, su yapılarının stabilite ve işletme emniyetlerini sağlamak, bir akarsudan daha iyi yararlanmak amacıyla, taban ve kıyılarda yapılan çalışmalara **akarsu yatağı düzenlemesi** ve bu amaçla yapılan yapılara da **akarsu düzenleme yapıları** denir.

[36]

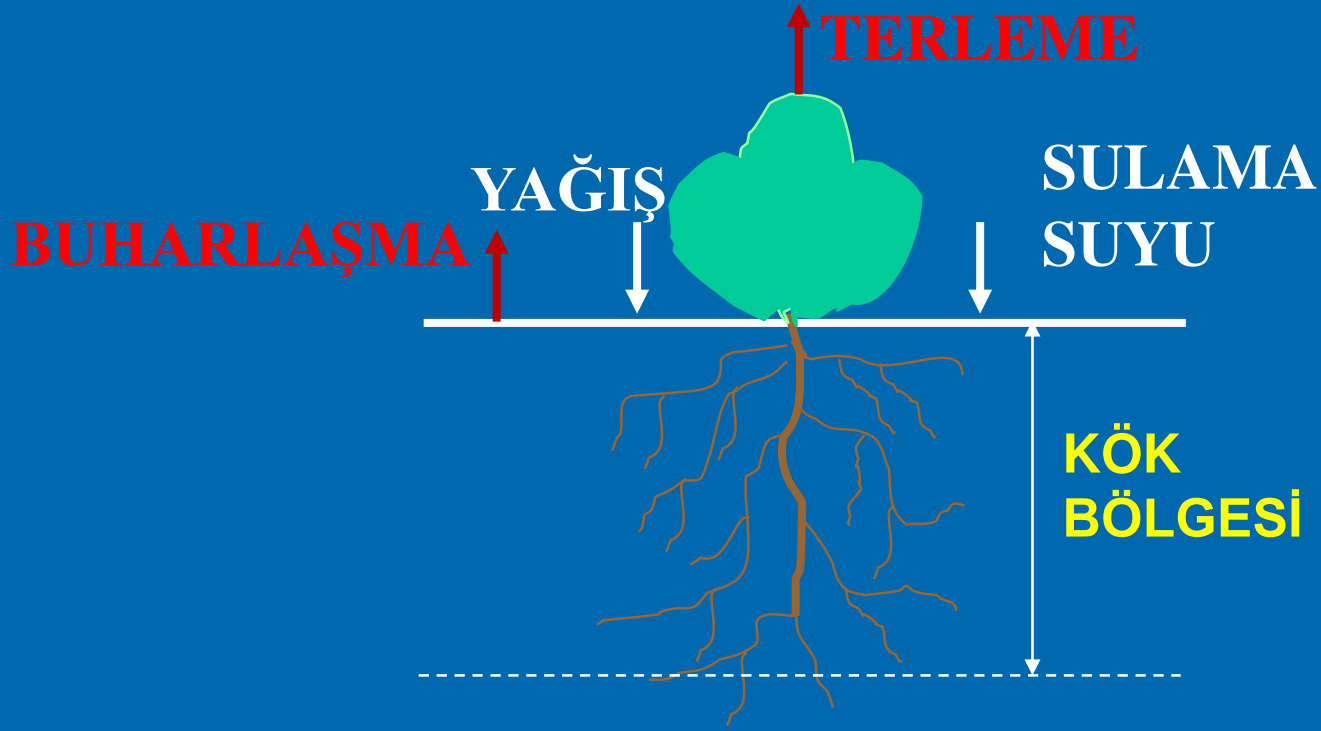
Akarsu düzenlemesinin amaçları

- Taşkın zararlarını önlemek, azaltmak
- Suyun enerjisinden yararlanmak
- Yeni tarım ve yerleşim alanları kazanmak
- Sulama ve drenaj şartlarını düzeltmek
- Akarsu yatağındaki kenar ve taban erozyonlarını önlemek
- Akarsu ulaşımını sağlamak
- Su yapılarının emniyetini sağlamak
- Yer altı su seviyelerini düzenlemek
- Akarsuyun kendini temizlemesini sağlamak
- Akarsuyun doğa ile uyumunu sağlamak

BİTKİ SU TÜKETİMİ VE SULAMA SUYU İHTİYACININ BELİRLENMESİ

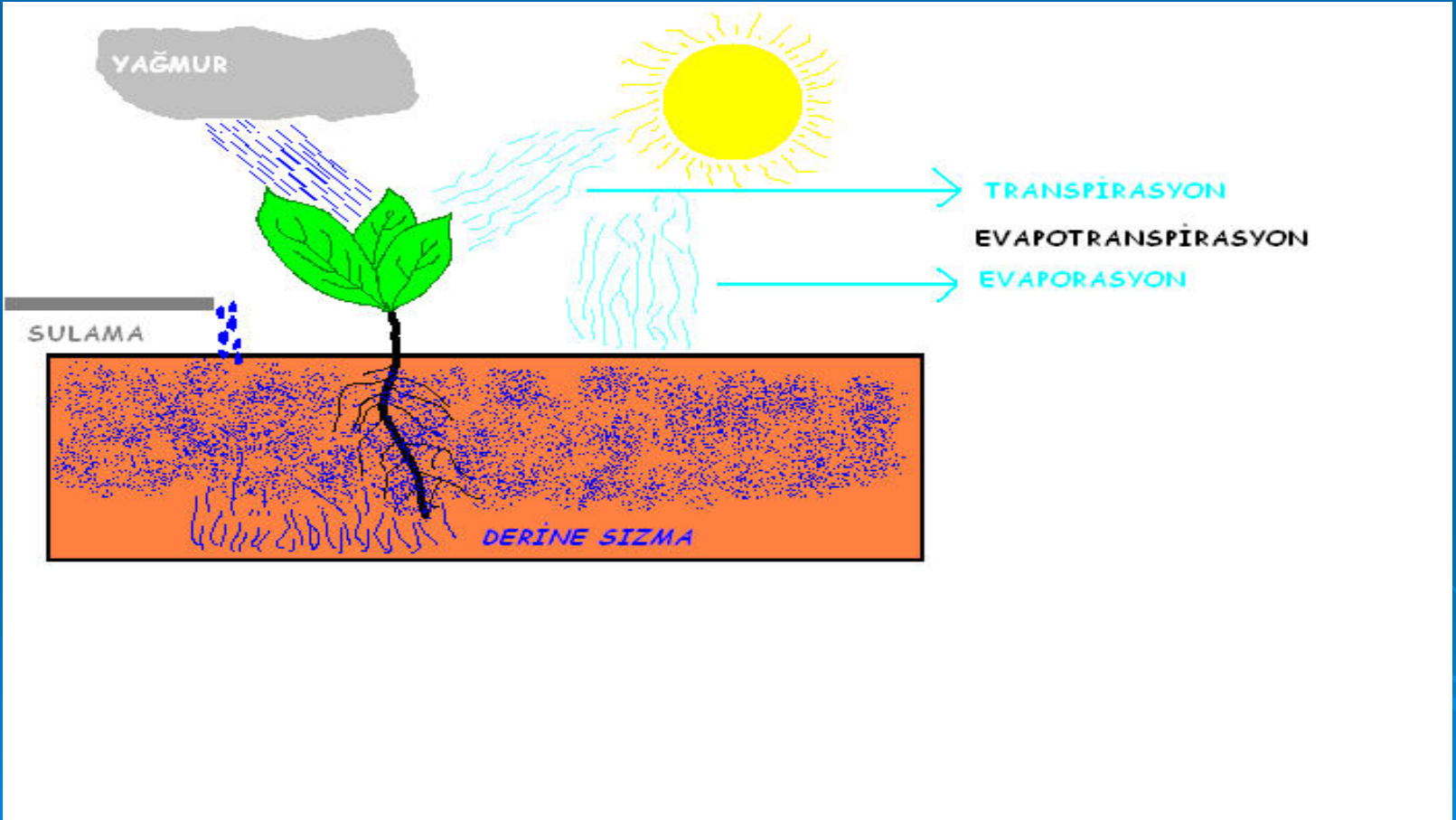
Doç.Dr.G. Duygu Semiz





- Bitki su tüketimi
- Etkili yağış
- Sulama randımanı

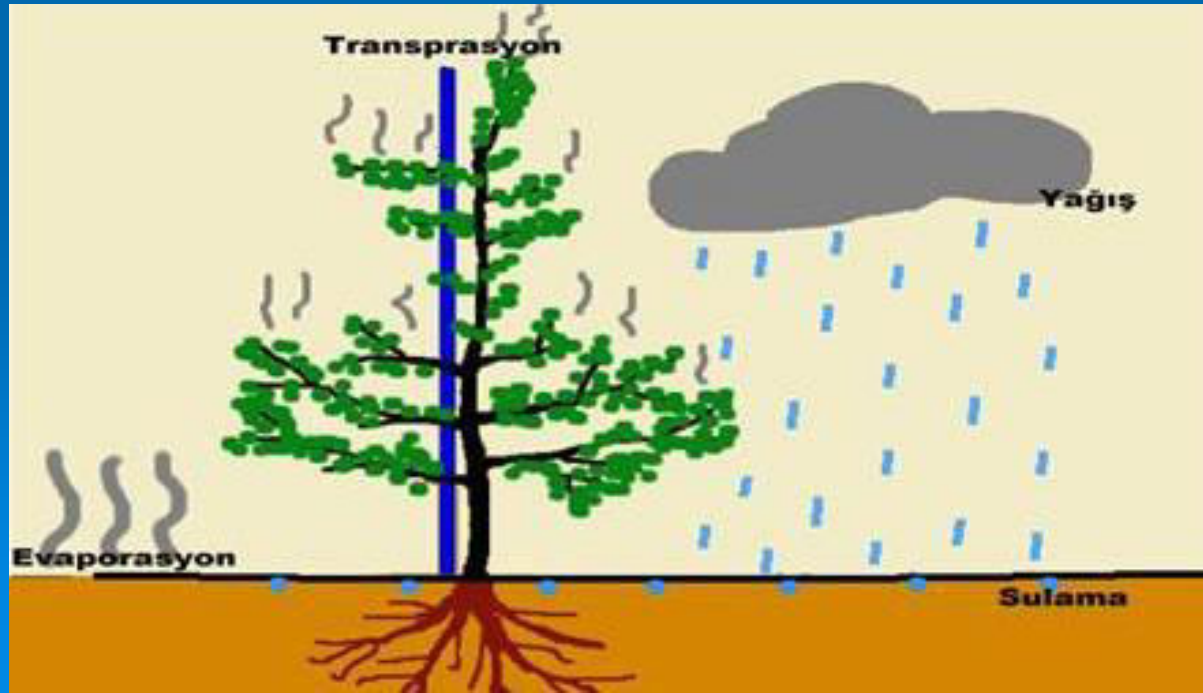
Bitki Su Tüketimi (Evapotranspirasyon)



Buharlaşma (Evaporation; E)

Suyun sıvı halden gaz haline dönüşmesi **buharlaşma** olarak tanımlanmaktadır.

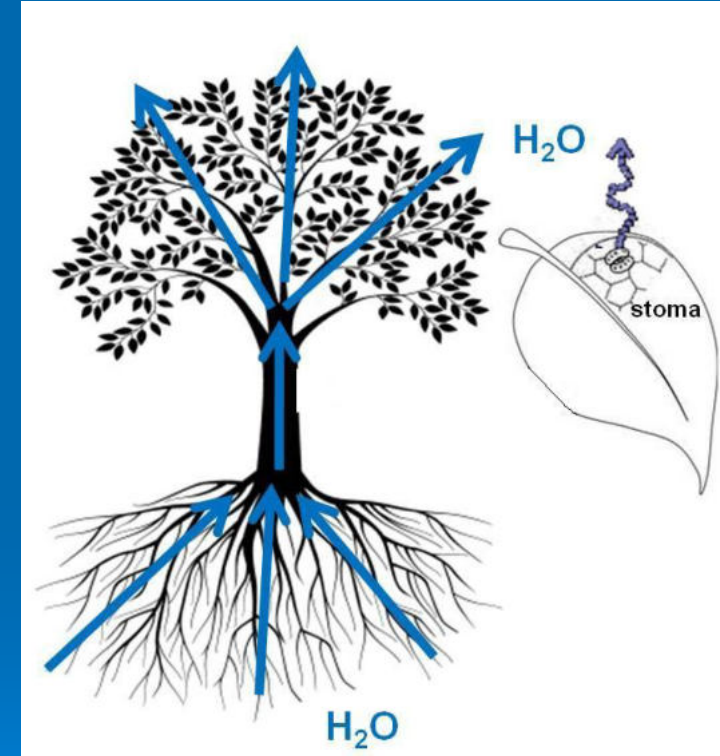
Buharlaşma kavramı, literatürde **su ve toprak yüzeyleri** için kullanılmaktadır.



Terleme (Transpiration; T)

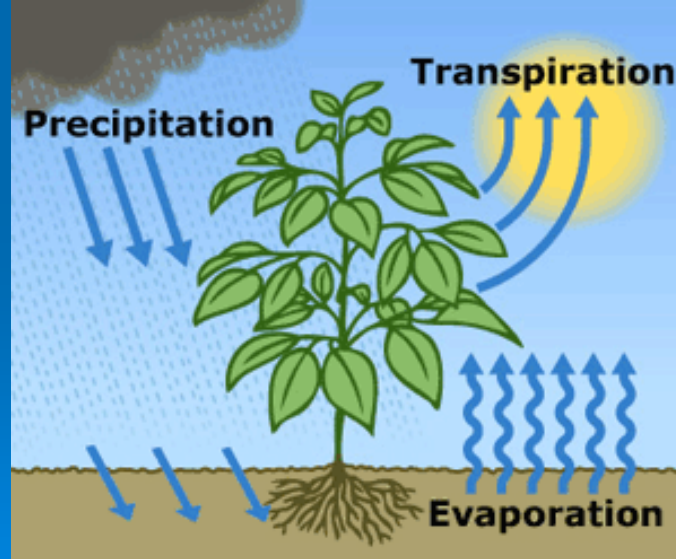
Terleme buharlaşma ile benzer biçimde suyun sıvı halden gaz haline dönüşme işlemini açıklamaktadır.

Terleme canlılardan meydana gelen buharlaşmanın ifade edilmesinde kullanılmaktadır.



Evapotranspirasyon (ET)

Toprak ve bitkinin bir arada bulunduğu bir ortamdan meydana gelen buharlaşmadır.



Bitki su tüketimi (Evapotranspirasyon)

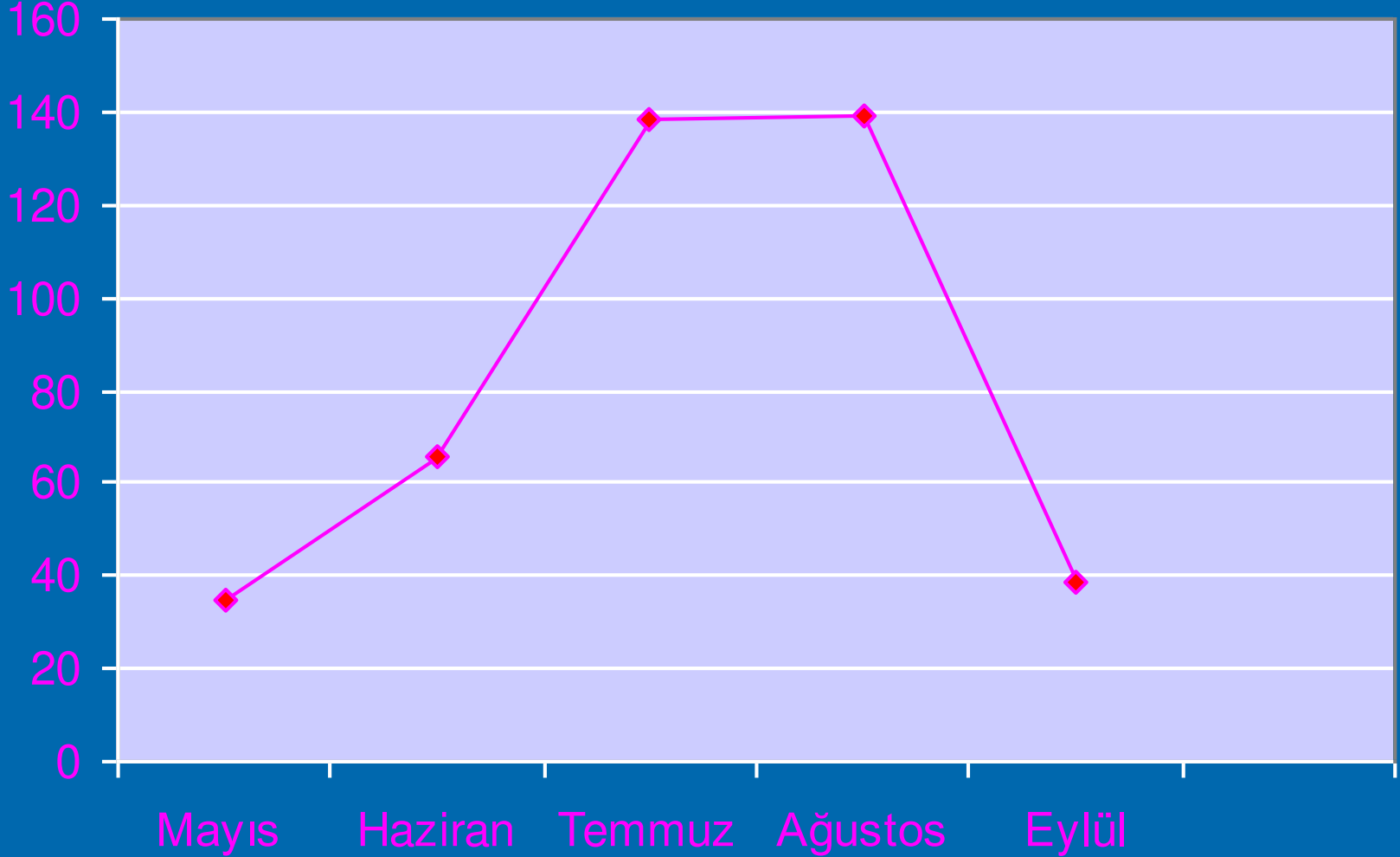
- **Bitki su tüketimi** : Toprak yüzeyinden olan buharlaşma (evaporasyon) + Bitki yapraklarından olan terleme (transpirasyon)
- **Kısa periyotlu bitki su tüketimi** : Günlük, haftalık, on günlük
- **Uzun periyotlu su tüketimi** : Aylık, mevsimlik

- Bitkinin tükettiği su miktarı, bitki cinsine ve iklim koşullarına göre değişir.
- Sıcaklık arttıkça, **bitki su tüketimi artar.**
- Rüzgar hızı arttıkça, **bitki su tüketimi artar.**
- Güneşlenme süresi arttıkça, **bitki su tüketimi artar.**
- **Bağıl nem arttıkça**, bitki su tüketimi azalır.



Bitkinin tükettiği su miktarı her ay değiştiği için, bitkiye verilmesi gereken su miktarı da her ay farklı olmalıdır.

Bitki su tüketimi (mm/ay)



- Bitki su tüketimi değerleri **günlük, haftalık ve on günlük** gibi kısa periyotlarla, **aylık ve mevsimlik** gibi uzun periyotlar için belirlenmektedir.
- **Kısa periyotlu bitki su tüketimi değerleri**, sulama zamanının planlanmasında sulama aralığını belirlemek için kullanılmaktadır.
- **Uzun periyotlu bitki su tüketimi** değerlerinden ise belirli bir sulama projesi alanındaki ortalama bitki su tüketimi tahminlerinde yararlanılmaktadır.
- Bu nedenle, **kısa periyotlu bitki su tüketimi tahmininde kullanılacak eşitlikler bitki su tüketimine etkili birçok iklim faktörünü kapsar** ve uzun periyotlu bitki su tüketimi tahmin eşitliklerine göre daha sağlıklı sonuç verir.

BİTKİ SU TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

1. İKLİM FAKTÖRLERİ

- Solar radyasyon (güneş ışınları şiddeti)
- Sıcaklık
- Bağıl nem
- Rüzgar
- Güneşlenme süresi
- Gündüz saatleri

2. TOPRAK FAKTÖRLERİ

- Toprak nemi
- Toprağın işlenme durumu
- Bitki örtüsü

3. BİTKİ FAKTÖRLERİ

- Bitki cinsi
- Gelişme devresi
- Büyüme mevsimi

İklim faktörlerinin bitki su tüketimine (BST) etkisi;

- solar radyasyon miktarı (güneş ışınları şiddeti) artarsa, BST artar.
- sıcaklık, rüzgar hızı ve esme süresi artarsa, BST artar.
- güneşlenme süresi (gündüz havanın bulutla kaplı olmadığı süre) artarsa, BST artar.
- güneşin doğuşundan batışına kadar olan gündüz saatler, artarsa, BST artar. **(hem toprak yüzeyinden olan buharlaşma miktarı hem de bitki yapraklarından olan terleme miktarı artacağı için)**
- Bitki civarındaki havanın bağıl nemi artarsa, BST azalır. (buharlaşma ve terleme miktarı azalacağı için)

Toprak 6zelliklerinin bitki su t6ketime etkisi;

- Toprağın 6st kısmındaki nem miktarı arttıkça ve 6zellikle doyma noktasına yaklaştıkça toprak y6zeyinden olan buharlaşma miktarı artmaktadır.
- Bitki k6k b6lgesinde tarla kapasitesinin altındaki nem koşullarında, toprak y6zeyinden olan buharlaşma miktarı yok denecek kadar az olmaktadır.



➤ Sulamadan hemen sonra toprak yüzeyi ıslak olacağından buharlaşma miktarı yüksek olmakta ve zamanla bu değer azalmaktadır.

➤ Ayrıca toprak yüzeyinden olan buharlaşma miktarı; toprak yüzeyinin bir kısmının ıslatıldığı damla sulama yöntemlerine oranla, toprak yüzeyinin tamamının ıslatıldığı yüzey ve yağmurlama sulama yöntemlerinde daha yüksek olmaktadır.

➤ Toprak yüzeyinden olan buharlaşma miktarı yüksek olduğunda, BST de artmaktadır.

➤ Bitki kök bölgesinde devamlı olarak bitki su ihtiyacını karşılayacak düzeyde nem bulundurulması bitki gelişmesini olumlu yönde etkiler.

➤ **Bitki geliştikçe,** yapraklardan olan terleme miktarı artmaktadır.

➤ Buna karşın bitki geliştikçe toprak yzeyinde gölgelenme oranı artacağı için toprak yzeyinden olan buharlaşma miktarı azalmaktadır.

➤ Bu nedenle, bitki büyüme mevsimi boyunca **gelişmenin ilk devrelerinde, toprak yzeyinden olan buharlaşmanın** BST içerisindeki payı bitki yapraklarından olan terlemeye oranla genellikle **daha fazladır.**

➤ **Bitki geliştikçe** terlemenin payı artmakta ve maksimum bitki örtüsünde en yüksek değere ulaşmaktadır. Bu koşulda **bitki yapraklarından olan terlemenin** bitki su tüketimi içerisindeki payı genellikle toprak yzeyindeki buharlaşmadan **daha fazla** olmaktadır.

Bitki faktörlerinin bitki su tüketimine etkisi;

- Yaprak büyüklüğü ve birim alandaki gözenek sayıları bitkilerde önemli düzeyde farklılık gösterdiği için **bitki su tüketimi de bitki cinsine bağlı olarak değişmektedir.**
- Bitki su tüketimi belirli bir bitkinin **büyüme devrelerine göre değişmektedir.**
- Ekim ya da dikimden sonraki başlangıç devresinde **bitki su tüketimi en az düzeydedir.**



- **Vejetatif gelişmeye paralel olarak** bitki su tüketimi artar ve vejetatif gelişmenin tamamlandığı devrede en yüksek değerine ulaşır.
- Hasada kadar geçen devrede ise bitki su tüketiminde tekrar belirli oranda azalma meydana gelir.
- Büyüme mevsimi uzun olan bitkilerin mevsimlik su tüketimleri, kısa olanlara oranla daha fazladır.



Bitki su tüketiminin saptanması

- Doğrudan ölçme yöntemleri
- İklim verilerinden tahmin yöntemleri

$$ET = k_c ET_o$$

- Kıyas Bitki

- Yonca (USDA-SCS)
- Çayır bitkileri (FAO)

Kıyas bitki su tüketimi (FAO)

“8-10 cm yüksekliğinde, yeknesak boylu, etkili büyüyen, yeterli sulanmış, çayır bitkileri ile kaplı geniş alandaki su tüketimi”

Bitki Katsayısı

- Bitki katsayısı; bitki su tüketiminin kıyas bitki su tüketimine oranı olarak tanımlanır.
- Kıyas bitki su tüketimi iklim faktörlerinin bitki su tüketimi üzerindeki etkisini yansıtmaktadır.
- Sulu tarım alanlarındaki ortalama toprak koşulları için bitki özelliklerinin bitki su tüketimi üzerindeki etkisi ise bitki katsayısı ile ifade edilmektedir.
- Bitki katsayıları geniş tarlalarda yeterli toprak nemi ve bitki besin elementlerinin bulunduğu koşullarda serbestçe ve hastaliksız büyüyen bitkiler için elde edilirler.

- **Bitki katsayısını etkileyen temel faktörler** bitki cinsi, ekim yada dikim zamanı, büyüme mevsimi uzunluğu, büyüme mevsimi içinde bitkinin gelişme devresi ve iklim koşullarıdır.
- Başlangıçtan itibaren büyüme mevsiminin değişik devrelerinde bitki su ihtiyacı farklı olduğundan bitki katsayıları da önemli düzeyde farklılık göstermektedir.



Tek yıllık bitkiler

Tek yıllık bitkilerin ekim ya da dikim tarihinden son hasat tarihine kadar olan büyüme mevsimi bitki katsayıları açısından dört devreye ayrılabilir. Bu devreler şunlardır.

1.devre: Başlangıç devresidir. Ekim ya da dikim tarihinden başlar ve bitkinin toprak yüzeyini örtme derecesi yaklaşık %10'a ulaştığında sona erer. Bu devrede bitki katsayısı genellikle sabit ve minimum düzeydedir.

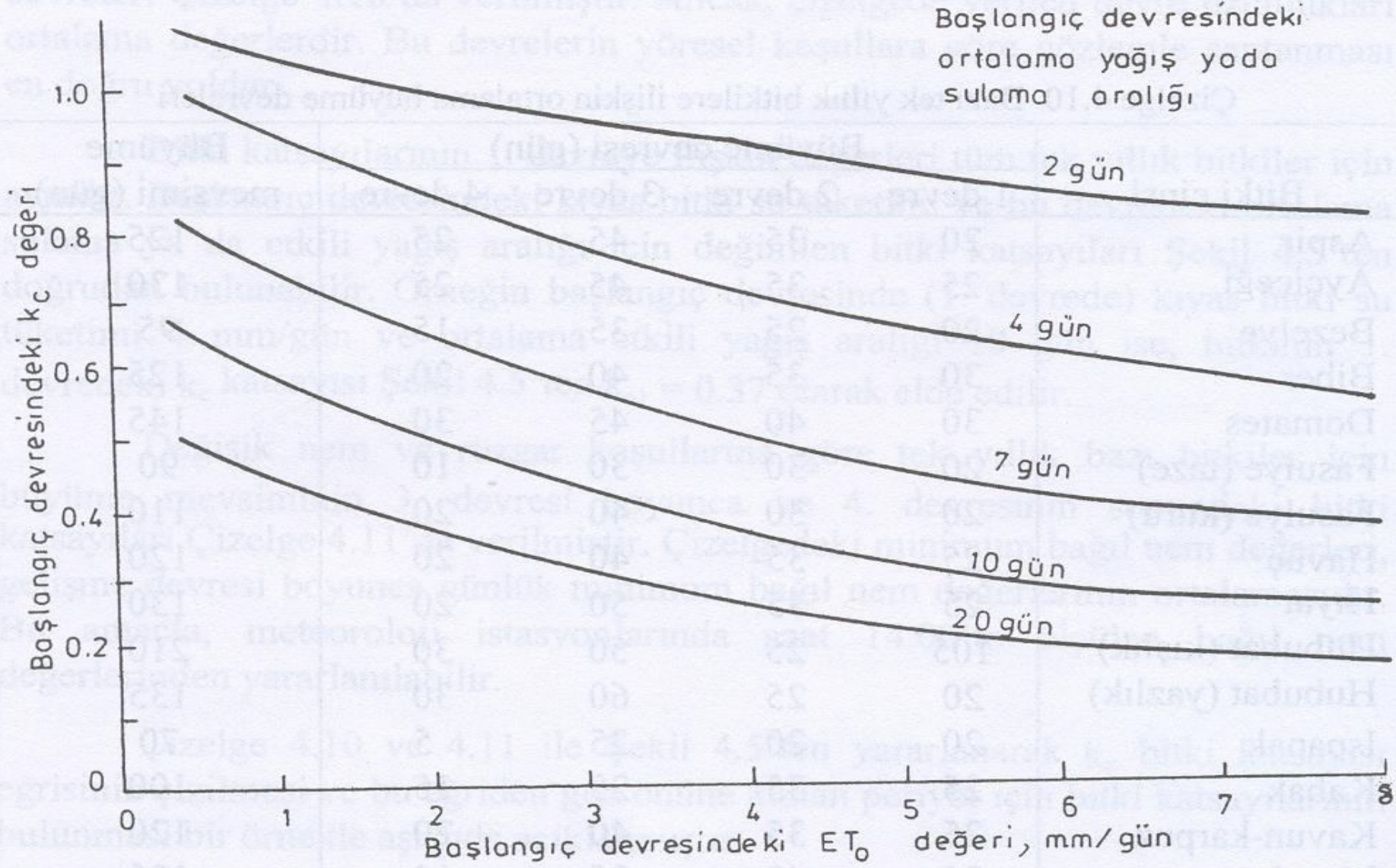
2.devre: İlk gelişme devresidir. Bitkinin toprak yüzeyini örtme derecesi yaklaşık %10 olduğunda başlar ve örtme derecesi en üst düzeye çıktığında yaklaşık %70-80 olduğunda sona erer. Bu devrede bitki katsayısı minimum değerden başlayarak gittikçe artar ve sonunda maksimum değere ulaşır.

3.devre: Büyüme mevsiminin ortalarına rastlayan devredir. Toprak yüzeyinin maksimum düzeyde örtüldüğü 2.devre sonunda 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 maksimum değerden belirli bir değere doğru gittikçe azalır.

- Bu fikir edinilmesi açısından bazı bitkilere ilişkin ortalama gelişme devreleri Çizelge 4.10'da verilmiştir.
- Ancak, çizelgede verilen devre uzunlukları ortalama değerlerdir. Bu devrelerin yöresel koşullara göre gözlemle saptanması en doğru yoldur.
- **Bitki katsayılarınının 1.devreye ilişkin değerleri tüm tek yıllık bitkiler için aynıdır.** Başlangıç devresindeki kıyas bitki su tüketimi ve bu devredeki ortalama sulama ya da etkili yağış aralığı için değinilen bitki katsayıları şekil 4,5'ten doğrudan bulunabilir. Örneğin başlangıç devresinde (1.devrede) kıyas bitki su tüketimi 4 mm/gün ve ortalama etkili yağış aralığı 10 gün ise bitkinin 1.devredeki kc katsayısı şekil 4.5'ten $kc_1=0.37$ olarak elde edilir.

- Değişik nem ve rüzgar koşullarına göre tek yıllık bazı bitkiler için büyüme mevsiminin 3.devresi boyunca ve 4.devresinin sonundaki bitki katsayıları çizelge 4.11 de verilmiştir.
- Çizelgedeki minimum bağıl nem değerleri gelişme devresi boyunca günlük minimum bağıl nem değerlerinin ortalamasıdır. Bu amaçla, meteoroloji istasyonlarında saat 14.00'te ölçülen bağıl nem değerlerinden yararlanılabilir.



Şekil 4.5 Tek yıllık bitkilerde başlangıç devresine ilişkin bitki katsayıları

Çizelge 4.10 ve 4.11 ile şekil 4.5'ten yararlanarak kc bitki katsayısı eğrisinin çizilmesi ve bu eğriden göz önüne alınan periyot için **bitki katsayılarının bulunması** bir örnekle açıklanmıştır.

Örnek:

Verilenler:

-Ankara

-Şeker pancarı, ortalama ekim tarihi 1 Nisan ve ortalama hasat tarihi 30 Eylül

-Başlangıç devresinde kıyas bitki su tüketimi $E_{To}=2.8$ mm/gün ve ortalama yağış aralığı 10 gün

-Büyüme mevsiminin 3. ve 4. devrelerinde rüzgar hızının 2 m yükseklikteki eşdeğeri 2 m/s den az ve ortalama bağıl nem %20-70 arasında

İstenen:

-Bitki katsayısı eğrisinin çizilmesi

Çözüm:

1)Yöresel bilgilerden ve Çizelge 4.10'dan yararlanarak gelişme devreleri belirlenir.

1.devre=30 gün

2.devre=45 gün

3.devre=60 gün

4.devre=45 gün

Büyüme mevsimi=180 gün

Bu devreler Şekil 4.6'da görüldüğü gibi bir dik koordinat sisteminin apsisinde işaretlenir. Ordinatta ise kc değerleri vardır.

2)Başlangıç devresi bitki katsayısı bulunur.

Başlangıç devresindeki kıyas bitki su tüketimi $ET_0=2.8$ mm/gün ve 10 gün etkili yağış aralığı için Şekil 4.5'ten

kc1=0.45

3)Büyüme mevsiminin 3. devresi boyunca ve 4. devresi sonundaki bitki katsayıları bulunur.

$u_2 < 5$ m/s ve $RH_{min} = \%20-70$ ve son bir ayda sulama yapılmayacağı koşul için çizelge 4.11'den;

$$kc_3 = 1.10$$

$$kc_4 = 0.60$$

4)Bitki katsayısı eğrisi çizilir;

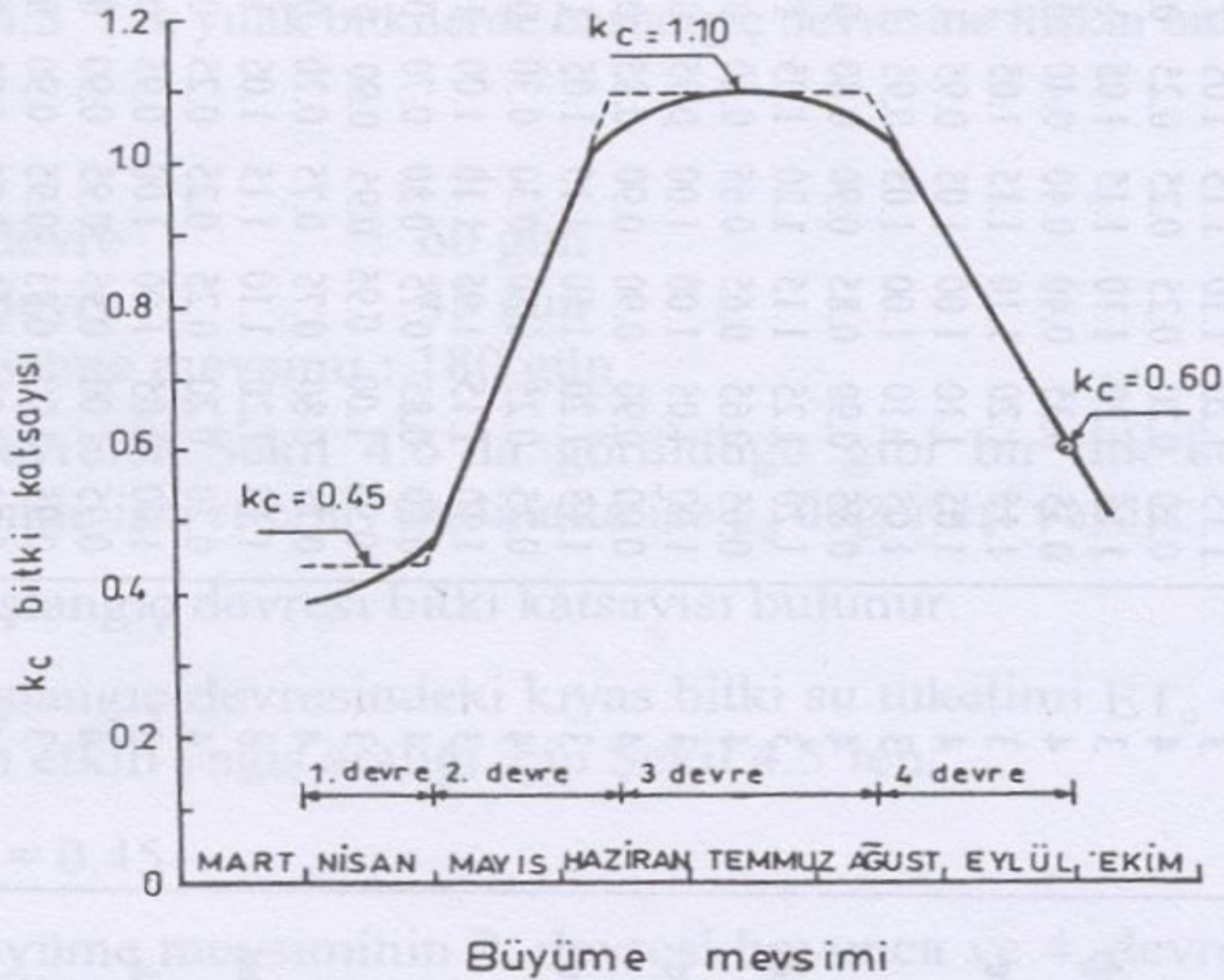
Şekil 4.6'da $kc_1 = 0.35$ değeri 1.devre boyunca ve $kc_3 = 1.10$ değeri 3.devre boyunca yatay kesik çizgilerle gösterilir. $kc_4 = 0.60$ değeri ise 4. devrenin sonuna işaretlenir.

Şekil üzerinde 1.devre sonu ile 3.devre başlangıcı ve 3.devre sonu ile 4.devre sonu düz kesik çizgilerle birleştirilir. Daha sonra bu çizgiler birleşme yerlerinde yuvarlaştırılarak düzgün bir eğri biçimine dönüştürülür.

➤ Bu bitki katsayısı eğrisinden yararlanarak belirli bir periyot için bitki katsayısı o periyodun ortasından eğriye dik çıkılarak bulunur.

➤ **Örneğin;** Temmuz ayı için ortalama kc bitki katsayısı, 15 Temmuz'dan çıkılan dikin eğriyi kestiği noktadan sola gidilerek 1.10 bulunur.

➤ Eğer 1-10 Eylül arasındaki 10 günlük periyot için ortalama kc bitki katsayısı, bulunmak istenirse benzer biçimde 5 Eylül değerinden dik çıkılır, dikin eğriyi kestiği noktadan sola gidilir ve $kc=0.95$ değeri elde edilir.



Şekil 4.6 Ankara koşullarında şeker pancarı için çizilen bitki katsayısı eğrisi

Çizelge 4.10 Bazı tek yıllık bitkilere ilişkin ortalama büyüme devreleri

Bitki cinsi	Büyüme devresi (gün)				Büyüme mevsimi (gün)
	1.devre	2.devre	3.devre	4.devre	
Aspir	20	35	45	25	125
Ayçiçeği	25	35	45	25	130
Bezelye	20	25	35	15	95
Biber	30	35	40	20	125
Domates	30	40	45	30	145
Fasulye (taze)	20	30	30	10	90
Fasulye (kuru)	20	30	40	20	110
Havuç	25	35	40	20	120
Hıyar	25	35	50	20	130
Hububat (kışlık)	105	25	50	30	210
Hububat (yazlık)	20	25	60	30	135
Ispanak	20	20	25	5	70
Kabak	25	35	25	15	100
Kavun-karpuz	25	35	40	20	120
Marul	30	40	25	10	105
Mısır	30	40	50	30	150
Pamuk	30	50	60	55	195
Patates	30	35	50	30	145
Patlıcan	30	45	40	25	140
Soğan (taze)	25	30	10	5	70
Soğan (kuru)	15	25	70	40	150
Sorgum	20	35	40	30	125
Soya	20	35	60	25	140
Şeker pancarı	30	45	60	45	180
Turp	5	10	15	5	35
Yer fıstığı	35	45	35	25	140

Çizelge 4.11 Bazı tek yıllık bitkilerde üçüncü ve dördüncü devrelere ilişkin bitki katsayıları

Bitki cinsi	Min bağıl nem, RH _{min} (%)	< % 20		% 20-70		> % 70		Bitki cinsi	Min bağıl nem, RH _{min} (%)	< % 20		% 20-70		> % 70	
	Ort. rüzgar hızı, u ₂ (m/s)	0-5	5-8	0-5	5-8	0-5	5-8		Ort. rüzgar hızı, u ₂ (m/s)	0-5	5-8	0-5	5-8	0-5	5-8
	Gelişme devresi								Gelişme devresi						
Aspir	3	1.15	1.20	1.10	1.15	1.05	1.10	Marul	3	1.00	1.05	1.00	1.00	0.95	0.95
	4	0.20	0.20	0.25	0.25	0.25	0.25		4	0.90	1.00	0.90	0.95	0.90	0.90
Ayçiçeği	3	1.15	1.20	1.10	1.15	1.05	1.10	Mısır	3	1.15	1.20	1.10	1.15	1.05	1.10
	4	0.35	0.35	0.40	0.40	0.40	0.40		4	0.60	0.60	0.60	0.60	0.55	0.55
Bezelye	3	1.15	1.20	1.10	1.15	1.05	1.10	Pamuk	3	1.20	1.25	1.15	1.20	1.05	1.15
	4	1.05	1.10	1.00	1.05	0.95	1.00		4	0.65	0.70	0.65	0.70	0.65	0.65
Biber	3	1.05	1.10	1.00	1.05	0.95	1.00	Patates	3	1.15	1.20	1.10	1.15	1.05	1.10
	4	0.85	0.90	0.85	0.90	0.80	0.85		4	0.75	0.75	0.75	0.75	0.70	0.70
Domates	3	1.20	1.25	1.15	1.20	1.05	1.10	Patlıcan	3	1.05	1.10	1.00	1.05	0.95	1.00
	4	0.65	0.65	0.65	0.65	0.60	0.60		4	0.85	0.90	0.85	0.90	0.80	0.85
Fasulye (taze)	3	1.00	1.05	1.00	1.00	0.95	0.95	Soğan (taze)	3	1.00	1.05	1.00	1.00	0.95	0.95
	4	0.90	0.90	0.90	0.90	0.85	0.85		4	1.00	1.05	1.00	1.00	0.95	0.95
Fasulye (kuru)	3	1.15	1.20	1.10	1.15	1.05	1.10	Soğan (kuru)	3	1.05	1.10	1.00	1.05	0.95	0.95
	4	0.25	0.25	0.30	0.30	0.30	0.30		4	0.80	0.85	0.80	0.80	0.75	0.75
Havuç	3	1.10	1.15	1.05	1.10	1.00	1.05	Sorgum	3	1.10	1.15	1.05	1.10	1.00	1.05
	4	0.80	0.85	0.75	0.80	0.70	0.75		4	0.55	0.55	0.55	0.55	0.50	0.50
Hıyar	3	0.95	1.00	0.95	0.95	0.90	0.90	Soya	3	1.10	1.15	1.05	1.10	1.00	1.05
	4	0.75	0.80	0.75	0.75	0.70	0.70		4	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Hububat	3	1.15	1.20	1.10	1.15	1.05	1.10	Ş.pancarı	3	1.15	1.20	1.10	1.15	1.05	1.10
	4	0.20	0.20	0.25	0.25	0.25	0.25		4	1.00	1.00	0.95	1.00	0.90	0.95
Ispanak	3	1.00	1.05	1.00	1.00	0.95	0.95	Ş.pancarı (son ayda sulama yok)	3	1.15	1.20	1.10	1.15	1.05	1.10
	4	0.95	1.00	0.95	0.95	0.90	0.90		4	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Kabak	3	0.95	1.00	0.95	0.95	0.90	0.90	Turp	3	0.85	0.90	0.85	0.85	0.80	0.80
	4	0.75	0.80	0.75	0.75	0.70	0.70		4	0.80	0.85	0.80	0.80	0.75	0.75
Kavun-Karpuz	3	1.00	1.05	1.00	1.00	0.95	0.95	Yer fıstığı	3	1.05	1.10	1.00	1.05	0.95	1.00
	4	0.75	0.75	0.70	0.70	0.65	0.65		4	0.60	0.60	0.60	0.60	0.55	0.55

Bitki Su Tüketiminin Saptanması

Bitki su tüketimi

- doğrudan ölçüm yöntemleriyle,
- iklim verilerinden tahmin yöntemleriyle, belirlenmektedir.
- Doğrudan ölçme yöntemleri daha sağlıklı sonuç vermesine karşın hem oldukça pahalı hem de zaman alıcıdır.
- Bu nedenle bitki su tüketiminin doğrudan ölçülmesi ancak iklim verilerinden tahmin eşitliklerinin kalibrasyonu ve yöresel bitki katsayılarının bulunması amacıyla yapılmaktadır.

➤ Uygulamada **bitki su tüketimi değerleri** yaygın olarak iklim verilerine dayalı tahmin eşitlikleri kullanılarak belirlenmektedir.

➤ İklim verilerinden yararlanarak bitki su tüketiminin tahmininde kullanılabilecek çok sayıda eşitlik getirilmiştir.

➤ Bazıları birkaç iklim faktörünün dikkate alınmasıyla geliştirilen çözümü kolay ancak uzun periyotlar için sağlıklı sonuç verebilen eşitliklerdir.

➤ Bazıları ise birçok iklim faktörü göz önüne alınarak geliştirilmiş kısa periyotlar için bile sağlıklı sonuç veren ancak oldukça karmaşık eşitliklerdir.

Uygulamada bitki su tüketimi değerlerinin tahmin edilmesinde yaygın olarak izlenen yol;

➤ önce yalnızca iklim faktörlerinin etkili olduğu bir potansiyel bitki su tüketimi tanımlamakta ve potansiyel bitki su tüketiminin hesaplanmasında kullanılabilecek ampirik eşitlikler geliştirilmektedir.

➤ Sonra potansiyel bitki su tüketimi değerleri, bitki cinsi ve gelişme devresinin fonksiyonu olan bitki katsayıları ile düzeltilmektedir.

$$ET = k_c ET_p$$

Eşitlikte;

ET=bitki su tüketimi, mm/gün

k_c =bitki katsayısı ve

ET_p =potansiyel bitki su tüketimi, mm/gün'dür.

➤ Ancak potansiyel bitki su tüketiminin henüz standart bir tanımı yapılamamıştır. Bu nedenle potansiyel bitki su tüketimi yerine son yıllarda **kıyas (referens)bitki su tüketimi** kavramı yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

➤ Bu amaçla önce belirli koşulları taşıyan kıyas bir bitki alınmakta ve bu bitkiye ilişkin su tüketiminin tahmininde kullanılacak ampirik eşiklikler geliştirilmektedir.

➤ Daha sonra bu eşitliklerin diğer bitkilere ilişkin su tüketimi tahminlerinde kullanılabilmesi için bitki cinsi ve bitki gelişme devresinin fonksiyonu olan bitki katsayıları ile düzeltilmektedir.

$$ET = k_c ET_0$$

Eşitlikte;

ET=bitki su tüketimi, mm/gün

k_c =bitki katsayısı ve

ET_0 =kıyas bitki su tüketimi, mm/gün'dür.

Uygulamada referens bitki olarak ayır bitkileri ile yonca ve benzeri bitkiler göz önüne alınmaktadır. Çayır bitkileri söz konusu olduğunda **referens bitki su tüketimi**;

“8-10 cm yüksekliğinde, yeknesak boylu, etkili olarak büyüyen, alanı tam örten, yeterli düzeyde sulanmış ayır bitkileri ile kaplı geniş bir alandaki bitki su tüketimi” biçiminde tanımlanmaktadır.

Burada kıyas bitki olarak ayır bitkilerinin göz önüne alındığı kısa periyotlar için sağlıklı sonuçlar veren **Kap Buharlaşması yöntemlerinin FAO modifikasyonu** ile uzun periyotlar için sağlıklı sonuçlar veren **Blaney-Criddle yönteminin FAO modifikasyonu** zerinde durulacaktır.

Kıyas Bitki Su Tüketiminin Tahmininde Kap Buharlaştırması Yöntemi

Kıyas bitki su tüketiminin tahmini yöntemlerinden biri de tarım alanlarına yerleştirilen buharlaşma kaplarından ölçülen buharlaşma miktarları ile kıyas bitki su tüketimi arasında ilişki kurmaktır. Kaptan olan buharlaşmaya etkili iklim faktörlerinin tamamı aynı zamanda bitki su tüketimine de benzer biçimde etkili olduğundan bu yöntemle oldukça sağlıklı sonuçlar elde edilebilmektedir.

Buharlaşma kaplarından yararlanarak bitki su tüketimi;

$$ET_0 = k_p E_p$$

Eşitliği ile tahmin edilmektedir.

Eşitlikte;

ET_0 =Kıyas bitki su tüketimi, mm/gün

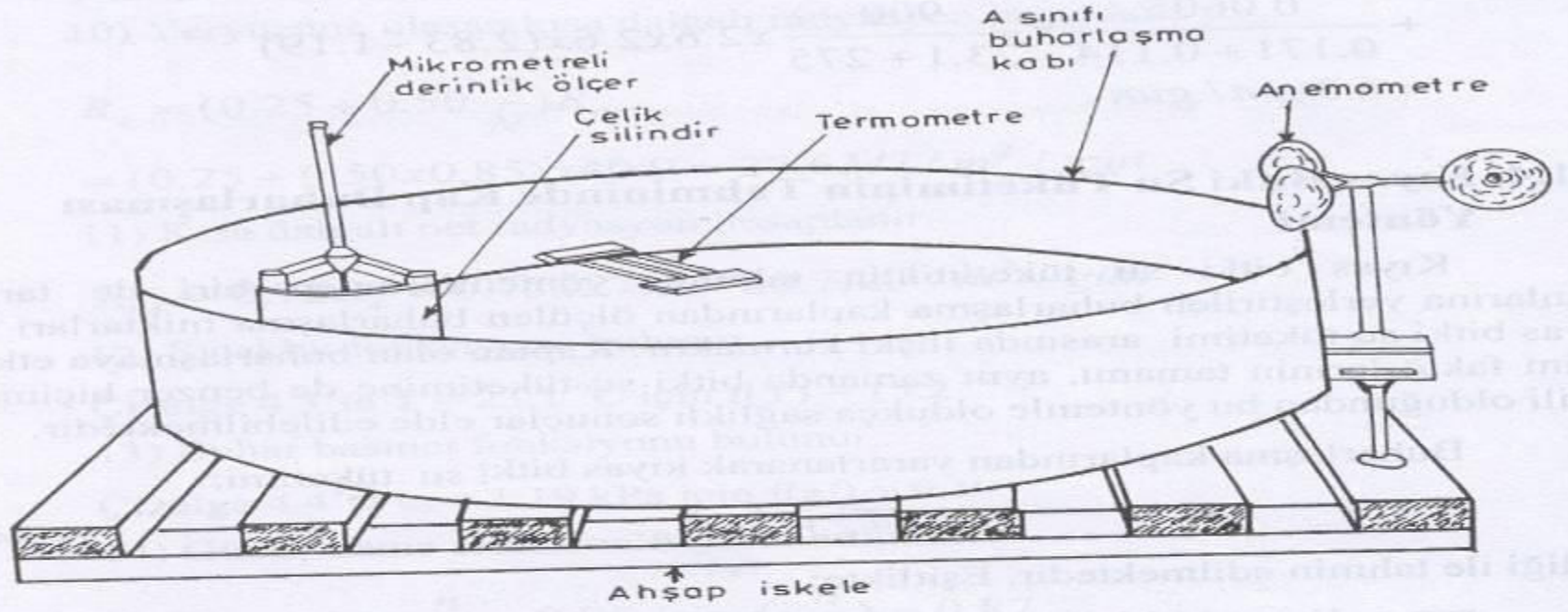
k_p =Buharlaşma kabı katsayısı ve

E_p =kaptan ölçülen buharlaşma miktarı, mm/gün'dür.

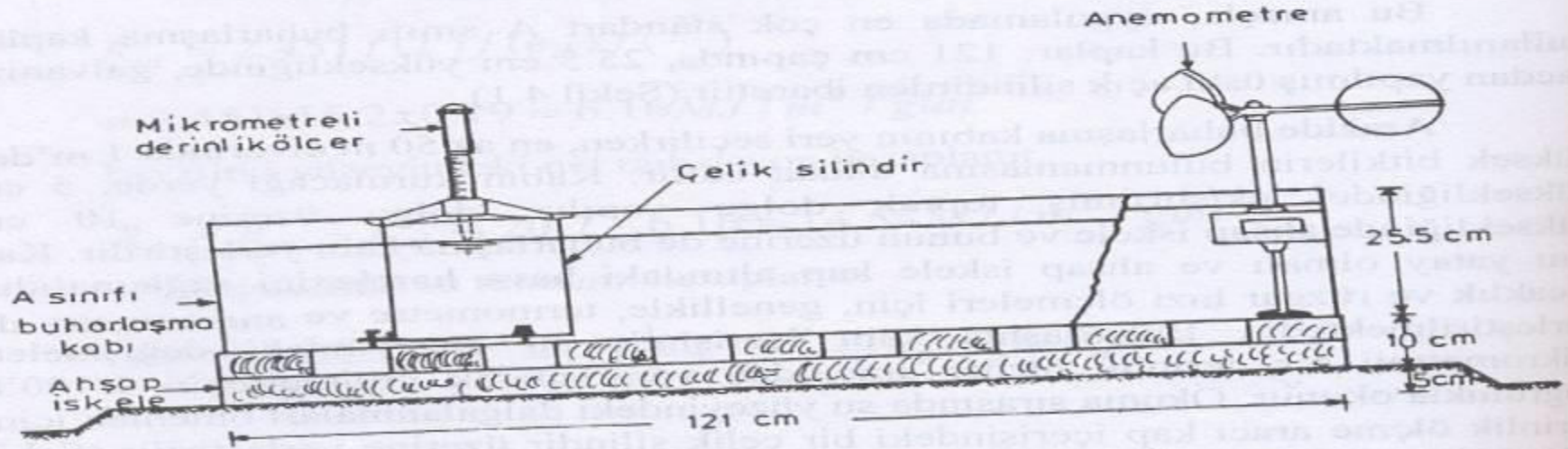
- Bu amaçla uygulamada en çok standart A sınıfı buharlaşma kapları kullanılmaktadır. Bu kaplar **121 cm çapında 25,5 cm yüksekliğinde** galvanizli sacdan yapılmış üstü açık silindirden ibarettir (Şekil 4.1).
- Arazide buharlaşma kabının yeri seçilirken en az 50 m civarında 1 m'den yüksek bitkilerin bulunmaması dikkat edilir. Kabın kurulacağı yerde 5 cm yüksekliğinde sıkıştırılmış toprak dolgu yapılır, dolgu üzerine 10 cm yüksekliğinde ahşap iskele ve bunun üzerine de buharlaşma kabı yerleştirilir.
- Kap tam **yatay olmalı** ve **ahşap iskele kap altındaki hava hareketini** sağlamalıdır.
- Sıcaklık ve rüzgar hızı ölçmeleri için genellikle termometre ve anemometre de yerleştirilmektedir.

- **Buharlaşma kabı içerisinde su düzeyi**, mikrometreli bir derinlik lme aracından yararlanarak milimetrenin 1/100' doğrulukta ölçülür.
- Okuma sırasında su yüzeyindeki dalgalanmaları önlemek için derinlik lme aracı kap içerisindeki bir elik silindir üzerine yerleştirilir (şekil 4.2).
- elik silindir genellikle **17.5 cm çapında ve 23 cm yüksekliğindedir**. Silindir alttan su girişini sağlamak için üç adet ayak üzerine oturtulur.





Şekil 4.1 A sınıfı buharlaşma kabı genel görünümü



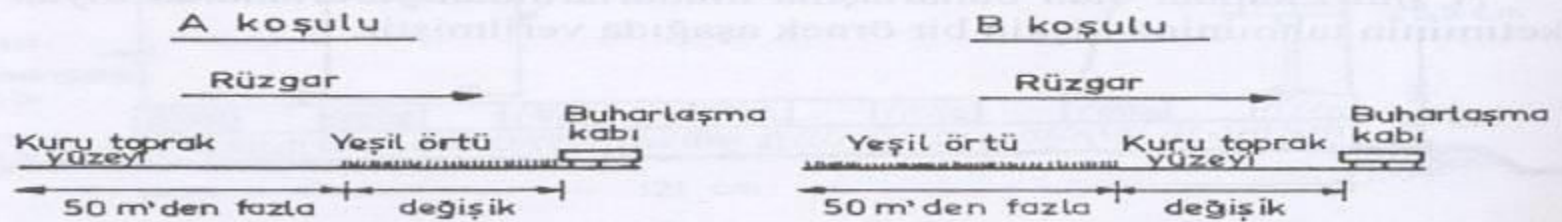
Şekil 4.2 A sınıfı buharlaşma kabı kesiti

- Buharlaşma kabına su doldurulurken **üstten 5 cm hava payı** bırakılır.
- En çok 25 mm su buharlaştıktan sonra ilk düzeye kadar su eklenir.
- Kap içerisindeki su temiz olmalı ve sedimantasyona izin verilmemelidir. Bu amaçla **kabın içerisi haftada bir kez yıkanır ve suyu yenilenir. Kap yılda bir kez de alüminyum boya ile boyanır.**
- Kap içerisindeki suyun hayvanlar tarafından içilmesini engellemek için kap çevresine bir tel kafes yerleştirilir.
- Bitki su tüketimi tahminlerinde buharlaşma ölçmeleri her gün yapılabilirdi gibi birkaç günde bir de yapılabilir. Bu koşulda, **elde edilen buharlaşma miktarı ölçme aralığındaki gün sayısına bölünerek günlük ortalama buharlaşma miktarı bulunur.**

- Kıyas bitki olarak çayır bitkileri göz önüne alındığında A sınıfı buharlaşma kapları için önerilen **kap katsayısı kp değerleri Çizelge 4.8 de verilmiştir.**
- Çizelge kabın yerleştirildiği yer açısından A ve B gibi iki çevre koşulu için düzenlenmiştir.
- Bu **çevre koşulları Şekil 4.3'te** gösterilmiştir. Şekildeki A koşulunda buharlaşma kabı kısa boylu yeşil bitki örtüsü içerisine kurulmuştur.
- Rüzgar en az 50 m uzunluğundaki yeşil bitki örtüsünü daha sonra kap çevresindeki kuru toprak yüzeyini geçerek buharlaşma kabına ulaşmaktadır.

Çizelge 4.8 A sınıfı buharlaşma kabı için k_p katsayıları

2 m yükseklikteki rüzgar hızı, u_2 (km/gün)	A KOŞULU (Kap çevresinde kısa boylu yeşil bitki örtüsü var)			B KOŞULU (Kap çevresinde çıplak arazi var)				
	Bitki örtüsünün rüzgar tarafındaki uzunluğu (m)	Ortalama bağıl nem (%)			Çıplak arazinin rüzgar tarafındaki uzunluğu (m)	Ortalama bağıl nem (%)		
		<40	40-70	>70		<40	40-70	>70
<175	1	0.55	0.65	0.75	1	0.70	0.80	0.85
	10	0.65	0.75	0.85	10	0.60	0.70	0.80
	100	0.70	0.80	0.85	100	0.55	0.65	0.75
	1000	0.75	0.85	0.85	1000	0.50	0.60	0.70
175-425	1	0.50	0.60	0.65	1	0.65	0.75	0.80
	10	0.60	0.70	0.75	10	0.55	0.65	0.70
	100	0.65	0.75	0.80	100	0.50	0.60	0.65
	1000	0.70	0.80	0.80	1000	0.45	0.55	0.60
425-700	1	0.45	0.60	0.60	1	0.60	0.65	0.70
	10	0.55	0.60	0.65	10	0.50	0.55	0.65
	100	0.60	0.65	0.70	100	0.45	0.45	0.60
	1000	0.65	0.70	0.75	1000	0.40	0.45	0.55
>700	1	0.40	0.45	0.50	1	0.50	0.60	0.65
	10	0.45	0.55	0.60	10	0.45	0.50	0.55
	100	0.50	0.60	0.65	100	0.40	0.45	0.50
	1000	0.55	0.60	0.65	1000	0.35	0.40	0.45



Şekil 4.3 Buharlaşma kabının yerleştirildiği çevre koşulları

- Çizelge 4.8'de verilen k_p değerleri buharlaşma kabının en az 50 m civarında 1 m den yüksek boylu bitki örtüsünün bulunmadığı açık tarlalar için geçerlidir.
- Aksi durumda k_p katsayıları kurak ve rüzgarlı iklimlerde %30'a nemli ve rüzgarsız iklimlerde ise %10'a kadar arttırılmalıdır.
- Bunun yanında çizelgedeki değerleri kullanabilmek için kabin alüminyum boya ile boyanmış olması içerisindeki suyun temiz olması ve **su düzeyinde 2.5 cm den daha fazla alçalmaya izin verilmemesi** gerekmektedir.
- A sınıfı kaptan olan buharlaşma miktarlarından yararlanarak kıyas bitki su tüketiminin tahminine ilişkin bir örnek aşağıda verilmiştir.

Örnek:

Verilenler;

-Ankara, Temmuz ayı

-Temmuz ayında A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen ortalama buharlaşma miktarı $E_p=8.3$ mm/gün

-10 m yükseklikte ölçülen rüzgar hızı $u_{10}=3.6$ m/s

-Ortalama bağıl nem $RH=\%42$

-Kap kısa boylu yeşil bitki örtüsü içerisinde kuruludur ve bitki örtüsünün rüzgar tarafındaki uzunluğu 500 m'dir (A koşulu)

İstenen:

-Temmuz ayında ortalama günlük kıyas bitki su tüketimi, ET_0 .

Çözüm:

1) Rüzgar hızının iki metre yükseklikteki eşdeğer hesaplanır.

$$u_2 = u_z \left(\frac{2}{z} \right)^{0.2} = u_{10} \left(\frac{2}{10} \right)^{0.2} = 3.6 \times \left(\frac{2}{10} \right)^{0.2} = 2.6 \text{ m/s}$$

$$U_2 = 2.6 \times 86.4 = 224.6 \text{ km/gün}$$

2) k_p katsayısı bulunur.

Çizelge 4.8 den $u_2 = 224.6 \text{ km/gün}$ A koşulu bitki örtüsünün rüzgar tarafından uzunluğu 500 m ve $RH = \%42$ için $k_p = 0.77$

3) Kıyas bitki su tüketimi hesaplanır.

$$ET_0 = k_p E_p = 0.77 \times 8.3 = 6.4 \text{ mm/gün}$$

Kıyas Bitki Su Tüketiminin Tahmininde Blaney-Criddle Yöntemi (FAO Modifikasyonu)

Bu yöntemde kullanılan iklim verileri;

- ortalama sıcaklık,
- gündüz saatleri,
- minimum bağıl nem ve
- ortalama gündüz rüzgarının hızıdır.

Yalnızca birkaç iklim faktöründen yararlandığı için oldukça kaba sonuçlar vermektedir. Bu nedenle **en az aylık periyotlar için bitki su tüketiminin tahmininde** kullanılır.

Belirli bir ay için kıyas bitki su tüketiminin tahmininde kullanılan Blaney-Criddle eşitlikleri;

$$ET_o = cf$$

$$f = p(0.46t + 8) \quad \text{biçimindedir.}$$

Bu eşitliklerde;

ET_o = Göz önüne alınan ay için günlük ortalama kıyas bitki su tüketimi, **mm/gün**

c = düzeltme faktörü

f = göz önüne alınan ay için günlük iklim faktörü, **mm/gün**

p = göz önüne alınan ay için ortalama günlük gündüz saatlerinin yıllık gündüz saatlerine oranı, **%** ve

t = göz önüne alınan ay için ortalama günlük sıcaklık, **°C**'tir.

- Burada önce f değerleri hesaplanmakta ve ET_0 değerleri Şekil 4.4'teki grafiklerden doğrudan bulunmaktadıır.
- Şekildeki ortalama rüzgar hızı 2 m yükseklikte ölçülmüş değerdir ve gündüz ortalama rüzgar hızı değerleri yoksa 24 saatlik ortalama rüzgar hızı değerleri 1.33 ile çarpılarak elde edilir.
- Eşitlikteki p değeri, yörenin enlem derecesine göre Çizelge 4.9'dan alınır.
- Blaney-Cridde yöntemiyle kıyas bitki su tüketiminin bulunmasına ilişkin bir örnek aşağıda verilmiştir.

Örnek:

Verilenler:

- Ankara enlem derecesi $39^{\circ}57'$
- Temmuz ayı
- Ortalama sıcaklık $t=23.1^{\circ}\text{C}$
- Rüzgar hızı, $u_{10}=3.6\text{ m/s}$
(10 m yükseklikte ölçülmüş 24 saat ortalaması)
- Minimum bağıl nem, $\text{RH}_{\text{min}}=\%28$
- Gündüz saatleri, $n=12\text{ h } 27\text{ dak}$

İstenen:

- Temmuz ayı kıyas bitki su tüketimi

Çözüm:

1) p değeri hesaplanır.

Temmuz ayı ve $39^{\circ}57'$ enlemi için Çizelge 4.9'dan $p=0.330$

2) Güneşlenme oranı bulunur.

$$n=12\text{h } 27 \text{ dak} = 12.45 \text{ h, } (27 \text{ dak} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ dak}} = 0.45 \text{ h}) \text{ (verildi)}$$

Temmuz ayı ve $39^{\circ}57'$ enlemi için Çizelge 4.7 den maksimum güneşlenme süresi ; $N=14.7 \text{ h}$ bulunur.

$$n/N=12.45/14.7 = 0.85$$

Çizelge 4.9 Günlük gündüz saatlerinin yıllık gündüz saatlerine oranı, p, (%)

Enlem derecesi	A y l a r						
	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
43	0.300	0.329	0.344	0.336	0.312	0.280	0.247
42	0.300	0.327	0.341	0.334	0.310	0.280	0.248
41	0.299	0.325	0.339	0.332	0.309	0.280	0.249
40	0.298	0.323	0.336	0.330	0.308	0.280	0.250
39	0.297	0.321	0.344	0.328	0.307	0.279	0.251
38	0.296	0.319	0.332	0.326	0.306	0.279	0.252
37	0.296	0.318	0.330	0.324	0.305	0.279	0.253
36	0.295	0.316	0.327	0.322	0.304	0.279	0.253
35	0.320	0.302	0.279	0.254			

Çizelge 4.7 Olası maksimum güneşlenme süresi, N (h/gün)

Enlem derecesi	A y l a r							
	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
44	11.9	13.4	14.7	15.4	15.2	14.0	12.6	11.0
42	11.9	13.4	14.6	15.2	14.9	13.9	12.6	11.1
40	11.9	13.3	14.4	15.0	14.7	13.7	12.5	11.2
35	11.9	13.1	14.0	14.5	14.3	13.5	12.4	11.3
30	12.0	12.9	13.6	14.0	13.9	13.2	12.4	11.5

3)Gündüz rüzgar hızının 2 m yükseklikteki eşdeğeri hesaplanır.

Şekildeki ortalama rüzgar hızı 2 m yükseklikte ölçülmüş değerdir ve gündüz ortalama rüzgar hızı değerleri yoksa 24 saatlik ortalama rüzgar hızı değerleri 1.33 ile çarpılarak elde edilir.

$$u_2 = 1.33u_z \left(\frac{2}{z}\right)^{0.2} = 1.33u_{10} \left(\frac{2}{10}\right)^{0.2}$$

$$= 1.33 \times 3.6 \times \left(\frac{2}{10}\right)^{0.2} = 3.47 \text{ m / s}$$

4) Kıyas bitki su tüketimi bulunur.

iklim faktörü f, hesaplanır.

$$f = p(0.46t + 8) = 0.330 \times (0.46 \times 23.1 + 8) = 6.15 \text{ mm/gün}$$

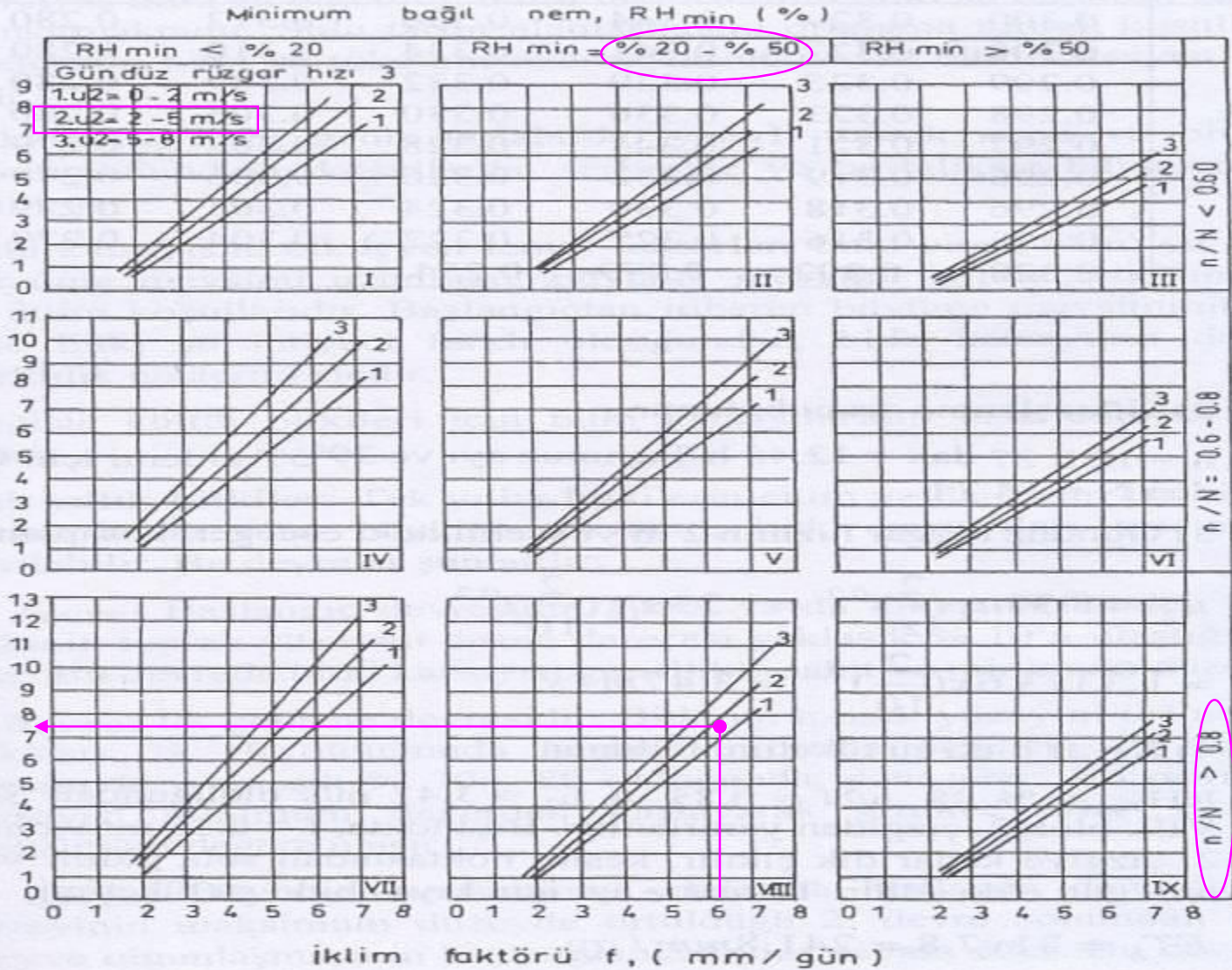
RH_{min}=%28, n/N=0.85 ve u₂=3.47 m/s için Şekil 4.4'teki VIII. Blok 2. çizgiden yararlanılır.

Bu blokta f=6.15 mm/gün değerinden 2.çizgiye kadar dik çıkılır kesim noktasından sola gidilir ve ET_o=7.8 mm/gün elde edilir.

Temmuz ayı için kıyas bitki su tüketimi;

$$ET_o = 31 \times 7.8 = 241.8 \text{ mm/ay elde edilir.}$$

Kıyas bitki su tüketimi, ET_0 (mm/gün)



Güneşlenme oranı, n/N

Şekil 4.4 Blaney - Criddle yöntemi FAO modifikasyonunda kıyas bitki su tüketiminin tahmininde kullanılan grafikler

Etkili Yağış; toprakta kök bölgesinde depolanan bitkilerin yararlandığı yağış miktarına etkili yağış denir. Yağışın bir kısmı yüzey akışa geçmekte, bir kısmı da kök bölgesinin altına sızmaktadır.

Ölçülen yağış 25 mm den az ise bu değer doğrudan etkili yağış olarak alınmaktadır. 25 mm den fazla olduğunda Çizelge 4.19 dan alınmaktadır.

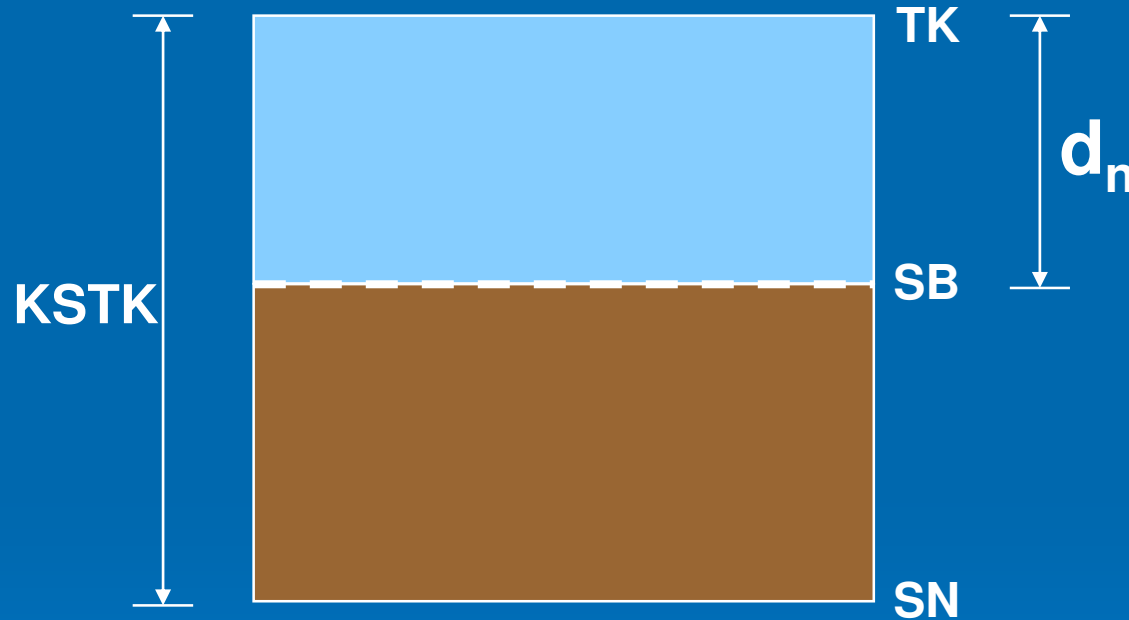
Çizelgedeki değerler etkili yağışı düşen yağışın yüzdesi cinsinden vermektedir.

Örneğin; uygulanacak net sulama suyu miktarı 100 mm bitki su tüketimi 6 mm/gün ve düşen yağış 50 mm olduğunda etkili yağış düşen yağışın %84'ü kadardır. Başka bir deyişle etkili yağış miktarı $50 \times 0.84 = 42$ mm'dir

Çizelge 4.19 Etkili yağışın düşen yağışa oranı (%)

Ölçülen yağış (mm)	Net sulama suyu ihtiyacı (mm)	Bitki su tüketimi (mm/gün)						
		2	3	4	5	6	8	10
25	10	42	44	46	49	52	60	62
	20	49	52	54	58	62	71	73
	30	54	57	60	64	68	79	81
	50	62	66	69	74	79	91	93
	100	68	72	75	81	86	99	100
	150	71	75	78	84	90	100	100
50	10	41	44	45	48	51	60	62
	20	48	51	53	57	60	71	73
	30	53	57	59	63	66	79	81
	50	61	65	68	73	76	91	93
	100	67	72	74	80	84	99	100
	150	70	74	77	83	87	100	100
75	10	40	42	44	48	50	59	62
	20	47	50	52	56	59	69	73
	30	52	55	58	62	65	77	81
	50	60	63	67	72	75	88	93
	100	65	69	73	79	83	97	100
	150	68	72	76	82	86	100	100
100	10	40	41	44	46	49	57	62
	20	46	48	52	54	58	67	73
	30	51	54	57	60	64	75	81
	50	59	62	66	69	74	86	93
	100	64	68	72	75	81	94	100
	150	67	70	75	78	84	98	100

Sulamaya başlanacak toprak nemi düzeyi



$$R_y = \frac{TK - SB}{TK - SN}$$

- $R_y = \% 50$ Yüzey sulama yöntemleri
- $R_y = \% 50$ Yağmurlama sulama yöntemi
- $R_y = \% 30$ Damla sulama yöntemi
- $R_y = \% 40$ Ağaç altı yağmurlama sulama yöntemi

Sulama randımanı

➤ Su iletim randımanı :

$$E_c = 100 \frac{W_f}{W_r}$$

➤ Su uygulama randımanı :

$$E_a = 100 \frac{W_s}{W_f}$$

➤ Toplam sulama randımanı :

$$E = E_c E_a$$

W_r : Kaynaktan saptırılan su miktarı

W_f : Araziye iletilen su miktarı

W_s : Kök bölgesinde depolanan su miktarı

Her sulamada uygulanacak sulama suyu miktarı

➤ Net sulama suyu miktarı :

- KSTK yüzde (%) cinsinden verilmişse ;

$$d_n = \frac{(TK-SN) R_y}{100} \gamma_t D$$

- KSTK derinlik (mm) cinsinden verilmişse ;

$$d_n = d_k D R_y$$

• Toplam sulama suyu miktarı

- Tarlabaşında ;

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

- Su kaynağında ;

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

Sulama aralığı

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

Sistem kapasitesi

$$Q = \frac{A d_t}{3.6 T}$$

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA DERSİ

Yüzey Sulama Yöntemleri

Prof.Dr. Belgin ÇAKMAK



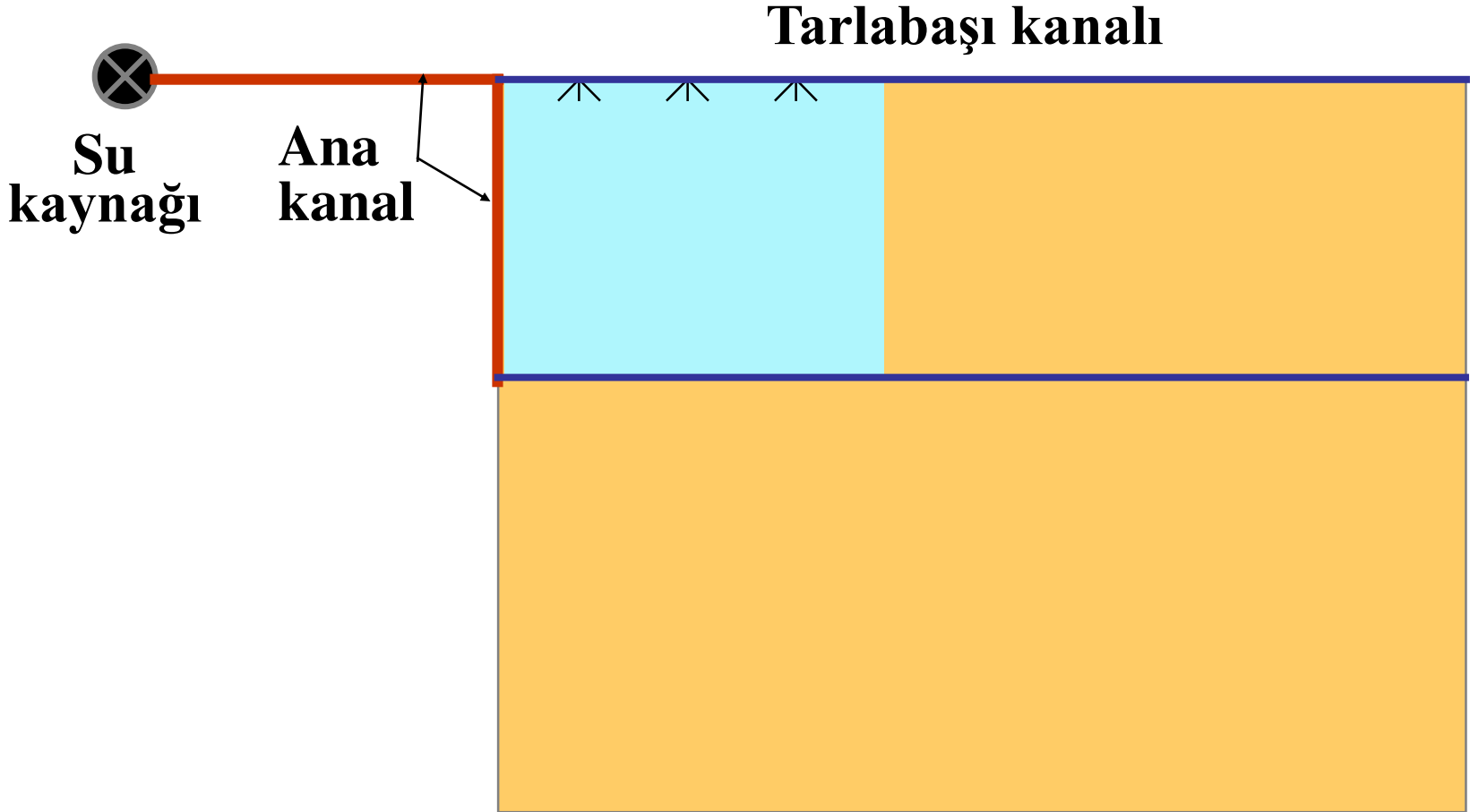
Yüzey sulama yöntemleri

- Yüzey sulama yöntemlerinde su, arazi yüzeyinde belirli bir eğim doğrultusunda yerçekiminin etkisi ile ilerlerken bir yandan da infiltrasyonla toprak içerisine sızar ve istenen miktarda sulama suyu bitki kök bölgesinde depolanır.
- Yüzey sulama yöntemlerinin uygulanmasının temel koşulu arazinin tesviyeli olmasıdır.
- Yüzey sulama yöntemlerinde derine sızmadan ve bazılarında yüzey akıştan kaçınmak mümkün değildir. Ancak iyi bir planlama ile bu değerler kabul edilebilir sınırlar içerisinde tutulabilir.

- Suyun yüzeyden toprak içerisine düşey doğrultuda girmesine toprağın **su alması (infiltrasyon)**, birim zamanda toprağa giren su miktarına ise **su alma hızı (infiltrasyon hızı)** denir.
- Su alma hızı, birim zamanda birim alandan toprak içerisine giren suyun hacmidir ve hız boyutuna sahiptir, **cm/h ya da mm/h** ile ifade edilir.

Salma sulama yöntemi

Salma sulama yönteminde su iletimi ve dağıtımı genellikle toprak kanallarla yapılır. Arazide devamlı akış ya da kesikli akış uygulanabilir.



Salma sulama yöntemi

Tarlabaşı kanalları arasındaki mesafe, eğime ve eğim yeknesaklığına bağlı olarak 25-100 m arasında değişir. Düzgün ve düşük eğimde kanallar arasındaki mesafe fazla alınır.

Genellikle 1 m parsel genişliği için 1 L/s suyun tarlaya alınması önerilmektedir.

Tarla parselinin her noktasında T_n süresi kadar toprak yüzeyinde su bulundurulmalıdır.

T_n ; net infiltrasyon süresi; her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarının toprağa girmesi için geçen süredir.

Salma sulama yöntemi

Salma sulama yönteminde, tarlabası kanalı ya da boru hatlarından tarla parseline alınan su, parsel üzerinde rast gele yayılmaya bırakılır.

Su toprak yüzeyinde ilerlerken bir yandan da infiltrasyonla toprak içerisine sızar ve istenen miktarda su kök bölgesinde depolanmaya çalışılır.

Salma sulama yöntemi; ekonomik değeri yüksek olmayan, topraktaki nem eksikliğine ya da nem fazlalığına duyarlı olmayan, kök boğazının ıslatılmasından kaynaklanan hastalıklara dayanıklı, sık ekilen ya da dikilen bitkilerin sulanmasında kullanılabilir.



Salma sulama yönteminin uygulanabileceği koşullar

Salma Sulama Yöntemi; su alma hızı nispeten düşük, kullanılabilir su tutma kapasitesi yüksek, derin, doğal drenajı iyi, orta ve ağır bünyeli topraklarda uygulanabilir.

Tarla sulama doğrultusuna dik yönde tamamen eğimsiz, sulama doğrultusunda ise eğim çok düşük ya da eğimsiz olmalıdır. Sulanacak tarla parseli arazi tesviyesini gerektirmeyecek kadar düz olmalıdır.

Sulama suyunun bol, birim su maliyetinin düşük, sulama işçiliğinin ucuz olması gerekmektedir.

Salma sulama yönteminin uygulanabileceği koşullar

Salma Sulama Yönteminde; su uygulama randımanı çok düşüktür.

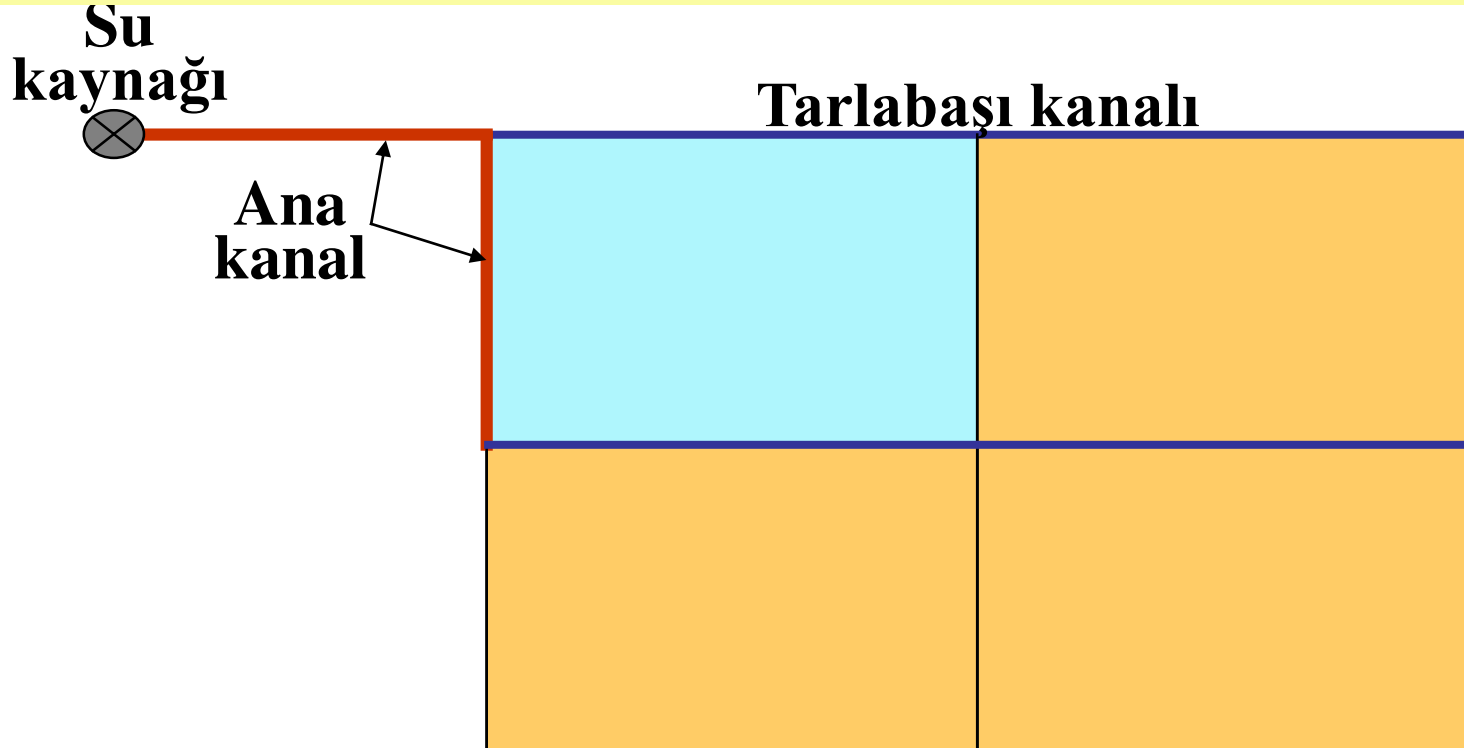
Genellikle aşırı su kullanımı söz konusudur.

Derine sızan su miktarı fazla olur.

Bu nedenle, taban suyunun yükselmesi ya da taban suyu oluşturulması, drenaj probleminin ortaya çıkması ve arazinin tuzlulaşması gibi sorunlarla çok karşılaşılır.

Tava sulama yöntemi

Tava sulama yönteminde, sulanacak tarla parselinde etrafı toprak seddelerle çevrilmiş eğimsiz tavalara oluşturulur. Tavalara yüksek debide sulama suyu uygulanır ve kısa sürede tavayı kaplaması sağlanır. Tavada göllenen su, zamanla toprak içerisine girer ve bitki kök bölgesinde depolanır.



Tava sulama yönteminin uygulanacağı koşullar

- Tava sulama yöntemi genellikle kök boğazının ıslatılmasından kaynaklanan hastalıklara duyarlı olmayan ve sık ekilen hububat, yem bitkileri, çayır-mera bitkileri ile meyve ağaçlarının sulanmasında kullanılır.
- Genellikle su alma hızı düşük, kullanılabilir su tutma kapasitesi yüksek topraklarda uygulanır. Kaymak tabakası bağlama özelliği taşıyan ağır bünyeli topraklarda tercih edilmez.
- Tavaların sulama doğrultusuna dik yönde tamamen eğimsiz olması, sulama doğrultusunda ise eğimsiz olması ya da tava boyunca eğim nedeniyle oluşacak yükseklik farkının, uygulanacak net sulama suyu miktarının yarısını geçmemesi gerekmektedir.

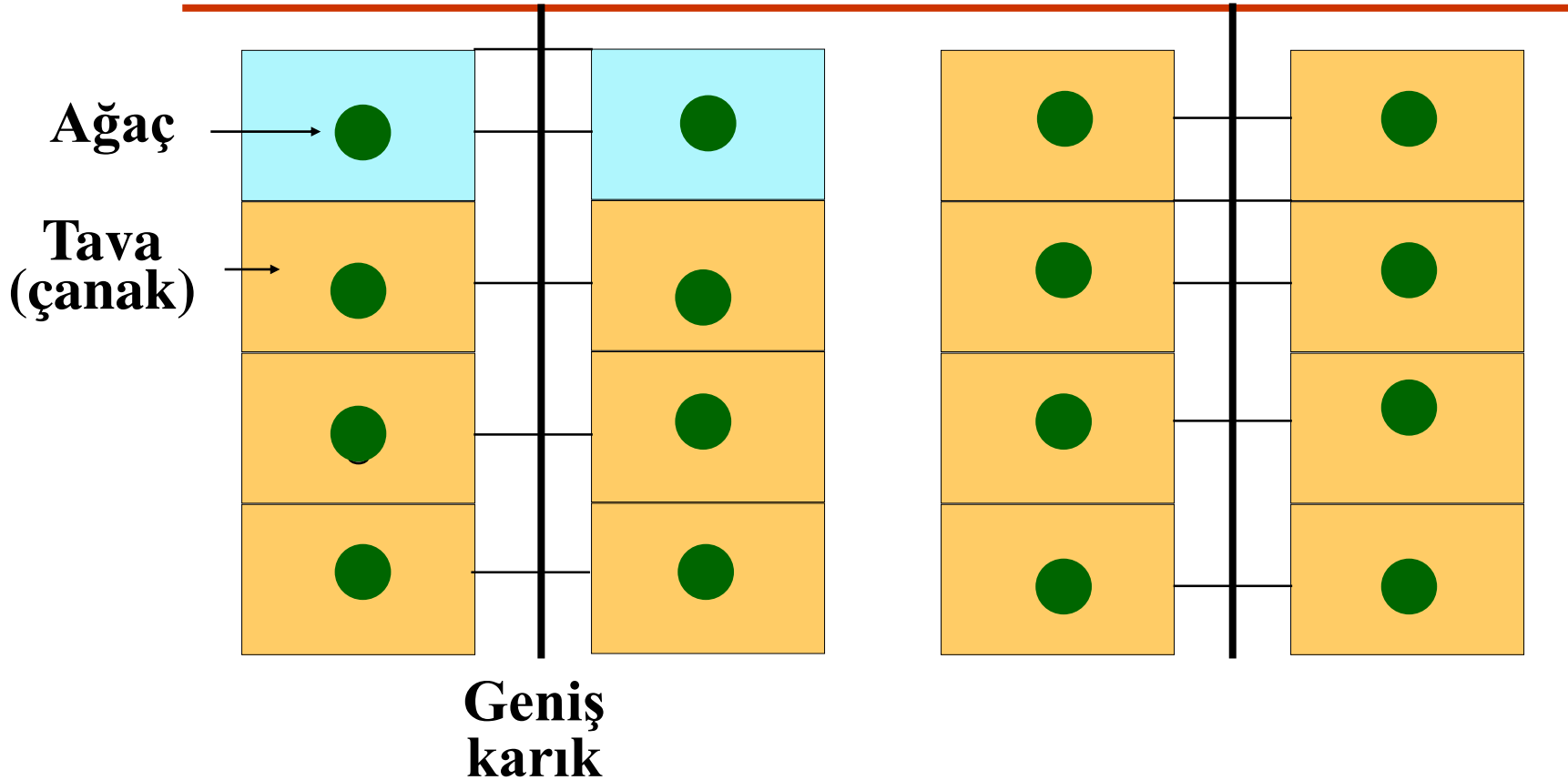
Tava sulama yönteminin uygulanacağı koşullar

- Tava sulama yöntemi eğimsiz ya da çok düşük eğimdeki arazide, her tavanın özel olarak tesviye edilmesi koşuluyla uygulanabilir.
- Tava sulama yönteminde, düşük maliyetle yüksek sulama randımanı elde edilebilir. Kalifiye işçiye gerek yoktur. İyi tesviye yapılırsa tava büyüklükleri 160 da kadar olabilmektedir.
- Büyük boyutlu tavalar genellikle sebzelerin sulanmasında kullanılır. Meyve bahçelerinde bir yada birkaç ağaca hizmet edecek biçimde küçük boyutlu tavalara oluşturulur.
- Su alma hızı çok yüksek hafif bünyeli topraklar ile su alma hızı çok düşük kaymak tabakası bağlama özelliğindeki kil oranı yüksek topraklarda tava sulama yöntemi uygulanmaz.

Tava sulama yönteminin meyve ağaçlarına uygulanması

Suyun tavalarda kısa sürede göllendirilmesi için tava debisi yüksek olmalıdır. Su kaynağının debisi 30 L/s'den küçükse yöntemin uygulanması güçleşir.

Tarlabası kanalı



Tava sulama yönteminin üstünlükleri

- Yüzey akış olmadığı için yüzey drenaj kanallarına gerek yoktur. Bu nedenle sistem maliyeti düşük olur.
- Kontrollü sulama ile derine sızan su miktarı azaltılabilir. Yüzey akışı olmadığı için yüksek su uygulama randımanı elde edilir.
- Kalifiye işçiye gerek yoktur.
- İyi tesviye yapılırsa tava büyüklüğü 160 da kadar olabilmektedir.
- Yağışlarda en üst düzeyde yararlanılabilir.
- Tuzlu topraklar etkin bir biçimde yıkanabilir.

Tava sulama yönteminin uygulanmasını kısıtlayan faktörler

- Tavalar eğimsiz olacağından arazi tesviyesi gerekir.
- Derine sızmayı önlemek için kontrollü sulama yapmak gerekir. Aksi takdirde toprak altı drenaj sistemi kurmak gerekir. Bu da sistem maliyetini arttırır.
- Tava debisi yüksek olduğundan tava başında erozyonu önlemek için özel yapılar gerekebilir.
- Meyve bahçelerinde uygulanan küçük boyutlu tavalarda için özel bir tasarıma gerek yoktur. Tavalarda eğimsiz olması ve tava içerisinde kısa sürede uygulanacak net sulama suyu kadar derinliğin elde edilmesi yeterlidir.

Tava sulama yönteminin uygulanmasını kısıtlayan faktörler

- Tarla bitkilerinin sulanmasında kullanılan büyük boyutlu tavaların tasarımı için özel eşitlikler kullanılır.
- Tava sulama yönteminde tava uzunluğu, en çok maksimum akış uzunluğu kadar alınabilir.
- Tava eni ise en çok tava uzunluğu kadar olabilir. Tava eni zorunlu olmadıkça 40m'den daha kısa olmamalıdır.
- Tava sulama yönteminde su uygulama randımanı en az %80 olmalıdır. Aksi durumda derine sızan su miktarı artar ve toprak altı drenaj sistemi gerekebilir.

Uzun tava sulama yöntemi

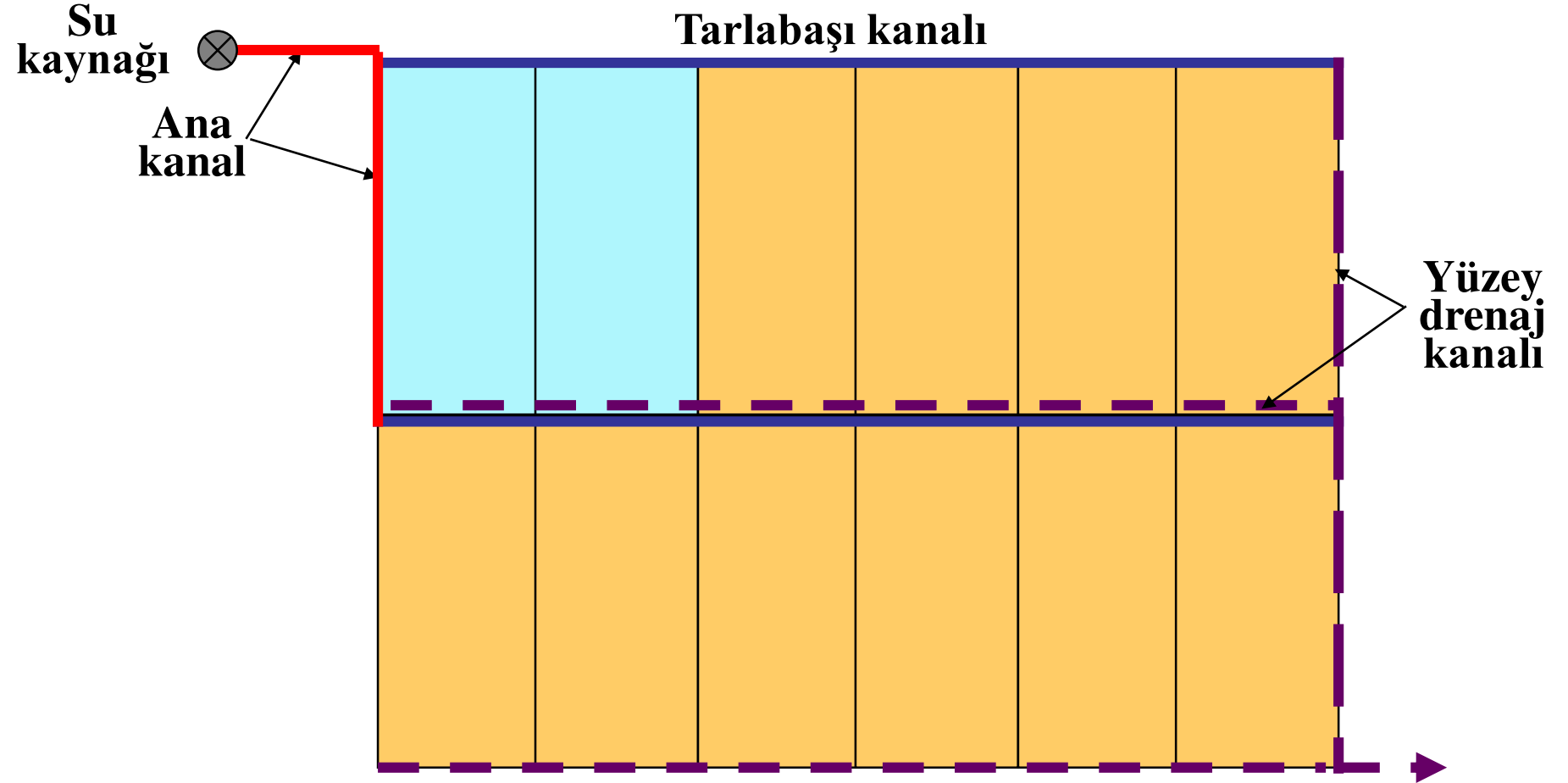
Uzun tava sulama yönteminde, tarla parseli hakim eğim doğrultusunda paralel seddeler yapılarak dar ve uzun şeritlere bölünür.

Bu arazi şeritlerine uzun tava ya da border denilir.

Bu yöntemde tava sulamada olduğu gibi tavalarda su göllendirilmez.

Tava sonu açık olur ve tavadan çıkan su bir yüzey drenaj kanalı ile uzaklaştırılır.

Uzun tava sulama yöntemi





Uzun tava sulama yöntemi

Uzun tava boyunca su, toprak yüzeyinde ince bir katman oluşturacak biçimde ilerler.

Gerekli sulama suyu miktarı, suyun hem ilerlemesi hem de tavaya su verme işlemi durdurulduktan sonra geri çekilmesi sırasında infiltrasyonla toprağa sızarak bitki kök bölgesinde depolanır.

Tava sulama yönteminde su tava içerisinde göllendirilmesine karşın, uzun tava sulama yönteminde gölendirme söz konusu değildir. Tava sonu açıktır, uygulanan suyun belirli bir kısmı tavadan çıkar, çıkan su yüzey drenaj kanalı ile uzaklaştırılır.

Uzun tava sulama yönteminin uygulanacağı koşullar

- Uzun tava sulama yöntemi; genellikle kök boğazının ıslatılmasından kaynaklanan hastalıklara duyarlı olmayan sık ekilen ya da dikilen hububat, yem bitkileri, çayır-mera gibi bitkilerle meyve ağaçlarının sulanmasında kullanılır.
- Bu tip bitkilerin sulanmasında; arazi eğimsizse tava sulama yöntemi, sulama doğrultusunda eğim varsa uzun tava sulama yöntemi tercih edilmektedir.
- Uzun tava sulama yöntemi, su alma hızı nispeten düşük, kullanılabilir su tutma kapasitesi yüksek topraklarda uygulanabilir.

Uzun tava sulama yönteminin uygulanacağı koşullar

- Tava sulama yönteminde olduğu gibi, su alma hızı yüksek hafif bünyeli topraklarla, kaymak tabakası bağlama özelliğindeki ağır bünyeli topraklarda kullanılmaz.
- Sulama doğrultusuna dik yönde, başka bir deyişle tava eni boyunca arazinin eğimsiz olması gerekir.
- Sulama doğrultusunda eğimin %3'den fazla olması istenmez.
- Bu nedenle uzun tava sulama yönteminde tavalar oluşturulduktan sonra, her tava eni boyunca eğimsiz olacak biçimde tesviye makinaları ile düzeltilir.

Uzun tava sulama yönteminin üstünlükleri

- İlk tesis masrafları düşüktür.
- Her tavanın ayrı tesviyesi ile tesviye masrafları minimum düzeyde tutulabilir.
- Yüzey drenajın kritik olduğu koşullarda, iyi bir yüzey drenajı yapılabilir.

Uzun tava sulama yönteminin uygulanmasını kısıtlayan faktörler

- Sulamaya dik yönde tava eni boyunca eğimsiz olacağından özel arazi tesviyesini gerektirir.
- Yüzey akışı azaltarak, su uygulama randımanını artırmak için iyi bir planlama ve kontrollü sulama şarttır.
- Yüzey akış olduğu için yüzey drenaj kanalları gerekir, bu da maliyeti arttırır.
- Tava başlangıcında erozyonu önlemek için özel yapılar gerekebilir.

Uzun tava sulama yönteminin uygulanmasını kısıtlayan faktörler

- Birim tava debisi, 1m tava genişliği için istenen debidir. Tava debisinin tava enine bölünmesiyle elde edilir.
- Tava uzunluğu maksimum akış uzunluğuna eşit yada küçük olacak şekilde seçilir.

Karık sulama yöntemi

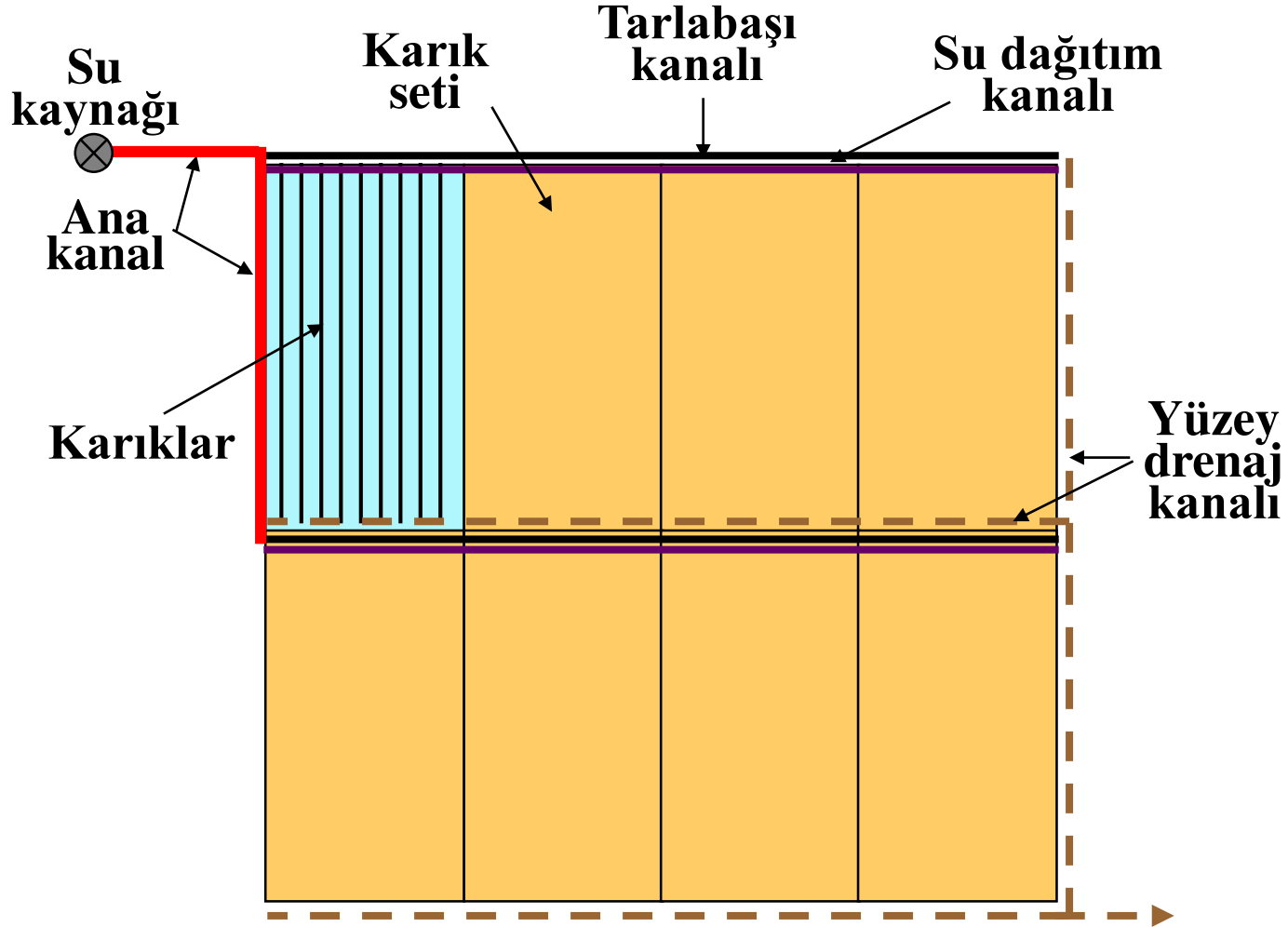
Karık sulama yönteminde, bitki sıraları arasına karık adı verilen küçük yüzlek kanallar açılır ve yüzlek kanallara su verilir.

Su karık boyunca ilerlerken bir yandan da infiltrasyonla toprak içerisine sızar ve bitki kök bölgesinde depolanır.

Sulama sırasında çok sayıda karığa su verilir. Aynı anda su verilen karık sayısı **karık setini** oluşturur.

Açık karıklarda, karıktan çıkan su, bir yüzey drenaj kanalı ile uzaklaştırılır ya da tekrar sulamada kullanılır.

Karık sulama yöntemi





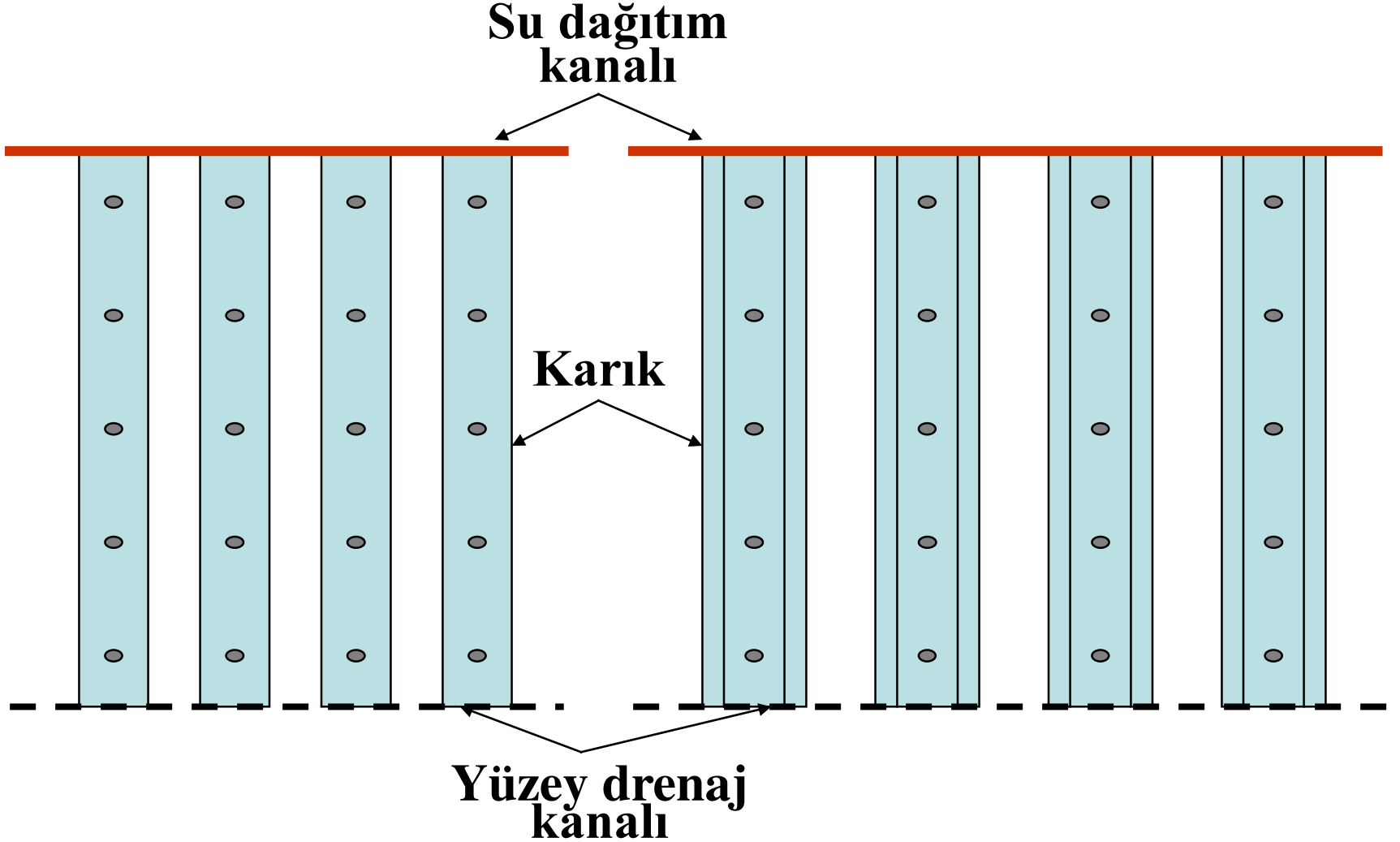
Karik Sifonu







Karık sulama yönteminin meyve ağaçlarına uygulanması



Karık Sulama yönteminin uygulanacağı koşullar

- Karık sulama yöntemi, sıraya ekilen ya da dikilen bitkilerle, meyve ağaçları ve bağın sulanmasında kullanılır.
- Yöntem bitki kök boğazının ıslatılmasından zarar gören bitkilerin sulanmasına çok uygundur. Bunun nedeni bitkilerin karıklar arasındaki sırtlarda yetiştirilmesi ve bitki kök boğazının ıslatılmamasıdır.
- Karık sulama yöntemi, kullanılabilir su tutma kapasitesi yüksek, orta ve ağır bünyeli topraklarda kullanılır. Kaymak tabakası bağlama özelliğindeki ağır bünyeli topraklar için uygulanabilecek tek yüzey sulama yöntemidir. Yöntem, su alma hızı yüksek hafif bünyeli topraklarda karık boyları kısa olacağından tercih edilmez.

Karık Sulama yönteminin uygulanacağı koşullar

- Karık sulama yöntemini **tuzlu topraklarda uygulamamak gerekir.**
- Bunun nedeni, suyun yanal doğrultuda da toprak içerisine sızması ve nemin kapilarite ile karıklar arasındaki sırtlarda toprak yüzeyine doğru yükselmesidir.
- Suyun bu hareketi sırasında, su içerisinde erimiş tuzlar karık sırtlarına taşınır ve burada birikir.
- Bitkiler karıklar arasındaki sırtlarda yetiştirildiğinden tuzdan zarar görürler.

Karık Sulama yönteminin uygulanacağı koşullar

- Karık sulama yönteminde, sulama doğrultusundaki eğimin genellikle %1'den az olması istenir.
- Yağış nedeniyle oluşan erozyon tehlikesinin bulunmadığı yerlerde eğim %3'e kadar çıkabilir.
- Sulama doğrultusuna dik yönde eğim %15'e kadar olabilir. Bu koşulda karıklar tesviye eğrilerine paralel açılır, bunlara **tesviye eğrili karık** denir.

Karık Sulama yönteminin uygulanacağı koşullar

- Karık sulama yönteminde, hafif bünyeli topraklarda suyun derine hareketi fazla yanıl hareketi daha azdır. Ağır bünyeli topraklarda ise suyun yanıl hareketi fazla, derine hareketi azdır.
- Suyun yanıl hareketinin az olduğu hafif bünyeli topraklarda, karık aralığı geniş alınırsa, karıklar arasında ıslatılmayan alan kalabilir.
- Uygulamada genellikle, bitki sıra aralığı 0.50 m ve daha fazla ise her bitki sırası için bir karık açılır. Bitki sıra aralığının daha dar olması koşulunda, karıklar arasındaki yastıklarda iki ya da daha çok bitki sırası olur ya da her bitki sırası için çizili adı verilen küçük karıklar açılır. Çizilerin karıklardan farkı, debilerinin az boylarının daha kısa olmasıdır.

Karık Sulama yönteminin uygulanacağı koşullar

- Meyve ağaçları ve bağların sulanmasında her ağaç sırası için birden fazla karık açılır.
- Genç meyve ağaçlarında ya da dar ağaç aralığı koşulunda her sıraya iki karık, olgun meyve ağaçlarında ya da geniş ağaç aralığı koşulunda her sıraya ikiden fazla karık planlanabilir.
- Karık debileri düşük olduğundan, tava ve uzun tava sulama yöntemlerinin aksine tarlabaşı kanalında 10-15 L/s debi olması koşulunda bile uygulanabilir.

Karık Sulama yönteminin üstünlükleri

- İlk tesis masrafları düşüktür.
- Sistem tasarımı, tertibi ve sulama uygulamaları değiştirilmeden farklı özellikteki birçok bitki yetiştirilebilir.
- İyi bir arazi tesviyesi ve sulama işletmeciliği ile yüksek su uygulama randımanı elde edilebilir.
- Her karık seti ayrı ayrı tesviye edilerek birim alan kazı miktarı azaltılabilir. Böylece tesviye maliyeti düşer.
- Bitki kök boğazı su ile temasta olmadığından, kök boğazının ıslatılmasından kaynaklanan hastalıklara duyarlı bitkilerin tarımı emniyetle yapılabilir.
- Kaymak tabakası bağlayan ve çatlaklar oluşturan ağır bünyeli topraklarda emniyetle uygulanabilir.

Karık Sulama yönteminin uygulanmasını kısıtlayan faktörler

- Açık kanallarda karıktan çıkan suyu uzaklaştırmak için yüzey drenaj kanalları gerekir.
- Karıklardan çıkan suyu azaltmak için önlem alınmadığında su uygulama randımanı düşük olur.
- Eş su dağılımı elde etmek için arazi tesviyesi gerekir. Her kariğa eşit düzeyde su vermek için her karık setinin başlangıcına dağıtım kanalları yapılır ya da delikli boru hatlarının tesisi gerekir.
- Karık sırtlarında biriken tuz, toprak tuzluluğuna duyarlı bitkiler için sorun olabilir.
- Yağışın yüzey akışı oluşturduğu koşullarda, yüzey akışı karıklarda birikir ve erozyon sorununu arttırabilir.

Karık tipleri

Karık sonunun açık ya da kapalı olmasına göre;

- Sabit debili açık karıklar
- Değişken debili açık karıklar
- Kapalı karıklar

Sabit debili açık karıklar

- Sabit debili açık karıklarda; sulama süresi boyunca kırığa sabit debide su verilir, karık sonu açıktır.
- Sulama doğrultusunda eğimin olduğu ve karıklardan çıkan suyun yeniden sulamada kullanıldığı koşullarda uygulanır.
- Karıklardan çıkan su miktarı çok fazladır, karıklardan çıkan su yeniden sulamada kullanılmazsa sulama randımanı çok düşük olur.

Değişken debili açık karıklar

- Sulama doğrultusunda eğim varsa ve karıklardan çıkan suyun tekrar sulamada kullanılması olanağı yoksa değişken debili açık karıklar seçilir.
- Bu tip karıklarda karık sonu açıktır.
- Karıklara verilen su karık sonuna ulaşınca karık debisi yarıya düşürülür.
- Böylece sulama süresi boyunca karıklardan çıkan su miktarı azaltılmış ve su uygulama randımanı arttırılmış olur.

Kapalı karıklar

- Sulama doğrultusunda eğimin olmadığı, ya da karık uçları arasındaki yükseklik farkının net sulama suyu derinliğini aşmadığı koşullarda uygulanır.
- Karık sonları kapalıdır. Dolayısıyla karıklardan su çıkışı mümkün değildir. Bu tip karıklarda yapılan sulamaya karıklarda göllendirme yöntemi denilmektedir.
- Açık karıklara göre su uygulama randımanı daha yüksek karık boyları daha kısadır.
- Karıklardan su çıkışı olmadığı için yüzey drenaj kanallarına ihtiyaç yoktur.

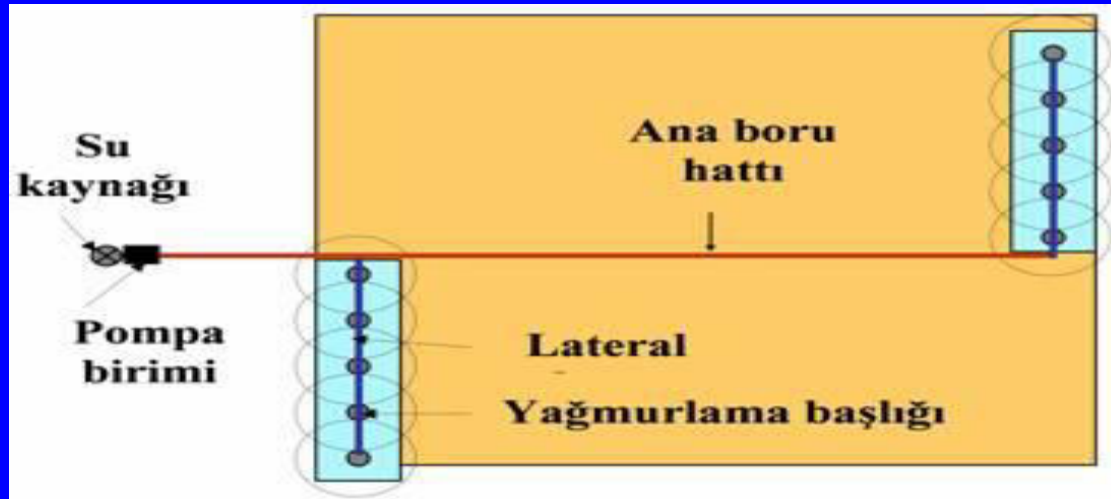
YAĞMURLAMA SULAMA YÖNTEMİ



Prof.Dr.Belgin ÇAKMAK

YAĞMURLAMA SULAMA YÖNTEMİ

- Sulama suyu borularla araziye iletilir ve borular üzerindeki yağmurlama başlıklarından yüksek basınçla atmosfere püskürtülür. Su buradan toprak yüzeyine düşer ve infiltrasyonla toprak içerisine sızarak kök bölgesinde depolanır.
- Yağmurlama sulama yöntemi, yapraklarının ıslanmasından kaynaklanan hastalıklara duyarlı bitkiler dışındaki tüm bitkilerin sulanmasında kullanılabilir.
- Yöntem özellikle yüzey sulama yöntemlerinin uygulanamadığı su alma hızı yüksek hafif bünyeli topraklarla, eğimi yüksek ya da dalgalı topografyaya sahip alanların sulanmasında çok uygundur. Yağmurlama sulama sistemlerinde, yüzey sulama sistemlerine oranla su kaybı daha az ve sulama randımanı daha yüksektir.



Yağmurlama Sulama Yöntemi

- Yaprakların ıslanmasından kaynaklanan hastalıklara duyarlı olmayan bitkilerde,
- Her türlü toprak bünye sınıfında, özellikle yüzey sulama yöntemlerinin uygulanamadığı su alma hızı yüksek hafif bünyeli topraklarda,
- Eğimi yüksek ya da dalgalı topografyaya sahip alanlarda, kullanılabilir.

Yağmurlama Sulama Yönteminin Yüzey Sulama Yöntemlerine Olan Üstünlükleri

- Yüzeyi düzgün olmayan tarım alanlarının tesviyesine gerek yoktur.
- Su alma hızı yüksek hafif bünyeli topraklarda, yüksek su uygulama randımanı sağlanır.
- Geçirimsiz tabaka ya da taban suyunun yakın olduğu yüzlek topraklarda, taban suyu oluşturmadan ya da taban suyunu yükseltmeden kontrollü bir sulama yapılabilir.
- Sulanan arazinin her yerinde daha eş bir su dağılımı sağlandığından, bunun yanında yüzey akışı olmadığından, su uygulama randımanı genellikle daha yüksektir. Ayrıca, su iletimi basınçlı boru hatları ile yapıldığından iletim kayıpları yoktur. Bunların sonucunda, sulama randımanı daha yüksek olur. Bu ise, birim alan sulama suyu ihtiyacını ve sistem debisini azaltır. Özellikle, kısıtlı su kaynağı koşullarında mevcut su ile daha geniş alan sulanabilir.

Yağmurlama Sulama Yönteminin Yüzey Sulama Yöntemlerine Olan Üstünlükleri

- Koşullara uygun bir projelendirme ve uygulama ile erozyon sorunu ortadan kalkar.
- Boru hatları gömülü olduğundan ya da yüzeyde serili ise açık kanallara oranla daha az yer kapladığından tarım dışı alan daha azdır ve makinalı tarımsal işlemler daha kolaylıkla yapılabilir.
- Sulama kolaylıkla yapılır ve işçilik masrafları azalır.
- Bitki besin maddeleri ve tarım ilaçları sulama suyu ile birlikte verilebilir.
- Ekonomik değeri yüksek bazı sebzeler ve meyve ağaçları dondan korunabilir.

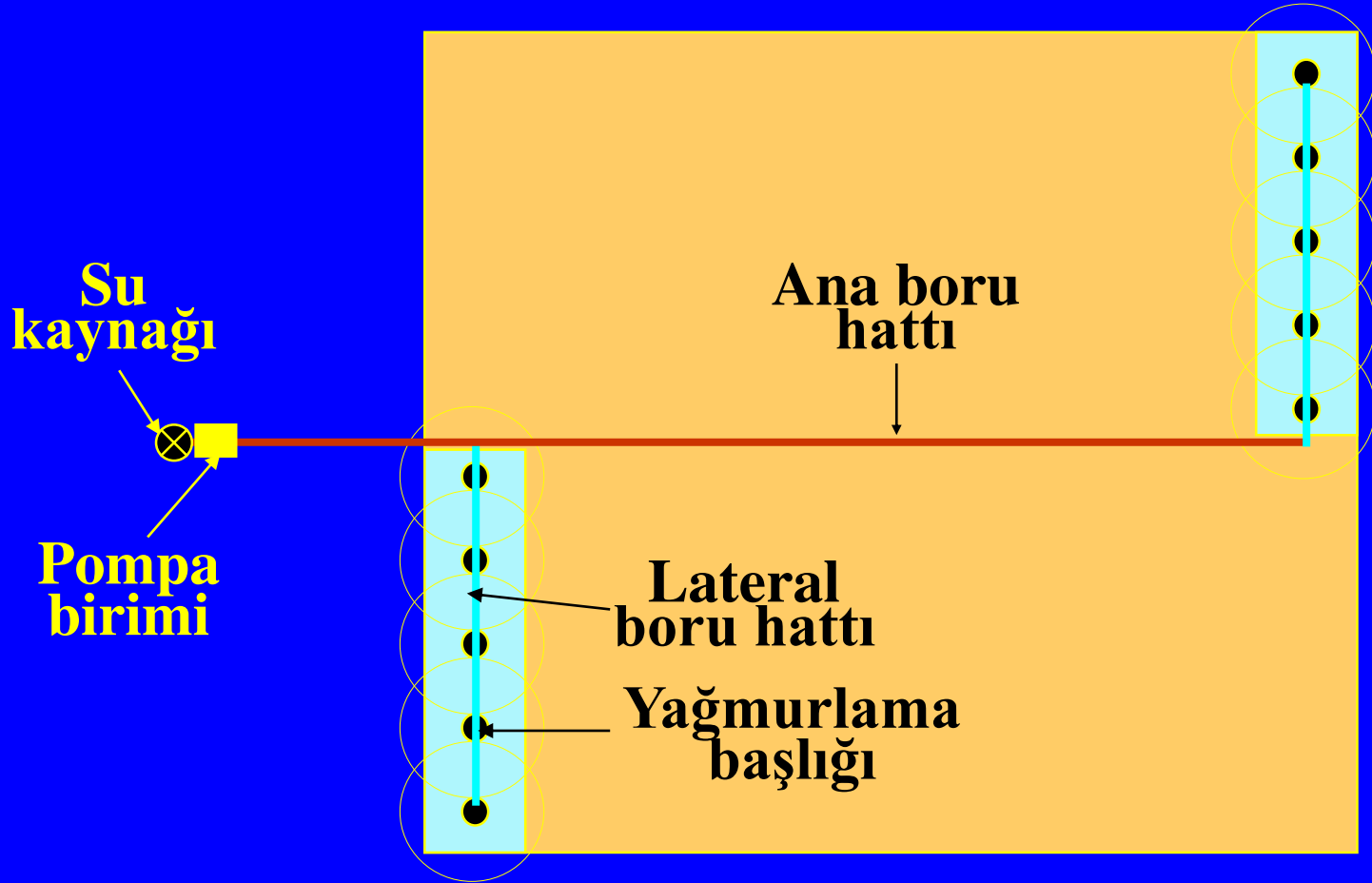
Yağmurlama Sulama Yönteminin Uygulanmasını Kısıtlayan Faktörler

- Yağmurlama sulama sistemlerinin ilk yatırım masrafları yüksektir.
- Gerekli işletme basıncını sağlamak için genellikle bir pompa birimine, dolayısıyla sürekli enerjiye gereksinim vardır. Bu da işletme masraflarını arttırmaktadır.
- Yüksek rüzgar hızı ve esme süresinin fazla olması suyun dağılımını olumsuz yönde etkiler. Sulamanın, rüzgar hızının düşük olduğu saatlerde yapılması ya da lateral boru hatlarının etken rüzgar yönüne dik olacak biçimde yerleştirilmesi yoluyla bu sorun belirli oranda azaltılabilir.

Yağmurlama Sulama Yönteminin Uygulanmasını Kısıtlayan Faktörler

- Yüksek sıcaklık buharlaşma kayıplarını artırır ve dolayısıyla su uygulama randımanı düşer. Gündüz sıcaklığı yüksek olan yörelerde sulamanın gece yapılmasıyla bu sorun belirli ölçüde ortadan kaldırılabilir.
- Bitkilerin tozlaşma döneminde yapılan sulama meyve bağlama oranını azaltır ve verim düşer. Bu nedenle, tozlaşma döneminde sulama yapılmayacak biçimde sulama programı uygulanmalıdır.
- Bitki yaprakları ıslatıldığından, bazı bitki hastalıkları yayılma eğilimi gösterebilir. Bu nedenle, yağmurlama yöntemini, yaprakların ıslanmasından kaynaklanan hastalıklara duyarlı bitkilerin sulanmasında kullanmak genellikle doğru olmaz.

Yağmurlama sulama sisteminin unsurları



- **Pompa birimi**

Gerekli işletme basıncını sağlar

Elektrik motorlu pompalar, işletme ve bakım kolaylığı açısından diesel motorlu pompalara tercih edilir.

- **Akarsu, göl, kanal, keson kuyu gibi su kaynaklarında santrifüj tipi pompalar,**
- **Derin kuyularda, derin kuyu pompaları ya da dalgıç tipi pompalar,**
- **Elektrik enerjisinin bulunduğu koşullarda elektrik motorlu pompalar, bulunmadığı koşullarda ise diesel motorlu pompalar seçilir.**

Ana ve lateral boru hatları;

- yüzeye serildiğinde, alüminyum yada sert PE,
- gömülü olduğunda sert PVC borulardan oluşturulur.

Yağmurlama başlıkları

İşletme basıncı : **Başlık meme çıkışında istenen basınçtır.**

Yağmurlama Başlıklarının Sınıflandırılması

1) Ekseni Etrafında
Dönmesine Göre

- Sabit (sprey) tipte
- Döner tipte

2) Dönme Hızına
Göre

- Yavaş dönen
- Hızlı dönen

3) İşletme Ba-
Sıncına Göre

- Düşük basınçlı
(<2 atm)
- Orta basınçlı
(2-4 atm)
- Yüksek basınçlı
(4-6 atm)
- Çok yüksek basınçlı
(>6 atm)

4) İşlevlerine
Göre

- Tarla tipi:
Püskürtme açısı 30°
– 33°
- Bahçe tipi:
Püskürtme açısı 10°
– 12°

YAĞMURLAMA SULAMA SİSTEM TİPLERİ

1) HİZMET GÖTÜRÜLEN ALANA GÖRE

- Tarla sistemleri
- Çiftlik sistemleri
- Toplu sistemler

2) TESİS VE İŞLETME DURUMUNA GÖRE

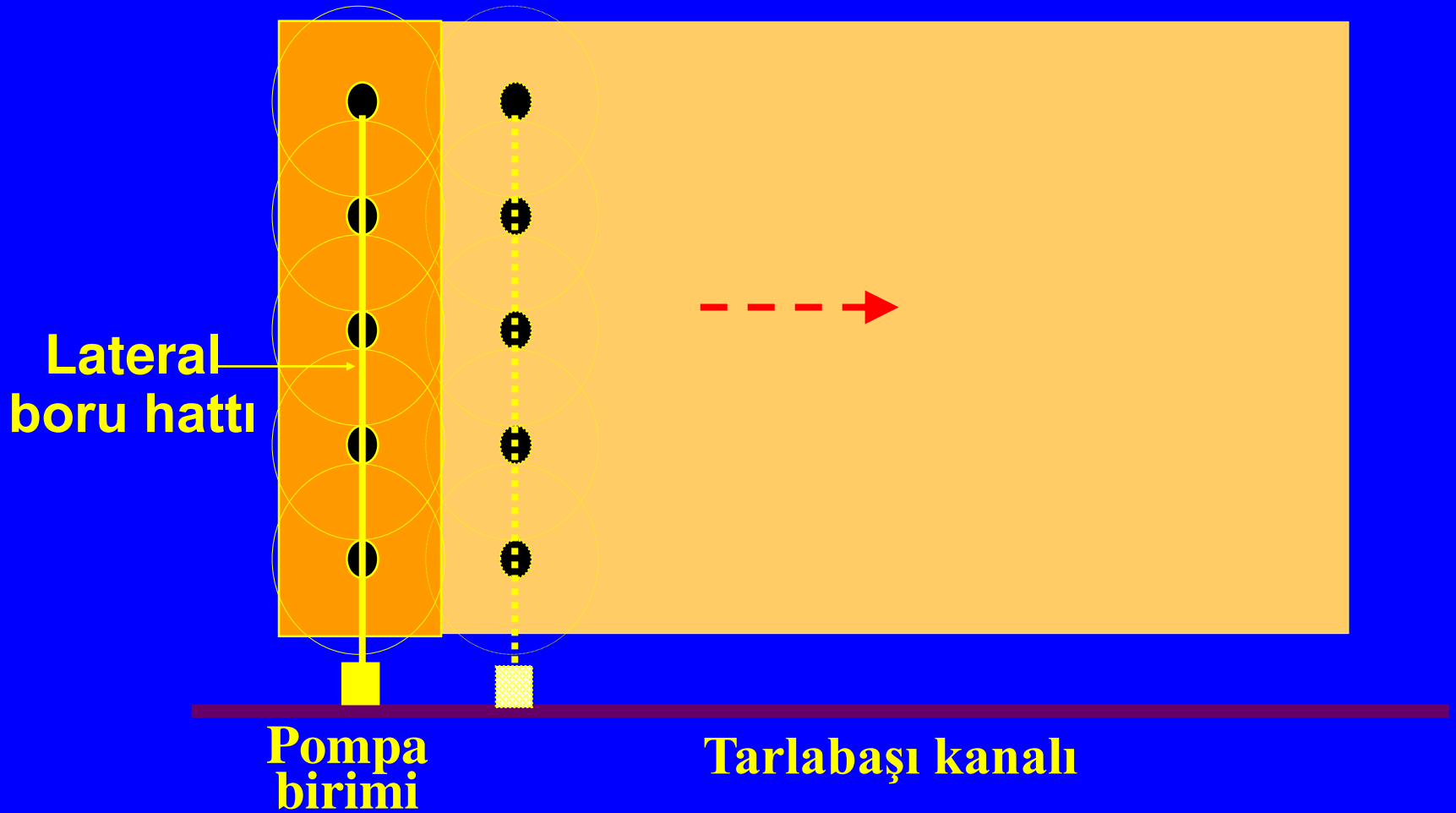
- Taşınabilir sistemler
- Yarı sabit sistemler
- Sabit sistemler

3) SUYUN BİTKİYE VERİLİŞ BİÇİMİNE GÖRE

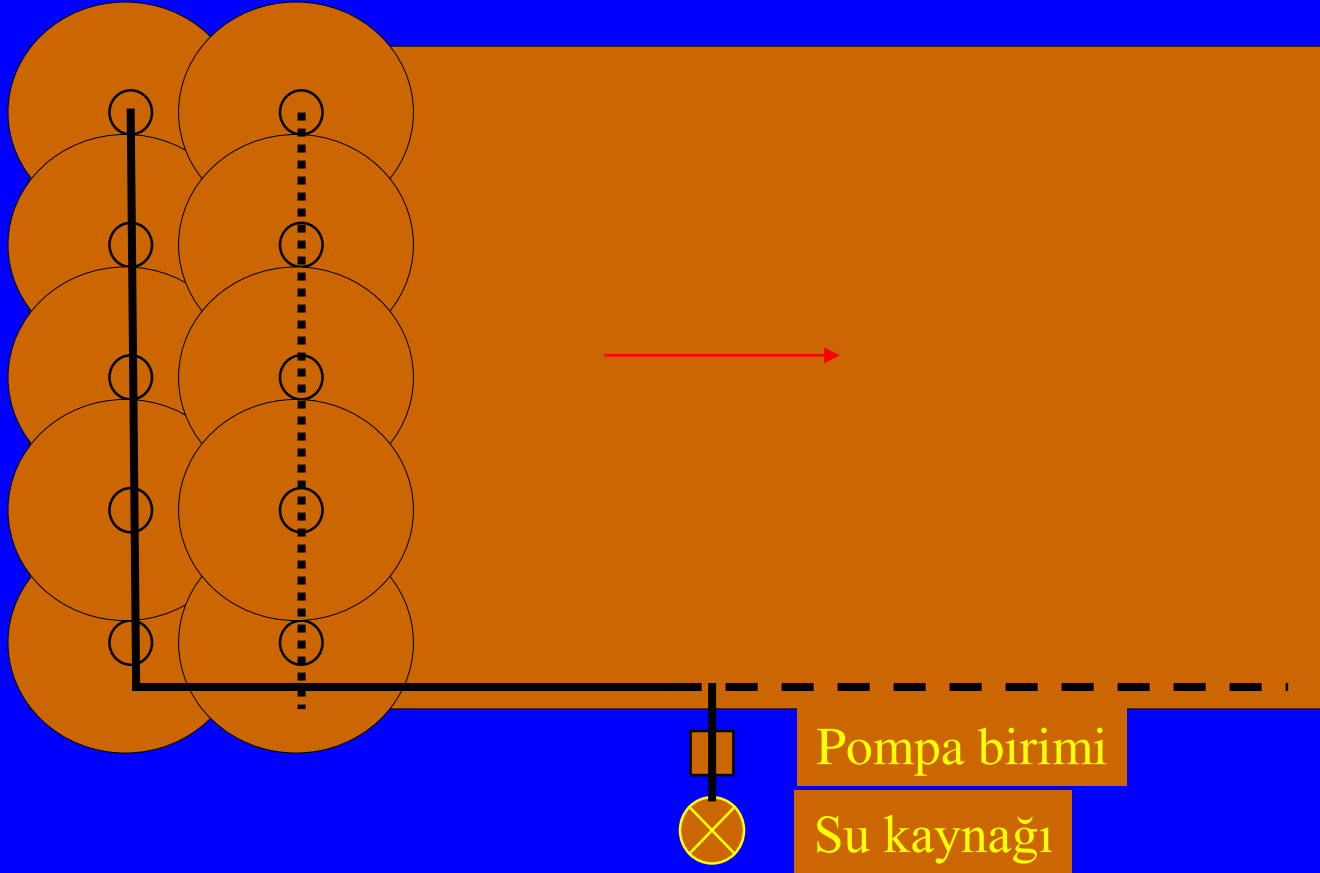
- Bitki üstü yağmurlama sistemleri
- Ağaç altı yağmurlama sistemleri

Tesis ve İşletme Durumuna Göre Yağmurlama Sistem Tipleri

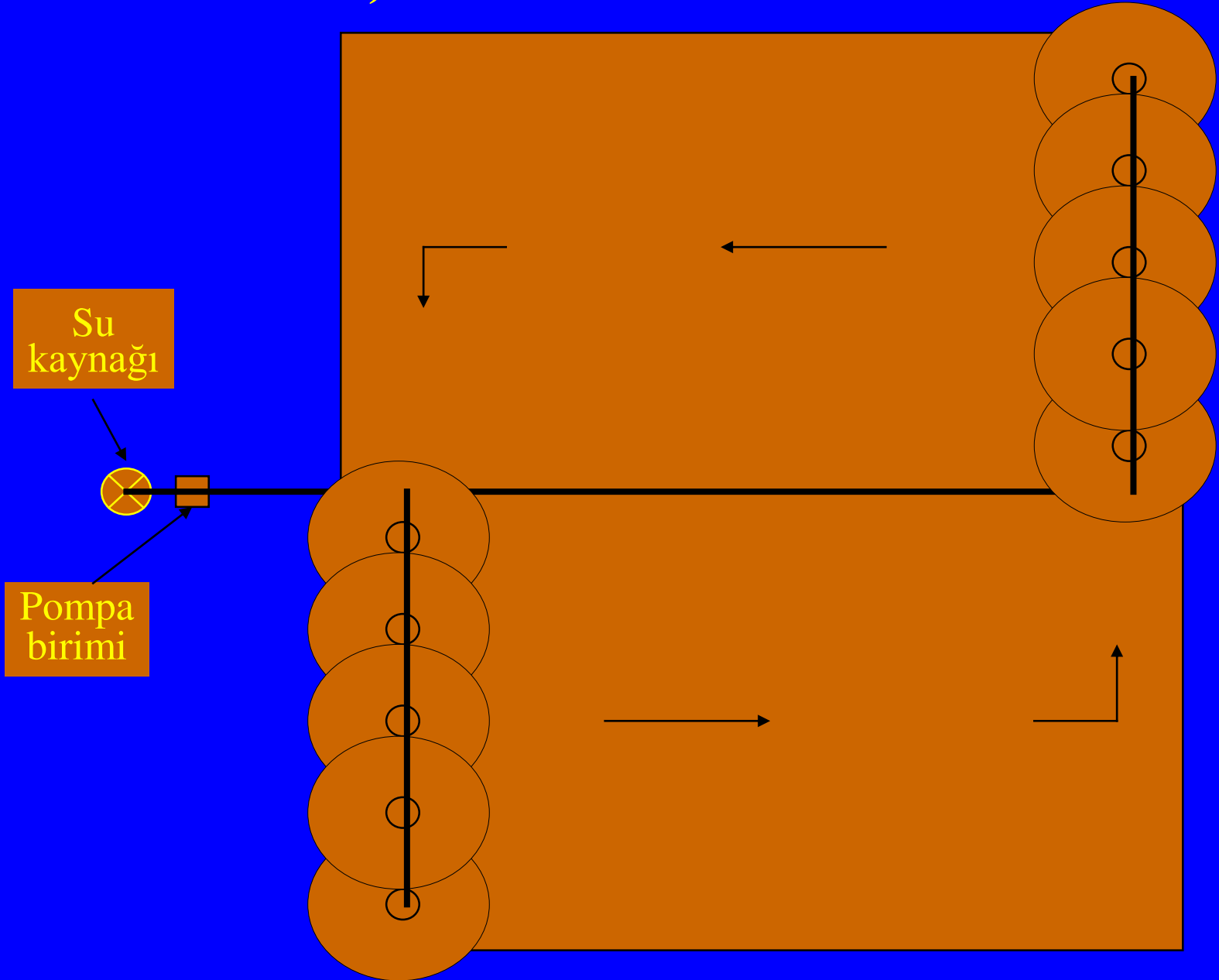
1) Taşınabilir sistemler (pompa hareketli)



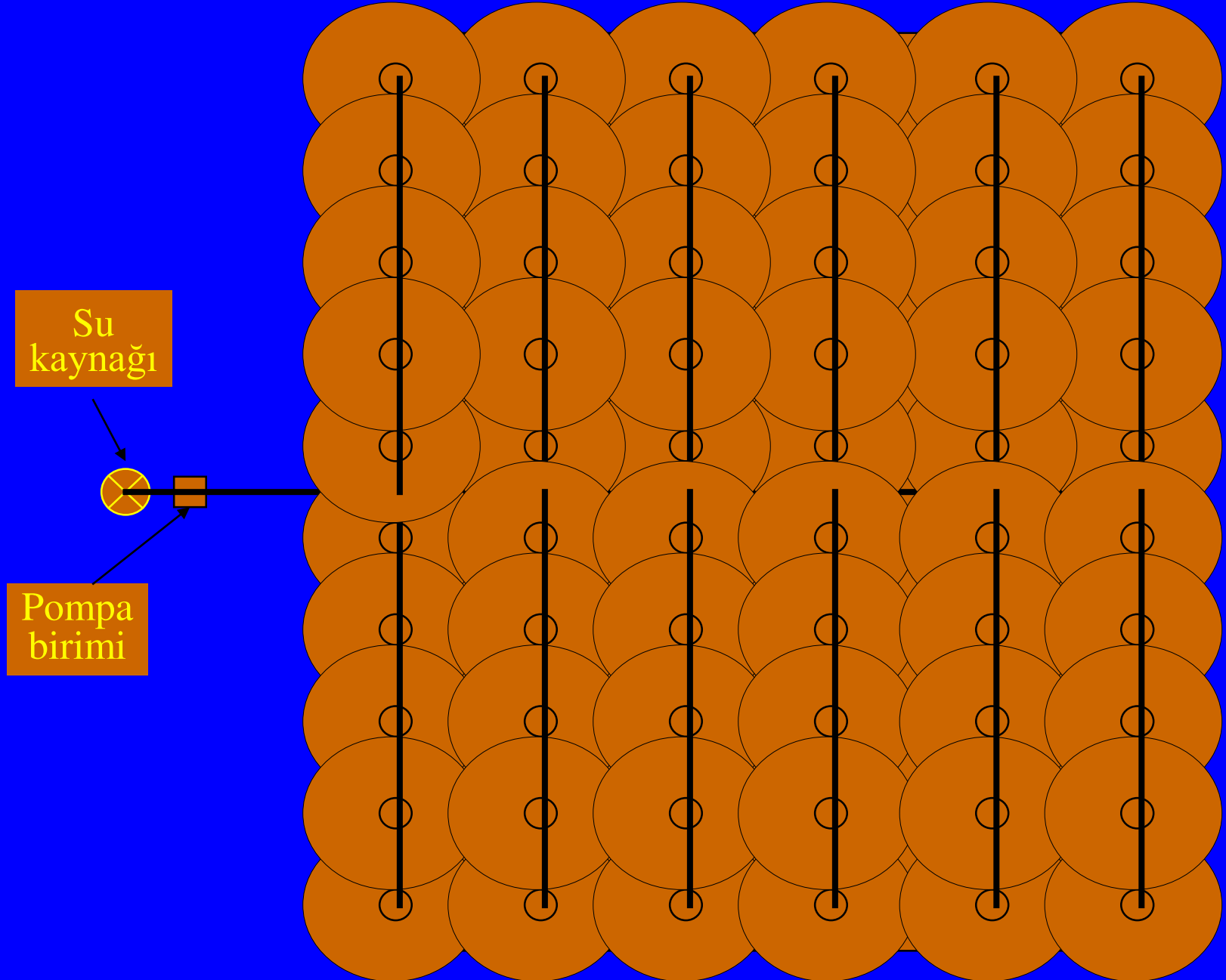
1) Taşınabilir sistemler (pompa sabit)



2) Yarı sabit sistemler



3) Sabit sistemler

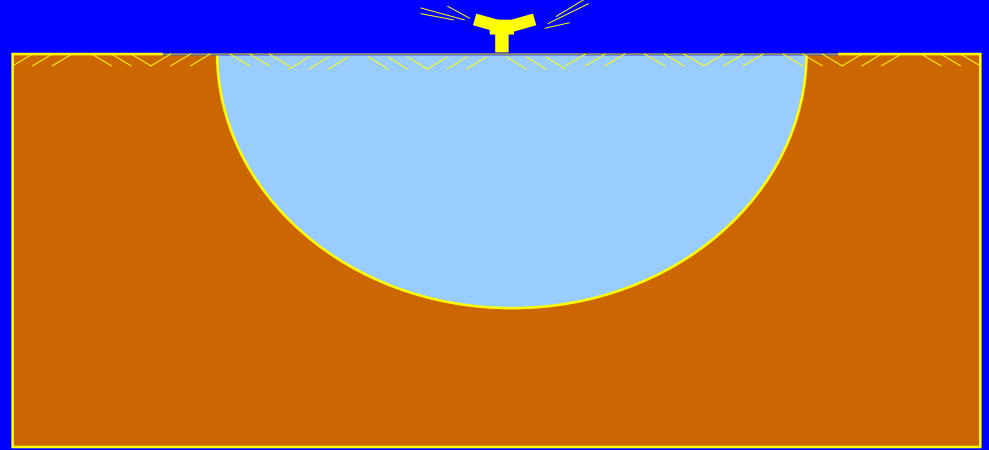
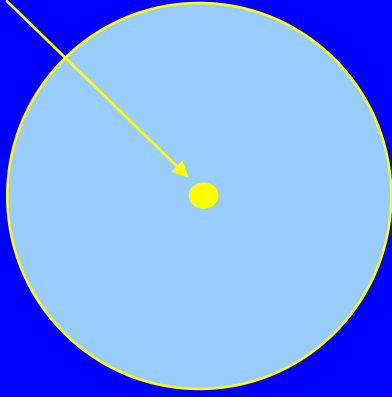


Yağmurlama Sulama Sistemlerinin Tertiplenmesi

- Yağmurlama başlıkları
 - Dikdörtgen ya da kare biçiminde tertiplenir.
- Lateral boru hatları
 - Eğimsiz ya da bayır aşağı eğimde
 - Uzunluk 250 m
 - Etken rüzgar yönüne dik
 - Laterallerin ana hat boyunca hareketi en az işgücüne gerek göstermeli
- Ana boru hattı
 - Laterallere dik olmalı
 - Laterallere iki yönde hizmet etmeli
- Sistemin tertibi
 - Maliyeti en az kılmalı

Yağmurlama başlıklarında su dağılımı

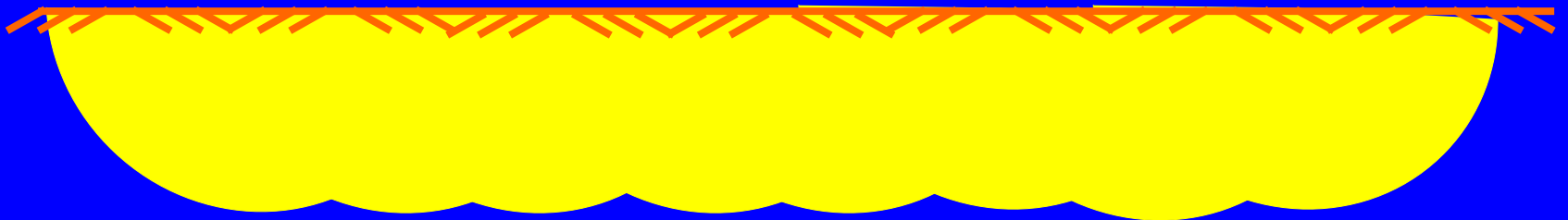
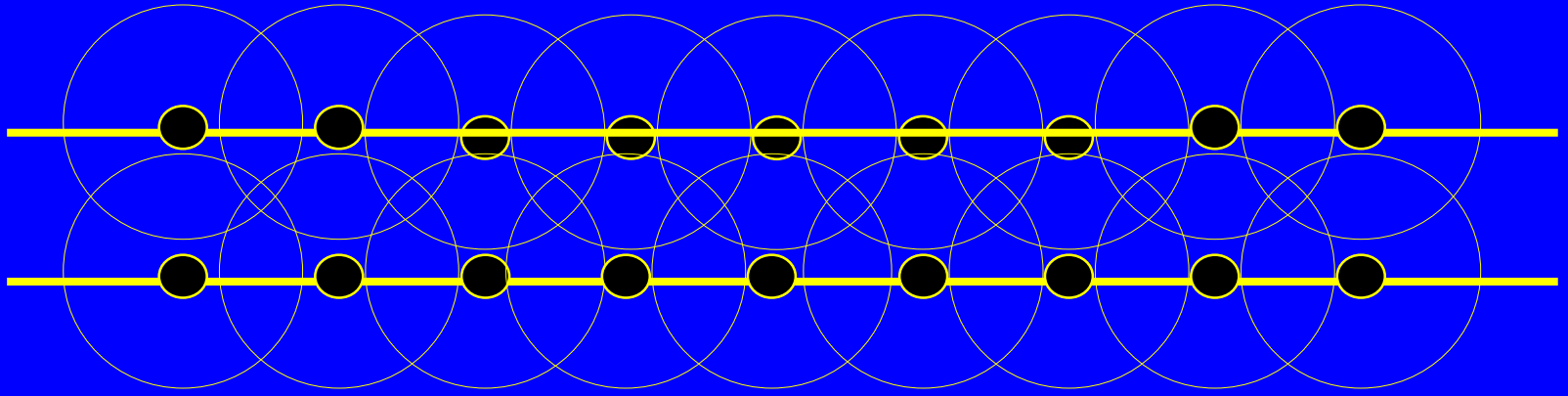
Yağmurlama başlığı



Islatma alanı

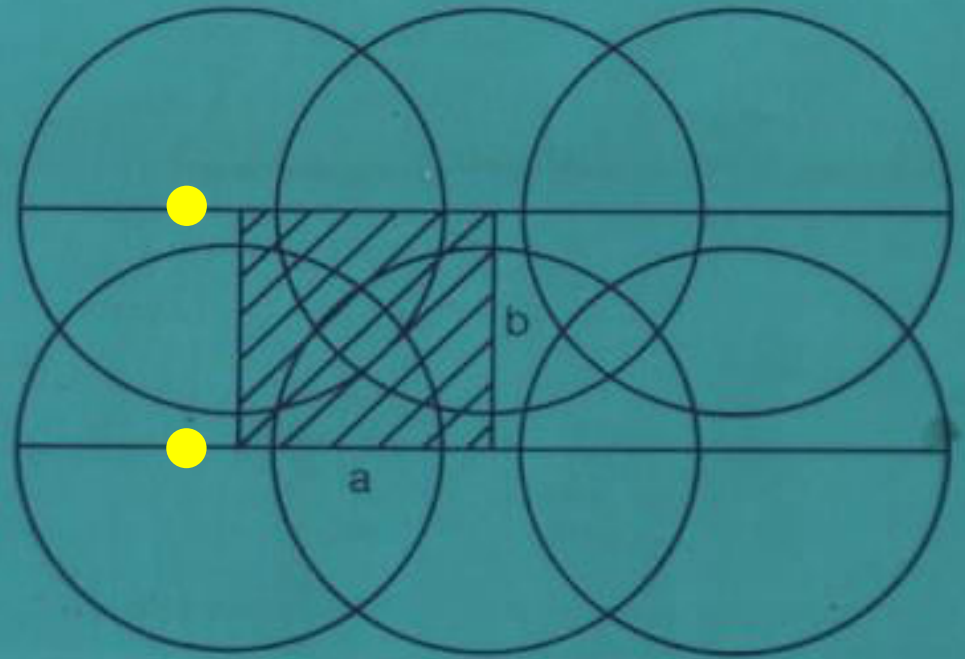
Su dağılım eğrisi

Yağmurlama başlıkları daire biçiminde bir alanı ıslatırlar, buna **ıslatma alanı** denir. Islatma alanının kesitine de **su dağılım eğrisi** denir.

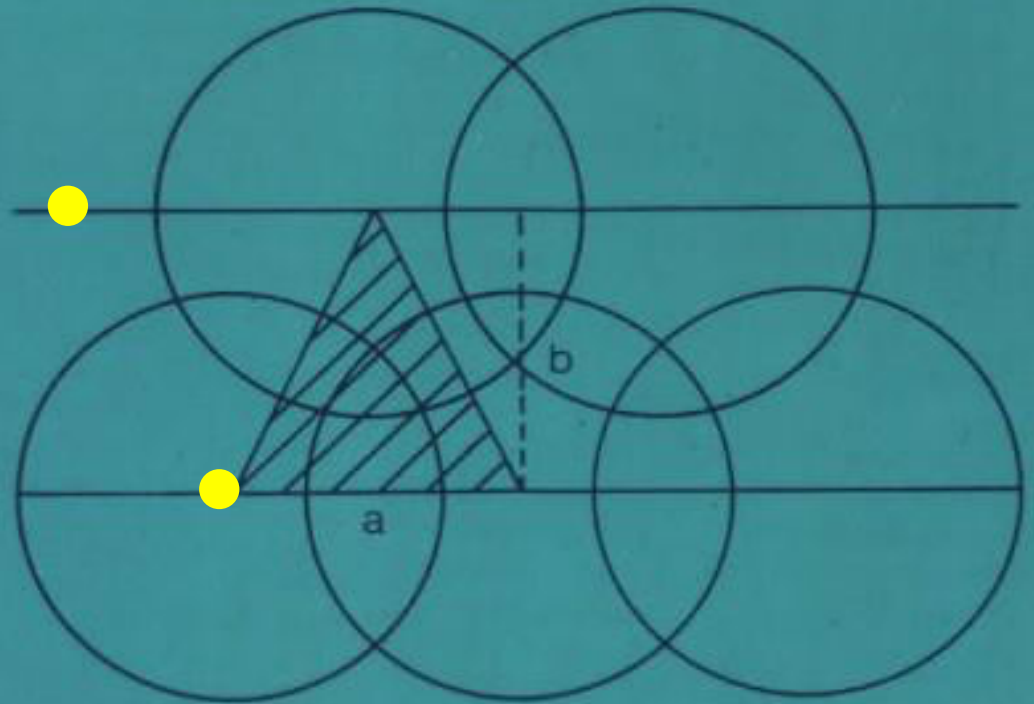


Islatma deseni

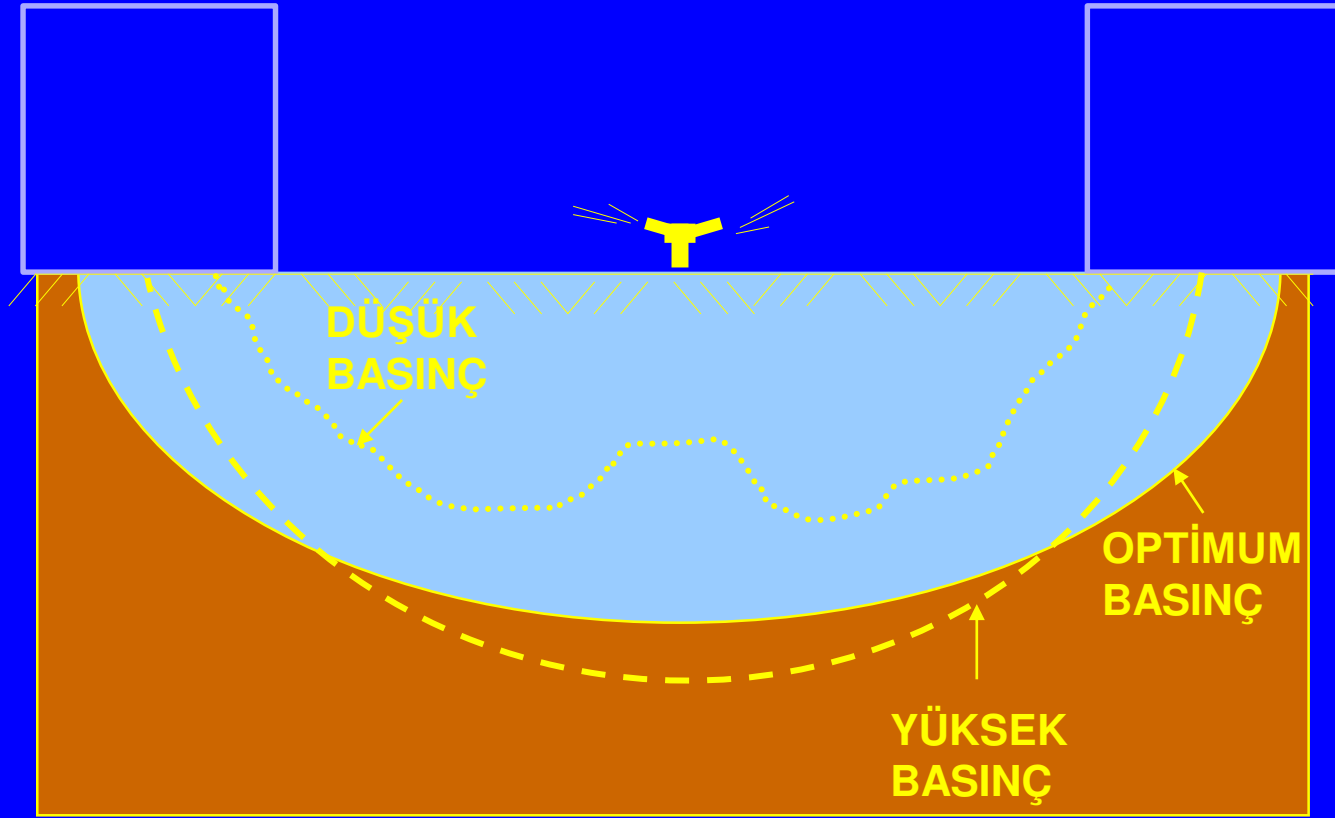
**DİKDÖRTGEN-
KARE TERTİP**



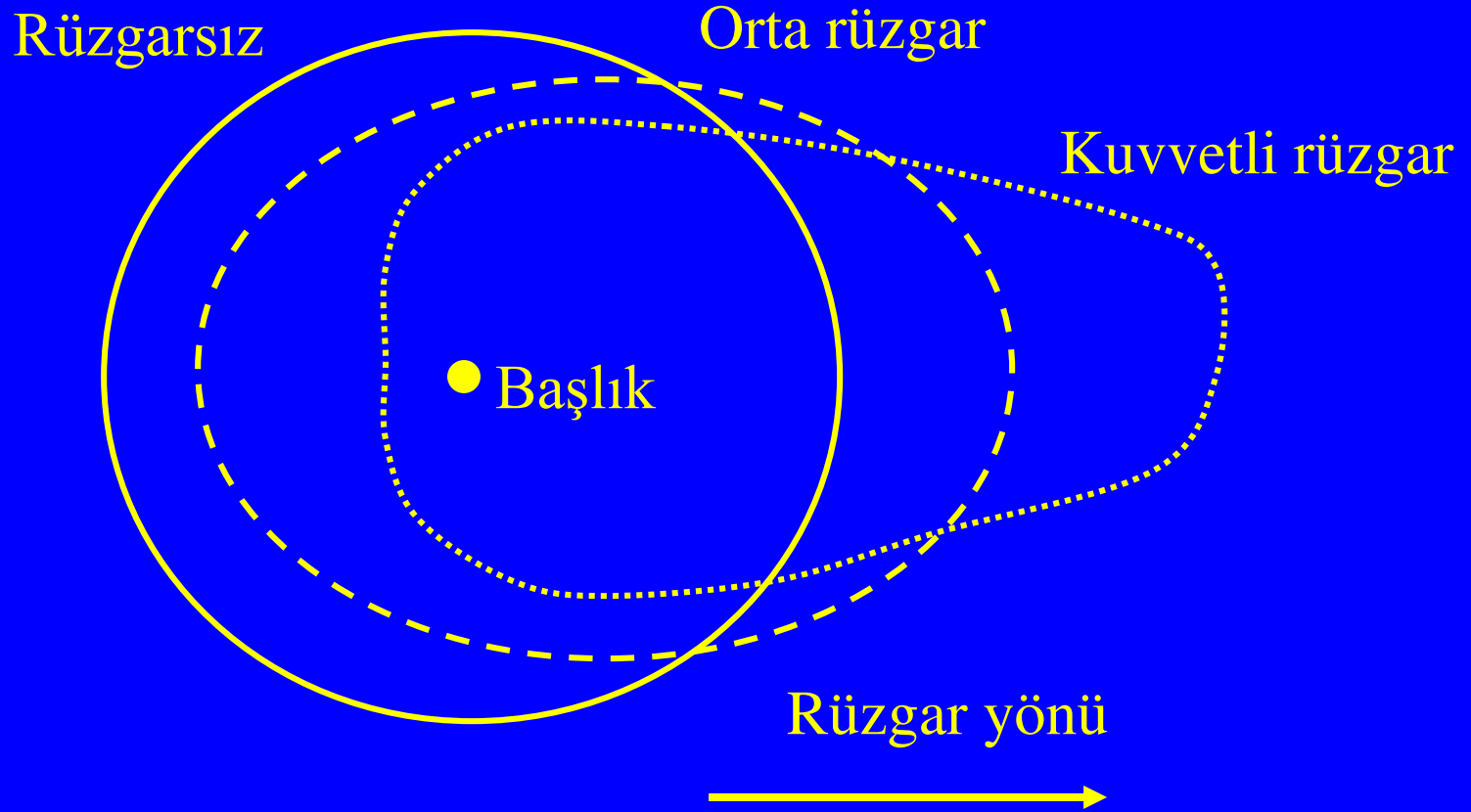
**ÜÇGEN
TERTİP**



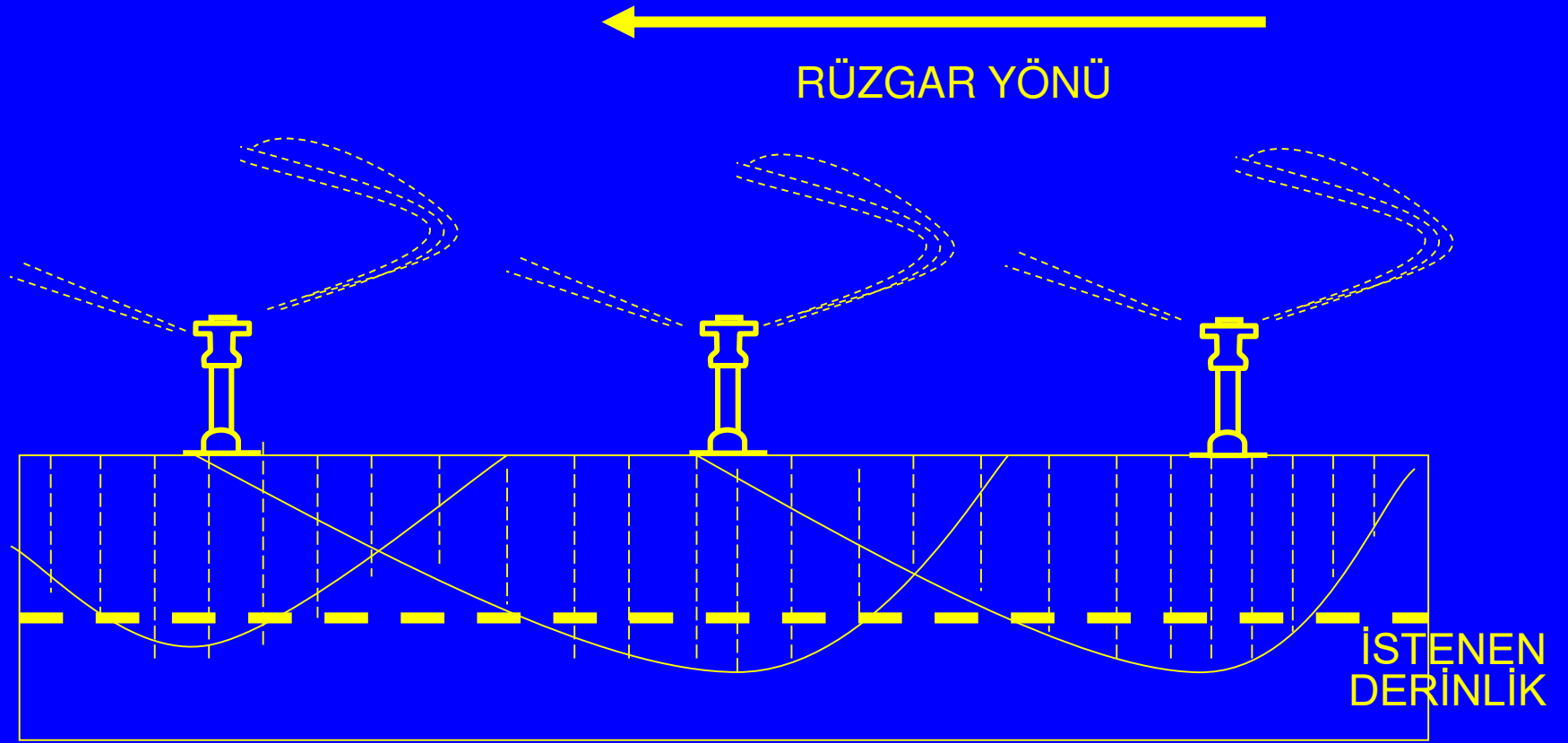
Her yağmurlama başlığının farklı meme çapı için çalıştırılacağı optimum basınç sınırları vardır.



RÜZGARLI KOŞULDA ISLANAN ALANIN ŞEKLİ



Rüzgarlı koşulda sulama



Yağmurlama hızı

$$I_y = \frac{1000 q}{S_1 \times S_2}$$

I_y =yağmurlama hızı, mm/h,

q_o =başlık debisi, m³/h,

S_1 =lateral aralığı, m

S_2 = başlık aralığı, m

Yağmurlama hızı toprağın su alma hızından düşük olmalıdır.

$$T_a = dt / I_y$$

T_a = sulama süresi, h

dt = her sulamada uygulanacak toplam sulama suyu miktarı, mm

I_y = yağmurlama hızı, mm/h

BAŞLIK TEKNİK ÖZELLİKLERİ

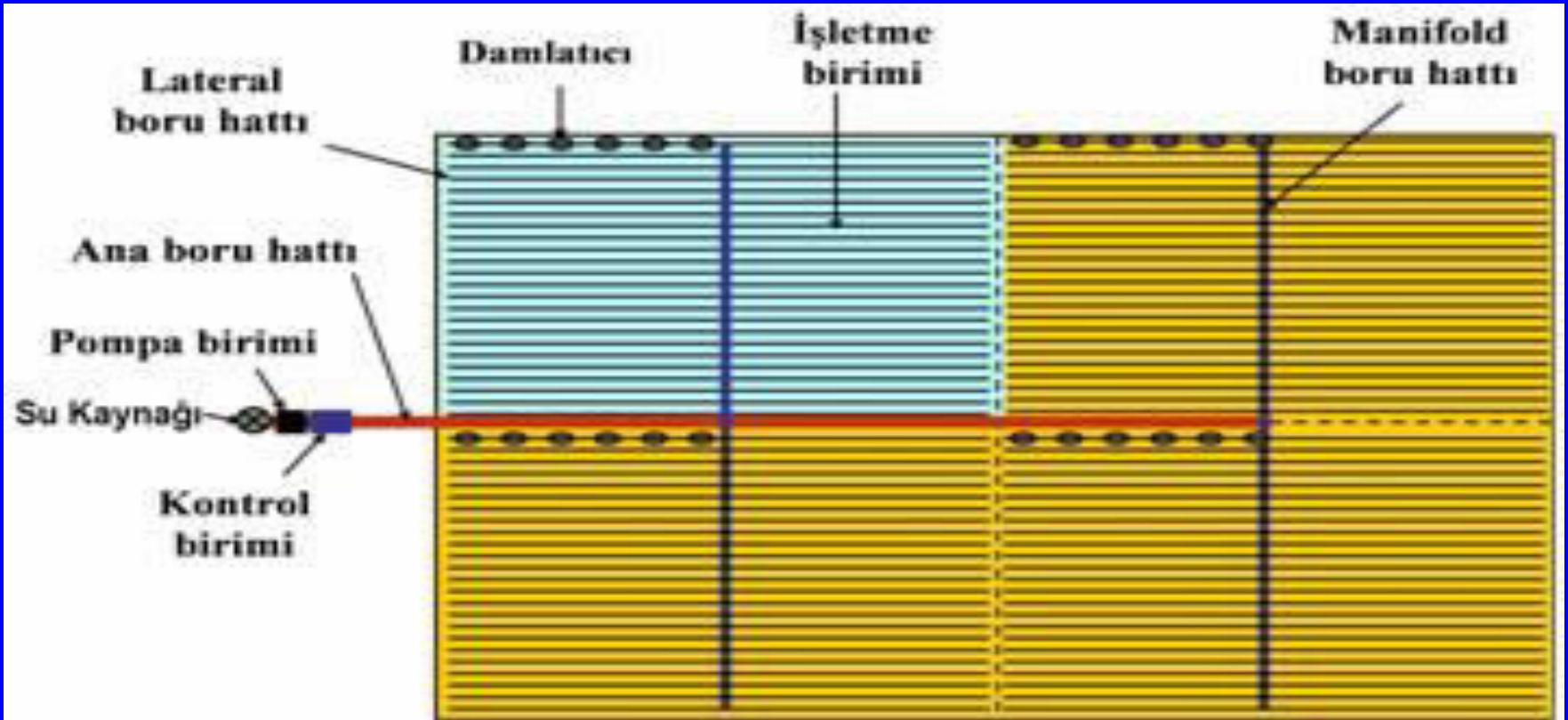
Meme çapı (mm)	Optimum işletme basıncı (atm)	Başlık debisi (m ³ /h)	Islatma çapı (m)	Uygun tertip aralıkları (m)	Yağmurlama hızı (mm/h)
4.0	2.0	0.81	25.0	12x12	5.6
	2.5	0.91	27.0	12x12	6.3
				18x12	4.2
	3.0	1.00	28.0	12x12	6.9
				18x12	4.6
				18x18	3.1

DAMLA SULAMA SİSTEMLERİ



DAMLA SULAMA SİSTEMİ

- Damla sulama sisteminde sulama suyu kuyudan veya yerüstü su kaynağından alınıp, pompa birimi ile düşük basınçla kontrol ünitesine ve ana boru hattına ulaştırılır.
- Sulama suyu, lateral boru hattı üzerindeki damlatıcılardan çok düşük basınçla dışarıya çıkar ve damlalar halinde toprak yüzeyine ulaşır.



- Damla sulama yönteminin esası, topraktaki nem eksikliği ve yetiştirilen bitkide stres yaratmadan, her seferde az miktarda sulama suyunun sık aralıklarla bitki kök bölgesindeki toprağa verilmesidir.
- Sulama suyu bitki yakınına yerleştirilen damlatıcılardan damlalar biçiminde düşük basınçla toprağa verilir ve toprak yüzeyinin tamamı değil sadece damlaların toprağa düştüğü yer ve çevresi ıslatılır. Yöntemde derine sızma veya yüzey akışı ile su kaybı olmaz.

- **Damla sulama yönteminde temel prensip**, topraktaki nem eksikliği ve yetiştirilen bitkide bu nem eksikliğinin neden olduğu bir stres yaratmadan, her defasında az miktarda sulama suyunun sık aralıklarla bitki kök bölgesindeki toprağa verilmesidir.
- Sulama suyu bitki yakınına yerleştirilen damlaticılardan damlalar biçiminde düşük basınçla toprağa verilir ve toprak yüzeyinin tamamı değil sadece damlaların toprağa düştüğü yer ve çevresi ıslatılır.
- Su damlası toprak yüzeyine düştükten sonra sadece aşağı doğru değil, yanlara doğru da hareket ettiğinden, toprak altında gözle görünmeyen kısımda toprak yüzeyinde ıslanan alandan daha geniş bir alan ıslanmakta ve bitki kökleri yeterli nemi alabilmektedir.

- Diğer sulama yöntemlerinde sulamalar bir haftada-iki haftada bir gibi geniş zaman aralıklarında yapılırken, damla sulama yönteminde genellikle bitkinin bir günlük veya birkaç günlük su ihtiyacını karşılayacak kadar su verilir ve her gün veya birkaç günde bir sulama yapılır. Derine sızma veya yüzey akışı ile su kaybı olmaz.
- Su uygulama randımanı yüksektir. Toprak sürekli nemli tutulduğundan verim ve kalite yüksektir.
- Gübre suyla birlikte verilir (fertigasyon) ve çok etkin bir gübreleme yapılır. Yüzey sulamanın uygulanamayacağı kadar yüksek eğimli, dalgalı, hafif bünyeli veya yüzlek topraklarda güvenle uygulanabilir. Arazinin her yerine hemen hemen aynı miktarda sulama suyu verilebildiği için tüm bitkiler aynı oranda gelişir, aynı zamanda hasada gelir ve kaliteli ve yeknesak ürün alınabilir.

DAMLA SULAMA YÖNTEMİNİN ÜSTÜNLÜKLERİ

- Daha az su ile aynı alan sulanabilir
- Su ve içinde erimiş gübre (ve bazı ilaçlar) bitki kök bölgesine uygulanır
- Etkin gübreleme sağlanır
- Daha az gübre ve kimyasal ilaç kullanılır (çevreyi korur)
- Arazinin her tarafına eşit su uygulanır (her bitki eşit su alır, yüksek verim verir)
- Sık sık sulama yapılır, toprak sürekli nemli tutulur, bitki su stresi ile karşılaşmaz
- Bitki daha az hastalanır
- Daha az yabancı ot gelişir
- Daha iri meyve
- Daha kaliteli ürün
- Erken hasat
- Meyveler aynı irilikte, aynı renkte, aynı kalitede olur
- Verim ve kalite yükselir, gelir yükselir

DAMLA SULAMA YÖNTEMİNİN ÜSTÜNLÜKLERİ

- **Sulama işçiliği düşüktür**
- **Yağmurlamaya göre basınç düşüktür, daha az su kullanılır, daha az enerji kullanılır**
- **Rüzgarın yağmurlama sulama üzerindeki olumsuz etkisi damla sulamada yoktur**
- **Toprak yüzeyinin tümü ıslanmaz**
- **Sulama sırasında bazı tarımsal işlemler yapılabilir (örneğin hasat)**
- **Her toprak tipinde, eğimli alanlarda başarıyla uygulanabilir**
- **Tuzlu toprak ve tuzlu su koşullarında bitki yetiştiriciliği yapılabilir**

DAMLA SULAMA YÖNTEMİNİN UYGULANABİLECEĞİ KOŞULLAR

- Toprak ve Topografya
 - Her bünyedeki topraklarda (hafif-ağır)
 - Yüzlek topraklarda (taban suyu, kaya veya geçirimsiz tabakanın yakın olduğu)
 - Tuzlu topraklarda
 - Her eğimdeki topraklarda
 - Dalgalı topografyada
 - Her şekildeki arazide uygulanabilir.

DAMLA SULAMA YÖNTEMİNİN UYGULANABİLECEĞİ KOŞULLAR

- **Bitki:**

- Tüm tarla ve bahçe bitkilerinde (hububat ve çayır-mera hariç)
- Pazar değeri yüksek ve topraktaki nem eksikliğine duyarlı bitkilerde çok uygundur (sebzeler, bağ, meyve ağaçları, örtü altında yetiştirilen ürünler ve süs bitkileri)
- Sistem maliyeti yüksek olduğundan, tarla bitkilerinde ekonomik olmayabilir
- Su kaynağı kısıtlı ise, diğer yöntemlere oranla daha fazla alan sulanabileceğinden, tarla bitkilerinde (pamuk, mısır, patates gibi) uygulanabilir.

DAMLA SULAMA YÖNTEMİNİN UYGULANABİLECEĞİ KOŞULLAR

- Su Kaynağı:
 - Her türlü su kaynağı (yerüstü ve yeraltı) uygulanabilir
 - Su kaynağı kısıtlıysa bazı tarla bitkilerinde uygulanabilir
 - Su kaynağının kapasitesi çok az bile olsa uygulanabilir
 - Yüksek oranda tuz içeren düşük kaliteli sularla uygulanabilir.
 - Suda fazla miktarda sediment ve yüzücü cisim varsa damla sulama uygulanabilir ancak sulama suyu sulanacak alana getirilmeden önce sediment havuzda çökertilmeli, yüzücü cisim süzgeçle tutulmalıdır.

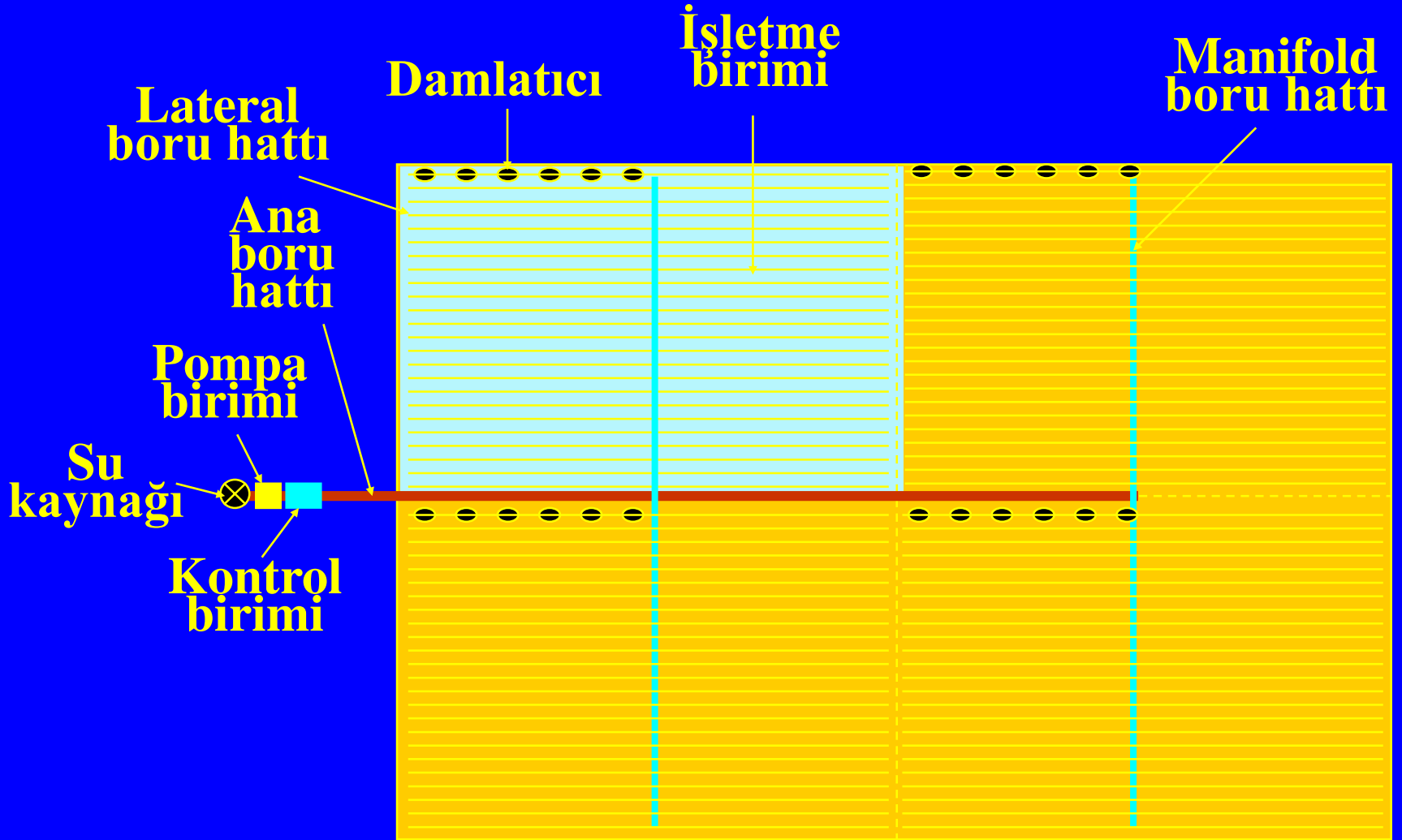
DAMLA SULAMANIN UYGULANMASINI KISITLAYAN FAKTÖRLER

- Damlatıcıların tıkanması (filtre sistemleri önemli)
- Tuz birikimi (kış yağışları yetersizse yıkama yapılmalı)
- Yüksek sistem maliyeti (teknoloji geliştikçe ucuzluyor)

DAMLA SULAMA SİSTEMİNİN UNSURLARI

- Su kaynağı
- Pompa birimi
- Kontrol birimi
 - Hidrosiklon filtre (kum ayırıcı): İri parçalar kendi ağırlıklarıyla çöker
 - Kum-çakıl filtre tankı (mil, kil, pas, yosun, ot, çöp, yaprak, tohum, böcek vb.)
 - Gübre tankı
 - Elek filtre (çok küçük parçalar ve gübrenin erimeyen kısımları süzülür)
 - Basınç regülatörü (sulama suyunun sisteme sabit basınçla verilmesini sağlar)
- Ana boru hattı
- Manifold (yan) boru hattı
- Lateral boru hattı
- Damlatıcılar

DAMLA SULAMA SİSTEMİNİN UNSURLARI



DAMLA SULAMA SİSTEMİNİN UNSURLARI



Su Kaynağı

Her türlü su kaynağından yararlanılabilir. Suyun fazla miktarda kum, sediment ve yüzücü cisim içermemesi gerekir.

Pompa Birimi

- Kanal, akarsu ve yüzlek kuyulardan yararlanıldığında, yatay milli santrifüj tipi pompalar
- Derin kuyulardan yararlanıldığında derin kuyu pompaları ya da dalgıç tipi pompalar
- Elektrik motorlu pompalar tercih edilir.
- Su kaynağının yeterince yüksekte olması durumunda pompa birimine ihtiyaç duyulmaz

Kontrol Birimi

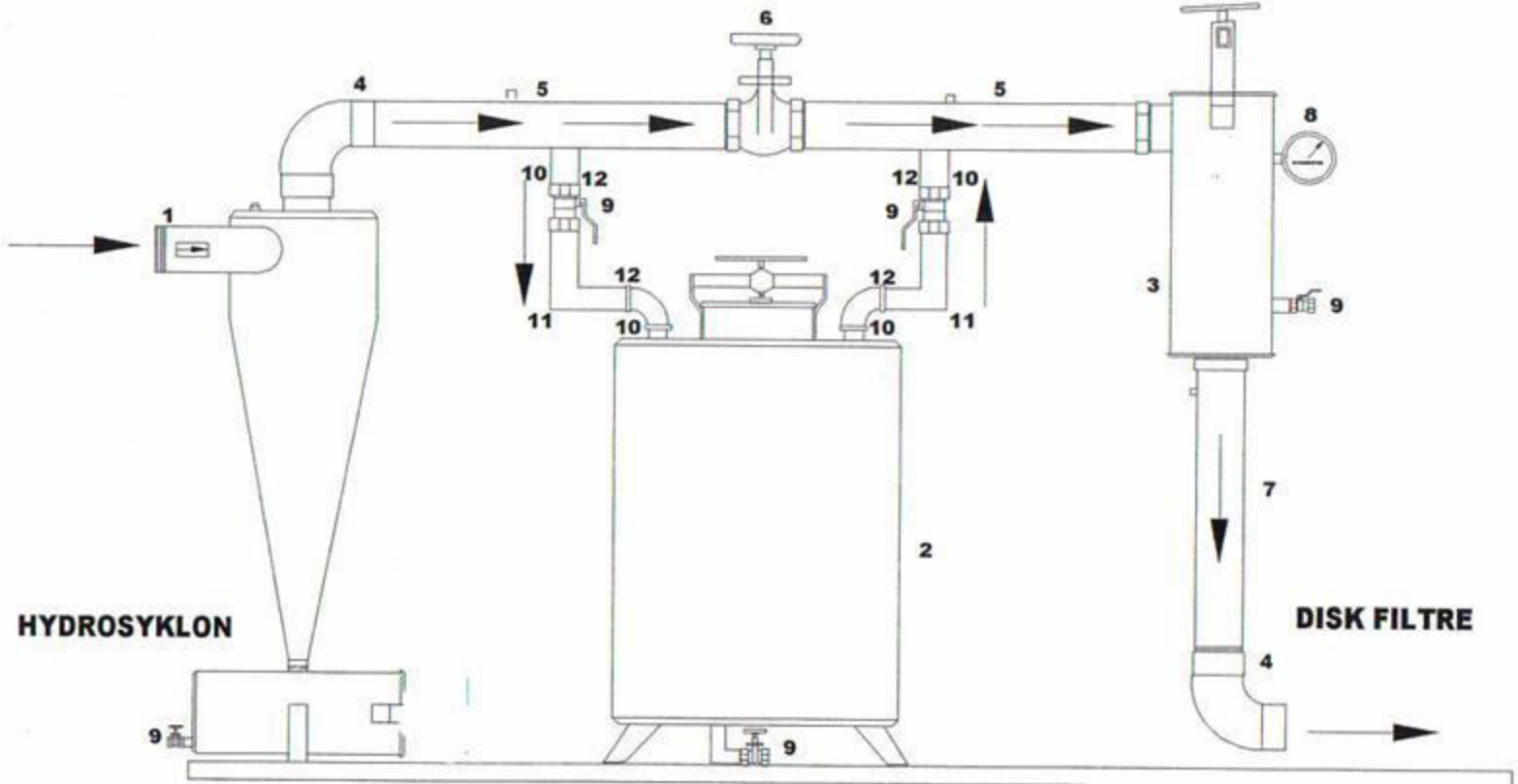
- Sudaki tüm organik ve inorganik materyal tutulur
- Bitki besin elementleri (gübreler) suya karıştırılır
- Sistem debisi ve sistem giriş basıncı denetlenir

Urusları:

- Hidrosiklon filtre (kum ayıracı): İri parçalar kendi ağırlıklarıyla çöker
- Kum-çakıl filtre tankı (mil, kil, pas, yosun, ot, çöp, yaprak, tohum, böcek vb.)
- Gübre tankı
- Elek filtre (çok küçük parçalar ve gübrenin erimeyen kısımları süzölür)
- Basınç regülatörü (sulama suyunun sisteme sabit basınçla verilmesini sağlar)
- Su (debi) ölçüm araçları, manometreler, vanalar (açma-kapama vanaları, basınç düzenleme vanaları, geri akışı önleyen vanalar, hava çıkış vanaları, vakum ve basınç önleme vanaları)
- Bağlantı elemanları

KONTROL ÜNİTESİ

DAMLA SULAMA İÇİN KOMPLE FİLTRASYON SİSTEMİ



- 1- Hidrosiklon
- 2- Gübre Tankı
- 3- Filtre
- 4- Dirsek
- 5- Gübreleme Eki
- 6- Ana Vana

- 7- Uzun Boru
- 8- Manometre
- 9- Ufak Vanalar
- 10- Hortum Ucu
- 11- Seffaf Hortum
- 12- Kelepçe

GÜBRE TANKI

Filtreler:

- Filtreler damlatıcıların tıkanmaması için mutlaka sistemde yer almalıdır.
- Filtrelerin temizlenme sıklığı su kaynağının ve kullanılan kimyasal gübrelerin kirlilik derecesine göre değişiklik gösterir
- Hidrosiklon (kum ayırıcı) içerisinde kum gibi iri parçalar tutulur, sulama suyu kuyudan alınıyorsa mutlaka Hidrosiklon kullanılmalıdır.
- Kum-çakıl filtre tankında mil, kil, pas, yosun, ot, çöp, yaprak, tohum, böcek gibi yabancı maddeler tutulur.
- Gübreleme yapılacaksa suda eritilmiş gübrenin yer aldığı gübre tankı ile sulama suyuna gübre karıştırılır.
- Elek filtrede daha küçük partikülleri ve varsa erimemiş gübre kalıntıları tutularak suyun ana boru hattına temiz bir şekilde ulaşması sağlanır.

Sulama suları kimyasal tıkayıcılara karşı mutlaka analiz yaptırılarak kullanılmalıdır

- **Yeraltı su kaynaklarında** en sık karşılaşılan tıkayıcı maddeler:
 - Kum, silt
 - Kalsiyum Karbonat
 - Demir (Fe)
 - Manganez (Mn)
- **Yerüstü su kaynaklarında** en sık karşılaşılan tıkayıcı maddeler:
 - Organik maddeler
 - Yosunlar
 - Bakteriler

Filtre Seçimi:

- Su kaynağı cinsi (yer altı-yer üstü)
- Su kaynağı kapasitesi, pompa kapasitesi
- Kirlilik derecesi
- Kullanım durumu (sabit – taşınabilir)
- İşletme durumu (manuel – otomatik)

Boru Hatları:

- **Ana boru hattı**

Suyu kaynaktan manifold boru hattına iletir. Sert PVC (gömülü) yada PE (yüzeyde) borular

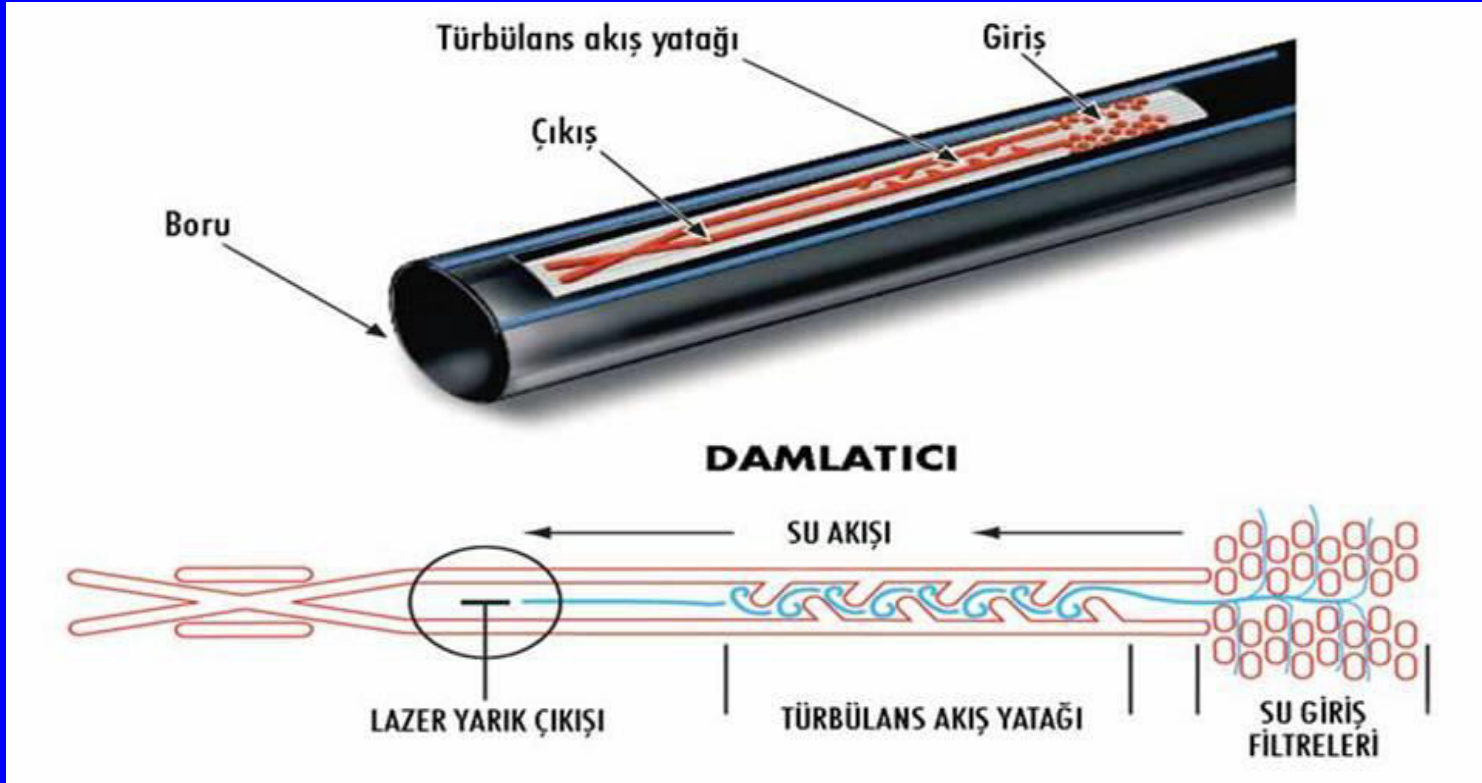
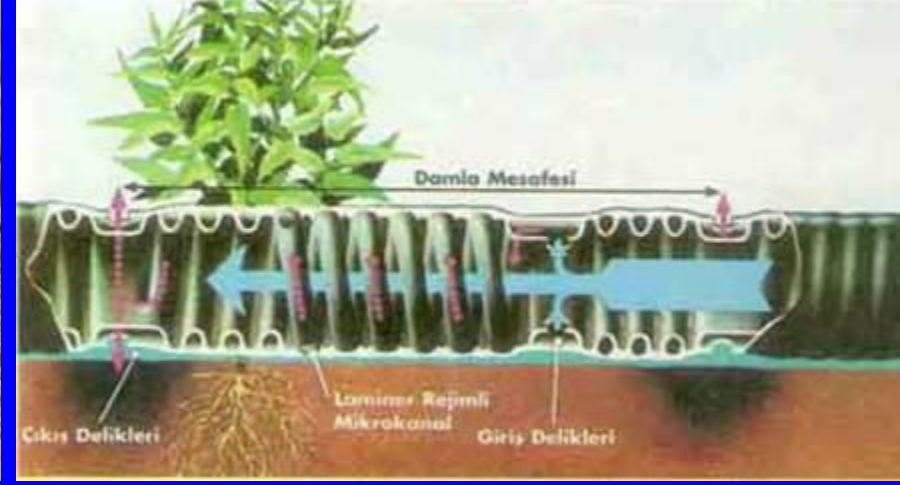
- **Manifold boru hatları**

Suyu ana boru hattından laterallere iletir Sert PVC (gömülü) yada PE (yüzeyde) borular

- **Lateral boru hatları**

Üzerine damlaticıların yerleştirildiği borulardan oluşur. Toprak yüzeyine serilidir, yumuşak PE borular kullanılır. Her bitki sırasına bir yada iki bitki sırasına bir lateral yerleştirilir.

DAMLATICILAR



Damlaticılar

- Sistemin hem iyi çalışması hem de ekonomik olması için damlaticının çok dikkatli seçilmesi gerekir.
- Damlaticı içerisindeki akış yolunda suyun enerjisi kırılır, sonuçta su damlaticıdan damlalar biçiminde çok düşük debi ile çıkar ve toprağa infiltre olur.
- Damlaticı debisi ağır bünyeli topraklarda 2-4 litre/saat arasında olmalıdır .

Damlaticılar

- İşletme basıncı : **Lateral boru içerisinde, damlatıcı girişinde istenen basınç**
 - **0.5 – 2.0 atm**
 - **Pompa birimi : 1 atm**
- **Damlaticı tipi**
 - **Kısa akış yollu (orifis tipi)**
 - **Uzun akış yollu**
 - **Düz (mikro tüp)**
 - **Labirent ya da zigzag**
 - **Lateral üzerine geçik (on-line)**
 - **Lateral boyuna geçik (in-line)**

DAMLATICI ARALIKLARININ SEÇİMİ

- Damla sulamada toprak içerisinde nem üniform (yeknesak) bir şekilde dağılmalıdır.
- Bunun sağlanması ve sistemin ekonomik olabilmesi için lateral boru üzerindeki damlatıcı aralığının, damlatıcı debisine ve toprağın su alma hızına bağlı olarak bir formülle belirlenmesi gerekir.
- Damlatıcı aralığının gerekenden daha az seçilmesi durumunda maliyet artacaktır, gerekenden daha fazla seçilmesi durumunda ise lateral boyunca eş su dağılımı sağlanamayacak, beklenen verim artışına ulaşamayacaktır.

DAMLATICI ARALIĞININ BELİRLENMESİ

$$Sd = 0.9 \sqrt{\frac{q}{I}}$$

Sd, Damlatıcı aralığı (m)

q, Damlatıcı debisi (l/saat)

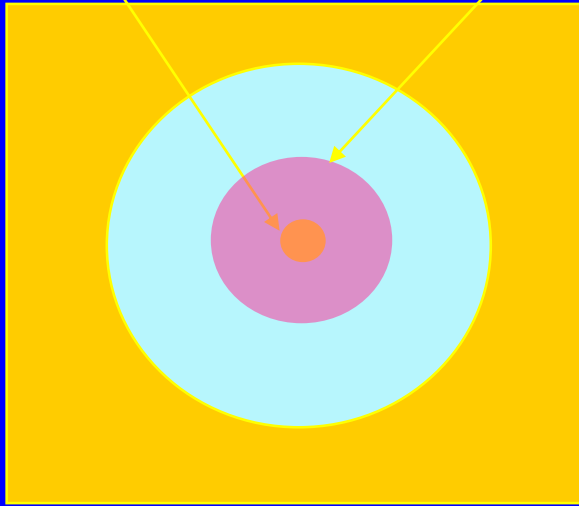
I, Toprağın su alma hızı (mm/saat)



DAMLA SULAMADA ISLATMA DESENLERİ

Damlaticı

Islanan alan
(toprak
üstünde)

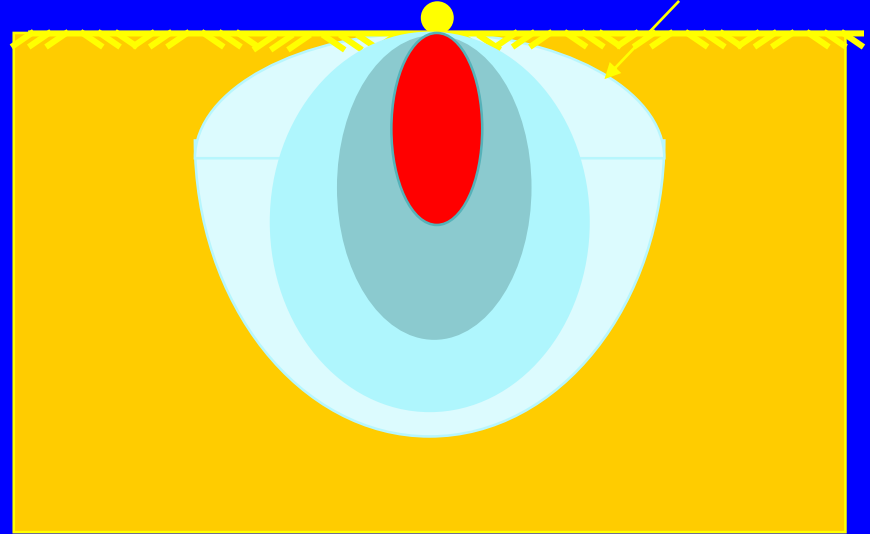


D



Islatma alanı

Tuz birikimi



D



Toprakta nem dağılımı

LATERAL TERTİP BİÇİMİ

- Tarla bitkileri ve sebzelerde her bitki sırasına bir-iki lateral, veya her iki bitki sırası arasında bir lateral döşenebilir. Eğer daha önce toprağın su alma hızına ve damlatıcı debisine göre belirlenen damlatıcı aralığı, sulanacak bitkinin sıra arası mesafesinden küçükse her bitki sırasına bir lateral boru hattı döşenmelidir.
- Eğer damlatıcı aralığı, sulanacak bitkinin sıra arası mesafesine eşit veya ondan daha büyükse her iki bitki sırası arasında bir lateral boru hattı döşenmelidir.

ISLATILAN ALAN ORANI

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

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

- P = Islatılan alan oranı
- k = katsayı
- S_d = Damlatıcı aralığı
- S_l = Lateral aralığı

ISLATILAN ALAN ORANININ HESAPLAMASINDA K KATSAYILAR

	k katsayısı
Tarla bitkileri ve sebzeler	1.0
Meyve ağaçları	
<i>Hafif bünyeli topraklar</i>	1.0
<i>Orta bünyeli topraklar</i>	1.2
<i>Ağır bünyeli topraklar</i>	1.3

HER SULAMADA UYGULANMASI GEREKEN SULAMA SUYU MİKTARI

Damla sulama sistemi ile her sulamada uygulanması gereken maksimum toplam sulama suyu miktarı,

- toprağın kullanılabilir su tutma kapasitesine,
- kullanılabilir su tutma kapasitesinin kullanılmasına izin verilen kısmına,
- ıslatılacak toprak derinliğine (bitkinin etkili kök derinliğine),
- toprak yüzeyinde ıslatılan alan oranına ve
- su uygulama randımanına, göre bir formülle hesaplanmaktadır.

SULAMA ARALIĞI

- Damla sulama yönteminde sulama aralığı, her sulamada uygulanması gereken maksimum net sulama suyu miktarına ve sulanacak bitkinin bitki su tüketimine göre bir formülle hesaplanmaktadır.

UYGULANACAK MAX. NET SULAMA SUYU MİKTARI

$$d_{n\max} = \frac{(TK - SN) * R_y}{100} HA * D * P$$

$$d_{n\max} = dk * D * Ry * P$$

- $d_{n\max}$ - max. Sulamada uygulanacak net sul.suyu.miktarı, mm
- TK- tarla kapasitesi
- SN- solma noktası
- R_y - Kullanılabilir su tut. Kap. Tüketilm. izin verilen kısım
- HA- Hacim ağırlığı, g/cm³
- D- Islatılacak toprak derinliği, mm
- P- Islatılan veya gölgelenen alan oranı
- dk- kullanılabilir su tutma kapasitesi, mm/m

NET SULAMA SUYU MİKTARI

$$d_n = T \times SA$$

- d_n = her sulamada uyg. net. su miktarı, mm
- T = Damla sulama koşullarında bitki su tüketimi, mm/gün
- SA = sulama aralığı, gün

SULAMADA UYGULANACAK TOPLAM SULAMA SUYU MİKTARI

$$d_n = T * SA$$

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

- $d_n \leq d_{\max}$ olmalıdır
- d_t her sulamada uyg. top. su miktarı, mm
- d_n her sulamada uyg. net. su miktarı, mm
- E_a su uygulama randımanı
- T bitkinin günlük su tüketimi, mm/gün
- SA sulama aralığı, gün

PROJE SULAMA SÜRESİ

Damla sulama yönteminde proje sulama süresi, her sulamada uygulanması gereken toplam sulama suyu miktarına, damlatıcı debisine ve bir dekar alandaki damlatıcı sayısına göre bir formülle hesaplanmaktadır.

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

T_a = sulama süresi, h

d_t = her sulamada uyg. top. su miktarı, mm

q = damlatıcı debisi, l/h

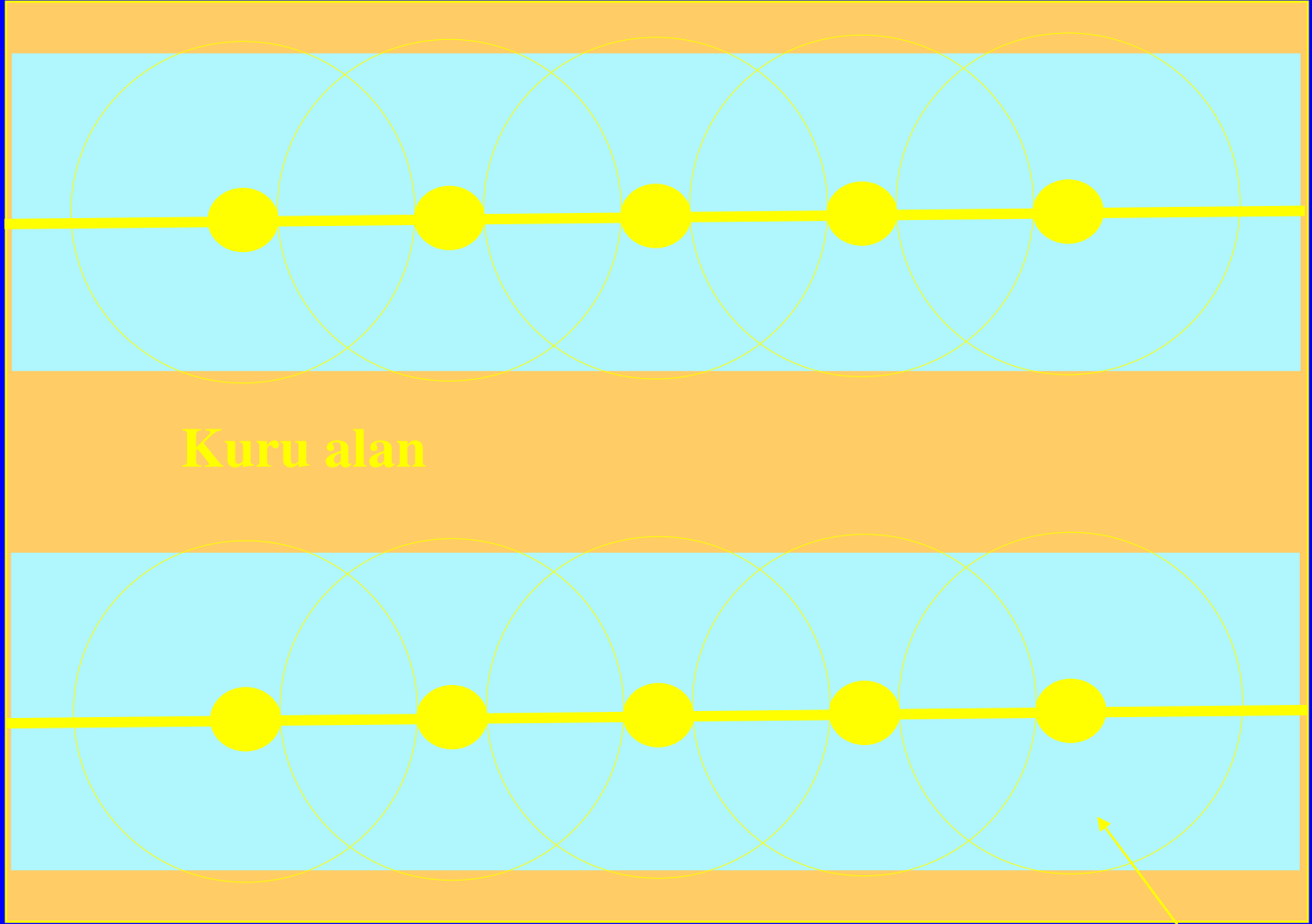
N = bir dekardaki damlatıcı sayısı

DAMLATICI DEBİSİNİN SEÇİLMESİ

- Damlatıcı debisi mümkün olduğunca küçük alınmalı, yüksek debili damlatıcıların kullanılması gerekirse, toprak bünyesine dikkat edilmelidir.
- Ağır bünyeli topraklarda debisi 4 litre/saatten fazla olan damlatıcı seçildiğinde yüzey akış oluşma riski vardır.
- Yüksek debili damlatıcıların seçilmesi durumunda birim alan sistem debisi ve sistem maliyeti artabilir.

SİSTEM TERTİBİ

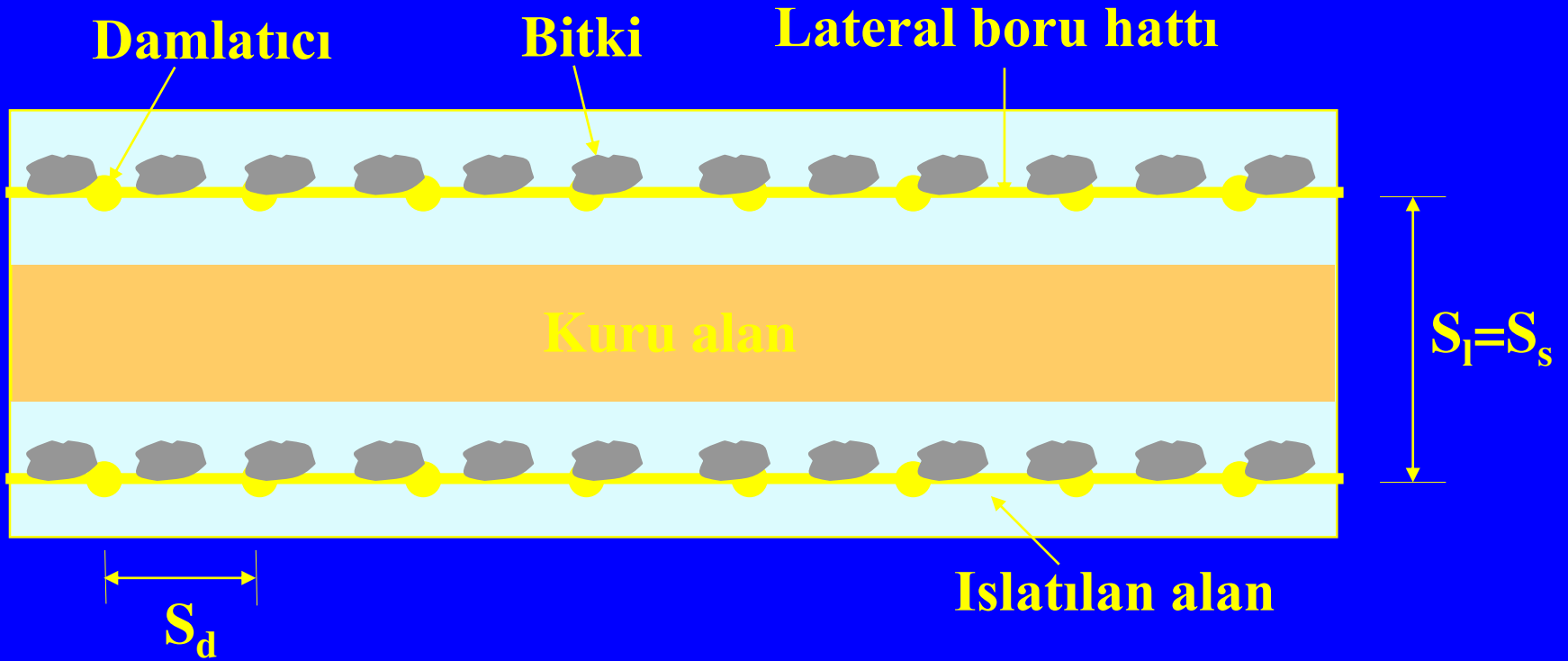
- Lateral ve manifold boru hatları eğimsiz ya da bayır aşağı eğimde döşenir.
- Lateral uzunluğu 100 m'yi geçmemelidir.
- Manifold uzunluğu 40 m'nin altında olmamalıdır.
- Manifold boru hatları mümkünse laterallere iki yönde hizmet etmelidir.



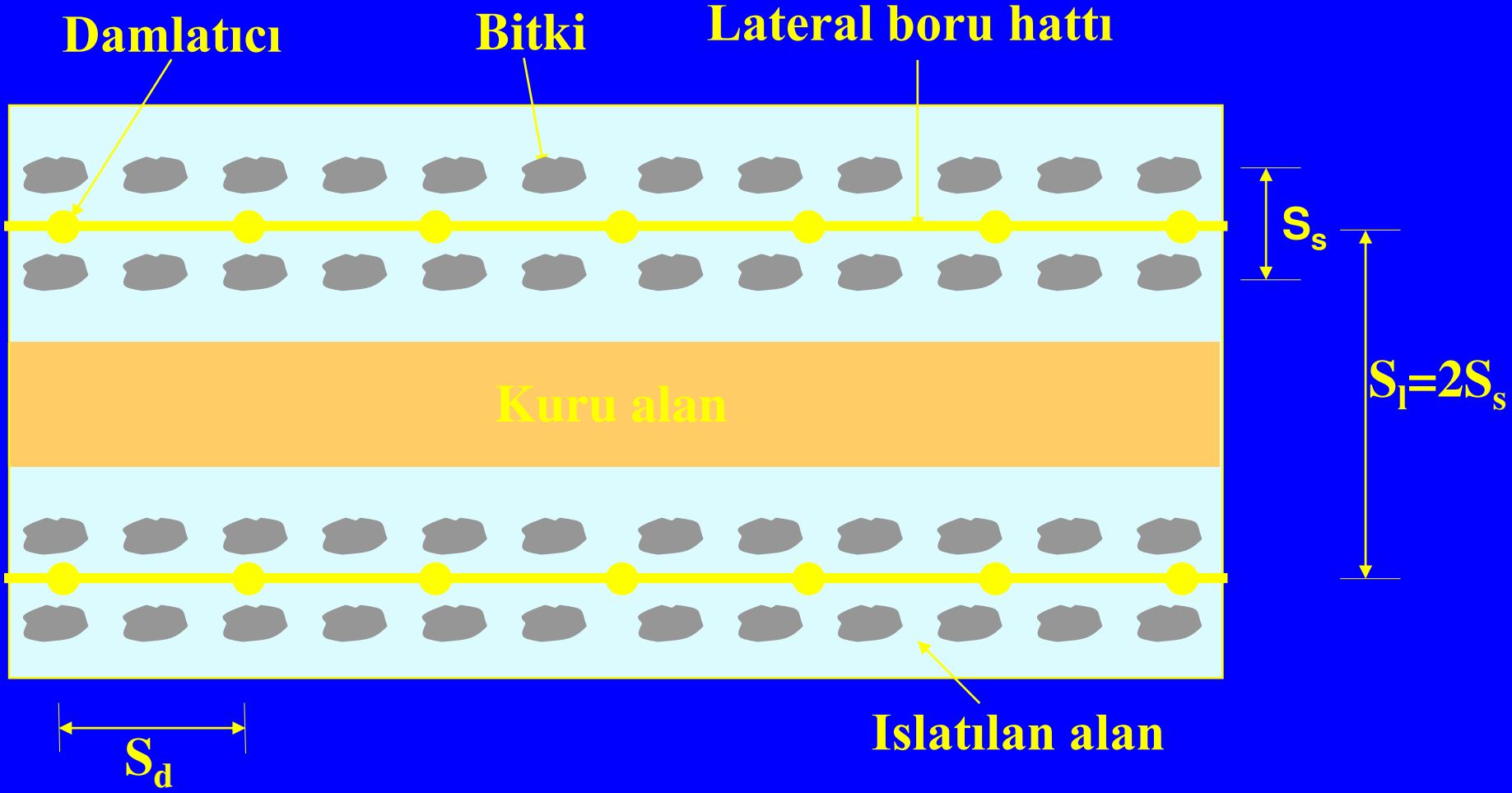
Kuru alan

Islak şerit (toprak içinde)

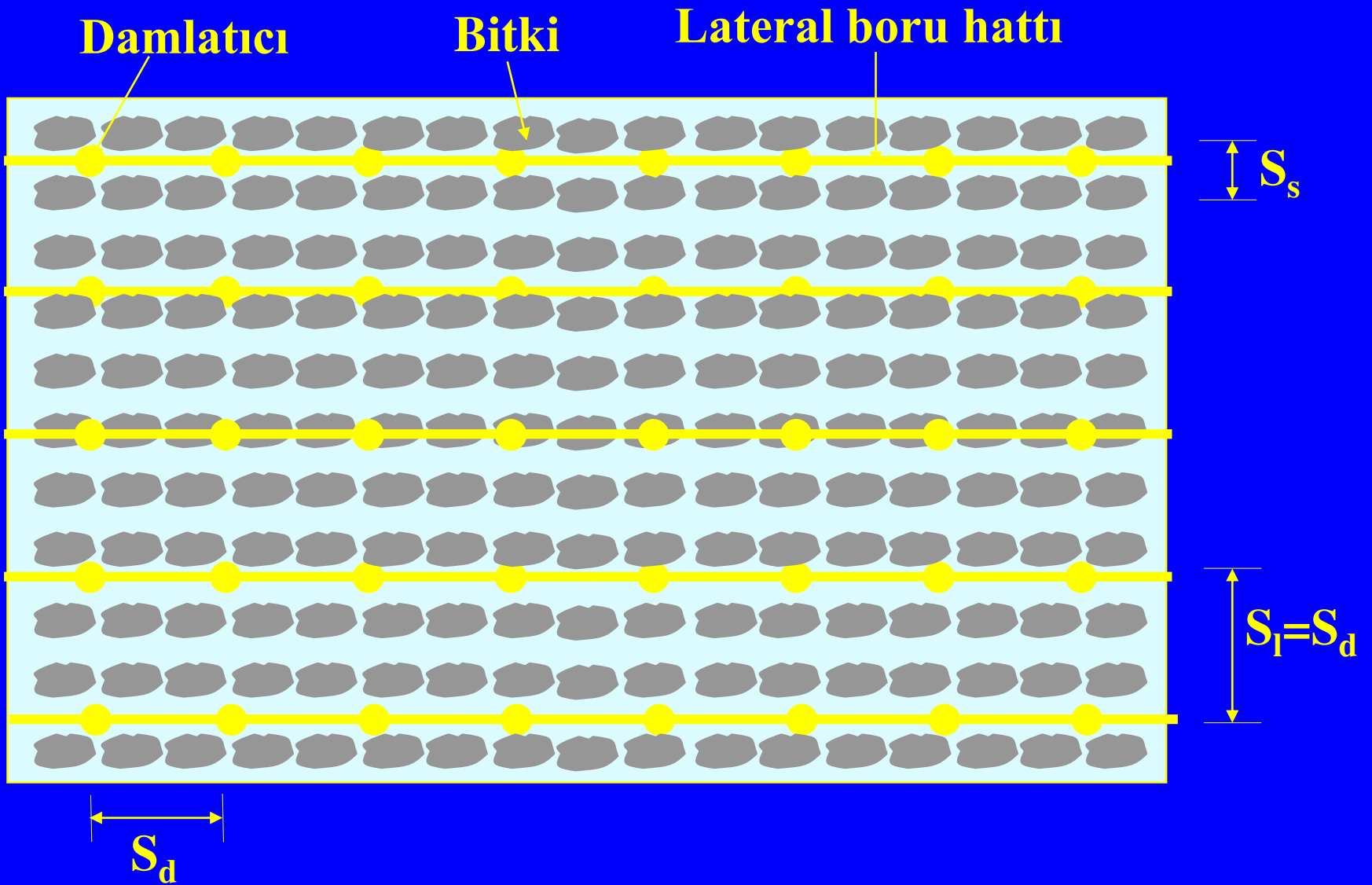
TARLA BİTKİLERİ VE SEBZELERDE LATERAL TERTİP BİÇİMLERİ



Bitki sıra aralığı damlatıcı aralığından büyük, $S_s > S_d$
Her bitki sırasına bir lateral hattı



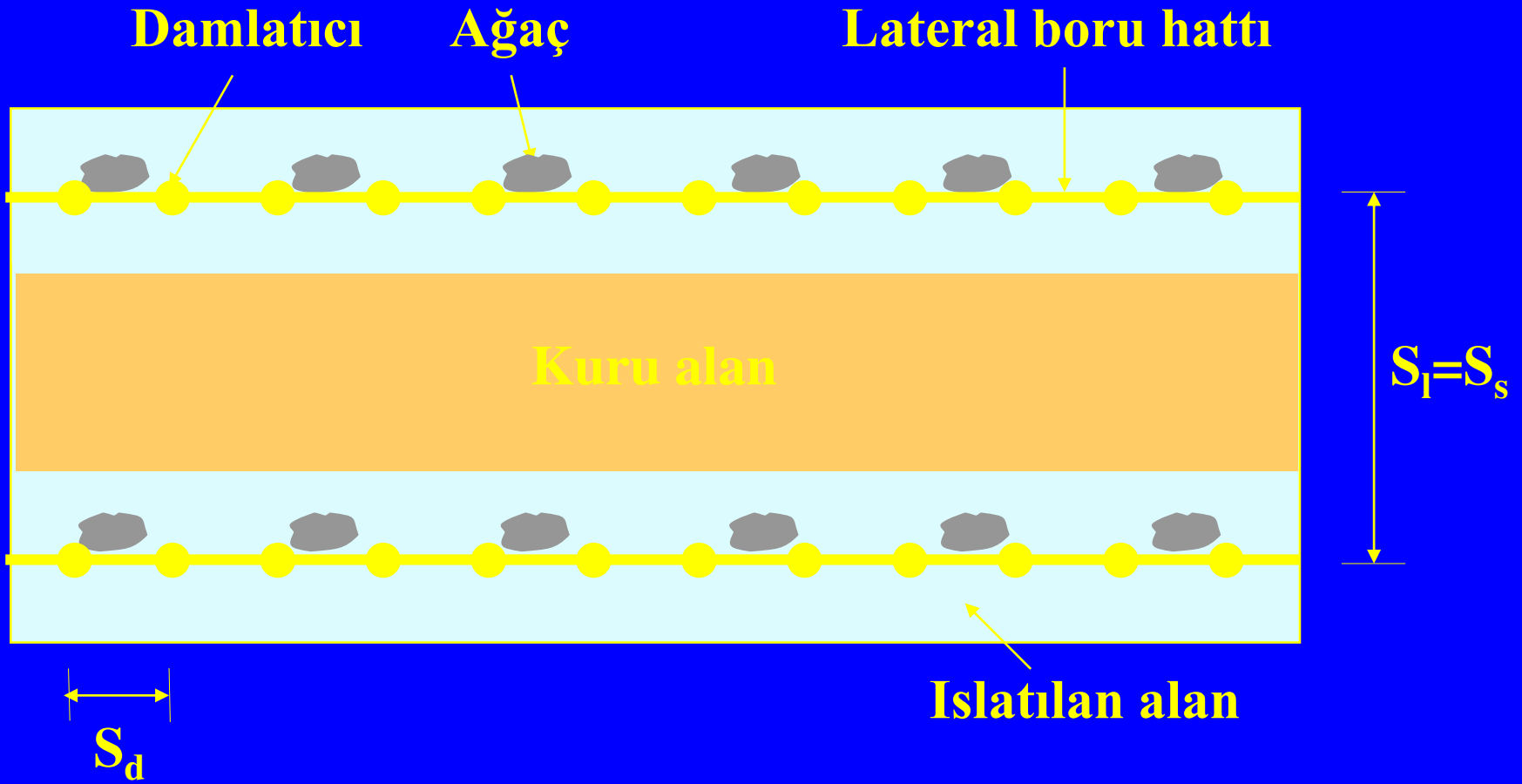
**Bitki sıra aralığı damlatıcı aralığından küçük, $S_s < S_d$
İki bitki sırasına bir lateral hattı**



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

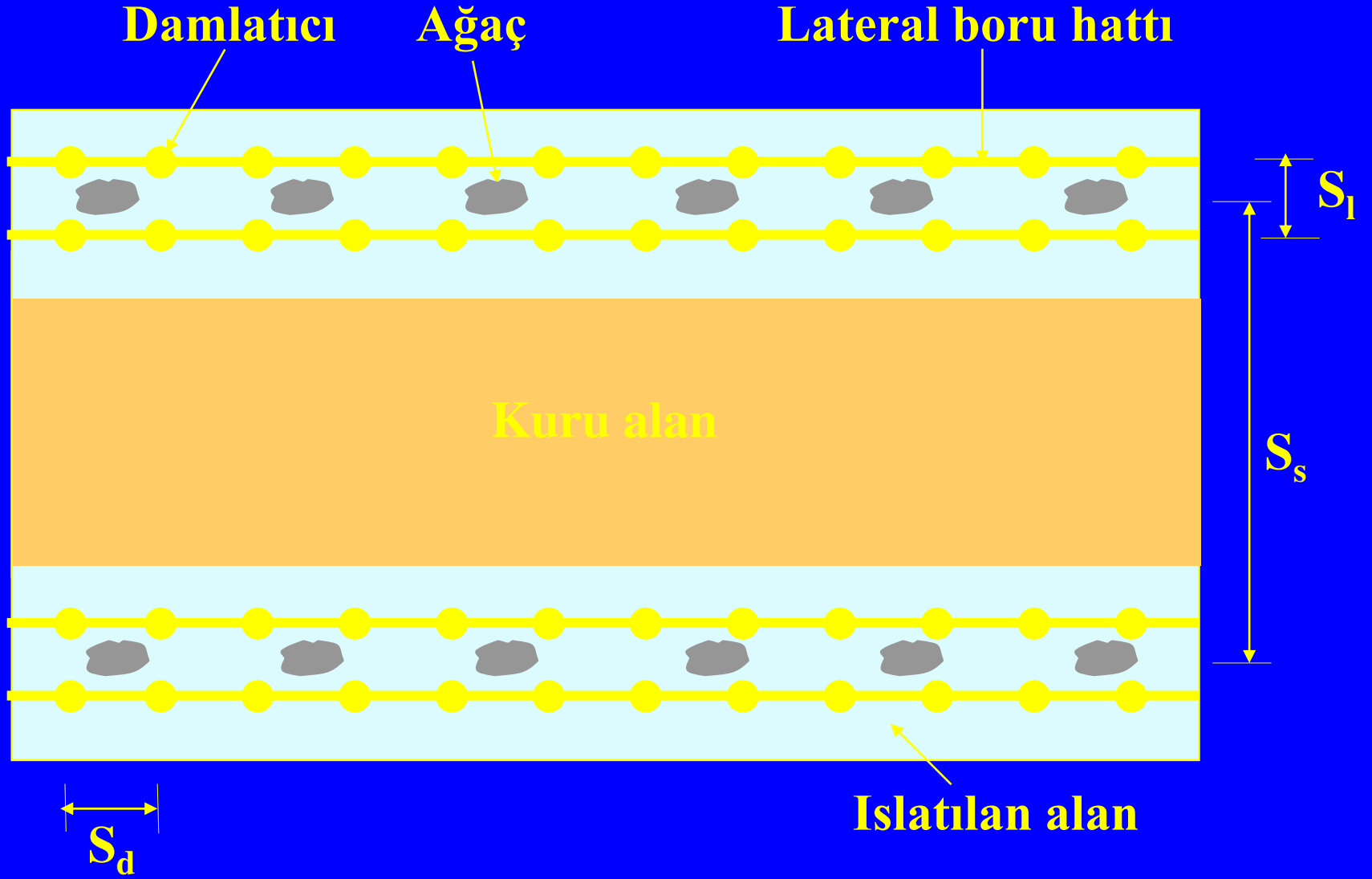
Lateral aralığı damlaticı aralığına eşit olmalı

MEYVE AĞAÇLARINDA LATERAL TERTİP BİÇİMLERİ



Her ağaç sırasına bir lateral (bağ veya sık dikilen meyveler)

MEYVE AĞAÇLARINDA LATERAL TERTİP BİÇİMLERİ



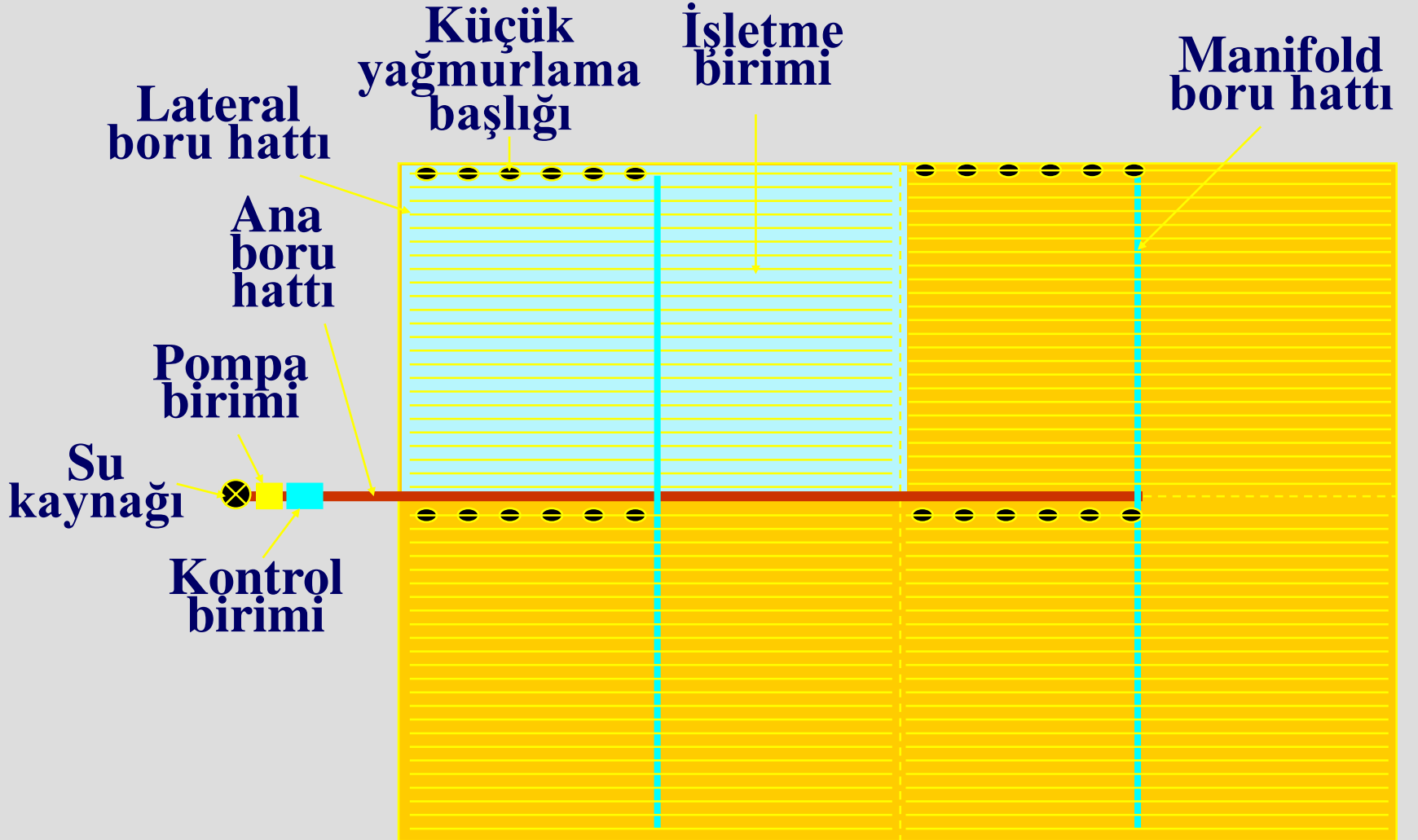
Her ağaç sırasına iki lateral (seyrek dikilen meyveler)

AĞAÇALTI MİKRO YAĞMURLAMA SULAMA SİSTEMLERİ

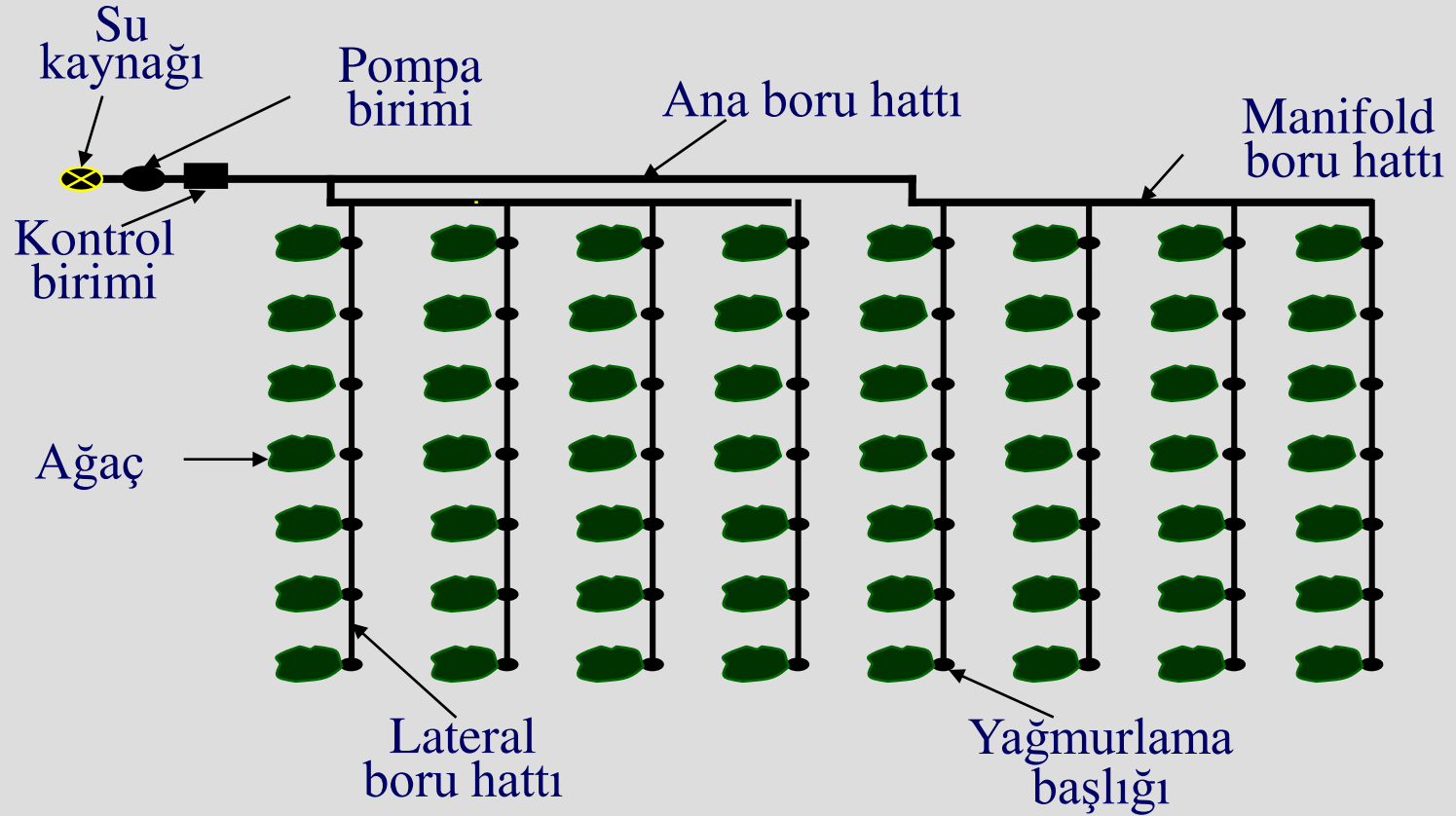
- Küçük yağmurlama başlıklarının kullanıldığı yağmurlama sulama yöntemine **ağaç altı mikro yağmurlama sulama yöntemi** denir.
- Damla yöntemiyle yeterli ıslatma oranının elde edilemediği koşullarda meyve ağaçlarının sulanmasında kullanılır.
- Sistem unsurları, damla sulama sistemleri ile aynıdır.
- **Tek fark** damlatıcılar yerine her ağacın altına bir küçük yağmurlama başlığı yerleştirilmesidir.

- Ağaç altı yağmurlama sulama yönteminde işletme basıncı 1-3 atm'dir. Başlık debileri ise 30-200 L/h'dir.
- Bu yöntemde bir yağmurlama başlığı ağaç tacının izdüşümü kadar bir alanı ıslatır. Bu nedenle gerek sıra üzerinde ağaçlar arasında gerekse ağaç sıraları arasında ıslatılmayan kuru bir alan kalabilir.

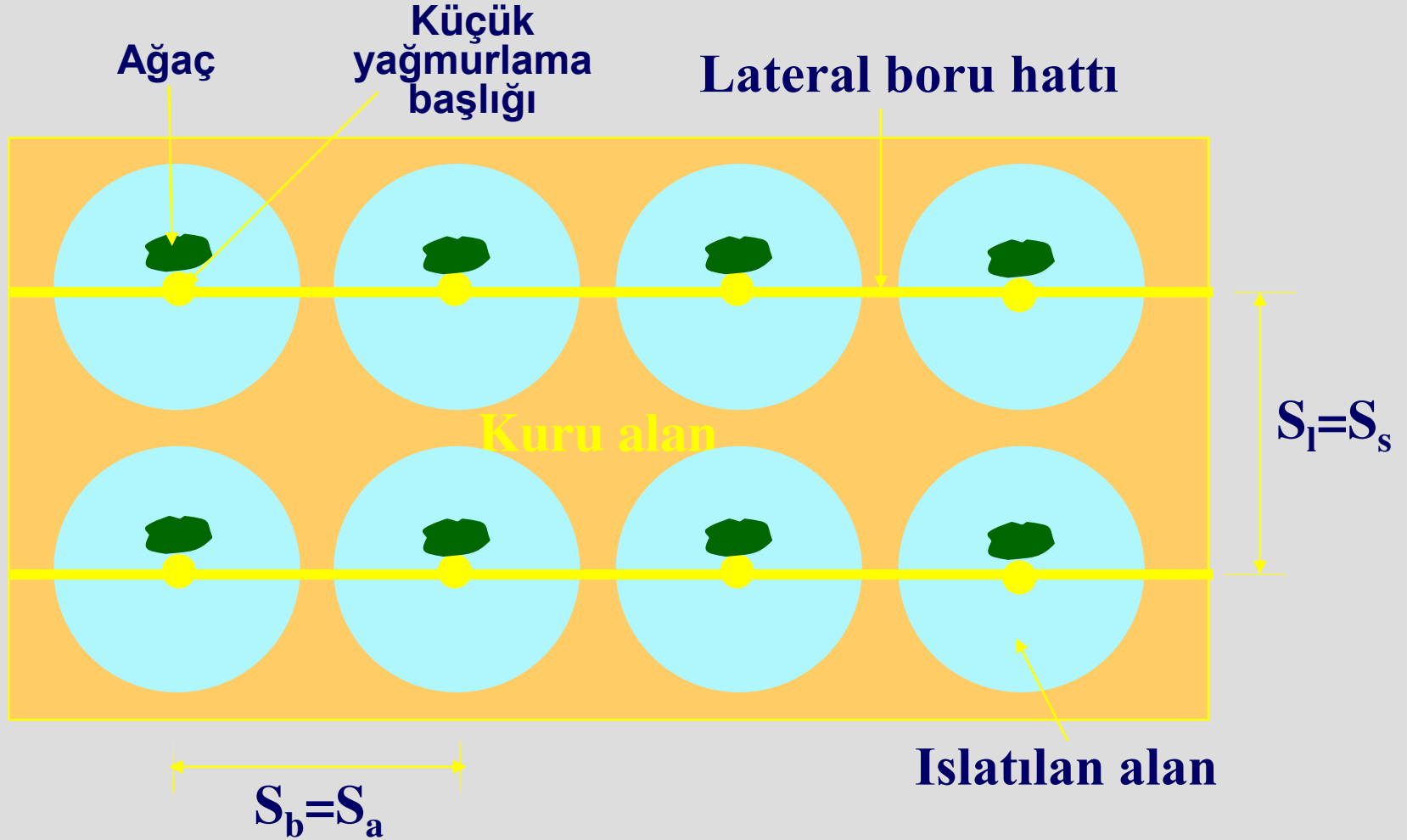
SİSTEM UNSURLARI



AĞAÇ ALTI MİKRO.YAĞMURLAMA SULAMA YÖNTEMİ



LATERAL TERTİP BİÇİMİ



Her ağaç sırasına bir lateral, her ağaç altına bir yağmurlama başlığı



TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA DERSİ

ARAZİ TOPLULAŞTIRMASI

Prof.Dr. Belgin akmak

ARAZİ TOPLULAŞTIRMASI

* *Tarımsal Yapıya İlişkin Sorunlar:*

- Tarım iŐletmelerindeki toprak yetersizliği,
- Tarım işletmelerinde toprak mülkiyetine ilişkin dengesiz dağılım,
- Tarım işletmelerinde toprakların dağınık, küçük parçalı ve Őekillerinin düzensiz oluŐu,
- Kiracılık ve ortakçılık gibi arazi kullanma sistemlerinin düzensizliği.

ARAZİ TOPLULAŞTIRMASI

- * **Tarımsal yapının iyileştirilmesi için,**
 - mülkiyet ve tasarruf sisteminin iyileştirilmesi olan **arazi toplulaştırması,**
 - arazi ıslahı, toprak koruma, sulama, drenaj, arazi tesviyesi ve tarla içi hizmet yolları gibi tarımsal tesislerin yapılarak doğal koşulların tarıma daha uygun hale getirilmesi,
 - çiftçinin eğitimi,
 - tarım işletmelerinin düzenlenmesi gerekir.

Arazi Topplulaştırmasının Önemi

- * Ülkemizdeki tarım işletmelerinin büyük bir kısmı yeterli büyüklükte değildir ve toplu bir işletme karakteri göstermez.
- * Küçük tarım işletmelerinin sahip oldukları arazi miktarı sınırlı ve çok sayıda parçadan oluşmaktadır.
- * Bu nedenle bu işletmelerde beklenen üretim düzeyine erişilememektedir.

Arazi Toplulaştırmasının Tanımı

* *Dar anlamda arazi toplulaştırması,*

Aynı şahsa ve çiftçi ailesine ilişkin dağınık, küçük arazi parçalarının ve hisselerinin, hiçbir yapısal çalışmaya yer verilmeden bir araya getirilerek düzenli geometrik şekiller biçiminde birleştirilmesidir.

Arazi Toplulaştırmasının Tanımı

* *Teknik anlamda arazi toplulaştırması,*

Toprakların üretim tekniğinin ekonomik olarak uygulanmasını, toprak koruma ve sulama önlemlerinin alınmasını güçleştirecek derecede parçalanmış, dağılmış ve şekillerinin bozulmuş olduğu durumlarda bunları bir araya getirmek, birleştirmek, çiftçi ailesinin yaşam düzeyini yükseltmek için teknik, ekonomik ve sosyal yönden gerekli önlemleri almaktır.

Arazi Toplulaştırmasının Amaçları

- * Fazla parçalanmış ve dağılmış arazilerin modern işletmecilik esaslarına göre birleştirilmesi,
- * Tarla içi yol şebekesinin, sulama tesislerinin yapılması,
- * Gerekli arazi tesviyesi ve toprak ıslahının yapılması,
- * Fazla meyilli arazilerde teraslama ve ağaçlandırma gibi toprak koruma önlemlerinin alınması,
- * Arazinin yeniden düzenlenmesi ve dağıtımını yapılırken olanaklar ölçüsünde parsellerin genişletilmesi,

Arazi Toplulaştırmasının Amaçları

- * Köylerin yeniden düzenlenmesi, çevre planlaması, yerleşim, kanalizasyon, elektrifikasyon, sağlık ve sosyal tesislerin yapılması,
- * İşletmelerin iyileştirilmesi, yeniden düzenlenmesi, işletmelerin ekonomik bir şekilde çalışmalarının sağlanması için gerekli önlemlerin alınması,
- * Toplum kalkınmasında ekonomik, sosyal ve kültürel gelişmenin sağlanabilmesi için toplulaştırma ile birlikte diğer tüm önlemlerin alınması.

Tarım Arazilerinin Parçalanmasının Nedenleri

- * Ekonomik koşulların ve tarım tekniğinin gelişmesi - arazilerin bölünerek parçalanması, yeni ve farklı yerlerde arazi satın alınması
- * Sosyal uğraşlar nedeniyle ortaya çıkan parçalanmalar, karayolu, demiryolu, sulama kanalı, gölet gibi tesisler
- * Tarımsal uğraşların zorunlu kıldığı parçalanmalar
- * Miras, alım satımlar ve nüfus artışı nedeniyle oluşan parçalanma

Arazi Parçalanması ve Küçülmesinin Etkileri

- * Arazi kullanımı üzerine etkisi
- * Üretim üzerine etkisi
- * Mekanizasyon üzerine etkisi
- * İşçilik ve işçilik giderleri üzerine etkisi
- * Makinelerin verimi üzerine etkisi
- * İşletmenin başarısı üzerine etkisi

Arazi Toplulaştırmalarının Yararları

- * Tarla içi geliştirme projelerinin maliyetinde tasarruf sağlanır,
- * Modern tarım yöntemlerinin uygulanmasında kolaylık sağlanır,
- * İşgücünden ve zamandan tasarruf sağlanır,
- * İşlenebilen tarım alanı arttırılabilir,
- * Tarım arazilerinin sulanabilmesi ve drenajı sağlanır,
- * Arazi parsellerinin korunmasında kolaylık ve kullanılan malzemelerden tasarruf sağlanabilir,
- * Arazi mülkiyeti güvenceye kavuşturulmuş olur,
- * Kırsal alan ekonomik ve sosyal dengeye kavuşturulabilir.

Arazi Toplulaştırmasının Aşamaları

- * Arazi toplulaştırma kararının alınması,
- * Etüt ve hazırlık safhası,
- * Planlama ve projeleme safhası,
- * Uygulama safhası.

Arazi toplulaştırma kararı ile etüt ve hazırlık safhaları iç içedir. Bu nedenle toplulaştırma çalışmalarını

- * Etüt,
- * Planlama-projeleme
- * Uygulama olarak da ayırabiliriz.

1. Etüt alışmaları (n çalışmalar)

- * Öncelikle o yöredeki çiftçilerle ilişki kurulmalı ve çiftçilerin arazi toplulaştırmasına istekli olup olmadıkları araştırılmalıdır.
- * nce köy yöneticileri ve nder iftiler, daha sonra da bütün çiftçilerle görüşmeler yapılır.
- * Görüşmelerden olumlu sonuç alındığı durumda diğer aşamalara geçilir.

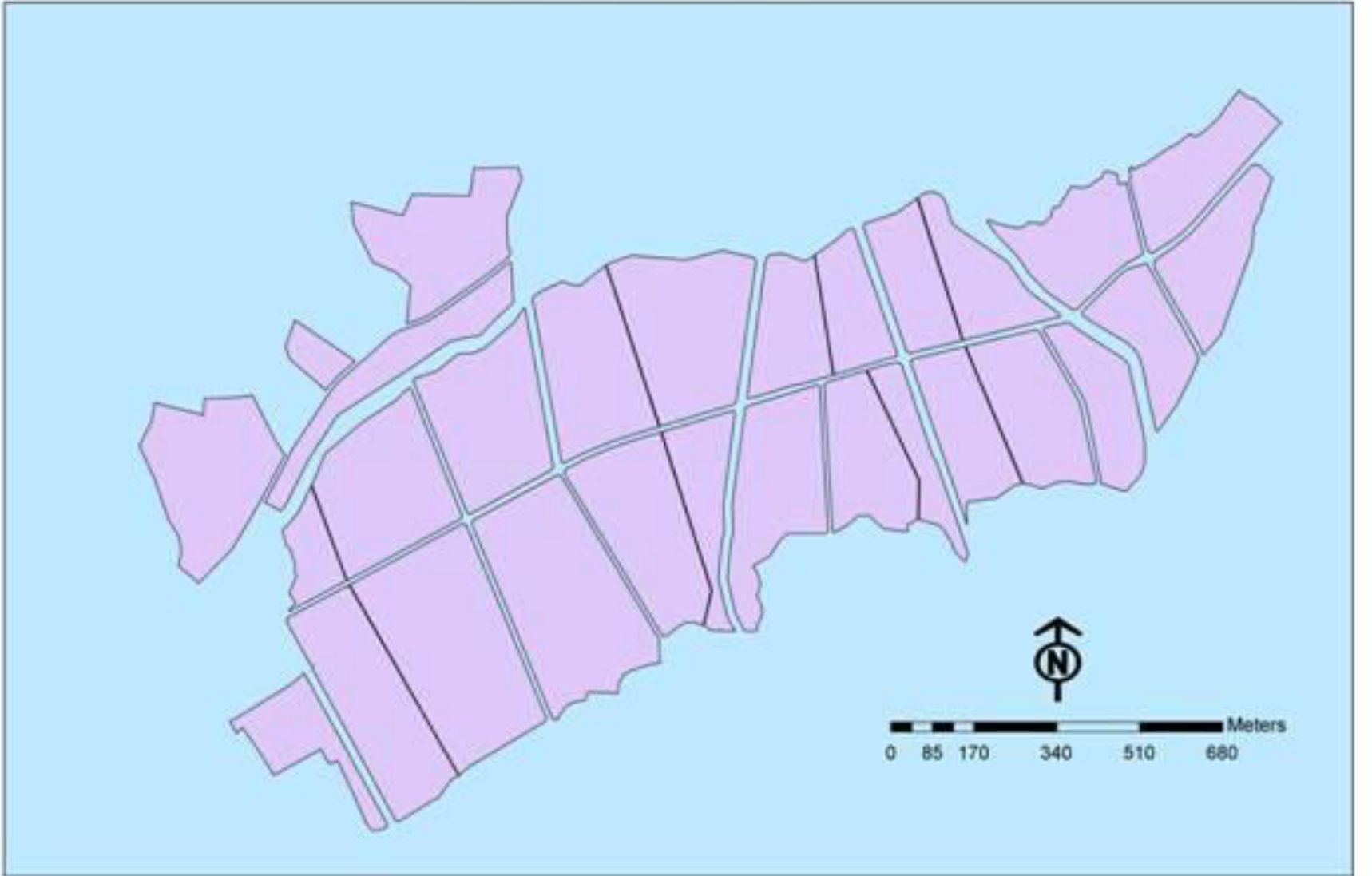
2. Planlama Aşaması

- * Toplulaştırma alanının mevcut durumunun belirlenmesi ve arazilerin derecelendirilmesi konularını içerir.
- * Mevcut durumun belirlenmesi amacıyla sulama, drenaj ve toprak koruma etütleri, topografik durumun belirtilmesi ve mülkiyet durumunun belirlenmesi işlemleri yapılır.
- * Toplulaştırma alanındaki farklı nitelikteki arazilerin birbiriyle değişimine olanak sağlamak amacıyla yapılan değerlendirme işlemine **arazi derecelendirme** denir.

2. Uygulama Aşaması

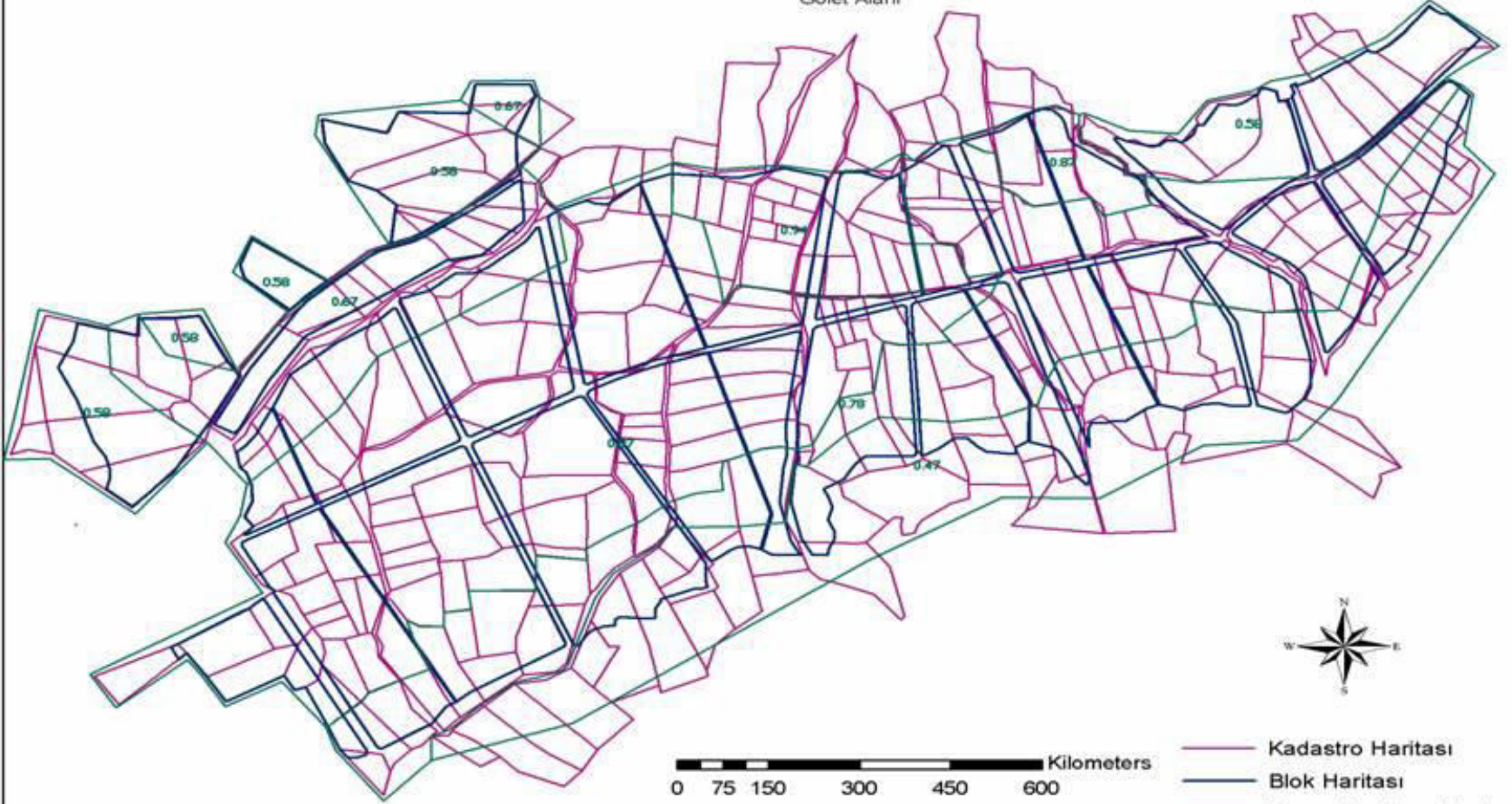
- * Kesinleşen derecelendirme sonuçları derecelendirme haritasına işlendikten sonra, uygulama projesi işleme koyulur.
- * Parsel bloklarının oluşturulması,
- * Arazi tesviyesi,
- * Yol sistemlerinin planlanması,
- * Sulama, drenaj ve toprak koruma sistemlerinin planlanması,
- * Yeni parsellerin dağıtımı ve tapulama işlemlerinin yapılması.

Bursa Merkez Doğancı Köyü Blok Haritası



Bursa - Merkez Doğancı Köyü Arazi Topplulaştırma Projesi

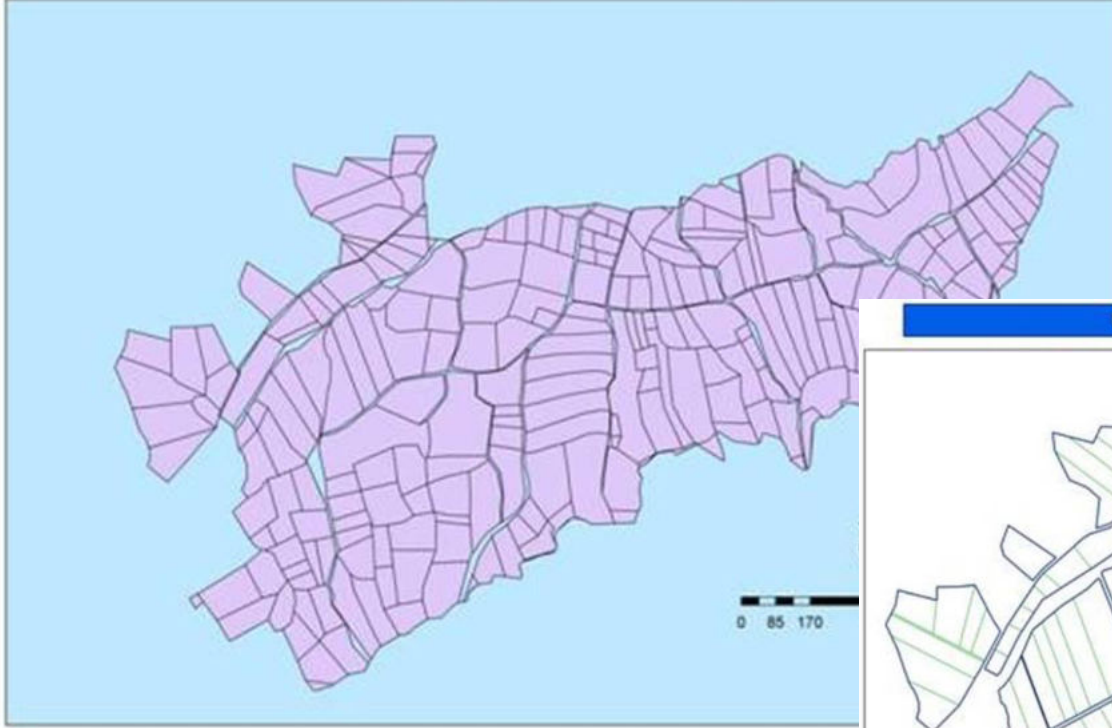
Golet Alanı



0 75 150 300 450 600 Kilometers

- Kadastro Haritası
- Blok Haritası
- Derecelendirme Haritası

Bursa Merkez Doğancı Köyü Eski Mülkiyet Haritası



Bursa Merkez Doğancı Köyü Parselasyon Haritası



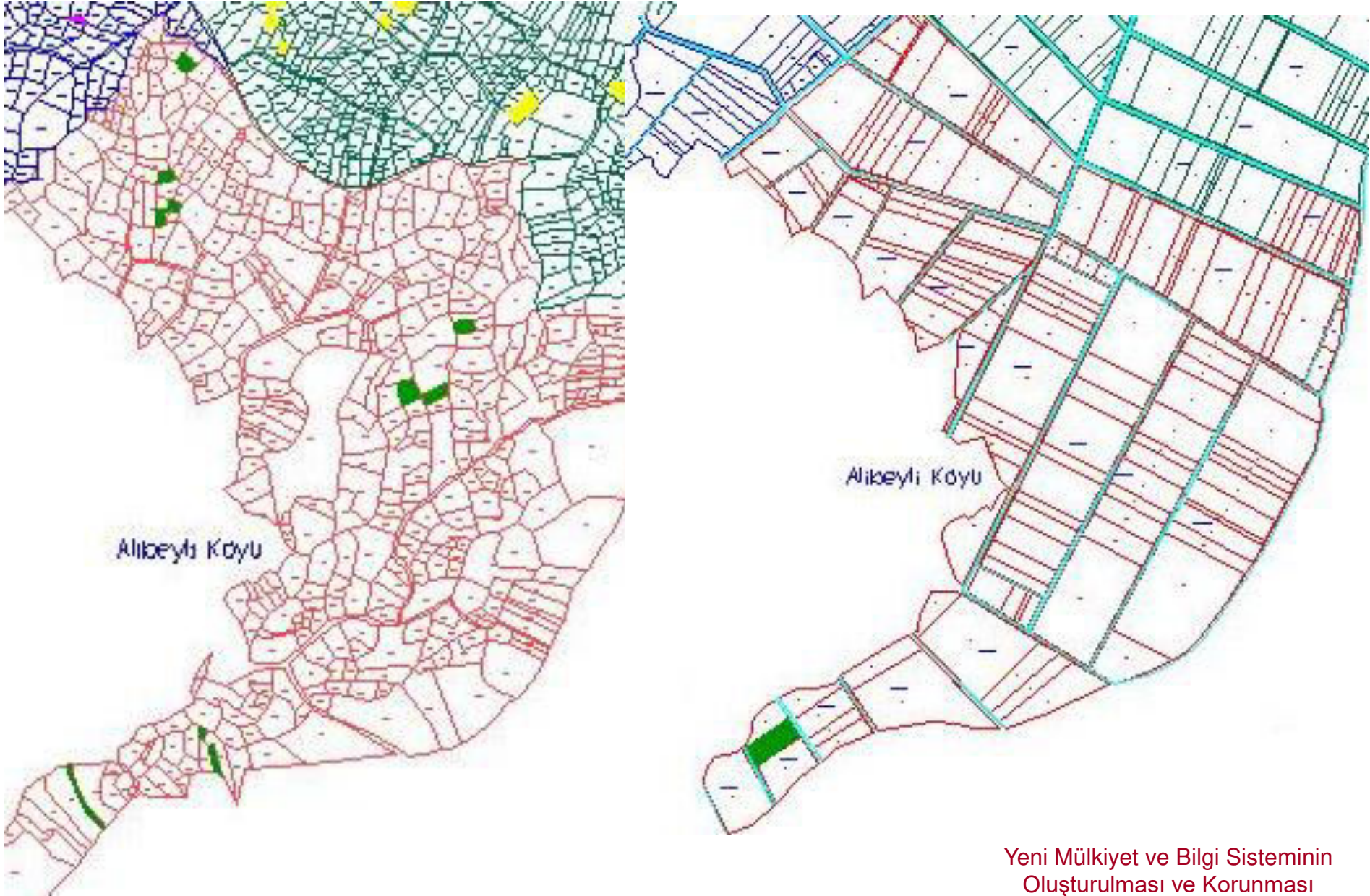
Projeleme ile Parsel Sayısı Değişimi

<i>Köyler</i>	<i>Projeden Önce</i>	<i>Projeden Sonra</i>
<i>Karacaören</i>	1003	185
<i>Bağlıca</i>	612	114
<i>Alibeyli</i>	417	147

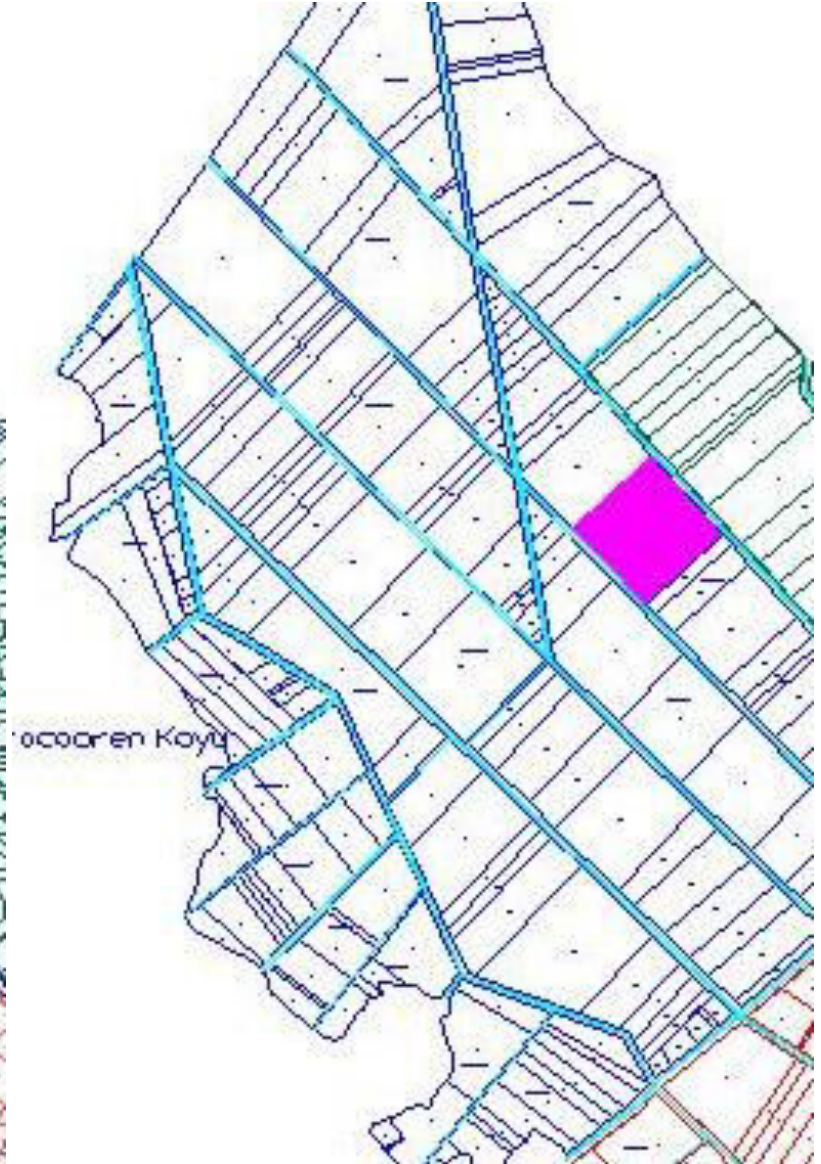
Projeleme ile Ortalama Parsel
Büyükliğündeki Değişim

<i>Köyler</i>	<i>Projelemeden Önce (m²)</i>	<i>Projelemeden Sonra(m²)</i>
Karacaören	1232	6119
Bağlıca	1338	6967
Alibeyli	2099	6294

89 nolu işletme Hüseyin Yeğin'in Parselleri



43 nolu işletme Nurettin Göklrmak'ın Parselleri



Yeni Mülkiyet ve Bilgi Sisteminin
Oluşturulması ve Korunması



Bremen 2003







Sulama Suyu Kalitesi
ve
Tuzluluk Problemleri

Doç. Dr. G. Duygu Semiz

-
- Doğadaki tüm su kaynaklarının içeriğinde az ya da çok miktarda çözünmüş katı madde (tuz) bulunmaktadır. Bu tuzların kaynağı, yer örtüsünde (toprakta ya da kayalarda) bulunan minerallerin iklimin etkisiyle çözünmesi ve su kaynaklarına karışması olabileceği gibi; tarımsal, kentsel ve endüstriyel kullanımlar sonucu oluşan drenaj sularının bu kaynaklara ulaşması yoluyla da olabilir.

-
- Sulamaya açılacak küçük (çiftçi tarlası) ya da büyük (sulama projesi) alanlarda sulama suyu kalitesi en önemli etmendir. Çünkü su kalitesi sulama açısından uygun değil ise, alan sulamaya açılmaz. Sulama suyu kalitesi dendiğinde, ilk olarak tuzluluk akla gelmektedir. Sulama suyunda bulunan erimiş tuzlar, hem yetiştirilecek bitkiye hem de toprağa büyük zararlar verebilir.

-
- Benzer şekilde, iz elementi dediğimiz ve tuzlara oranla genellikle daha az bulunan elementlerin varlığı da, bitkilere ve toprağa büyük zararlar verebilir (Nitrat (NO_3), Bor (B), ağır metaller). Genellikle tuz, sofralarımızda tükettiğimiz sofr tuzu (Sodyum Klorür - NaCl) ile aynıdır, ancak farklı bileşikler şeklinde bulunan tuzlar da vardır ve genellikle sodyum klorür yani sodyum ve klor, yalnız başına bulunmaz. Bu tuzlar, Tablo 1'de bulunabilme oranlarına göre sıralanmıştır.

Kimyasal İsmi	Kimyasal Sembolü	Yaklaşık Bulunma Oranı
Sodyum Klorür	NaCl	Orta-yüksek
Sodyum Sülfat	Na ₂ SO ₄	Orta-yüksek
Kalsiyum Klorür	CaCl ₂	Orta
Kalsiyum Sülfat (jips)	CaSO ₄ 2H ₂ O	Orta-düşük
Magnezyum Klorür	MgCl ₂	Orta
Magnezyum Sülfat	MgSO ₄	Orta-düşük
Potasyum Klorür	KCl	Düşük
Potasyum Sülfat	K ₂ SO ₄	Düşük
Sodyum Bikarbonat	NaHCO ₃	Düşük
Kalsiyum Karbonat (kireç)	CaCO ₃	Düşük
Sodyum Karbonat	Na ₂ CO ₃	Çok düşük-bulunmaz
Borat	BO ⁻³	Çok düşük-bulunmaz
Nitrat	NO ⁻³	Düşük-bulunmaz

-
- Sulama suyunda bulunan tuzlar, su içerisinde erimiş (çözünmüş) halde bulunurlar. Bu tuzların suyun içinde çözünmüş haline “iyon” denir ve bu iyonlar artı (+) işaretli iseler “katyon”, eksi (-) işaretli iseler “anyon” olarak ifade edilirler. Tablo 2’de bir sulama suyu analizinde rapor edilmesi gerekenler belirtilmiştir.

EC, dS/m	pH	SAR	Katyonlar, me/l				Anyonlar, me/l			
			Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Cl ⁻²	SO ₄ ⁻²	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻²

-
- Laboratuvarda yapılan ve size rapor olarak gönderilen analiz sonuçlarını bazı temel kimya prensiplerine dayanarak tahmin edebilirsiniz. En temel prensip, raporda belirtilen toplam katyon miktarı ile toplam anyon miktarının birbirine eşit olması gerekliliğidir. Bunu bir örnekle açıklamak gerekirse

EC, dS/m	pH	SAR	Kasyonlar, me/l				Anyonlar, me/l			
			Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Cl ⁻²	SO ₄ ⁻²	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻²
0.5	7.2	2.3	2.3	0.7	1.2	0.8	3.1	1.0	0.9	-

-
- Bu örnekte, katyonların toplamı $2.3+0.7+1.2+0.8= 5$ me/l ve toplam anyonların toplamı ise $0.8+3.1+1.0+0.9=5$ me/l'dir. Görüldüğü gibi bu raporda toplam anyon ve toplam katyon miktarı birbirine eşittir. Eğer %5 oranından daha yüksek bir farklılık olsaydı (hata payı %5'den küçük ise analizin doğruluğu kabul edilir), analizlerin doğru yapıldığından ya da raporun doğru düzenlendiğinden şüphe edilip, analizin tekrarlanması istenebilir.

-
- Diğer bir ilişki ise; Elektriksel iletkenlik (EC) değerinin, toplam katyon ya da toplam anyon ile olanıdır. Elektriksel iletkenlik değeri 0.1 ile 5 dS/m arasında olan sularda, bu ilişki $10 \times \text{EC (dS/m)} = \text{toplam katyon veya toplam anyon}$ iken,; EC değerinin 5 dS/m'den yüksek olduğu su örneklerinde, $12 \times \text{EC (dS/m)} = \text{toplam katyon veya toplam anyon}$ dur. Görüldüğü gibi $10 \times 0.5 = 5$ eşitliğinden dolayı, EC ve toplam katyon arasındaki ilişki doğrudur.

-
- Sulama suyunda elektriksel iletkenlik en basit anlatımla, bir su kaynağının toplam tuzluluğunu gösteren terimdir. Elektriksel iletkenlik, genellikle 25oC olmak üzere belirli bir sıcaklıktaki çözeltinin 1 cm uzunluk ve 1 cm² kesit alanına sahip sütunun ohm cinsinden direncinin tersi olarak ifade edilmektedir

-
- . İngilizce, Electrical Conductivity kelimelerinin ilk harflerinin alınarak kısaltılması (EC) yoluyla Türkiye ve Dünya literatürüne girmiştir. EC değerinin bir başka anlamı da tuzluluktur. EC, EC metre (Şekil 1) denen, laboratuvarında masa üstü ya da su kaynağının hemen yanında ölçülebilen mobil tiplerinden oluşmaktadır. Elektriksel iletkenlik değeri, hem toprak hem de sulama suyu için geçerli bir parametredir.

-
- Eğer sulama suyundan bahsediliyorsa EC_w ya da EC_i , topraktan bahsediliyorsa EC_e ile ifade edilir. Su örneğine probun daldırılması suretiyle dijital ekranda direkt olarak EC değerini vermektedir. Ölçülmesi son derece kolay, verdiği bilgiler ise bir o kadar önemlidir. Tuzluluk çalışmalarının ve farkındalığının hız kazandığı yıllarda ve EC metrenin kullanılmaya başlandığı yıllardan son 10 yıla kadar, EC'nin birimi $micomhos/cm$ ve $milimhos/cm$ iken, günümüzde çoğu raporda ve araştırma sonuçlarında dS/m ve mS/cm birimleri kullanılmaktadır. Bir analiz raporunda karşılaşılabilecek elektriksel iletkenlik birimlerinin birbirine çevrilmesinde kullanılan katsayılar verilmiştir.



Elektriksel iletkenlik birimlerinin çevrilmesine ilişkin katsayılar.

Birim		Çevirmek için çarpım katsayısı		Birim
dS/m (desisiemens/metre)	x	1	=	mS/cm (milisiemens/santimetre)
dS/m (desisiemens/metre)	x	100	=	mS/m (milisiemens/metre)
dS/m (desisiemens/metre)	x	1	=	milimhos/cm (mmhos/cm)
milimhos/cm (mmhos/cm)	x	1000	=	micromhos/cm (μ mhos/cm)

-
- Sulama suyundaki yüksek miktardaki tuzluluk, bitkinin suyu bünyesine almasını engelleyerek verim kaybına neden olur. Bitki kök bölgesinde yeteri kadar nem olmasına rağmen, bitki bu sudan faydalanamaz (osmotik etki) ve kurumaya başlar (fizyolojik kuraklık). Her bitkinin tuza ya da tuzluluğa dayanımı farklıdır. Bazı bitkiler belirli tuzlulukta yaşayamaz iken, bazı bitkiler aynı tuzlulukta hiçbir verim kaybı olmadan yaşayabilirler.

-
- Herhangi bir bitkinin verim kaybına başladığı tuzluluk düzeyi “eşik değeri” olarak ifade edilir. Bu tuzluluk değerinden sonra artan her bir birim tuzlulukta, verim kaybı yine bitkiden bitkiye değişmektedir. Seçilmiş bazı bitkilerin verim kaybının yüzde olarak 0, 50, 75 ve 100 olacağı tuzluluk seviyeleri, hem toprak ECe hem de sulama suyu için ECw verilmiştir. Böylece bu tablodan faydalanarak, sulama suyu analiz raporunda belirtilen ECw 'ye göre hangi bitkileri yetiştirebileceğimizi tahmin edebiliriz

	100%		90%		75%		50%		0%	
	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w	"maximum"	
TARLA BİTKİLERİ	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w
Arpa	8.0	5.3	10	6.7	13	8.7	18	12	28	19
Pamuk	7.7	5.1	9.6	6.4	13	8.4	17	12	27	18
Şeker pancarı	7.0	4.7	8.7	5.8	11	7.5	15	10	24	16
Sorgum	6.8	4.5	7.4	5.0	8.4	5.6	9.9	6.7	13	8.7
Buğday	6.0	4.0	7.4	4.9	9.5	6.3	13	8.7	20	13
Buğday (durum)	5.7	3.8	7.6	5.0	10	6.9	15	10	24	16
Çeltik	3.0	2.0	3.8	2.6	5.1	3.4	7.2	4.8	11	7.6
Mısır	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10	6.7
Fasulye	1.0	0.7	1.5	1.0	2.3	1.5	3.6	2.4	6.3	4.2
SEBZELER										
Kabak	4.7	3.1	5.8	3.8	7.4	4.9	10	6.7	15	10
Brokoli	2.8	1.9	3.9	2.6	5.5	3.7	8.2	5.5	14	9.1
Domates	2.5	1.7	3.5	2.3	5.0	3.4	7.6	5.0	13	8.4
Hıyar	2.5	1.7	3.3	2.2	4.4	2.9	6.3	4.2	10	6.8
Ispanak	2.0	1.3	3.3	2.2	5.3	3.5	8.6	5.7	15	10
Kereviz	1.8	1.2	3.4	2.3	5.8	3.9	9.9	6.6	18	12
Lahana	1.8	1.2	2.8	1.9	4.4	2.9	7.0	4.6	12	8.1
Patates	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10	6.7
Biber	1.5	1.0	2.2	1.5	3.3	2.2	5.1	3.4	8.6	5.8
Soğan	1.2	0.8	1.8	1.2	2.8	1.8	4.3	2.9	7.4	5.0
Havuç	1.0	0.7	1.7	1.1	2.8	1.9	4.6	3.0	8.1	5.4
Yeşil Fasulye	1.0	0.7	1.5	1.0	2.3	1.5	3.6	2.4	6.3	4.2
MEYVELER										
Greyfurt	1.8	1.2	2.4	1.6	3.4	2.2	4.9	3.3	8.0	5.4
Portakal	1.7	1.1	2.3	1.6	3.3	2.2	4.8	3.2	8.0	5.3
Şeftali	1.7	1.1	2.2	1.5	2.9	1.9	4.1	2.7	6.5	4.3
Kayısı	1.6	1.1	2.0	1.3	2.6	1.8	3.7	2.5	5.8	3.8
Bağ (üzüm)	1.5	1.0	2.5	1.7	4.1	2.7	6.7	4.5	12	7.9
Badem	1.5	1.0	2.0	1.4	2.8	1.9	4.1	2.8	6.8	4.5
Çilek	1.0	0.7	1.3	0.9	1.8	1.2	2.5	1.7	4	2.7

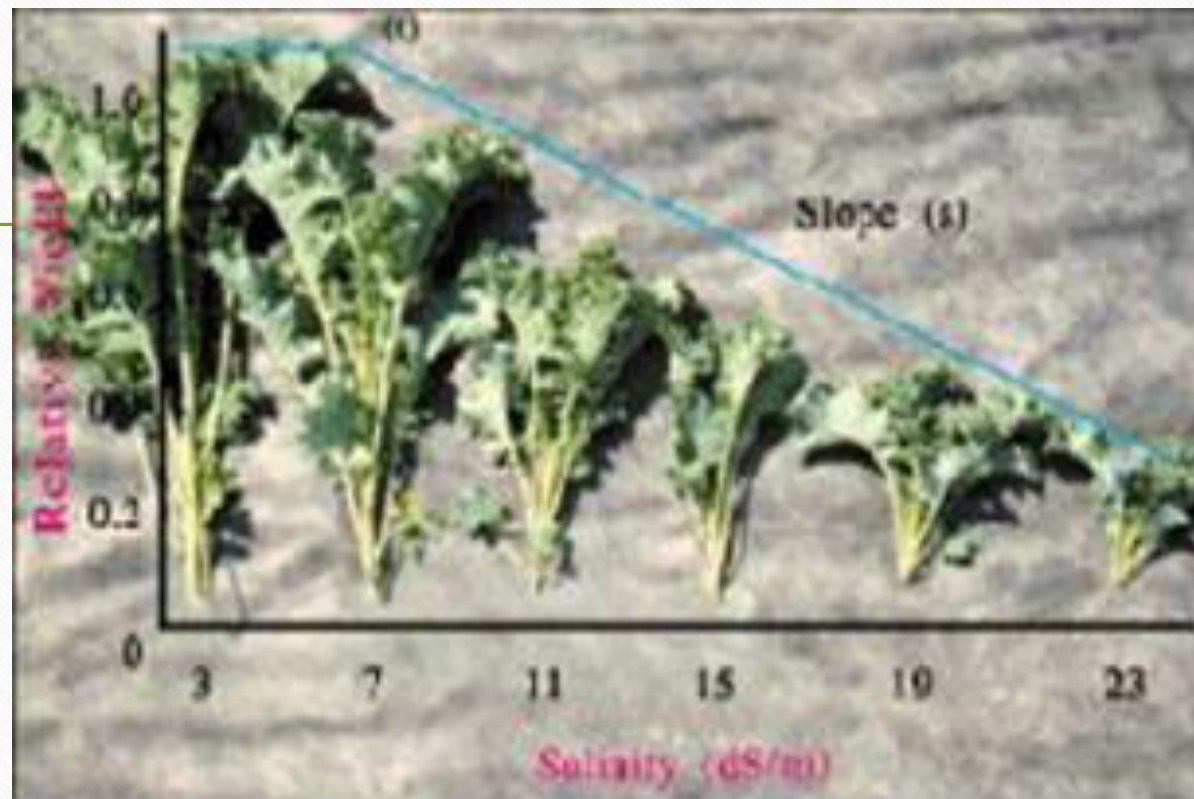
-
- incelendiğinde, tuzluluğun etkisinin bitkiden bitkiye önemli düzeyde değiştiğini görmek mümkündür. Örneğin, arpa bitkisi sulama suyu elektriksel iletkenlik değeri, $EC_w = 5.3$ dS/m iken hiçbir verim kaybına uğramazken, biber bitkisi bu seviyedeki bir tuzluluk düzeyinde yetiştirilemez, yani verim alınamaz. Genel bir karşılaştırma yapıldığında; tuzluluğa dayanım açısından, tarla bitkileri en yüksek toleransa sahip iken, sebzeler (bahçe bitkileri) ve meyve ağaçları daha hassastır.















Control 100mM 200mM 300mM 400mM 500mM



Normal



TUZLU



Potansiyel Sodyum Zararı

-
- Sulama suyuna ilişkin analiz raporlarında mutlaka bulunması gereken bir diğer terim, Sodyum Adsorpsiyon Oranı'dır (SAR). Bu terim, aslında suda bulunan sodyum (Na) iyonunun öncelikle toprağa ve daha sonra da bitkiye olan olumsuz etkisinin bir ölçüsüdür.

-
- Su içeriğindeki yüksek Na miktarı, topraktan suyun girmesini (infiltrasyon) engelleyen/yavaşlatan, geçirgenlik sorunlarına neden olur. Bunun nedeni, toprakta bulunan kil minerallerinin etrafında bulunan Ca (Kalsiyum) ve Mg (Magnezyum) iyonları ile yer değiştirmesi sonucu toprak partiküllerinin (parçacıklarının) parçalanmasıdır. Parçalanmış bu partiküller, toprakta suyun ilerlemesini sağlayan boşlukları tıkayarak suyun toprakta hareketini engeller. Yüksek SAR değerleri, toprak yüzeyinde kaymak tabakası oluşmasına neden olur. Bütün bunların sonucunda da, çimlenme ve çıkış engellenir, bitki kökleri toprağın derinliğine doğru gelişemez ve uygulanan sudan faydalanamaz.

-
- Bu zararın ölçüsü de SAR değeridir. Genel bir ifade ile SAR değeri 10'un üzerinde bulunursa, sulama suyu olarak kullanmak için belli bazı önlemlerin alınması gerekmektedir. Formülde Na, Ca ve Mg konsantrasyonları me/l cinsindedir.

- $$SAR = \frac{Na}{z \sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

Sulama Suyu Örneğinin Kalite Sınıfı

- Herhangi bir su kaynağının sulamaya uygun olup olmadığını belirleyen birçok sınıflandırma sistemi bulunmaktadır. Bütün bu farklı sınıflandırma sistemlerinin içinde dünyada en çok kabul görmüş sınıflandırma sistemi ABD-Tarım Bakanlığı-Tuzluluk Laboratuvarında geliştirilmiş sistemdir. Ülkemizde de bu sistem kullanılmaktadır. Bu sistemde yatay ekseninde EC değerleri (micromhos/cm cinsinden), dikey ekseninde de SAR değerleri bulunmaktadır. Bu grafikten faydalanarak, analiz raporunda belirtilen SAR ve EC değerine göre sulama suyunun uygun olup olmadığı yorumlanabilir

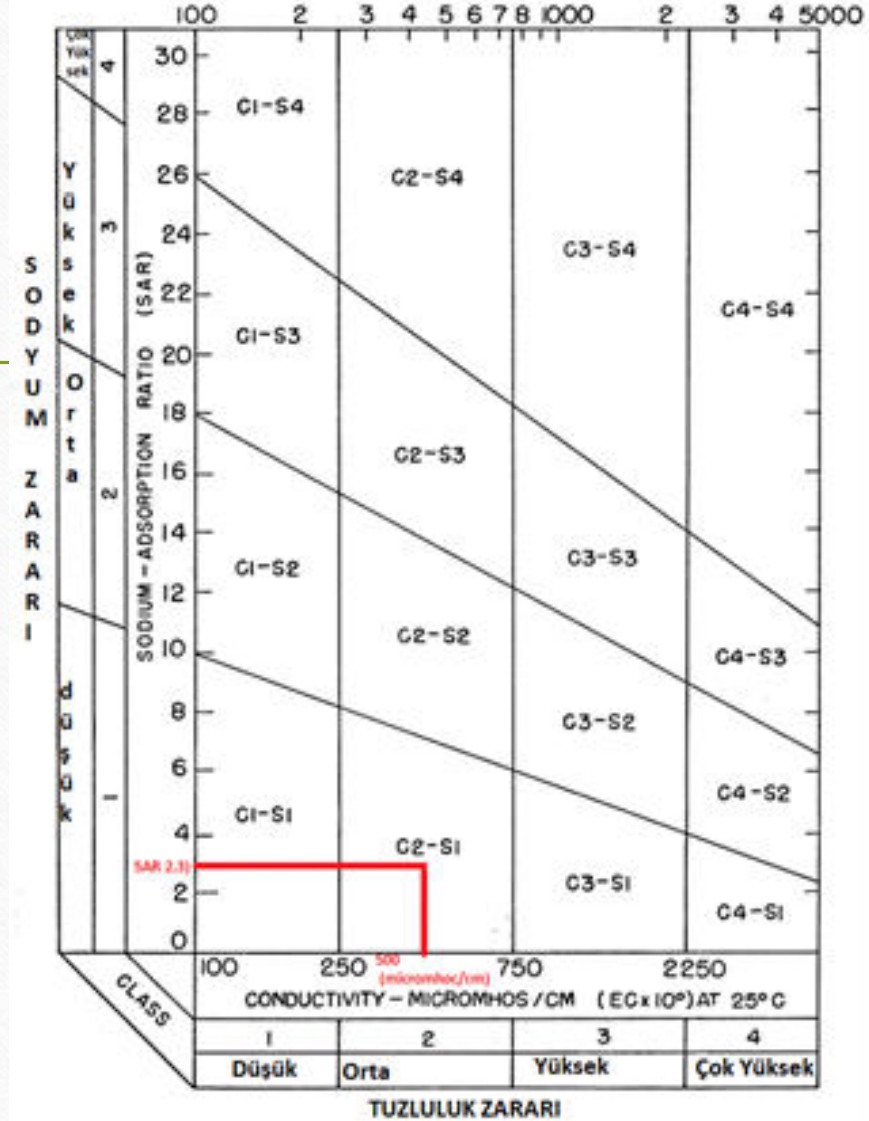
-
- **C1-Düşük Tuzlu Sular:** Elektriksel iletkenlik değeri 0-250 (micromhos/cm) arasında olan sulardır. Her bitki ve toprak için uygun olup, tuzluluk problemi o
 - **C₂-Orta Tuzlu Sular:** Elektriksel iletkenlik değerleri 250-750 (micromhos/cm) arasında olan sulardır. Tuza orta derecede duyarlı olan bitkilerde sorun yaratmadan kullanılabilirler. Ancak, tuza duyarlı bitkilerde yıkamaya önem verilmelidir.

-
- C3-Yüksek Tuzlu Sular: Elektriksel iletkenlik değeri 750-2250 (micromhos/cm) arasındadır. Fazla miktarda tuz içeren sulardır. Sürekli kullanılmaları halinde tuzluluk problemi yaratmamaları için, sürekli yıkama ve özel toprak işleme uygulanması gerekir. Yetiştirilecek bitkilerin tuza dayanıklı olması gerekir ve özellikle drenajın yeterli olmadığı yerlerde kullanılmamalıdır.
 - C4-Çok yüksek Tuzlu Sular: Bu suların elektriksel iletkenlik değeri 2250 (micromhos/cm)'den daha yüksektir. Normal koşullarda bu sular, sulamaya uygun değildir. Kullanılmaları ancak çok özel koşulları içermektedir. Örneğin, tuzluluğa dayanımı yüksek bitkilerin yer aldığı, drenajı iyi olan ve fazlaca yıkama suyu uygulanan alanlarda kullanılabilirler.

-
- S1-Düşük Sodyumlu Sular: Bu sular Na^+ yönünden her bitki ve toprak koşulunda bir zararlanma oluşturmadan kullanılabilirler.
 - S2-Orta Sodyumlu Sular: Kaba bünyeli ve yüksek geçirgenlikteki organik topraklarda sorun oluşturmadan kullanılabilirler.

-
- S3-Yüksek Sodyumlu Sular: Geçirgenliği yüksek, kumlu topraklarda kullanılabilirler. Toprak tuzluluğunun da düşük olması gerekir. Genelde ise uygun drenaj fazla yıkama ve organik madde ilavesi gibi bazı özel toprak işleme programları uygulanmadıkça bu suların kullanılmaları sakıncalıdır. İçerisinde jips içermeyen topraklarda kimyasal ıslah maddeleri kullanılmalıdır.
 - S4-Çok Yüksek Sodyumlu Sular: Bu sular sulamaya uygun değildir. Yalnızca toplam tuz içeriği düşük, eriyebilir Ca^{+2} miktarı yüksek topraklarda, yıkama ile birlikte kimyasal ıslah maddelerinin (jips) de uygulanması koşulu ile kullanılabilirler

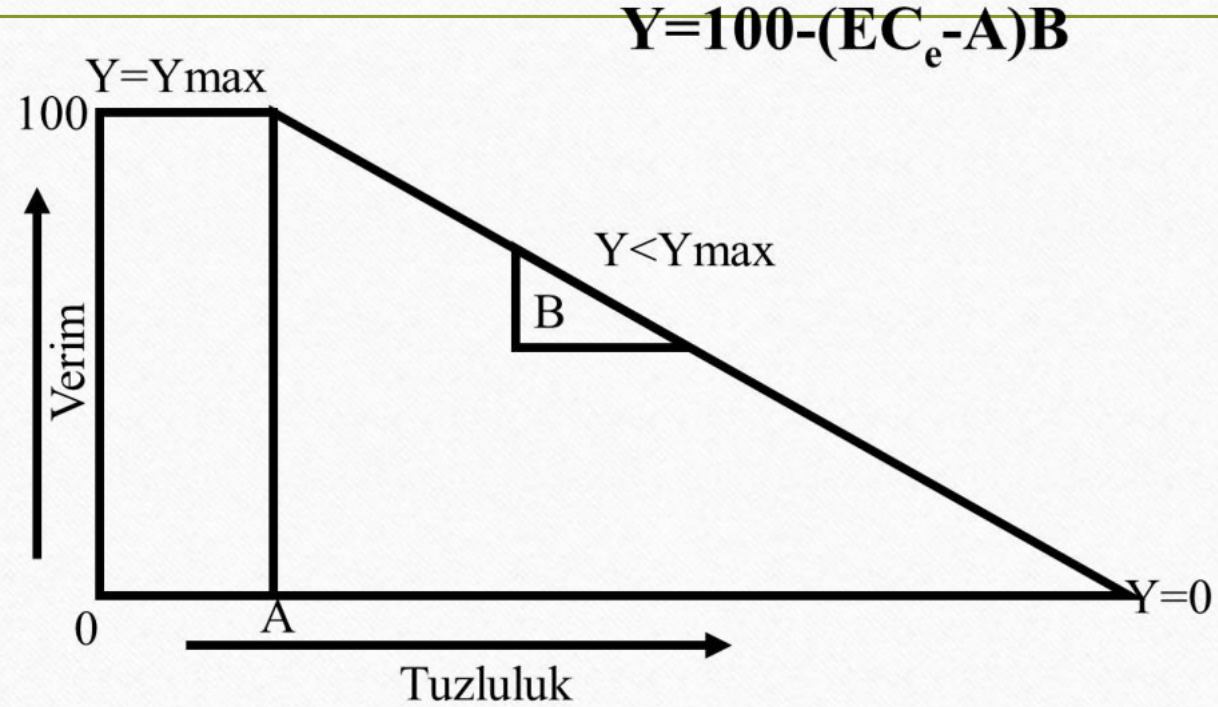
EC=0.5 dS/m=500
micromhos/cm ve SAR
değeri 2.3 dür. Yatay
eksende 500
micromhos/cm ile düşey
eksendeki 2.3 değerinin
kesiştği bölge, suyun
kalite sınıfını verecektir.
Bu koşulda, sulama suyu
sınıfı C2S1 'dir.



Tuzluluk-Bitki Verimi İlişkisi

- $Y=100-(EC_e-A)B$
- Eşitlikte
- Y: Oransal verim
- EC_e : Saturasyon eriyiği elektriksel iletkenliği
- A: Verimin ilk azalmaya başladığı tuzluluk (eşik değeri)
- B: Birim tuzluluk artışındaki %verim azalması

Tuzluluk-Bitki Verimi İlişkisi



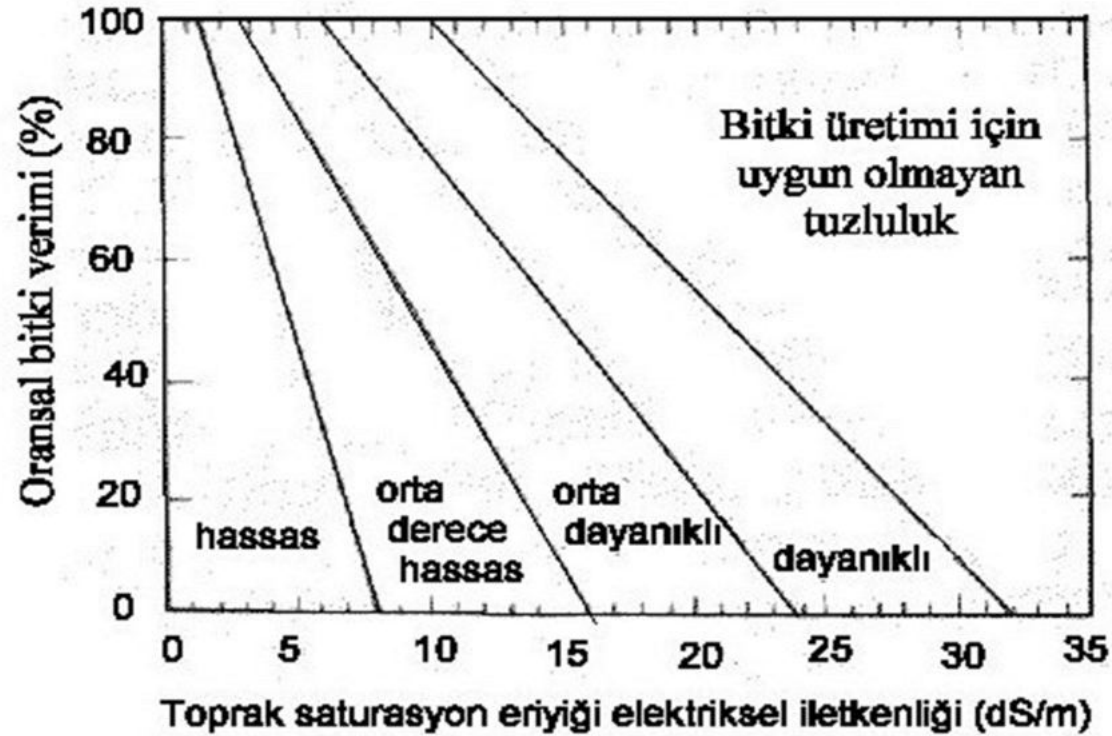
Örnek: Elektriksel iletkenliği 6 dS/m olan bir sulama suyu kullanılarak domates bitkisi yetiştirilecektir. Domatesin eşik tuzluluk değeri 2.5 dS/m ve birim tuzluluk artışındaki verim azalması %8 olduğuna göre mevcut su ile sulanan domateste oransal verim ve verim kaybını hesaplayınız.

-
- Çözüm: Oransal verim $Y=100-(EC_e-A)B$
 - $Y=100-(6-2.5)8$ $Y=100-(3.5)8$
 - $Y=100-28$ $Y=72$
 - $Y=72$ alınan oransal verim
 - Verim Kaybı
 - $100-72=28$ verim kaybı oluşmaktadır.

Toprağın elektriksel iletkenliğine göre tuzluluk sınıfları

ECe(dS/m)	Sınıfı	Bitki verimi
0 - 2	Tuzsuz	Etkilenmez
2 - 4	Hafif tuzlu	Duyarlı bitkiler etkilenir
4 - 8	Tuzlu	Birçok bitki etkilenir
8 - 16	Çok tuzlu	Dayanıklı bitkiler yetişir
> 16	Aşırı tuzlu	Birkaç dayanıklı bitki yetişir

Bitkilerin tuzluluğa karşı dayanım sınıfları



Tuzluluk Yönetimi

***Bitki Seçimi**

*** Sulama Yöntemi Seçimi**

•Yüzey sulama yöntemleri

•Basınçlı sulama yöntemleri

*** Yıkama ve Drenaj**

*** Arazi Tesviyesi**

*** Sulama Aralığı**

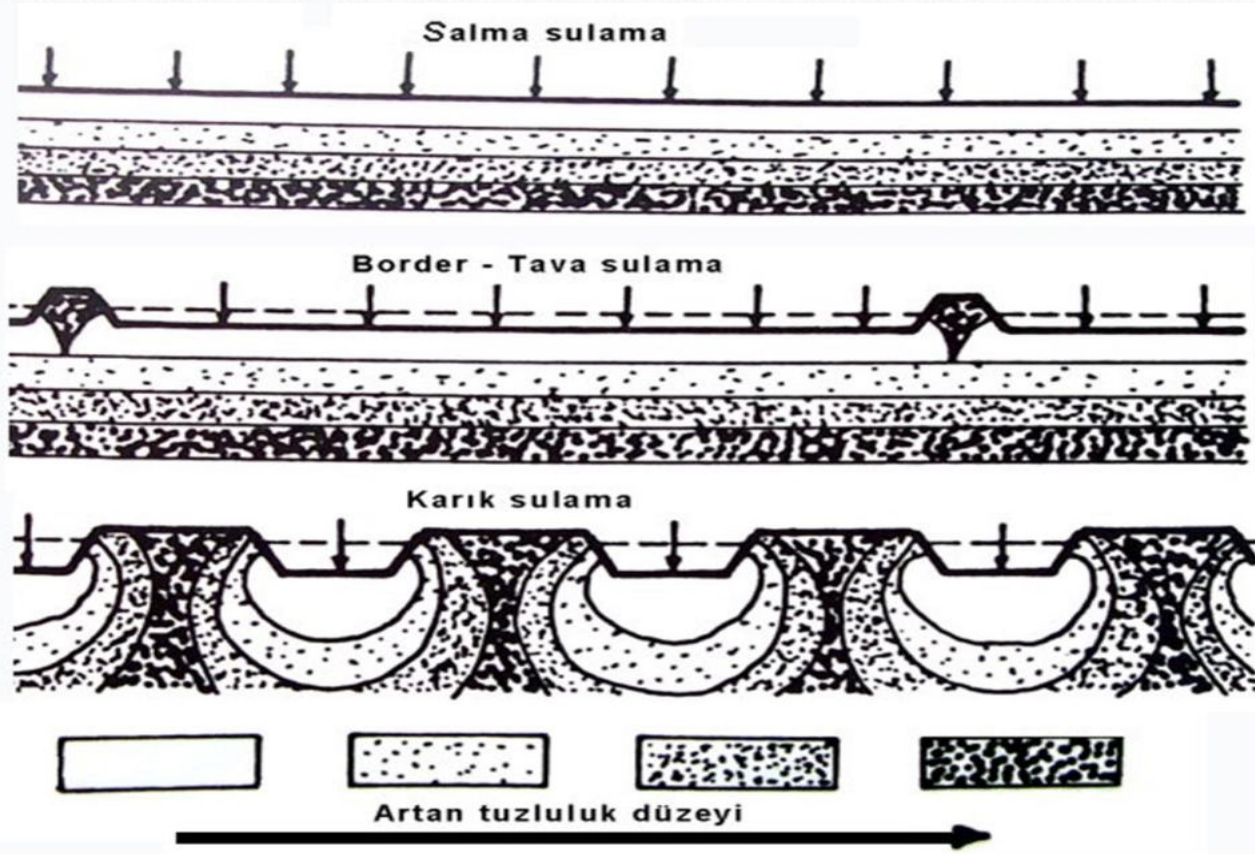
*** Tohum Yatağı**

Bitki Seçimi

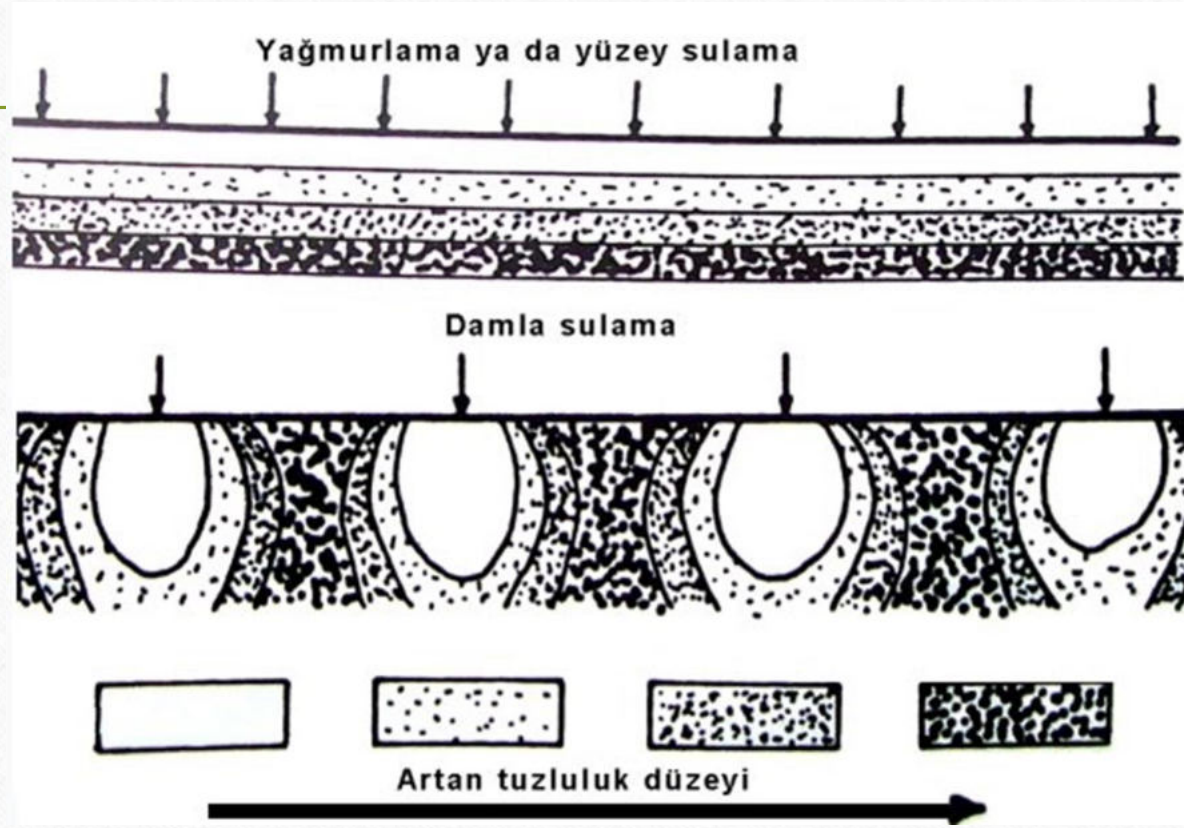
- Bir yörede, gerekli tedbirler alınmasına rağmen toprak tuzluluğunun kontrolü mümkün olmuyorsa, o yörede ortaya çıkan tuzluluk düzeyinde ekonomik verim sağlayabilecek, tuza dayanımı yüksek bitkilerin yetiştirilmesi yoluna gidilmelidir (Çukurova'da Pamuk tarımı).

Sulama Yöntemi Seçimi

Yüzey sulama yöntemleri



Basınçlı sulama yöntemleri



Yıkama ve Drenaj

- Yıkama, bitki kök bölgesinde birikebilecek tuzların kök bölgesinden uzaklaştırılması için toprağa verilen sudur. Yıkama ihtiyacının belirlenmesinde sulama suyunun elektriksel iletkenliği ve yetiştirilen bitkinin tuz toleransının bilinmesi gerekir.
- Yıkama sonucu oluşan tuzlu suyu uzaklaştırmak için mutlaka Drenaj Sistemi gerekmektedir.

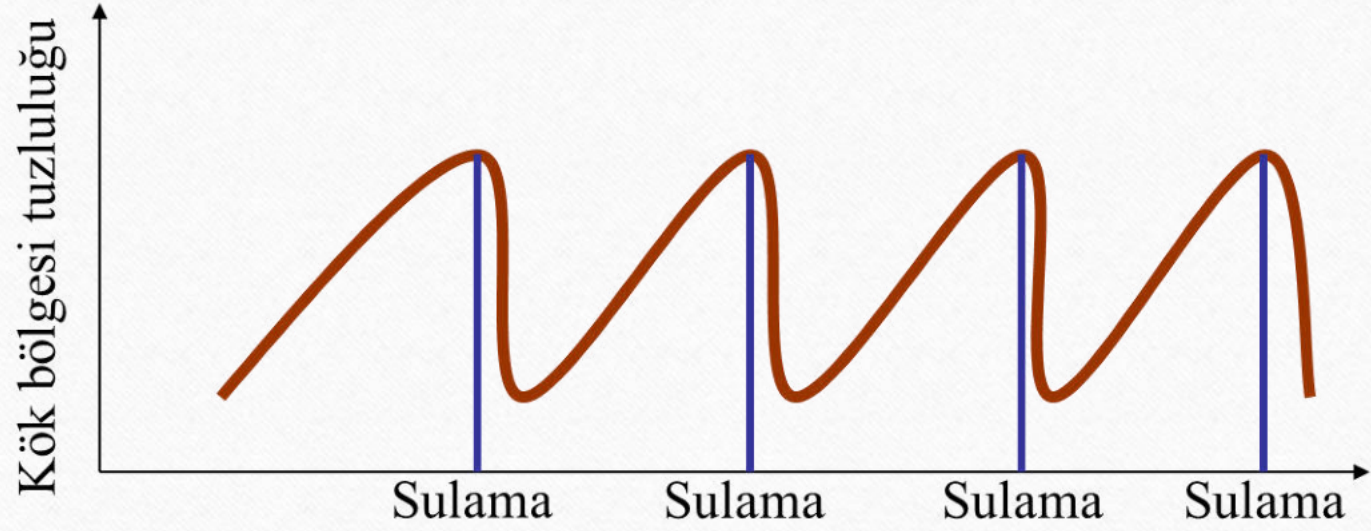
Arazi Tesviyesi

- Tuzlu sulama suyu kullanılan tarım alanları, düzgün yüzeye sahip değillerse ve özellikle yüzey sulama yöntemleri uygulandığında, tümsek kısımlarda aşırı tuz birikmesi olacak ve buralarda yetişen bitkiler tuzluluktan olumsuz etkilenecektir. Bu nedenle tuzlu sulama sularının kullanıldığı alanlarda homojen bir sulama yapılmasına ve arazi yüzeyinin tesviye edilmiş olmasına özen göstermek gerekmektedir.



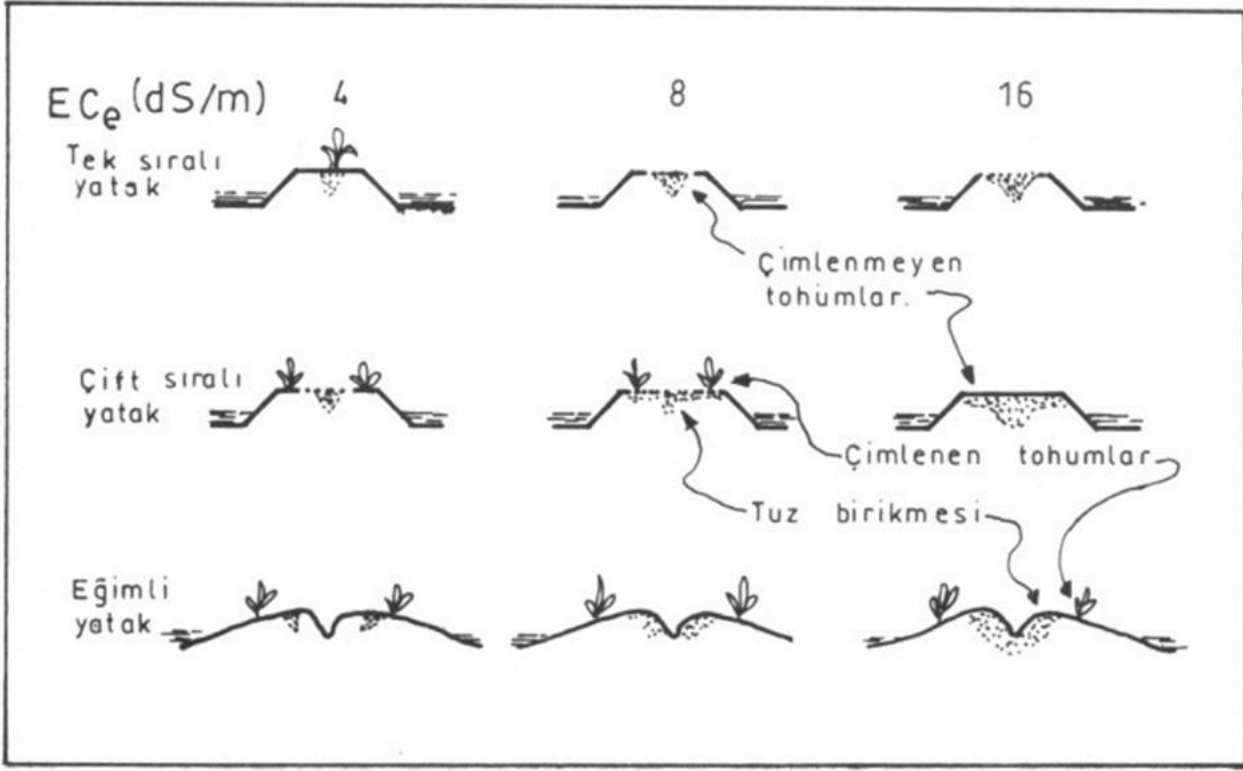
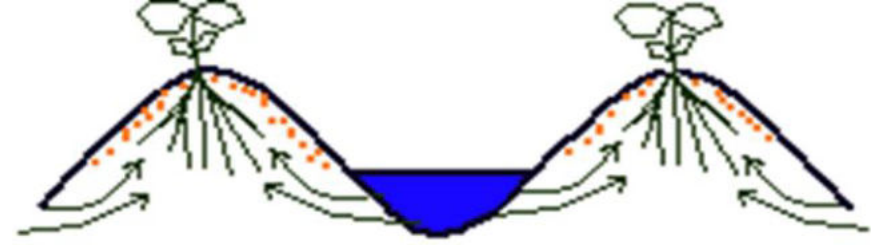
Sulama Aralığı

- Bitkinin su alımını kolaylaştırmak için toprakta yüksek miktarda su bulundurmak, bitkinin tuzdan etkilenmesini azaltacaktır. Kök bölgesinde yüksek miktarda su bulundurmak, kullanılabilir rutubetin az bir kısmının tüketilmesine izin vermekle sağlanabilir. Bu da ancak sık aralıklarla yapılan sulamalar ile sağlanabilir.



Yapılan sulamalar ile kök bölgesi tuzluluğu değişimi

Tohum Yatağı





DRENAJ; TEMEL KAVRAMLAR VE TEMEL UYGULAMALAR

Doç.Dr. G. Duygu Semiz

Drenajın Tanımı

Drenaj; tarım alanlarında, havadar bir kök bölgesi ve tarımsal faaliyetler için yeter derecede kuru bir üst toprak sağlamak için, kaynağı ne olursa olsun fazla suyun araziden uzaklaştırılmasıdır.

Uygun drenaj sistemi, yetiştirme mevsimi boyunca bitki gelişmesine zarar verebilecek toprağın üzerindeki ya da içindeki fazla suyun uzaklaştırılmasını sağlayacak, uygun kök gelişme ortamı ile toprakların kolayca işlenmesini mümkün kılacak ve toprakta optimum nem miktarının bulunmasına olanak sağlayacak sistemdir.

Drenajın Yararları

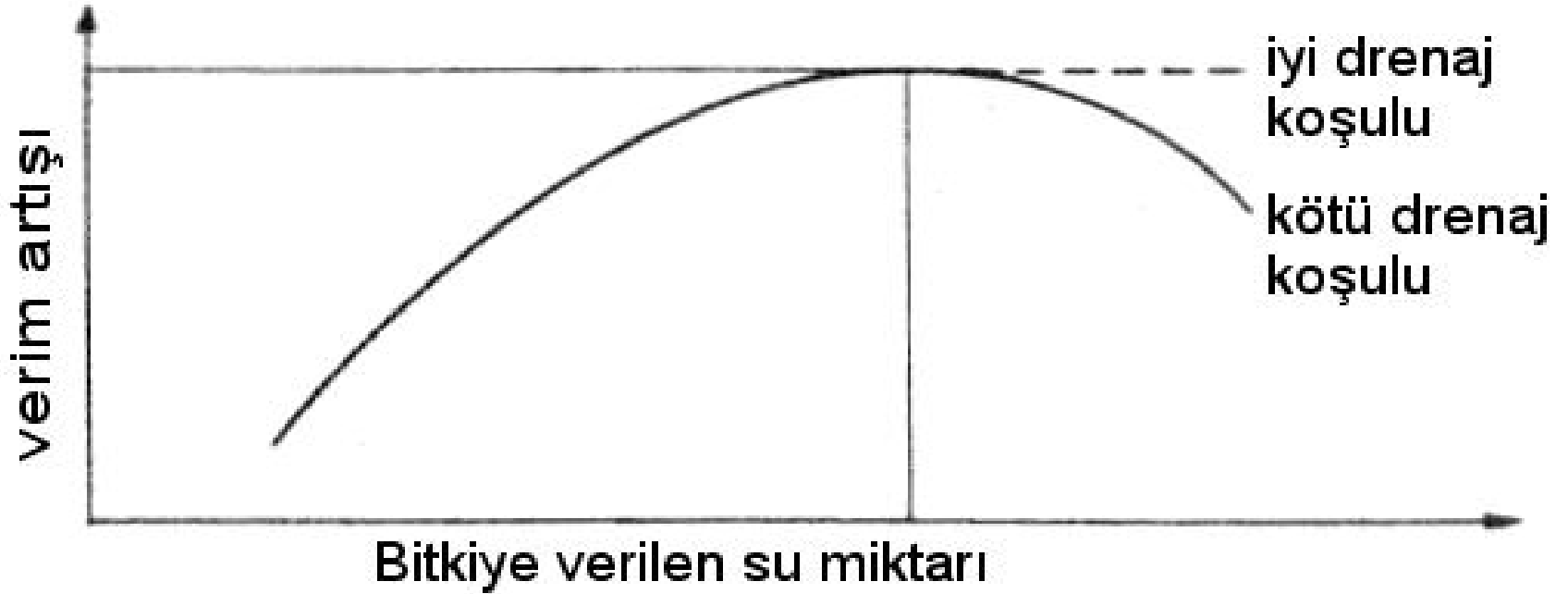
- 1-Toprakta yeterli hava akımı sağlanır ve ortamda fazlalaşan oksijen sayesinde bitki köklerinin solunumu kolaylaşır.**
- 2-Suyun boşaldığı toprak gözenekleri hava ile dolduğundan ıslak topraklara nazaran toprağın daha çabuk ısınması sağlanır.**
- 3-Bitki kök sistemi kolay gelişeceğinden kökler daha derinlere iner ve bitkiler kurak periyotlarda bile yeterli suyu bulabilirler.**
- 4-Tarım alanlarında toprak daha çabuk kurduğu, daha çabuk tava geldiği için daha erken işleme olanağı vardır.**
- 5-Toprağın yapısı düzeldiği için toprak işleme kolaylaşır.**
- 6-Tarım arazilerinde arazi kıymeti yükselir.**
- 7-Toprakta tuz birikmesi önlenir.**
- 8-Arazide mevcut yapılar, yollar ve diğer tesisler korunur.**
- 9-Çevrede yaşayan toplumun sağlık koşulları iyileştirilir.**

Drenajın sorununun belirlenmesi

Drenaj sorunları aşağıda sıralanan arazi gözlemleri ile belirlenebilir.

1. Tarım alanlarının çukur yerlerinde uzun süre su göllenmesi,
2. Tarım alanlarının yüzeyinde tuz lekelerinin birikmesi,
3. Bitkilerde yaprak yanması ve kök çürüklüğünün görülmesi,
4. Tarım alanlarında fazla sivrisinek üremesi,
5. Suyu seven digitoria, Echinochloa, Typha Scripus (su kamışı) gibi yabancı otların gelişmesi,
6. Ekim ve hasat zamanlarının gecikmesi ve tarım makinalarının toprak yüzeyinde derin iz bırakması,
7. Zaman zaman toprak yüzeyinde ıslaklık görülmesi,
8. Toprak içinde yeterli hava sağlanmadığından ürünlerde verim düşüklüğü görülmesi,
9. Toprak nemi ile ilişkili olan bitki hastalıklarının artması.

Su-verim ilişkisinde drenaj etkisi



Drenaj Etütleri

Drenaj sorunu görülen herhangi bir havza veya alanda drenaj sorununun çözümü için ilk aşamada drenaj alanına ilişkin etütlerin yapılması gerekir. Böylece tarım alanlarında yağış, buharlaşma, yüzey akışı, infiltrasyon, taban suyu düzeyi, toprak yapısı, topografya ve yeterli bir drenaj sisteminin planlanmasında gözönüne alınacak bilgiler elde edilmiş olur. Diğer bir deyişle, drenaj etütlerinin amacı, tarım alanlarında, uygun drenaj sistemlerinin planlanması ve projelenmesi için gerekli verileri temin etmektir. Bu verilerin değerlendirilmesi ile drenaj sorununun kapsamı ve ihtiyaç duyulan drenaj sistemi üzerinde bir karara varılır. Drenaj sorunu tarım alanlarında, toprak topografya, bitki ve yüzey sularını incelemek suretiyle yüzeysel olarak ortaya konabilir. Ancak drenaj sorununa kesin çözüm bulabilmek ve uygun drenaj sistemlerini projeliyebilmek için mutlaka daha ayrıntılı arazi ve toprak etütlerine ihtiyaç vardır.

Drenaj Etütleri

DRENAJ ETÜTLERİ

1. MEVCUT VERİLERİN TOPLANMASI

- Topoğrafik Haritalar
- Hava Fotoğrafları
- Jeolojik Haritalar
- Tapu Kadastro Haritaları
- Toprak Haritaları ve Su Analiz Raporları
- Arazi Kullanma Haritaları
- Meteorolojik Bilgiler
- Hidrolojik Bilgiler
- Özel Çalışma Raporları
- Bölgede Mevcut ve Tasarlanan Yapılar

2. ÖN ETÜT ÇALIŞMALARI

- Toprak Etütleri
- Çıkış Yeri Kapasite Belirleme Etütleri
- Sulama Kayıtları
- Taban Suyu Düzeyi
- Taşkınlar ve Sedimentasyon
- Artezyenik Koşullar
- Pompaj Kuyuları
- Drenajdan Etkilenen Tarım Alanları
- Yaklaşık Proje Fayda Masraf Oranı

3. AYRINTILI ETÜT ÇALIŞMALARI

- Topoğrafik Etütler
- Çıkış Yeri Etütleri
- Toprak Etütleri
- Geçirimsiz Tabaka (Bariyer Etütleri)
- Toprak Geçirgenliğinin Belirlenmesi
- Drene Edilebilir Gözenek Hacminin Belirlenmesi
- Tabansuyu Etütleri

Drenaj Katsayısı

Açık ve kapalı drenaj sistemlerinin projelenmesinde kullanılan en önemli parametrelerden birisi drenaj katsayısıdır. Drenaj katsayısı, birim zamanda, birim alandan drenaj sistemi ile uzaklaştırılacak su miktarı olarak tanımlanır. Genellikle, m^3/da , mm/d , cm/d veya $l/s/ha$ birimleriyle ifade edilmektedir.

Bir alanda drenaj sistemi kurulurken bilinmesi gereken en önemli parametre drenaj katsayısıdır.

Drenaj Katsayısı

Örnek: Bir tarım alanına 100 metre aralıkla 150 metre uzunluğunda dren boruları yerleştirilmiştir.

Tabansuyunun en yüksek olduğu zamanlarda dren sonlarında yapılan akış ölçmelerinde ortalama olarak her bir borunun dakikada 15 litre su boşalttığı bulunmuştur.

İstenenler: Mevcut drenaj sistemi tabansuyu seviyesini istenilen düzeye düşürdüğüne göre bu alanın drenaj katsayısını l/s/ha ve cm/d cinsinden hesaplayınız.

Çözüm:

- Bir lateralin etki alanı

$$= 150 \times 100 = 15000 \text{ m}^2 = 1.5 \text{ ha}$$

- Bir lateralin debisi = $15 \text{ l/min} = 15/60 = 0.25 \text{ l/s}$

- Drenaj katsayısı (q) = $0.25/1.5 = \mathbf{0.167 \text{ l/s/ha}}$

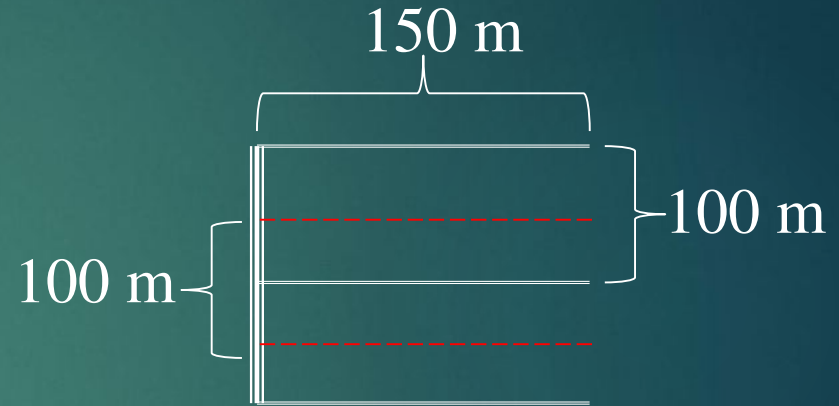
- $q = 86400 * 0.167 = 14428.8 \text{ l/d/ha} = 14.429 \text{ m}^3/\text{d/ha}$

- 1 mm, 1 ha arazide 10 m^3 suya karşılık gelir

- Bu durumda

- $14.429 \text{ m}^3 = 1.4429 \text{ mm/d}$

- Drenaj katsayısı (q) = $\mathbf{0.144 \text{ cm/d}}$ olarak bulunur.

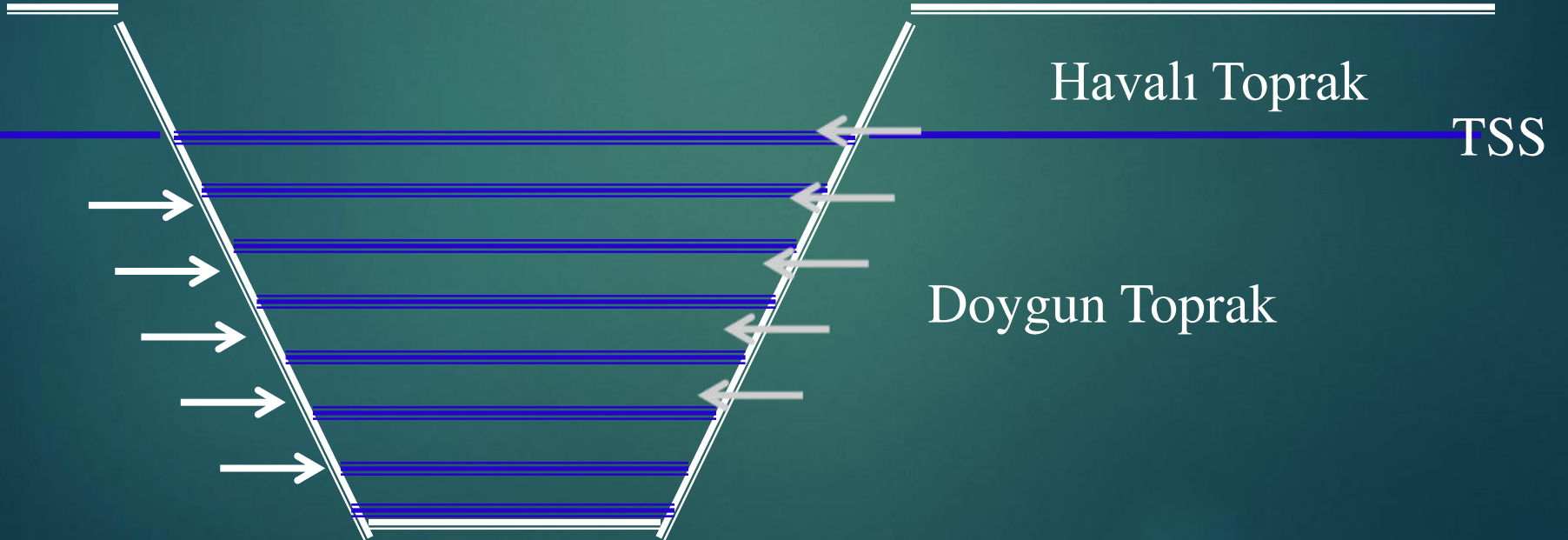


Drenaj Sistem Tipleri

- **Yüzey Drenajı**
- **Toprakaltı Drenajı**
- **Mol Drenajı**

Yüzey Drenajı

Toprak yüzeyindeki ya da toprağın üst katmanlarındaki fazla suyun, belirli genişlik ve belirli derinlikteki hendekler yardımıyla uzaklaştırılmasıdır.



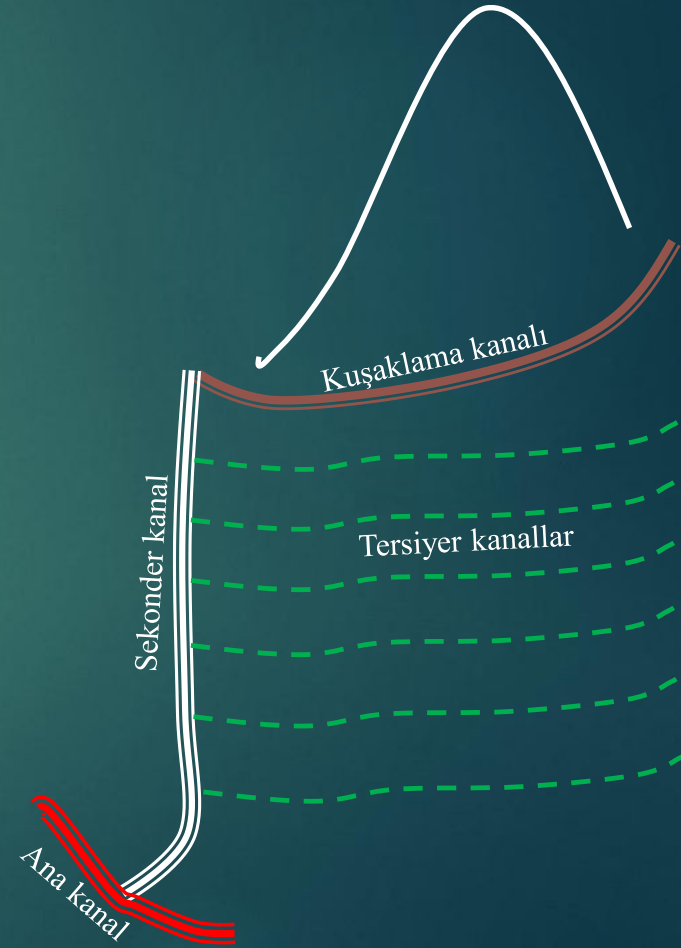
Yüzey drenaj yöntemlerinde başlıca amaç,

Toprak yüzeyinde biriken ya da akış halinde olan yüzey sularının toplanarak araziden uzaklaştırılmasıdır.

Akış halinde bir araziye basacak olan su, kuşaklama kanalı ile toplanır ve sekonder tahliye kanalına ulaştırılır.

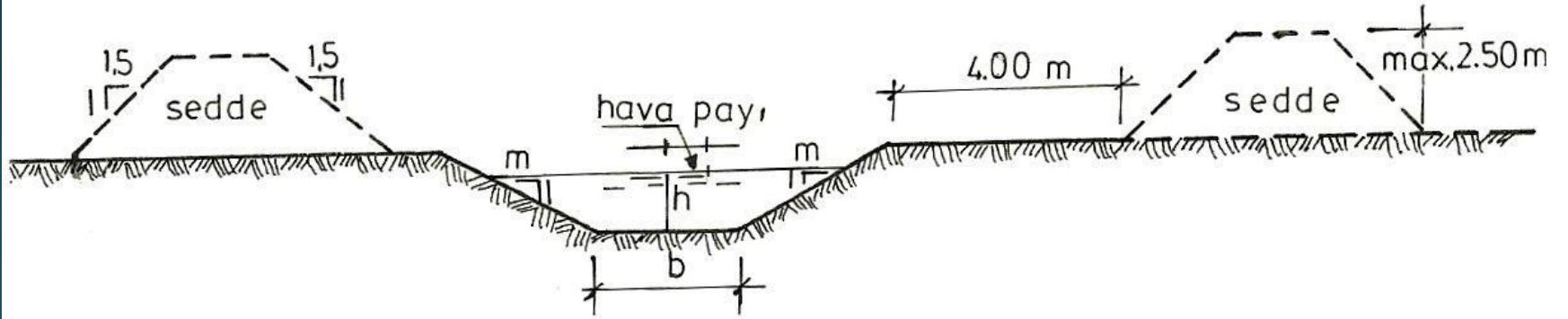
Tarla içi hendekleriyle tarla içindeki yüzeye yakın sular toplanır ve sekonder tahliye kanalına ulaştırılır.

Sekonder kanala gelen sular bu kanal aracılığıyla ana kanala iletilir.



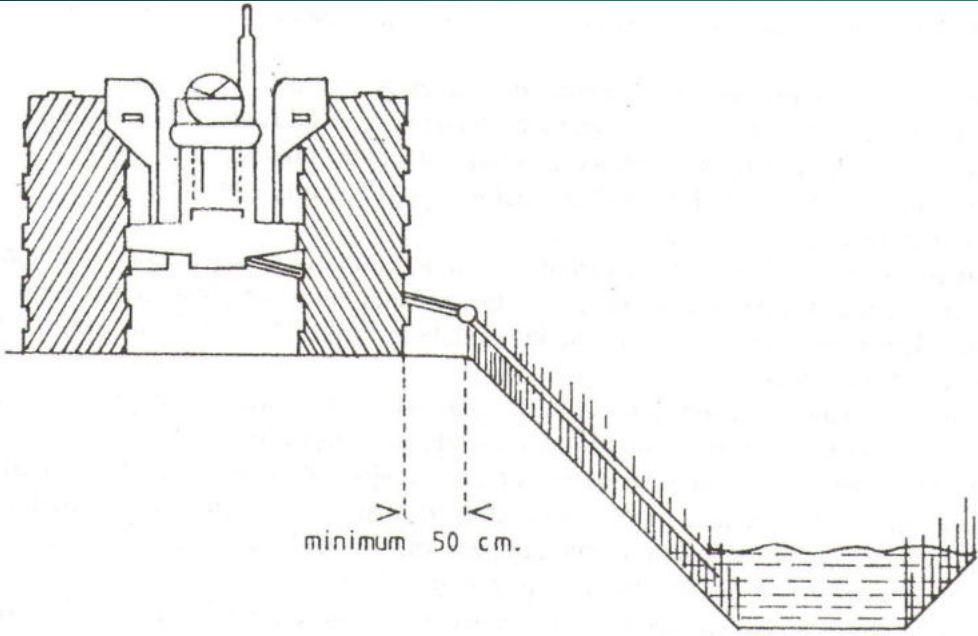
Yüzey Drenajının Uygulandığı Yerler

- Geçirimsiz katmanın yüzeye yakın olduğu durumda
- Geçirgenliği çok düşük killi toprak koşulunda
- Yüzey akışlara maruz kalan arazilerde
- Toprakaltı drenajın uygun ve ekonomik olmadığı alanlarda

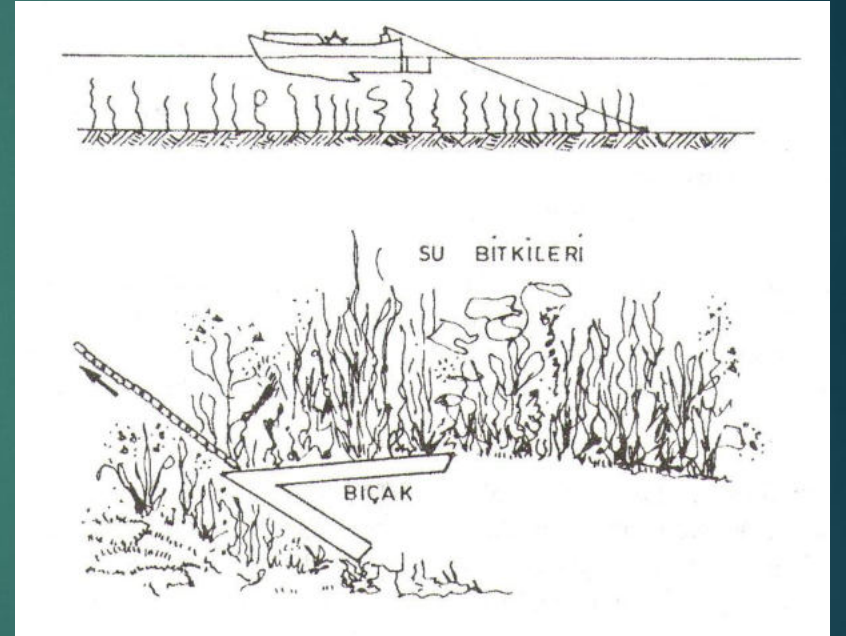


Açık drenaj kanalının kesiti

Drenaj kanallarında bakım çalışmaları



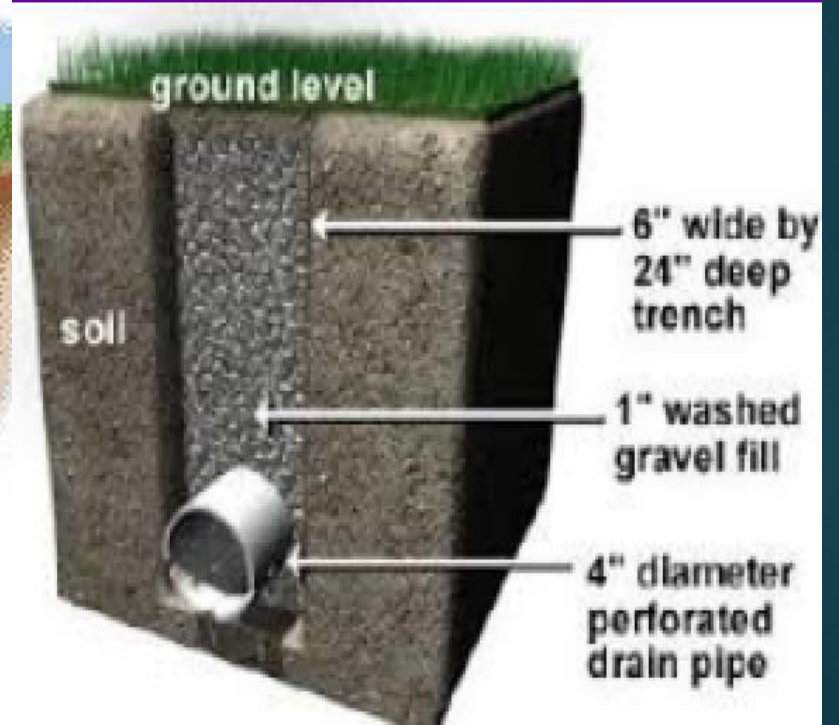
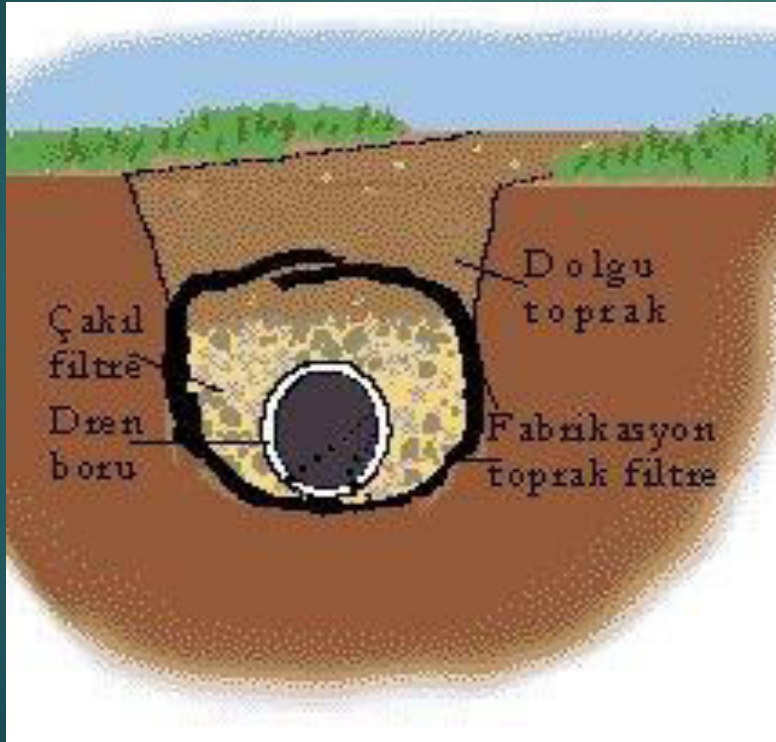
Traktörle şevdeki otların biçilmesi



Su içi bitkilerinin tekne ile kontrolü

Toprakaltı Drenajı

Topraktaki fazla suyun toprak profili içerisinde dren boruları aracılığıyla uzaklaştırıldığı sistemdir.



Toprakaltı Drenajı

Günümüzde sulama alanlarının drenajında hem borulu (kapalı) drenaj sistemleri hem de açık kanallar birlikte kullanılmaktadır. Ancak tarla içi drenlerin borulu drenlerden, ana drenlerin de açık kanallardan oluşturulması eğilimi vardır. Toprakaltı drenaj sistemlerinde tarladaki suyu uzaklaştıran tarla içi drenleri "**emici**" tarla içi drenlerin suyunu toplayan drenler "**toplayıcı**" olarak adlandırılmaktadır.

Basit Toprakaltı Drenajı

Elle açılan hendek içine borular yerleştirilir ve boru etrafına kum çakıl filtre yerleştirilerek hendek kapatılır.



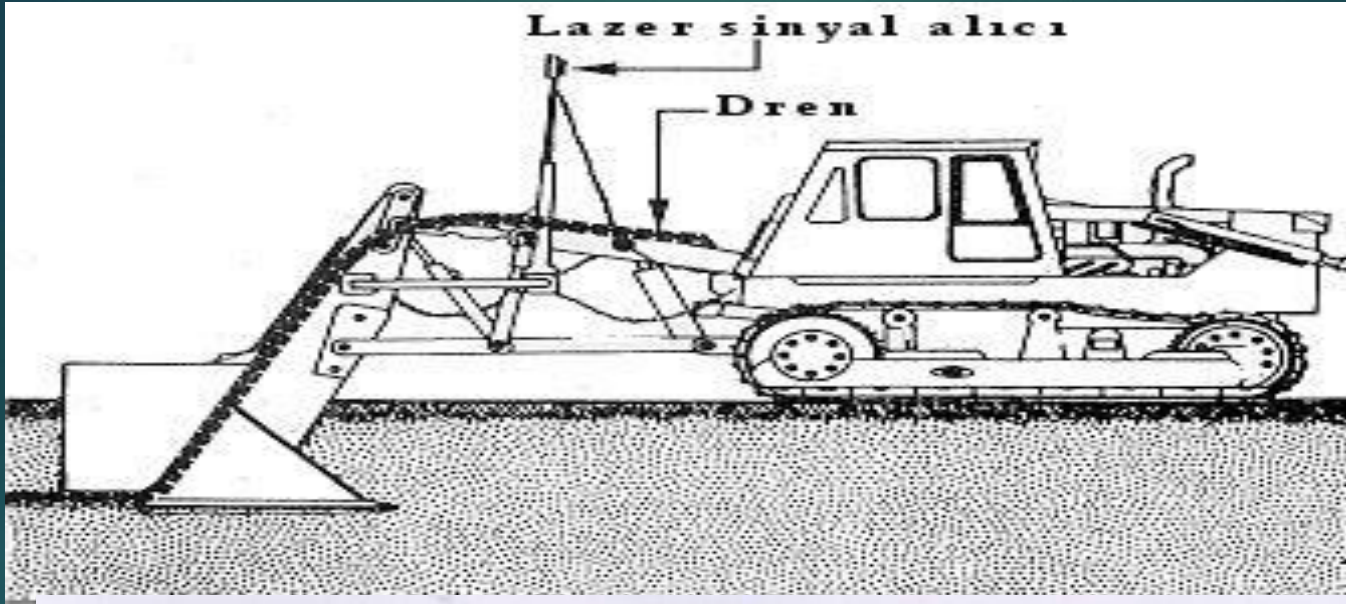




Toprakaltı Drenajında Trencher Kullanımı



Toprakaltı Drenajında Trenchless Kullanımı





Toprakaltı Drenajında Trenchless Kullanımı



Açık ve Kapalı (Borulu) Drenajın Karşılaştırılması

Açık drenaj kanalının avantajları:

- a. Hem yüzey hem de toprakaltındaki suları uzaklaştırır.
- b. Toprakaltı su düzeyinin kanalda yükselmesi gözlenebilir.
- c. Kanallarda eğim değişikliği yaratabilecek etmenler kontrol edilebilir.
- d. Nispeten küçük eğimli olarak (% 0.01 kadar) yapılabilir.
- e. İlk tesis masrafları daha azdır.

Açık ve Kapalı (Borulu) Drenajın Karşılaştırılması

Açık drenaj kanalının dezavantajları:

- a. Şevlerin yatık olması durumunda arazi kaybı fazladır.
- b. Yabancı otların kolay gelişmesi ve siltasyon nedeniyle boşaltım aksar.
- c. Kanal aralıklarının dar olması durumunda mekanizasyon engellenir.
- d. Bakım ve koruma giderleri daha fazladır.

Açık ve Kapalı (Borulu) Drenajın Karşılaştırılması

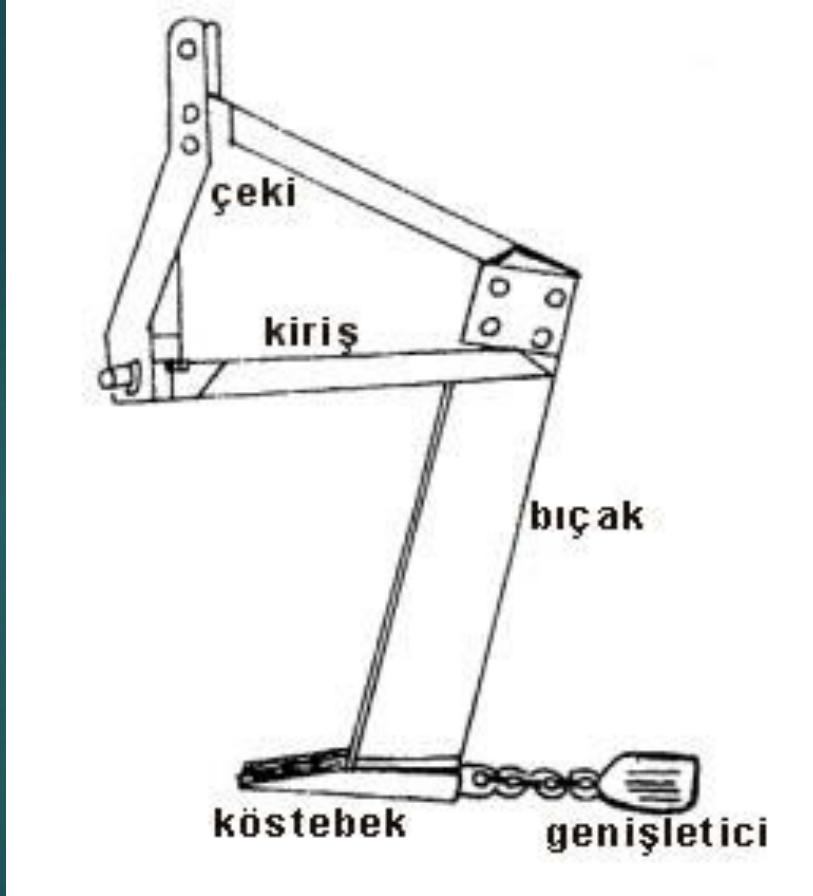
Kapalı drenajın avantajları:

- a. Araziyi bölmediği için mekanizasyonu kolaylaştırması
- b. 0°C nin altındaki sıcaklıklarda da drene işlevini yapması
- c. Bakım giderlerinin daha az olması.

Kapalı drenajın dezavantajları:

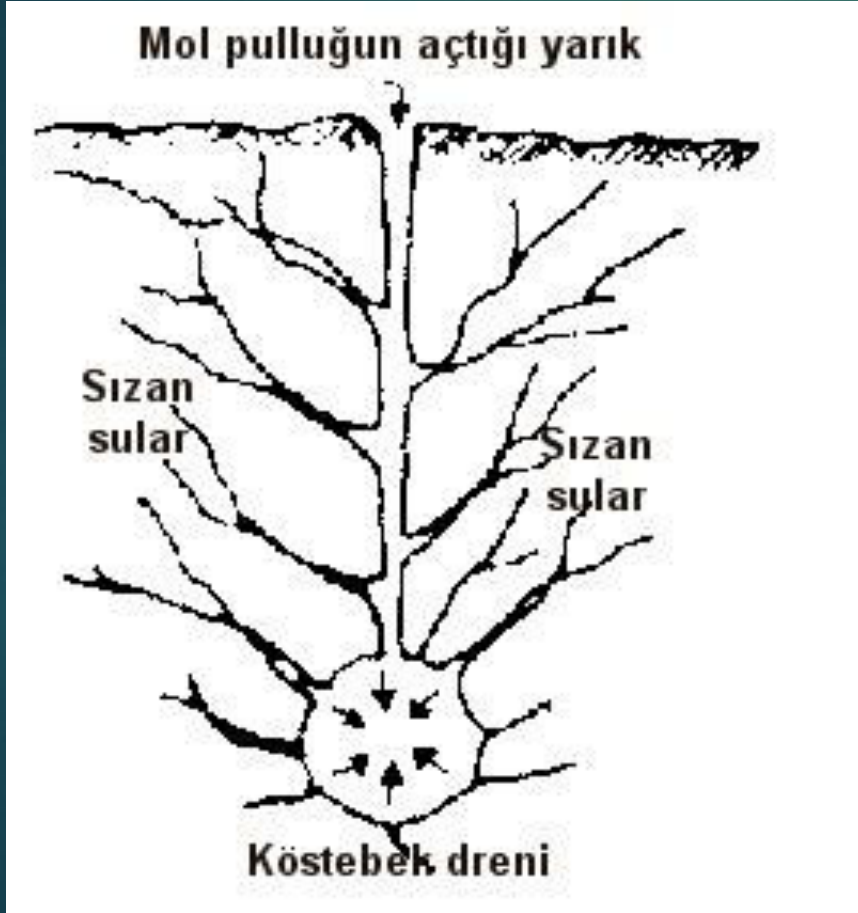
- a. Geçirgenliği düşük olan topraklarda uygulama olanağının kısıtlı olması,
- b. Mineral topraklarda özellikle demir oranı yüksek topraklarda tıkanma oluşturması,
- c. Ekilecek bitki çeşitlerini kısıtlaması,
- d. Tesis masraflarının daha yüksek olması.

Mol Drenajı

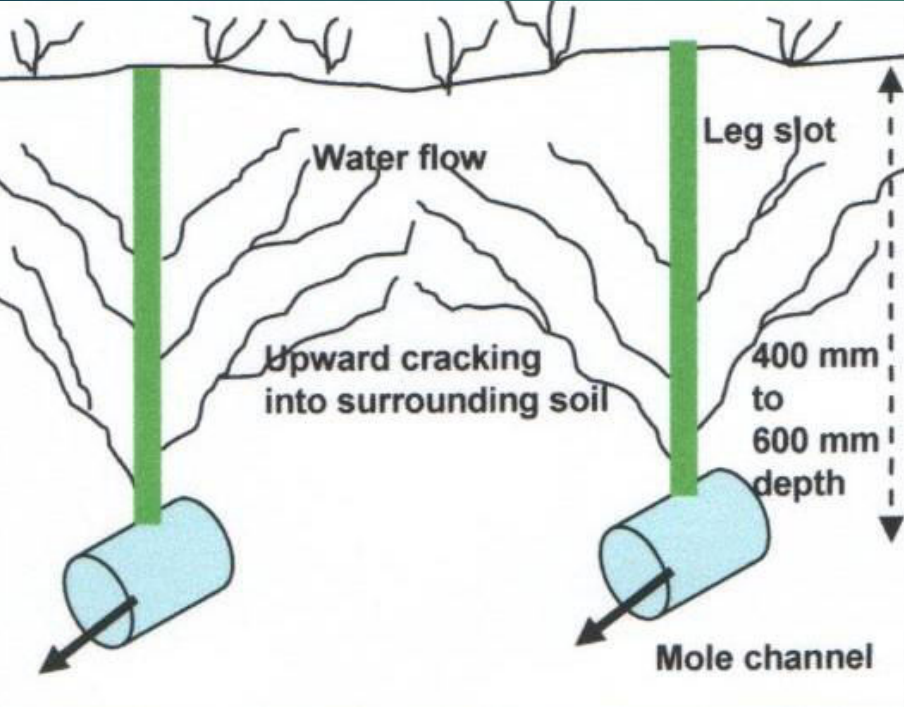


Toprak altına uzanan bir bıçağın ucunda armut şeklindeki bir parçacıkla toprak altına açılan tünellerlere mol drenleri denir.

Mol Drenajı



Özellikle ağır bünyeli topraklarda oval veya daire kesitli açılan bu drenler toprak altına yerleştirilmiş borular gibi görev yaparlar. Toprak altında açılan bu tip drenlere köstebek drenleri de denir.



TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA DERSİ

- KIRSAL YERLEŞMELER
- İŞLETME MERKEZİNİN PLANLANMASI
- KIRSAL KONUTLAR

Prof. Dr. Berna KENDİRLİ
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü
2016

Kırsal Yerleşmeler

- **Yerleşmeler;** doğa, insan ve onların yapıtlarından oluşan bir alan parçasıdır.
- Yerleşmeler yapılarına göre,
Kırsal (tarımsal) yerleşmeler,
Kentsel yerleşmeler
- ***Kırsal yerleşmeler;*** kırsal alan üzerinde kurulmuş, geçim kaynağı çoğunlukla tarımsal üretime dayanan, az nüfuslu bir yerleşim biçimidir.
- Kendilerine özgü kültürü, kuvvetli dayanışmaları ve türdeş toplumsal yapıları vardır.

Kırsal Yerleşmeler

- Gelişmekte olan ülkelerde,
 - nüfus artışı yüksektir,
 - toprak dağılımı bozuktur,
 - uygulanan teknoloji ve temel girdi dağılımı yeterli değildir,
 - kırsal altyapı eksiktir,
 - kırsal alanda düşük verim ve düşük yaşam koşulu egemendir.

Bu durumu ortadan kaldırmak için, geniş kapsamlı **Kırsal Yerleşim Düzenlemesi** gereklidir.

Kırsal Yerleşmeler

- ***Kırsal yerleşim düzenlemesinin amacı,*** yaşamını kırsal alanda sürdüren ve ekonomik çabası çoğunlukla tarıma dayalı olan toplumun, daha elverişli yaşama olanağına kavuşturulmasıdır.
- Bunun için ***makro, mikro*** ve ***çok yönlü planlama*** yapılmalıdır.

Kırsal Yerleşmeler

- **Makro Planlama:** ülkenin ekonomik ve sosyal koşulları dikkate alınarak, temel üretim araçlarının ulusal düzeyde en uygun seçeneğe yönlendirilmesidir.
 - Tarım kesimi için planlar hazırlanır,
 - Tarımsal ürünlere olan talebi etkileyen etmenler saptanır,
 - Ulusal pazarlarda talep artışı, ihracat olanakları, tarımsal ürünlerde fiyat tahmini yapılır.

Kırsal Yerleşmeler

- **Mikro Planlama:** Aile işletmeleri düzeyinde yapılan planlamadır.

-Amacı, temel üretim araçlarının, çiftçinin ortalama geliri ulusal ortalama gelir projeksiyonlarının altına düşmeyecek şekilde düzenlenmesidir.

- Bu plan yalnız ekonomik değil, sosyo-politik etmenlerin de göz önüne alınmasıyla geliştirilen **tarım işletmesi tip modellerine** dayanır.

Kırsal Yerleşmeler

- **Çok Yönlü Planlama:** Makro ve mikro düzeydeki planlar arasında bölgesel bir ilinti kurar.
 - Amacı, kır kesiminde canlı ve kendi kendine yaşayabilir birimler ve kuruluşlar yaratmak, köy ve kent arasındaki boşluğu kapamak, farklılıkları azaltmaktır.
 - Köy ve kent arasında dengeli bir ilişki kurabilmek amacıyla tarım, sanayi ve hizmetlerin bütünleştirilmesi yollarını araştırır.

Kırsal Yerleşmeler

- Kırsal alanın bölgesel düzeyde planlanması, köy kalkınmasına ilişkin tüm konuları içerir. Bu nedenle çok yönlü planlama **sosyal, ekonomik ve fiziksel planlama** olmak üzere üçe ayrılır.
- **Sosyal Planlama:** Planlama bölgesinde nüfus durumu, nüfus artış hızı, iç ve dış göçler ve gruplaşmaların ortaya çıkardığı sorunlar, eğitim, sağlık ve diğer sosyal hizmetlerin planlanması gibi konuları içerir.

Kırsal Yerleşmeler

- **Ekonomik Planlama:** Bölgede bitkisel ve hayvansal üretimin planlanması, pazar ve pazarlama konularının düzenlenmesi, köylünün tarım bilgisinin artırılması, damızlık ve iyi tohum kullanılması, gübre, su ve toprak koruma, toprak işleme, tarımsal savaş, kooperatifleşme ve kredi gibi üretimi artıran etkenlerin planlanması gibi konuları kapsar.

Kırsal Yerleşmeler

- **Fiziksel Planlama:** Her bir köyün fiziksel varlığını oluşturan birimlerin düzenli bir şekilde yerleştirilmesi ile, köyler arasındaki sosyal ve ekonomik sorunların en kolay bir biçimde çözümünü sağlayacak yerleşme ve ulaştırma olanaklarını düzenler.

Kırsal Yerleşme Biçimleri

- Çiftçinin yaşam yeri ile tarım toprağı arasındaki ilişkiye göre,
- ***Dağınık kırsal yerleşme***
 - Büyük çiftlikler biçimindeki dağınık yerleşme
 - Aile işletmeleri biçiminde dağınık yerleşim
- ***Toplu kırsal yerleşme***
 - Geleneksel toplu yerleşim
 - Planlı toplu yerleşim

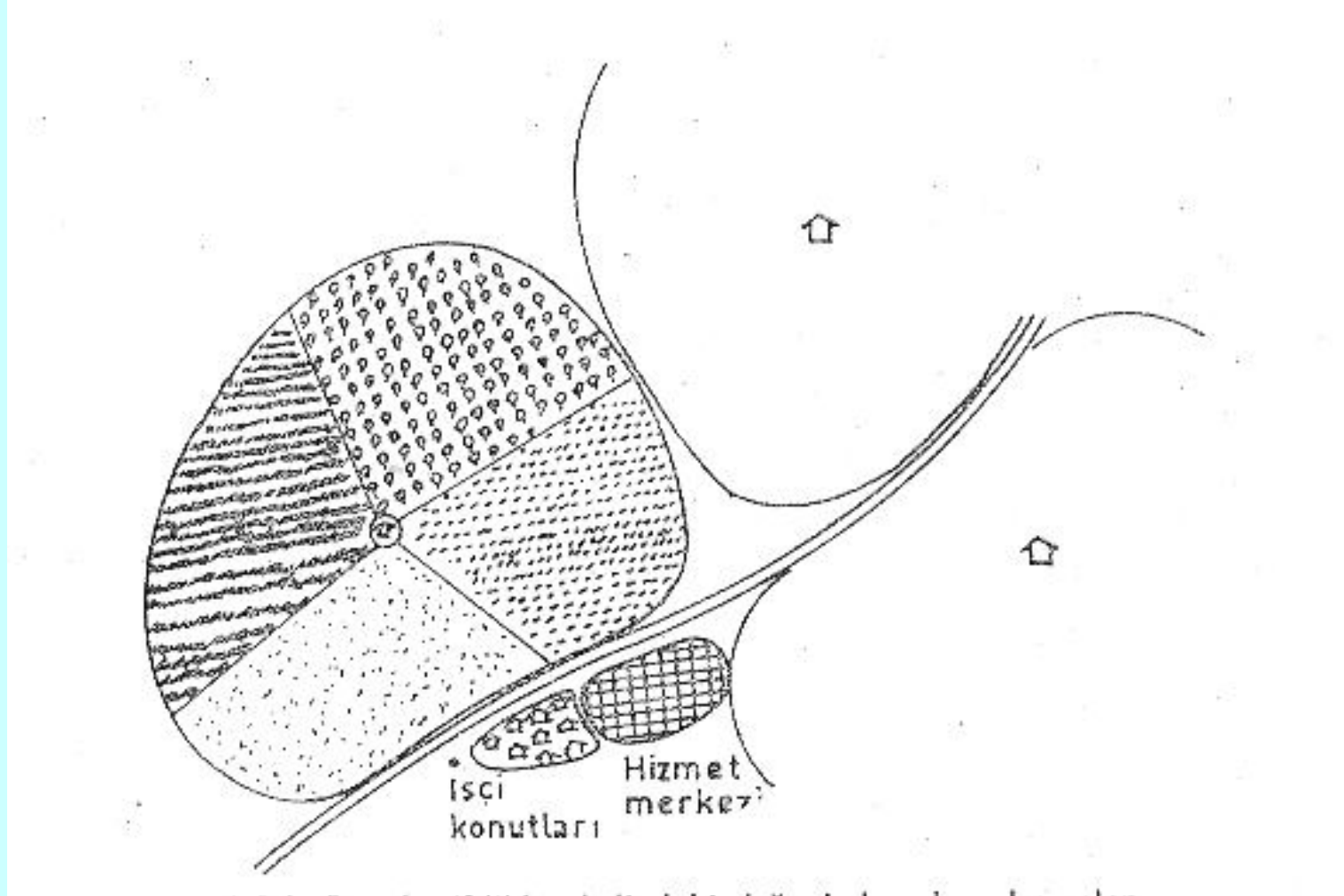
Dağınık Kırsal Yerleşme

- Dağınık yerleşmelerde işletme merkezi kendi toprağının içinde ve çoğunlukla da ortasında olup, işletmeler tüm yerleşme alanına dağılmıştır.
- Gereksinim duyulan hizmetler **ayrı bir hizmet merkezinde** toplanmıştır.

Büyük Çiftlikler Biçimindeki Dağınık Yerleşmeler

- Çiftlik sahibinin yaşam düzeyi yüksektir. Tarımsal uğraşların yürütülmesinde dışarıdan işçi kullanılması zorunludur.
- Tarımsal uğraşlar randımanlıdır.
- Hizmet merkezlerinin işletmelere olan uzaklığı fazladır.
- Komşu çiftliklere olan uzaklık eldeki olanaklar nedeniyle bir sakınca yaratmaz.
- Bu tip yerleşmelerde uzun yol şebekelerine, elektrik ve su tesislerine gerek olduğundan, alt yapı hizmetleri pahalıdır.

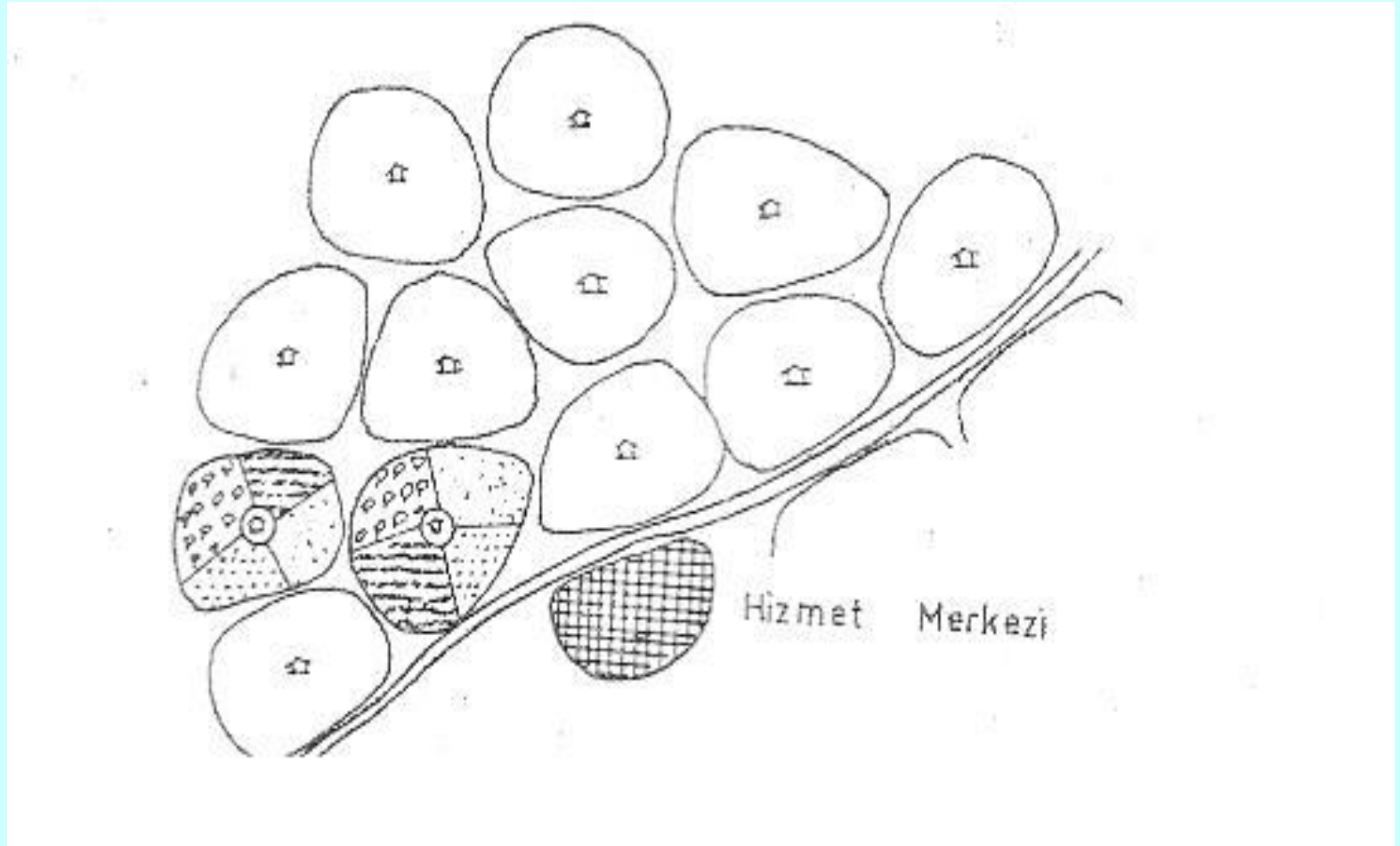
Büyük Çiftlikler Biçimindeki Dağınık Yerleşmeler



Aile İşletmeleri Biçiminde Dağılık Yerleşim

- Tarımsal faaliyetlerde dışarıdan işçiye gereksinme duyulmaz.
- Çiftçi ailesinin yaşam düzeyi yeterlidir.
- Büyük çiftliklerde yararlanılan tarım yöntemlerinin uygulanması güç olduğundan, tarımsal uğraşlar pek randımanlı değildir.
- Toplulaştırma yapılmasına rağmen toprak niteliğinde tekdüzeliğin sağlanması güçtür.

Aile İşletmeleri Biçiminde Dağınık Yerleşim



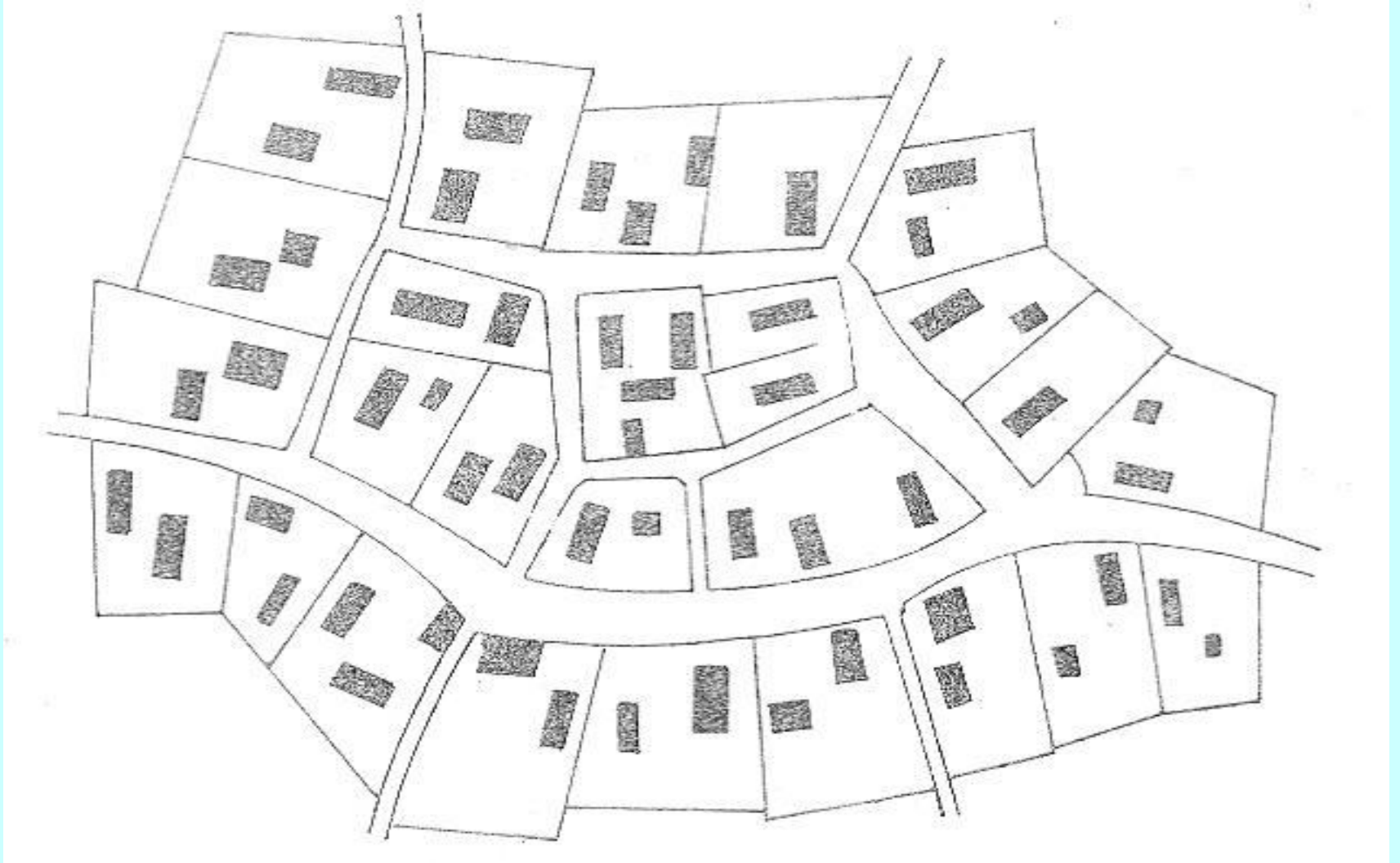
Aile İşletmeleri Biçiminde Dağınık Yerleşim

- Hizmet merkezine olan uzaklık, bölge ve toplum kalkınması yönünden sakıncalıdır.
- Komşu işletmeler arasındaki uzaklığın büyük olması nedeniyle, ekonomik ve sosyal alanda karşılıklı yardımlaşmanın geliştirilmesi güçtür.
- Alt yapı hizmetleri pahalıdır.

Toplu Kırsal Yerleşim

- Bu tip yerleşmelerde çiftçi, yerleşim alanının belirli bir yerinde bulunan köyde toplum halinde yaşar.
- Bu nedenle işletme merkezleri köyde, tarım toprakları ise köy dışındadır.
- **Geleneksel toplu yerleşim:**
 - Herhangi bir planlamaya dayanmadan kır toplumunun tarihsel gelişimi içerisinde kendiliğinden oluşmuş bir yerleşim biçimidir.
 - Bu yerleşmelerin şekillenmesinde su temini, güvenlik, ulaşım, toplum halinde yaşama, savunma gibi gereksinimler etkili olmuştur.

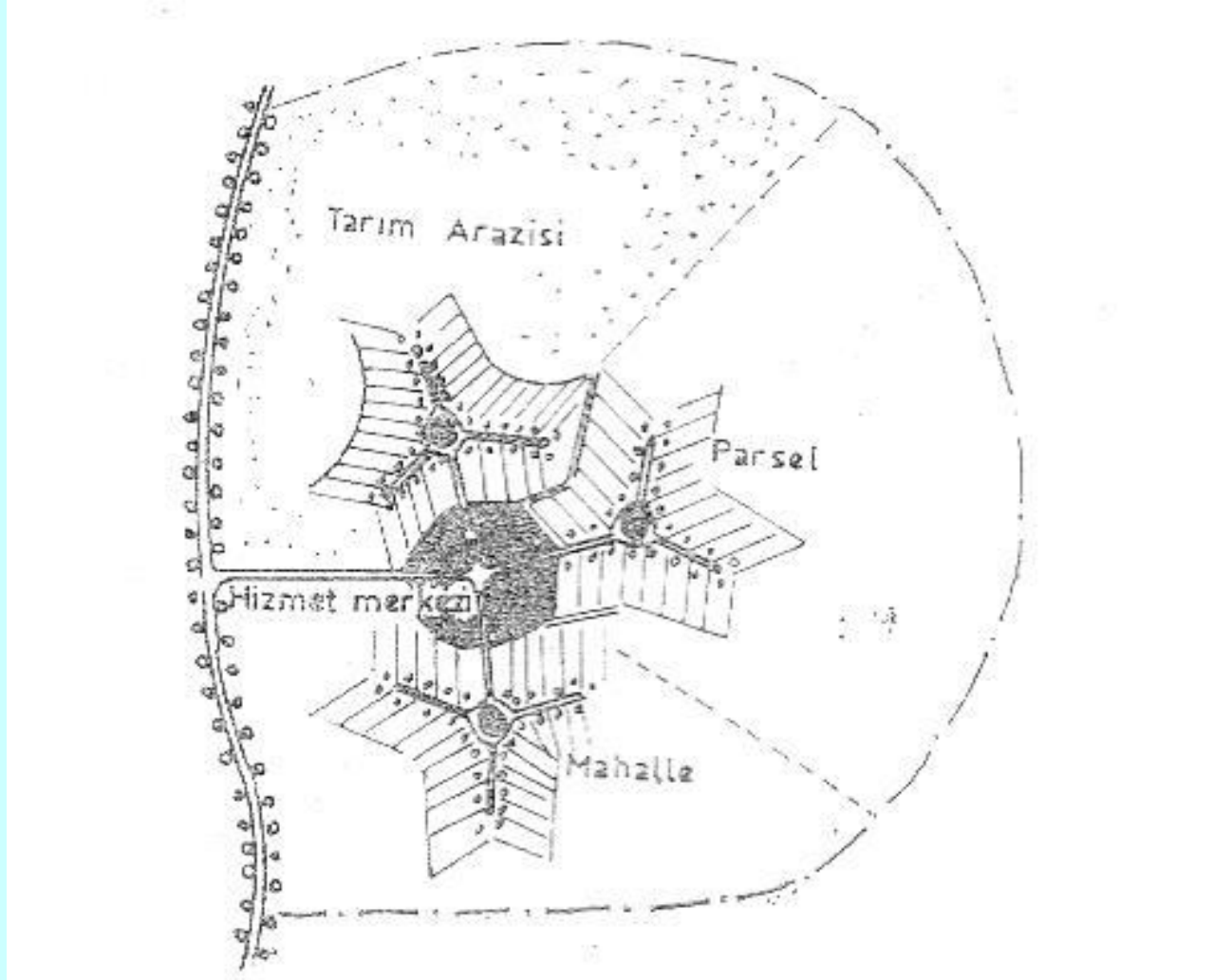
Geleneksel Toplu Yerleşim



Toplu Kırsal Yerleşim

- **Planlı Toplu Yerleşim:** Bu yerleşim biçimi, kırsal yerleşme düzenlenmesine duyulan gereksinimler sonucu doğmuştur.
- Planlı toplu yerleşim, alt yapı yatırımlarının maliyetinin düşük olması, amaç edinilen sosyal ve kültürel çevrenin daha kolay gerçekleştirilebilmesi, üretim araçlarının iyi planlanması durumunda çiftçi ailelerine yeterli gelir sağlanabilmesi olanağını vermesi nedeniyle üzerinde önemle durulan bir yerleşme şeklidir.

Planlı Toplu Yerleşim



Toplu Kırsal Yerleşim

- ***Toplu kırsal yerleşmelerin en belirgin özellikleri:***
 - Çiftçi aileleri için yeterli yaşam düzeyi sağlanabilir.
 - Yerleşme bölgesindeki ailelerin yaşam düzeylerinin birbirine benzemesi nedeniyle kararlı bir sosyal düzen oluşur.
 - Arazi toplulaştırılması uygulanması sonucu, tarımsal uğraşlar randımanlıdır.
 - Hizmet merkezlerine olan uzaklık kısadır. Toplum kalkınması ilkeleri başarıyla uygulanabilir.
 - Komşu işletmeler arasındaki uzaklık azdır. Bu durum, karşılıklı ekonomik, sosyal yardımlaşmalar ve güvenlik yönünden uygundur.
 - Yol şebekeleri, elektrik ve su tesisleri diğer yerleşme biçimlerine göre kısadır. Bu nedenle, alt yapı tesislerine yapılan yatırımlar azdır.

İŞLETME MERKEZİNİN PLANLANMASI

Prof. Dr. Berna KENDİRLİ
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

İşletme Merkezi

- **Tarım işletmesi:** Tarımsal üretimin bir bütün olarak yürütüldüğü birimlerdir.
- Bir tarım işletmesi bitkisel ve hayvansal ürünlerin üretildiği ve değerlendirildiği bir **fabrikaya** benzetilebilir.
- **İşletme merkezi:** Çiftçi ailesinin yaşadığı ve tarla dışı hizmetlerin planlanıp yürütüldüğü yerdir.
- İşletme merkezi tarımsal üretimdeki tüm girdilerin başlangıcı, çıktıların ise dönüş yeridir.

İşletme Merkezi

- İşletme merkezi kullanılan kaynakların üretimdeki verimliliğine etki yapar.
- İşletmenin biçimine göre çiftçinin zamanının yaklaşık **%30-60'ı** işletme merkezinde geçer.
- İşletme merkezi, kırsal yerleşmenin tipine göre toplu kırsal yerleşmede **köyde**, dağınık yerleşmede ise **işletme toprağının sınırları içinde** bulunur.
- İşletme merkezinde işletmenin faaliyet alanlarına göre birbirinden farklı **yapı ve tesislere** gereksinim vardır.

İşletme Merkezi

- İşletmede bulunan yapılar,
 - konutlar
 - bitkisel ve hayvansal üretim yapıları
 - koruma ve depolama yapıları
 - alet ve makine yapıları
 - ürün değerlendirme ve pazarlama yapıları
- İşletmelerin tipine, büyüklüğüne ve çevre koşullarına bağlı olarak, bu yapılardan hepsi yada bir kısmı bulunabilir.

Tarımsal yapı ve tesislerden beklenen işlevler:

- Yapılar, iklim koşullarına, arzu edilmeyen canlı ve cansızlara, ses, yangın v.b. çevre öğelerine karşı bir korunma sağlamalıdır.
- İşletmede işleri kolaylaştırmalıdır.
- Kendilerinden beklenen işlevlerden vazgeçilmeden olanaklar ölçüsünde ucuza yapılmalıdır.
- İşletme sahibine kıvanç vermeli ve estetik bir görünüme sahip olmalıdır.

İşletmede yapılacak yatırıma etki eden faktörler

- **İşletmenin tipi:** Genel olarak, entansif çalışan işletmelerde bina yatırımı, ekstansif çalışanlara göre yüksektir.
- **İşletme büyüklüğü:** Küçük işletmelerde binalara yapılan yatırımın işletme sermayesine oranı, büyük işletmelere göre daha yüksektir.
- **Verimlilik:** Bitkisel ve hayvansal üretimde görülen artışlar, yeni binaların yapılmasını gerektirir.

İşletmede yapılacak yatırıma etki eden faktörler

- **Gelir durumu:** Bina yatırımının fazla olması bazı durumlarda yüksek gelirin nedeni, bazı durumlarda ise, yüksek gelirin bir sonucudur.
- **İklim koşulları:** İklim koşullarının sert geçtiği bölgelerde binalara yapılacak yatırımlar yüksek olacaktır.
- **Mülkiyet durumu:**

Ayrıca tarımla uğraşan halkın kökeni, gelenek ve kültür düzeyleri, tarım yöntemlerindeki değişiklikler, yeni araç ve gereçlerin kullanılması, yörenin ulaşım ve pazar durumu gibi etkenler de binalara yapılacak yatırıma etkilidir.

İşletmede yapılacak yatırıma etki eden faktörler

- Bir tarım işletmesinde bina ve tesislere yapılacak yatırımın, normal koşullar altında, işletme aktif sermayesinin **%20-25'i** arasında olması istenir.
- **Tarımsal yapıların planlanmasında dikkat edilecek noktalar:**
 - Yapı ve tesislere yapılacak yatırım, işletmelerin gereksinim ve gelir düzeylerini aşmamalıdır.
 - Yapı ve tesisler işletme biçimi ve tarım yöntemlerine uygun olmalı ve zamanla ortaya çıkabilecek değişikliklere kolayca uyabilmelidir.

İşletmede yapılacak yatırıma etki eden faktörler

- Yapı ve tesislerin birbirlerine göre konumlarının saptanmasında ve bireysel düzenlemede, **işgücünden ekonomi** sağlanmalıdır.
- Kaynaklar sınırlı ise, sürekli yapılar yerine geçici yapılar göz önünde bulundurulmalıdır.
- Planlamada, çok yönlü kullanıma ve verimliliğin yükseltilmesine katkıda bulunacak yapılara öncelik verilmelidir.

İşletme Merkezi Yerinin Seçimi

- **İşletme yerinin seçimine etkili faktörler:**
 - Mevcut yollar ve yollara bağlantı olanakları,
 - İşletme merkezinin araziye göre konumu,
 - Topoğrafik koşullar,
 - Su kaynaklarının durumu ve temini,
 - Elektrik temini,
 - Toprak ve drenaj koşulları,
 - Yön ve manzara durumu,
 - İklimsel koşullar,
 - Atık su ve gübre yönetimine uygunluğu,
 - Komşu işletmelere olan etkisi,
 - Yasal düzenlemeler.

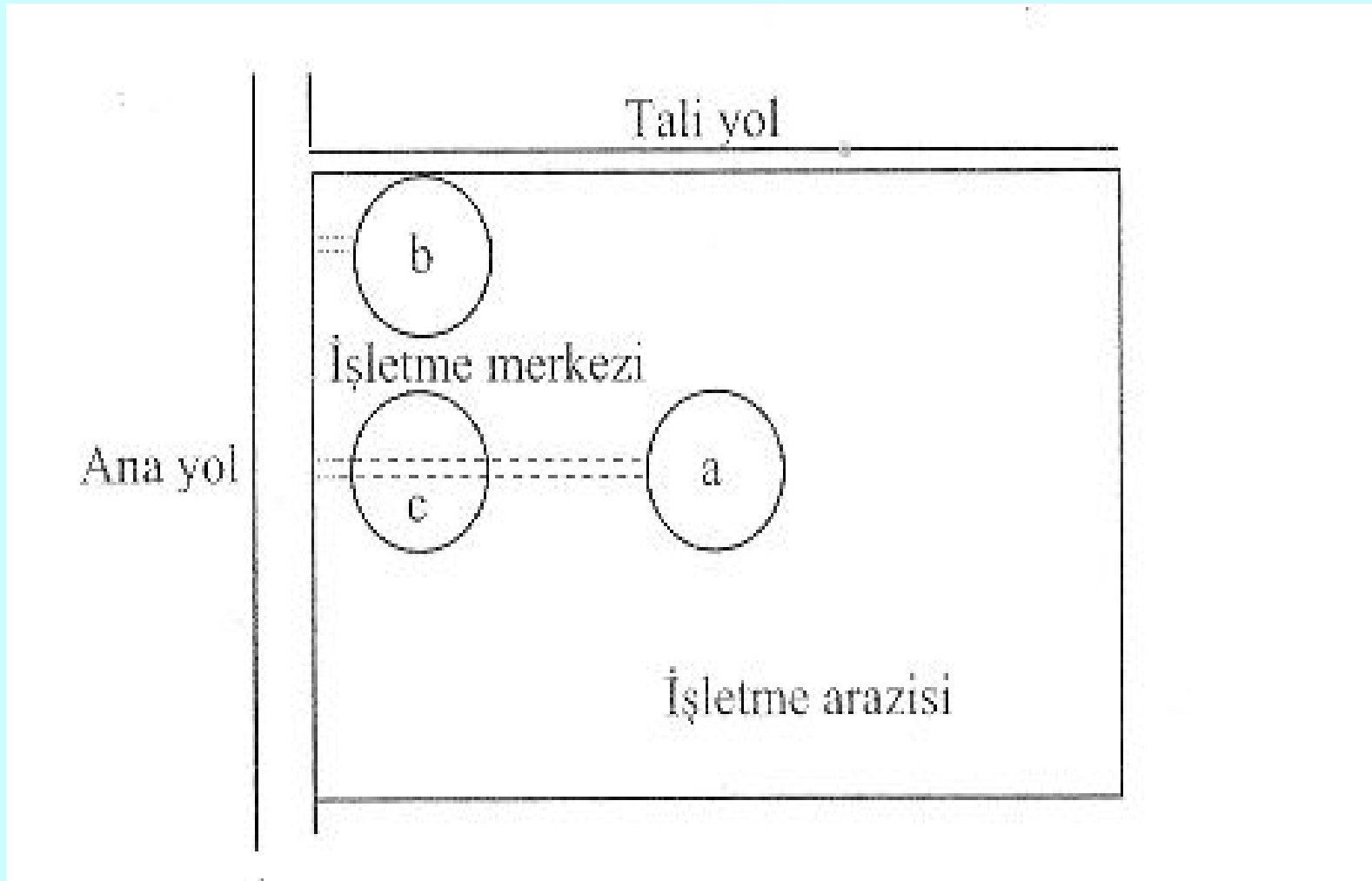
İşletme merkezinin araziye göre konumu

- İşletme merkezinin yeri, bütün tarlalara ve faaliyet merkezlerine kolayca erişebilecek biçimde seçilmelidir.
- Tarladan işletme merkezine, işletme merkezinden tarlaya, çalışma yerlerine gidiş ve gelişleri kısaltmak amacıyla; ***işletme avlusunun işletme arazisi ortasında*** yerleştirilmesi uygun olabilir.
- Bu durumda işletme merkezinin ana yola özel bir yolla bağlanması gerekecektir.
- İşletme merkezinin, ***arazinin bir köşesine yerleştirilmesi*** durumunda köşedeki tarlalara olan uzaklık artar.

İşletme merkezinin araziye göre konumu

- İşletme merkezinin ***ana yola yakın ve arazinin yol kenarındaki sınırın ortasına yakın bir yerde*** seçilmesinin birçok yararları vardır.
 - Bu düzenleme, işletme avlusunun gelişmesine üç yönde olanak verir.
 - Tarlalara olan uzaklık kısalır.
 - İşletme sahibi ek bir yol yapım masrafından kurtulur.
 - İşletmede üretilen ürünlerin taşınması kolaylaşır.
- Avlunun ana yol ya da ikincil yol kenarından seçilmesi, yoldaki trafiğe ve yolun durumuna bağlıdır.

İşletme merkezinin araziye göre konumu



Toprak ve drenaj koşulları

- İşletme merkezinde, yeşil alanlar, meyvelik, rüzgar siperleri v.b. tesislere de yer verilmektedir. Bu tesislerin hepsi yetişme ve gelişme bakımından verimli topraklara gereksinim gösterir.
- Bu nedenle, işletme avlusunda **iyi ve fakir topraklar elverişli bir oranda** bulunmalıdır.
- **Kumlu ve çakıllı topraklar**, bitki gelişmesine uygun olmaları, yapılar için iyi bir zemin oluşturmaları nedeniyle elverişlidirler.
- Yer altı ve yerüştü drenaj koşulları dikkate alınmalıdır.
- Doğal drenaj olanaklarına sahip yerler tercih edilmelidir.

İklimsel koşullar

- En önemli iklim faktörleri ***hakim rüzgarlar, güneş etkisi ve yağışlardır.***
- Soğuk kış rüzgarlarından korunma, serinletici yaz meltemlerinden yararlanma olanakları göz önünde tutulmalıdır.
- ***Hakim rüzgarların yönü***, işletme yapılarının düzenlenmesine ve rüzgar siperlerinin yeri ve büyüklüğüne etki eder.
- İşletme avlusu, hakim rüzgarlar evden diğer binalara esecek biçimde yönlendirilmelidir.

İklimsel koşullar

- **Güneşin** aydınlatma ve ısıtma etkisi binaların yer seçiminde ve yönlendirilmesinde önemlidir.
- **Yağmur ve kar yağışı** işletme merkezinde drenaj ve erozyon sorununa neden olabilir.

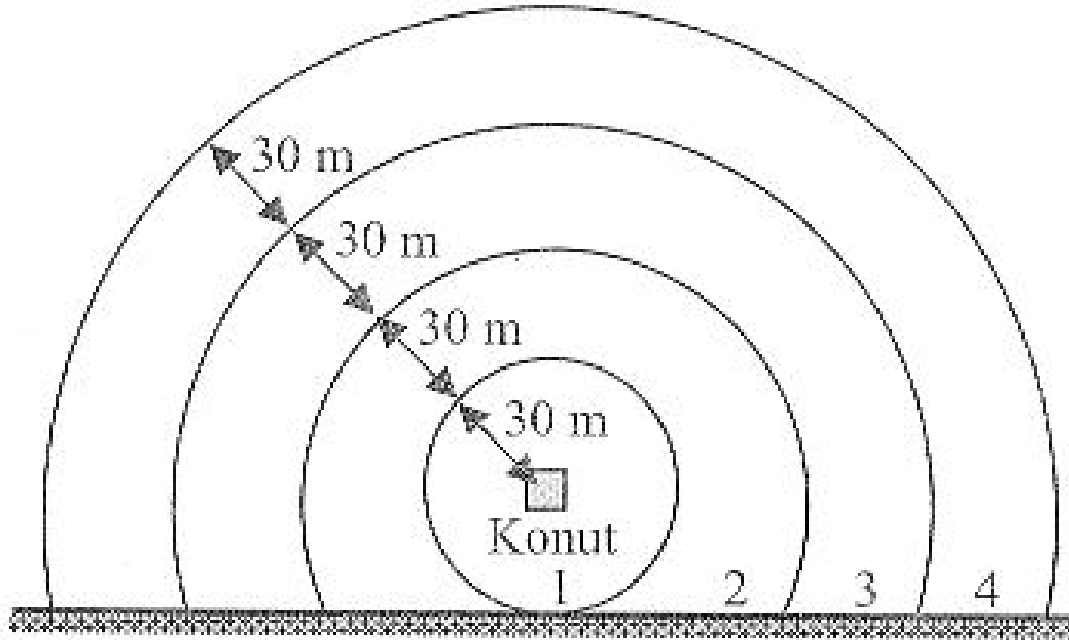
İşletme Merkezinde Faaliyet Alanlarının Düzenlenmesi

- *Bir tarım işletmesinde bulunan faaliyet alanları:*
 - Yaşam alanları,
 - Hayvansal üretim alanları,
 - Bitkisel üretim alanları,
 - Ürün koruma, depolama ve işleme alanları,
 - Alet ve makine koruma ve servis alanları,
 - Kimyasal madde, gübre depolama ve işleme alanları,
 - Yakıt depolama alanları

İşletme Merkezinde Faaliyet Alanlarının Düzenlenmesi

- Büyük kapasiteli işletmelerde ailenin yaşam alanları ile tarımsal üretim alanlarının birbirinden ayrı tasarlanmalıdır.
- Planlama sırasında işletme merkezi **kuşaklara** ve **zonlara** ayrılır.
- Bu durum, faaliyetlerin etkinliğinin artırılması, işletmenin güvenliğinin sağlanması, genişleme olanaklarının artırılması gibi kolaylıklar sağlar.

İşletme Merkezinde Faaliyet Alanlarının Düzenlenmesi



- 1 Konut, yeşil alanlar, rekreasyon alanları, çiçek ve sebze bahçeleri, park yerleri
- 2 Hangar, atölye, işletme avlusu, yollar
- 3 Tahıl ve yem depoları, ürün işleme yapıları, küçük kapasitedeki hayvancılık yapıları, doğum ve hasta hayvan yapıları
- 4 Büyük kapasiteli hayvancılık yapıları, yem ve gübre yönetim tesisleri

İşletme Merkezinde Faaliyet Alanlarının Düzenlenmesi

- **Birinci kuşakta**, konut, yeşil alanlar, rekreasyon alanları, çiçek ve sebze bahçeleri ile misafir park yerleri yer almalıdır. Her türlü trafikten korunmuş olmalıdır.
- **İkinci kuşakta**, hangar, atölye, işletme avlusu ve yollar bulunur. Bu tip yapılar konuttan 60m uzaklıkta bulunmalıdır.
- **Üçüncü kuşakta**, tahıl ve yem depoları, ürün işleme yapıları, az sayıdaki hayvanın barındırıldığı yapılar, doğum ve hasta hayvan yapıları, hobi amacıyla kurulan yapılar yer almalıdır. Bu alanda toz, koku, gürültü ve trafik yoğunudur.
- **Dördüncü kuşakta**, hayvancılık tesisleri bulunur. (gübre yönetim sistemlerine sahip, açık ve kapalı tip)

İşletme Merkezinde Binaların Düzenlenmesi

- *Binaların düzenlenmesinde göz önünde bulundurulacak temel faktörler:*
 - İş ekonomisi,
 - Faaliyetin büyüklüğü,
 - Yönetim gereksinimleri,
 - Potansiyel kirlilik,
 - Genişleme gereksinimi,
 - Yangından korunma,
 - Estetik,
 - Havalandırma gereksinimleri.

İşletme Merkezinde Binaların Düzenlenmesi

- **İş ekonomisi:** Ürün depolama yapıları tarladan gelen yollar yakınına yerleştirilmelidir.
- Ancak binalar arasında bırakılan mesafelerin çok az olması, insan ve araç trafiği, yangın kontrolü, gelecekteki genişleme, güneşlenme ve hava hareketleri yönünden sorunlar yaratabilir.
- İşletme merkezinde yapıların bir avlu çevresinde düzenlenmeleri, en uygun ve randımanlı olanıdır.
- Avlunun genişliği, en az 20m, uzunluk ise işletmenin tipi ve büyüklüğüne bağlı olarak 30-60m kadar olabilir.
- Avluyu ana yola bağlayan yolun genişliği en az 5m olmalıdır.

İşletme Merkezinde Binaların Düzenlenmesi

- **Faaliyetin büyüklüğü:** Faaliyetin büyüklüğü arttıkça ses, koku, toz ve trafik sorunu da artar.
- **Yönetim gereksinimleri:** Daha fazla işgücüne gereksinim duyan binalar konuta daha yakın yerleştirilmelidir.
- **Potansiyel kirlilik:** İşletmede kirliliğe neden olabilecek yapı ve tesisler su kaynaklarından en az 15m, tercihen 30-90m mesafede olmalıdır.

İşletme Merkezinde Binaların Düzenlenmesi

- **Yangından korunma:** İşletmede depolanan yataklık, ot, saman gibi maddeler işletme avlusunda her zaman yangın tehlikesi oluşturabilir.
- Bu nedenle, yangının yayılmasını önlemek amacıyla hakim rüzgarlar dikkate alınarak ***binalar arasında yeterli açıklık*** bulundurulmalıdır.(en az 10m, tercihen 15-25m)
- Yanıcı maddeler ayrı bir yerde depolanmalıdır.
- İşletme avlusunda bir ***yangın havuzunun*** yapılması düşünülmelidir.

İşletme Merkezinde Binaların Düzenlenmesi

- **Genişleme gereksinimi:** İşletme avlularının zaman içerisindeki genişlemelere uyacak esneklikte planlanmaları zorunludur.
- Binaların kapasitelerinin artırılması, uzunluklarının artırılması ile sağlanır.
- **Estetik:** İşletme avlusundaki binalar arasında hatlar, renkler, kullanılan malzeme ve boyutlar bakımından bir uyum sağlanmalıdır.

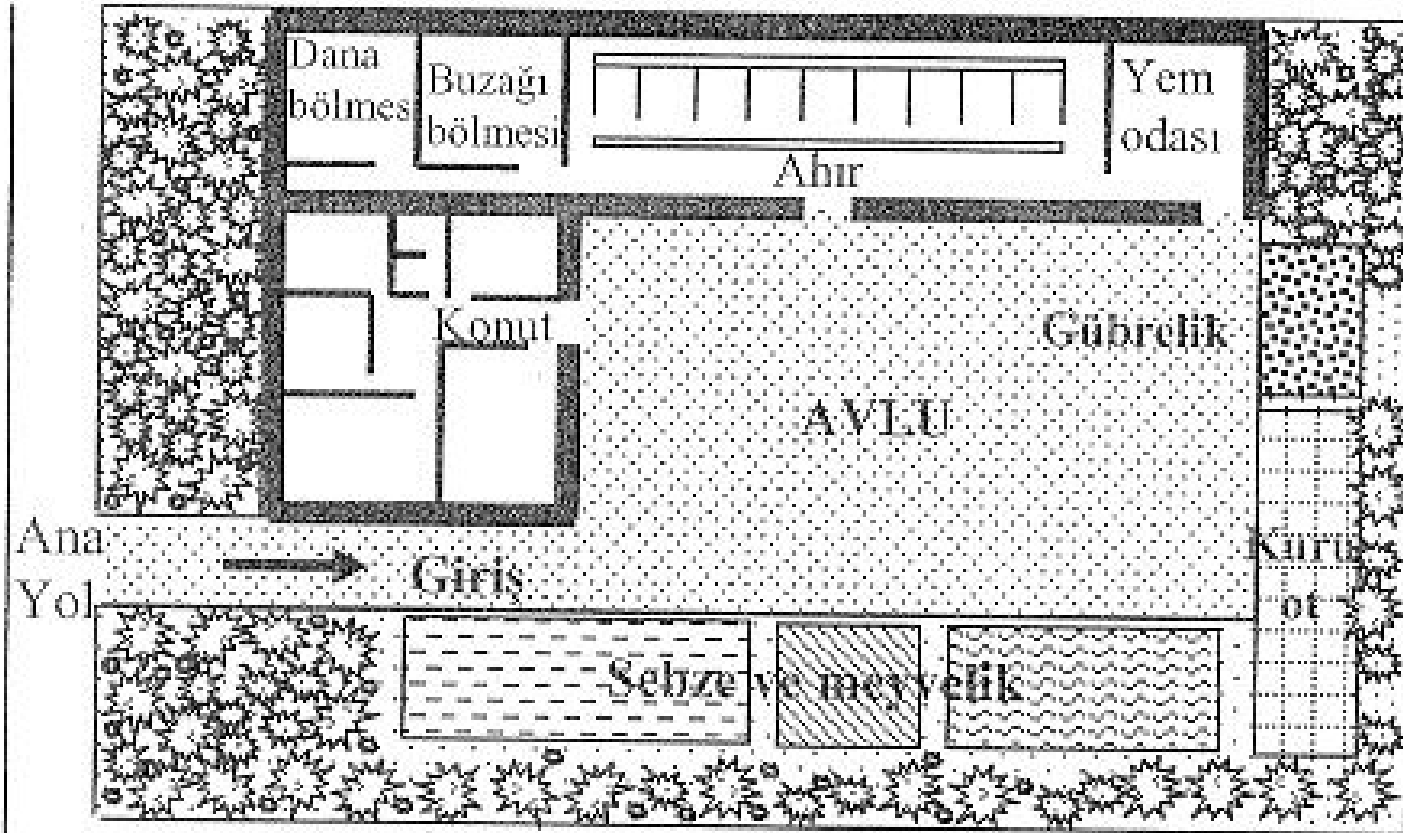
İşletme Merkezinde Binaların Düzenlenmesi

- **Havalandırma gereksinimleri:** Özellikle doğal havalandırma sisteminin kullanıldığı bitkisel ve hayvansal üretim yapıları, hava hareketlerinin engellenmemesi için diğer yapılardan en az 15m, tercihen 25m mesafede bulunmalıdır.
- Biyogüvenlik ve hastalık etmenlerinin yayılma riskini en aza indirmek için bu mesafeler daha da artırılabilir.

İşletme Merkezinde Binaların Düzenlenmesi

- İşletme avlusunun kağıt üzerinde tam bir planı (durum planı) hazırlanmalıdır.
- Avlu planlarının geliştirilmesinde işletme merkezini oluşturan binalar ya **toplu** ya da **dağınık** olarak yerleştirilebilir.
- Bina çeşitliliğinin ve büyüklüklerinin az olduğu küçük tipteki işletmelerde binaların toplu yerleşimi yaygındır.
- **Toplu yerleşimde**, yapılar bir avlu içerisinde birbirine yakın veya bitişik olarak inşa edilir.İşgücünden ekonomi sağlanır, inşaat maliyeti düşüktür.Buna karşın yangın riski, genişleme olanağının olmaması ve sağlık koşullarının yetersizliği en önemli sakıncalarıdır.

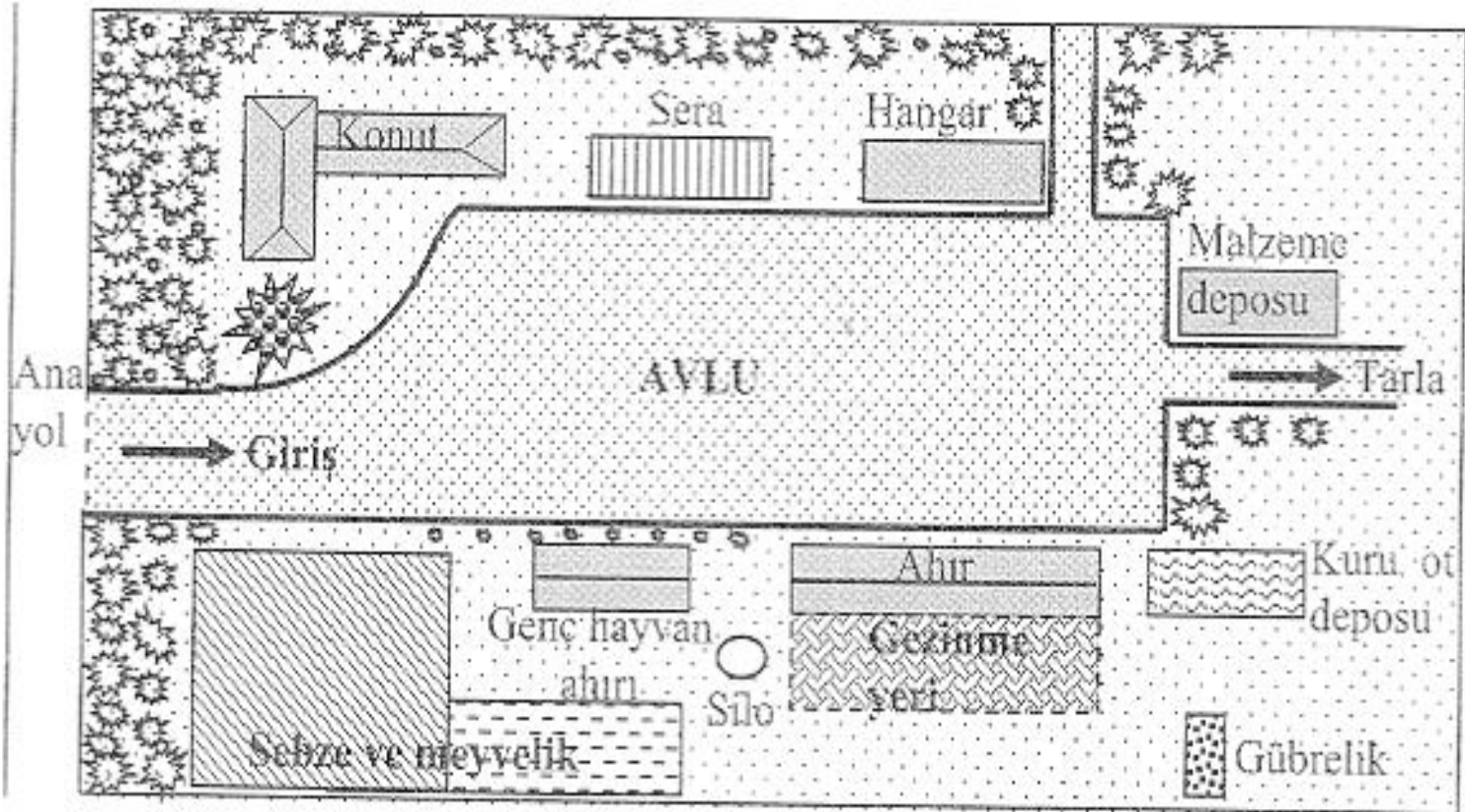
Binaların toplu düzenlendiği işletme merkezi



İşletme Merkezinde Binaların Düzenlenmesi

- ***Dağınık yerleşimde***, ise binalar birbirinden yeterince ayrılmışlardır. Yangın tehlikesi kolayca önlenabilir ve daha uygun sağlık koşulları sağlanabilir. Binaların genişleme olanağı vardır.
- İşletme avlusu için daha geniş bir alana gereksinim duyulur ve binalara yapılan yatırım yüksektir.
- Her türlü topoğrafik koşullarda kolaylıkla uygulanabilen bir avlu düzeni gösterir.

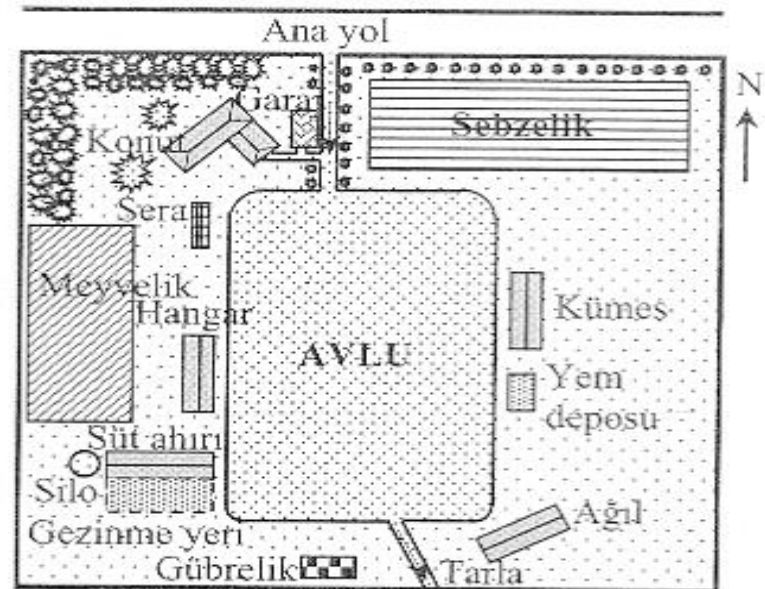
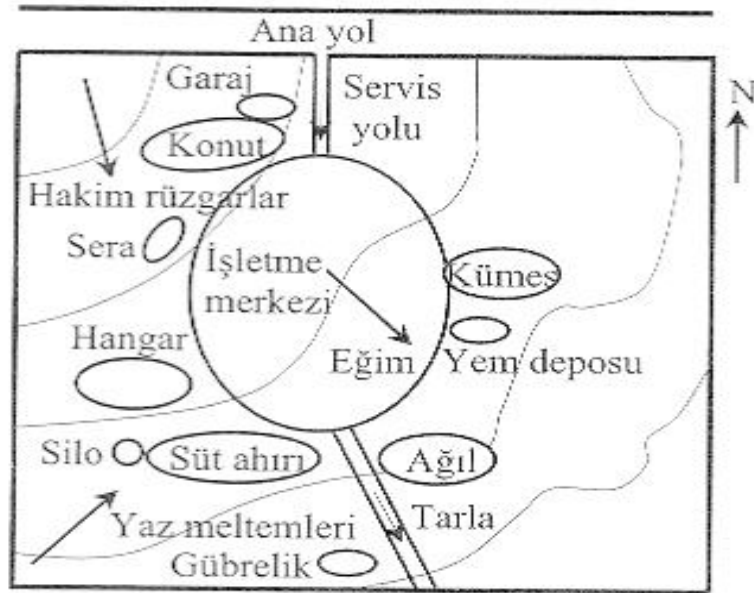
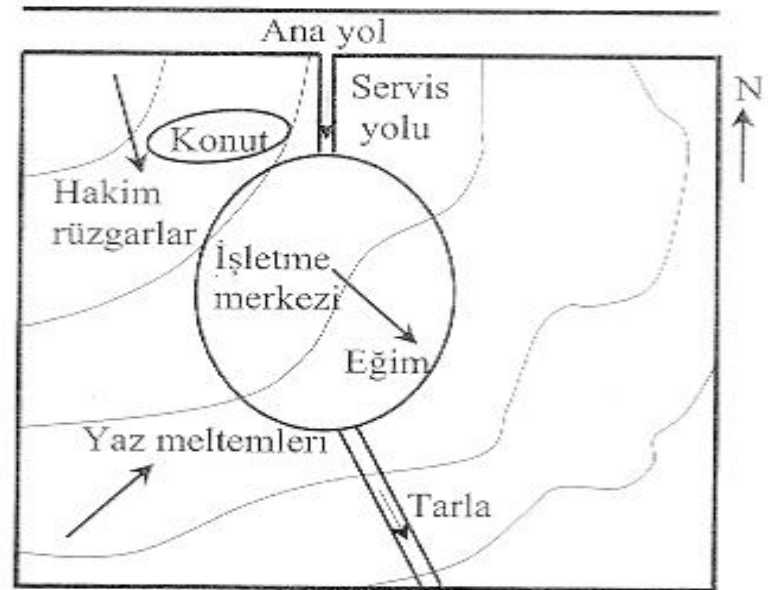
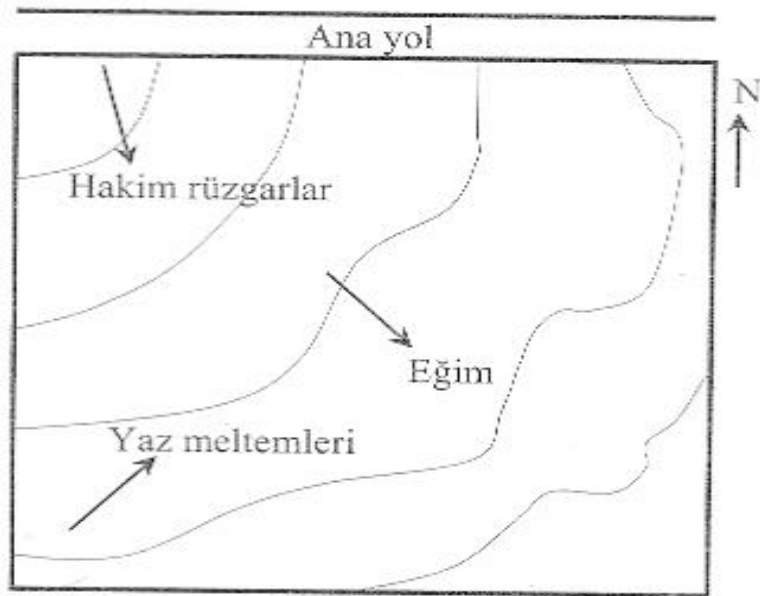
Binaların dağınık dñzenlendiđi işletme merkezi



İşletme Merkezi Planlarının Geliştirilmesi

1. Avlu yerinin topoğrafik haritası (1/200-1/500) çıkarılır. (Eş yükseklik eğrileri, yollar, mevcut binalar, bitki örtüsü, su kaynakları, hakim rüzgarlar, yön)
2. İşletme merkezi harita üzerinde kuşaklara ayrılarak, işletmeye girişi sağlayan servis yolu, konut ve servis avlusu gösterilir.

Konut işletmenin en yüksek ve havadar kısmında, ana yoldan en az 30m içerde olmalıdır. Yolun yoğunluğuna göre bu değer 50-60m'ye kadar çıkarılabilir.
3. İşletmenin tipine göre belli başlı yapı grupları, konutla olan ilişkileri de göz önüne alınarak avlu etrafına yerleştirilir.



İşletme Merkezi Planlarının Geliştirilmesi

- Tarım işletmelerinde hayvan barınakları en önemli yapı gruplarındanndır.
- Hayvan barınaklarının yanında silo ya da yem depoları olmalıdır.
- Yem depoları ile hayvan barınakları arasında 15-20m'lik bir açıklık bırakılmalıdır.
- Koku, sinek ve gürültünün önlenmesi için hayvan barınakları, konuttan en az 30-60m uzakta yapılmalıdır.

İşletme Merkezi Planlarının Geliştirilmesi

- Tavuk kümeslerinin normal olarak konuttan 30m uzaklıkta olmaları yeterlidir.
- Alet ve makine hangarlarının hayvan barınaklarından en az 15m uzaklıkta olması önerilir.
- Bu yapılar için yer seçiminde işletme merkezinin tarla yolu ile olan yakın ilişkisi göz önünde bulundurulur.

İşletme Merkezi Planlarının Geliştirilmesi

4. Belli başlı işletme yapı grupları avluda yerleştirildikten sonra, yollar, elektrik ve telefon hatları, su ve atık su boruları, drenaj alanı ve drenaj hatları da proje üzerinde belirtilmelidir.
5. Bu aşamada, işletme merkezinin ***kesin vaziyet planı*** tanımlanır.

İşletme Merkezi Planlarının Geliştirilmesi

- Yeni kurulan işletmelerde hangi binalara öncelik verileceği işletmenin şekline ve gereksinimlerine bağlıdır.
- İnşaatta işletme evine ve ana binalara öncelik verilmelidir.
- Plan üzerinde gösterilen ikinci derecedeki yapılar belki hiç gerçekleşmeyebilir.
- Ancak, iyi bir planda, gelecekteki gelişmeler de doğruya en yakın bir biçimde yer almalıdır.

KIRSAL KONUTLAR

Prof. Dr. Berna KENDİRLİ
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

Kırsal Konutlar

- *İnsanların konutlardan bekledikleri temel gereksinimler:*
 - Dış koşullara karşı korunma,
 - Sağlık koşullarına uygunluk,
 - Güvenilir ve rahat bir yaşam sağlamasıdır.
- Kırsal alanda yapılacak konutlar *konum, işletme özellikleri, yaşam biçimi ve ekonomik olanaklar* yönünden kenttekilerden farklıdır.

Kırsal Konutlar

- Tarım işletmelerinde konut, hem çiftçi ailesinin yaşadığı yer, hem de işletmenin idare merkezidir.
- Tarım işletmelerinde her türlü tarımsal faaliyetlerin planlanması ve yürütülmesi konutlardan yapılır.
(işletmenin iş merkezi)
- Bu nedenle konutlar tarımsal faaliyetlere uyum sağlamalıdır.
- Kırsal konutlarda kentteki konutlardan farklı olarak bir ***iş alanının oluşturulması*** gerekir.
- Özellikle çalışma yerleri, mutfak, yiyeceklerin hazırlandığı ve korunduğu yerlerin düzenlenmesi önemlidir.

Kırsal Konutlar

- Konut yerinin belirlenmesinde,
 - Diğer servis binaları ile olan ilişkileri,
 - Manzara durumu,
 - Arazi eğimi,
 - Güneş ışınlarından ve rüzgarlardan yararlanma ya da korunma,
 - Konut çevresinde insanların dinlenebileceği bir bahçenin bulunması gereklidir.

Konutlarda Temel Planlama İlkeleri

- Ailenin yapısı, istekleri ve gereksinimleri önemlidir.
- Konutlar tüm bireylerin yaşam ve uğraşlarını sağlayacak şekilde (odaların büyüklükleri, şekilleri, birbirleri ile olan ilişkileri) planlanmalıdır.
- Konut planı alan kullanımında esnekliğe, iyi trafik düzenine, çeşitli eşyaların ve malzemelerin uygun bir şekilde yerleşimine olanak verebilmelidir.

Konutlarda Temel Planlama İlkeleri

- ***Konut planlarının geliştirilmesinde,***
 - Faaliyet alanlarının düzenlenmesi,
 - Odaların birbiri ile olan ilişkileri,
 - Odaların ve diğer alanların bireysel detayları,
 - Konut içerisindeki insan trafiği önemlidir.
- Konutu oluşturan her oda, düşünülen yararlanma şekline uygun olarak planlanmalıdır.
- Konut içerisinde uygun bir insan trafiğinin sağlanması, zaman ve enerji kaybının azaltılması açısından önem taşır.

Konutlarda Temel Planlama İlkeleri

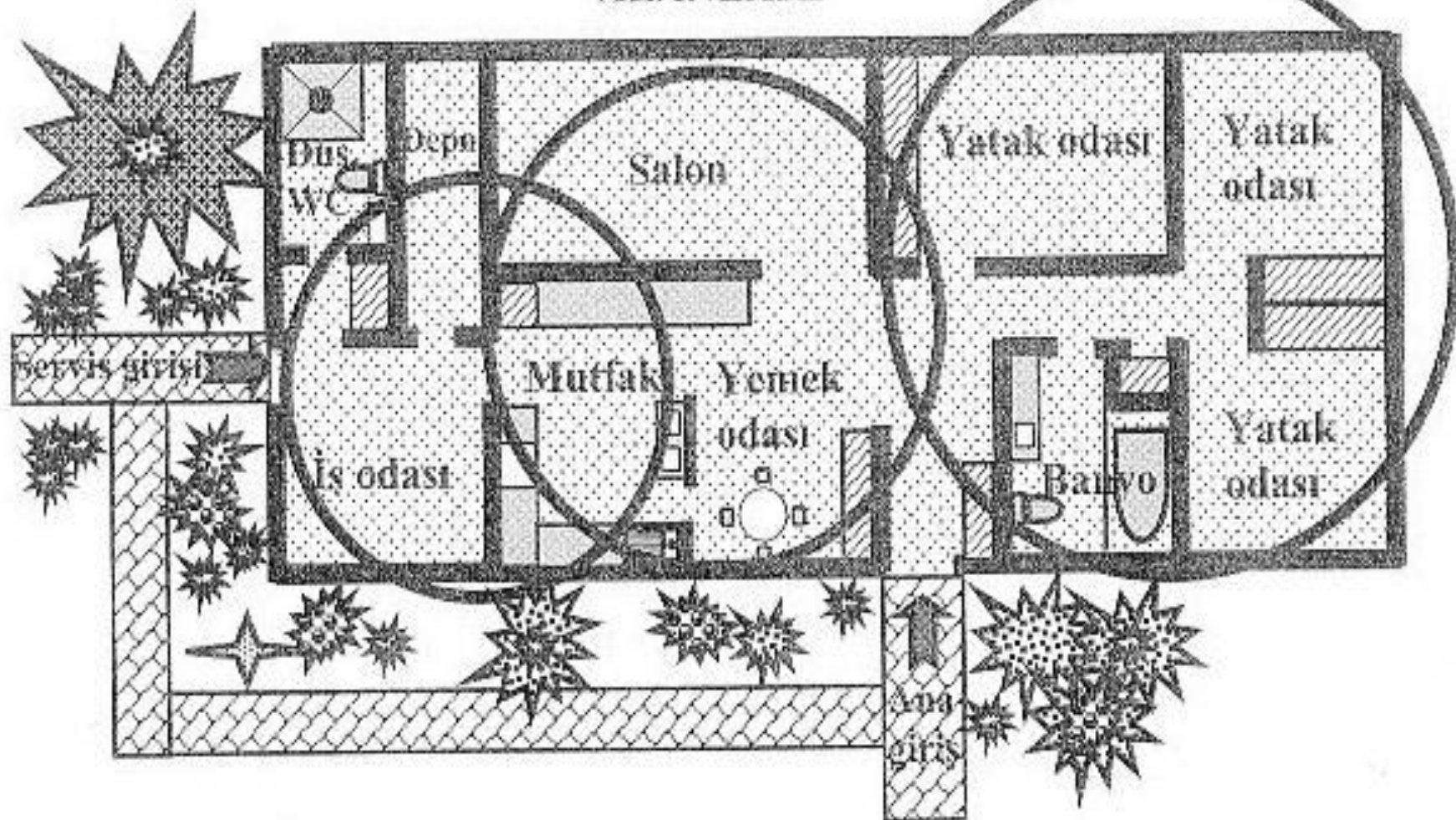
- Merkezi bir koridor, uygun bir trafik akışının sağlanmasına yardımcı olur.
- Konut için bir servis girişinin yapılması ve aile bireylerinin konutun farklı bölümlerine buradan geçebilmeleri düşünülmelidir.
- Çok katlı konutlarda da katlar arasında uygun bir trafik düzeninin sağlanmasına çalışılmalıdır.

Konutlarda Faaliyet Alanları

- **Öncelik alanları** olarak da adlandırılan **faaliyet alanları** üçe ayrılır:
 - Sosyal yaşantı alanları,
 - Dinlenme alanları,
 - İş alanları.
- Kırsal konutlarda tarımsal faaliyetlere uyumlu hale getirilmiş **iş alanları** bulunmalıdır.

İŞ ALANLARI SOSYAL YAŞANTI
ALANLARI

DİNLENME ALANLARI



Konutlarda Faaliyet Alanları

- **Sosyal yaşantı alanları:** ailenin oturma, grup faaliyetleri, konuk kabul etme, okuma, çalışma, eğlenme ve yemek yeme faaliyetleri amacıyla oluşturulan bölümdür.
- Bu bölüm, ***konutun ana girişi, antre, oturma odası, salon, misafir odası, çalışma odası, yemek odası*** gibi birimlerinden oluşur.
- Sosyal yaşantı alanları, aile dışından gelen konukların da kısmen kullandıkları birimlerdir.
- Bu alanların boyutları ve çeşitliliği, aile bireylerinin gereksinimlerine ve işletmenin parasal olanaklarına bağlıdır.

Konutlarda Faaliyet Alanları

- **Dinlenme alanları:** konutun dinlenme amacıyla planlanmış özel bölümüdür.
- Dinlenme alanı, ***yatak odaları, tuvalet, banyo ve özel eşyalar için dolapların bulunduğu*** birimlerden oluşur.
- Aile dışından gelecek konuklara kapalı olan bölümdür.
- Bu nedenle dinlenme alanlarının grup olarak belli bir yerde bulunması, bu alanların gizliliğinin ve dinlenme koşullarının sağlanması açısından çok önemlidir.

Konutlarda Faaliyet Alanları

- **İş alanları:** konutun çeşitli iş faaliyetlerinin yürütüldüğü bölümdür.
- Bu bölüm, ***mutfak, iş odası ve çamaşır yıkama yerlerinden*** oluşur.
- Konutlarda iş alanları, tek bir odadan oluşabileceği gibi, birkaç farklı bölümden de oluşabilir. İş odasında, dolaplar ile duş ve lavabonun bulunması yararlıdır.

Konutlarda Faaliyet Alanları

- İş alanları, tarladan gelen insanların konuta geçmeden önce yıkanıp temizleneceği, kıyafetlerini değiştirebileceği, kullandığı ekipmanları koyabileceği, tarımsal faaliyetlerde kullandığı alet, ekipman, ilaç ve malzeme gibi çeşitli unsurları depolayıp, çeşitli karışımları hazırlayabilecekleri bir yer olabileceği gibi, çamaşır yıkama, konserve, sebze, süt gibi ürünlerin aile gereksinimleri için işlenmesi amacıyla kullanılacakları bir yer de olabilir.
- Konutun arka cephesi veya tarla tarafına ve mutfağa yakın bir yere yerleştirilmelidir.

Konut Planlarının Geliştirilmesi

- Konutların planlanmasında *luplama* ve *maketleme* yöntemi kullanılır.
- Konut alanı belirlenerek, bu alanın yolla ve işletme merkezi ile konumu, dış koşullar, manzara, yaz ve kış rüzgarlarının durumu ve güneşlenme olanakları dikkate alınır.
- Konutu oluşturacak birimler kağıt üzerinde taslak çalışması şeklinde serbest elle çizilen birer lupla (çemberle) gösterilir.
- Konutu oluşturacak birimleri ifade eden her bir lupun büyüklüğü ve şekli belirlenir. Böylece bunların dik açılara sahip geometrik şekilleri oluşturulur.

Konut Planlarının Geliştirilmesi



(a)



(b)



(c)



(d)

Konut Planlarının Geliştirilmesi

- Elde edilen bu şekiller, lupların yerleştirilme durumlarına uygun olarak birleştirilir.
- Taslak olarak ortaya çıkan konut planı, planlama ilkeleri açısından değerlendirilir ve gerekli değişiklikler yapılır.
- Son şekli verilen konut planı ölçekli olarak çizilir.

Kaynaklar

1. Girgin, İ., 2008. Kırsal Altyapı. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın No:1562, Ders Kitabı: 515, Ankara,217s.
2. Olgun, M., 2009. Tarımsal Yapılar. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın No:1577, Ders Kitabı: 529, Ankara,445s.

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA DERSİ

TARIMSAL YAPILARDA ÇEVRE KOŞULLARININ DENETİMİ

Prof. Dr. Berna KENDİRLİ
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü
2016

Çevre Nedir?

Canlının içinde yaşadığı, büyüyüp geliştiği ve verimlerine etkili tüm etmenlerdir.

➤ İç etmenler

- Sıcaklık
- Nem
- Hava hızı
- Işık
- Hava kalitesi (koku, toz)

➤ Dış etmenler

- Yöre sıcaklığı
- Nem durumu
- Rüzgar
- Radyasyon
- Yağış
- Bulutlu ve açık günler sayısı
- Toprak sıcaklığı

Hayvan Barınakları iki amaca hizmet edecek şekilde inşa edilir?

- Hayvanları elverişsiz çevre koşullarından korumak, (en uygun üretim ortamını sağlamak)
- Rasyonel ve kolay bir yemlemeye olanak sağlayarak işgücünden tasarruf etmek

Hayvan Barınaklarının Yapımında ve iyileştirilmesinde dikkat edilecek hususlar:

- Yapılar yazın serin, kışın sıcak olmalı,
- Ani sıcaklık değişimleri önlenmeli,
- Yapı elemanlarında nem yoğunlaşması olmamalı,
- Fazla amonyak ve nemin oluşması önlenmeli,
- Zararlı hava akımları önlenmeli,
- Yapı içinde uygun sıcaklık, yeterli ışık ve havalandırma ile temiz hava sağlanmalıdır.

Çevre Koşullarının Denetimine İlişkin Temel Kavramlar

- **Bağıl nem:** Bir hava su buharı karışımında mevcut buhar basıncının aynı sıcaklık ve basınçta doygun buhar basıncına oranıdır. (%)
- **Kuru termometre sıcaklığı:** Havadaki su buharı ve ısı radyasyonu etkileri olmadan ölçülen sıcaklık değeridir. Cıvalı termometre ile ölçülür. (°C)
- **Islak termometre sıcaklığı:** Suyun buharlaşarak havayı nemli duruma getirdiği sıcaklık değeridir.
- Islak termometre sıcaklığı, haznesi suyla ıslatılmış bir fitille sarılı olan ve belli bir hava akımı içerisine yerleştirilmiş normal bir termometre ile ölçülür.

Çevre Koşullarının Denetimine İlişkin Temel Kavramlar

- **Çiğlenme noktası sıcaklığı:** Sabit basınç ve sabit su buharı kapsamındaki havanın soğutulması sonucunda nemin havadan ayrılarak yoğunlaşmaya başladığı andaki sıcaklık değeridir.
- **Isı:** Bir enerji şekli olup, bir ortamdan diğerine ancak sıcaklık farklılığının olması durumunda iletilir.
- Isı iletimi sonucunda sadece ortamın sıcaklığında bir değişiklik oluyorsa, iletilen ısıya **duyulur (hissedilebilir) ısı**, ortamın sıcaklığı yanında şekilde de değişim oluyorsa bu ısıya da **gizli (latent) ısı** adı verilir.
- Isı birimi metrik sistemde **kalori**, uluslar arası sistemde **Jul'dür**. Bir kalori 4,187 Jul'e eşittir.

Çevre Koşullarının Denetimine İlişkin Temel Kavramlar

- Hava ve subuharı karışımının termodinamik özelliklerinin grafiksel olarak ifadesinde **Psikrometrik diyagramlardan** yararlanır. Mühendislikte çevre koşullarının düzenlenmesine ilişkin sorunların çözümünde kolaylık sağlar.
- Psikrometrik diyagramda, **apsis ekseninde kuru termometre sıcaklıkları, ordinat ekseninde ise nem oranları yer alır.** Diyagramda ayrıca ıslak termometre sıcaklığı, entalpi, çiglenme noktası sıcaklığı, bağıl nem ve özgül hacim değerleri de yer almaktadır.

Yapı Elemanlarından Olan Isı İletimi

- **Isı** bir enerji şekli olup, bir ortamdan diğerine ancak **sıcaklık farklılığının** olması durumunda iletilir.
- Isının iletim yönü **daima yüksek sıcaklıktan düşük sıcaklığa** doğrudur.
- **Sıcaklık** ise, ısının şiddet ve derecesinin bir göstergesi olup, herhangi bir cismin temasta bulunduğu diğer bir cisme ısı iletme kabiliyetinin bir ölçüsüdür.

Isı iletim şekilleri

- Kondüksiyon (ısı iletimi)
- Konveksiyon (ısı taşımını)
- Radyasyon (ısı ışınımı)

Kondüksiyon

- Bir cismin içinde veya temasta bulunan iki cisim arasında moleküllerin herhangi bir hareketi olmadan molekülden moleküle olan ısı geçişine **kondüksiyon (ısı iletimi)** adı verilir.
- Yapı elemanlarından iletilen ısı miktarı, yüzey alanı ve sıcaklık farklılığı ile doğru, kalınlıkla ters orantılıdır.
- İletilen ısı miktarı **malzemenin özelliklerine** de bağlıdır.
- Kondüksiyonla kolayca ısı ileten malzemeye **iletken malzeme**, ısı akımına direnç gösteren malzemeye de **yalıtkan malzeme** adı verilir.

Kondüksiyon

- Herhangi bir malzemenin ısı iletkenlik değerine **termik iletkenlik** veya **kondüktivite** adı verilir.
- 1m kalınlıktaki bir malzemenin, 1m² yüzey alanından birbirine paralel iki yüzeyde 1°C sıcaklık farkında, 1 saatte iletilen ısı miktarıdır.
- (λ) ile gösterilir.
- Birimi Kcal / mh°C veya W/mK'dir.
- Isı iletkenliğinin tersi ($1/\lambda$) o malzemenin **ısı iletkenlik direncini** verir.

Kondüksiyon

- Bir malzemenin ısı iletim kabiliyetini belirtmede ısı iletkenliği yanında **ısı geçirgenliği** veya **kondüktans** da kullanılır.
- 1 m² malzeme yüzeyinden ve **mevcut malzeme kalınlığından (d)** 1 °C sıcaklık farkında, 1 saatte iletilen ısı miktarıdır.
- (Λ) ile gösterilir.
- Birimi Kcal / m² °C h veya W / m² K'dir.
- Isı geçirgenliğinin tersi ($1/\Lambda$) **ısı geçirgenlik direnci** olarak ifade edilir.

Konveksiyon

- Isının akışkanların hareketi ile olan iletimine **konveksiyon (ısı taşınımı)** denir.
- Isı iletim olaylarının çoğunluğunda hareketli akışkan ile temasta bulunduğu yüzey arasında ısı aktarımı söz konusudur.
- Soğuk bir odaya sıcak havanın doğal veya mekaniksel yollarla verilmesi ile odanın ısınması konveksiyonla iletme bir örnektir.

Radyasyon

- Isının elektromanyetik dalgalarla bir cisimden diğerk bir cisme iletilmesine **radyasyon (ısı ışıınııı)** adı verilir.
- Bütün cisimler yüksek sıcaklıklarda radyasyon biçiminde enerji yayarlar ve bu şekilde yayılmış enerjiyi absorbe ederler.
- Cisimler radyasyonu yansıtma, absorbe etme veya geçirme özelliğine sahiptir.
- Radyasyon enerjisi herhangi bir cisim tarafından emildiğı zaman bu enerji ısı enerjisine çevrilir ve cismin sıcaklığı yükselir.

Toplam ısı iletim katsayısı

- Herhangi bir yapı elemanı genellikle ısı iletkenliği ve kalınlığı farklı olan çeşitli malzemelerden oluşur.
- **Toplam ısı iletim katsayısı**, herhangi bir (d) kalınlığındaki yapı bileşeninin (duvar, çatı, döşeme vb) her iki tarafında bulunan hava sıcaklıkları arasındaki fark 1°C olduğunda, bileşenin birim (1m^2) alanından, birim zamanda (1 saat) iletilen ısı miktarıdır.
- **(U)** ile gösterilir.
- Birimi **$\text{Kcal} / \text{m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C h}$** veya **$\text{W} / \text{m}^2 \text{ K}$** 'dir.
- Toplam ısı iletim katsayısının tersine ($1/U$) toplam ısı iletim direnci (R) denir.

Toplam ısı iletim katsayısı

- Bir yapı elemanının toplam ısı iletim katsayısının hesaplanabilmesi için öncelikle o yapı elemanının **toplam ısı iletim direncinin** hesaplanması gerekir.
- Bir yapı elemanının toplam ısı iletim direnci, o yapı elemanını oluşturan her bir malzemenin ısı iletim dirençlerinin toplamına eşittir.
- Bu toplama, yapı elemanının **iç ve dış yüzeysel ısı iletim dirençleri** ile yapı elemanı içerisinde hava boşluğu tabakasının bulunması durumunda **hava boşluğu ısı iletim direncinin** de eklenmesi gerekir.

$$R = R_i + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{hb} + R_d$$

$$R = 1/\alpha_i + d_1/\lambda_1 + 1/\lambda_{hb} + d_2/\lambda_2 + \dots + d_n/\lambda_n + 1/\alpha_d$$

$$U = 1/R$$

1

$$U = \frac{1}{1/\alpha_i + d_1/\lambda_1 + 1/\lambda_{hb} + d_2/\lambda_2 + \dots + d_n/\lambda_n + 1/\alpha_d}$$

- α_i :Yapı elemanının iç yüzeysel iletim katsayısı (Kcal / m² °C h)
- α_d :Yapı elemanının dış yüzeysel iletim katsayısı (Kcal /m²°C h)
- R_{hb} : Hava boşluğu ısı geçirgenliği (Kcal/ m² °C h)
- R_1, R_2, R_n :Yapı elemanını oluşturan malzemelerin ısı iletim dirençleri (m² °C h/ Kcal)
- d_1, d_2, d_n : Yapı elemanını oluşturan malzemelerin kalınlıkları (m)
- $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_n$:Yapı elemanını oluşturan malzemelerin ısı iletkenlikleri (Kcal /m °C h)
- R : Toplam ısı iletim direnci (m² °C h/Kcal)
- U : Toplam ısı iletim katsayısı (Kcal / m² °C h)

Yüzeysel ısı iletimi

- **Yüzey kondüktansı** olarak da adlandırılan yüzeysel ısı iletimi, havadan malzeme yüzeyine, malzeme yüzeyinden havaya olan ısı iletimini ifade eder.
- **(α)** ile gösterilir.
- Birimi **Kcal / m² °C h** veya **W / m² K**'dir.
- Yüzeysel ısı iletim katsayısının tersine ($1/\alpha$), **yüzeysel ısı iletim direnci** denir.

Hava boşluğu ısı iletim direnci

- İki yüzey arasında kalan durgun bir hava boşluğunun ısı geçirgenlik direncini belirtir.
- (R_{hb}) ile gösterilir.
- Birimi $m^2 \text{ } ^\circ\text{C h /Kcal}$ veya $m^2 \text{ K /W}$ 'dir.
- Hava boşluğu kalınlığı azaldıkça hava boşluğunun ısı geçirgenlik direnci artar.

Yapı Elemanlarından Olan Su Buharı İletimi

- Belirli bir basınç altında havanın taşıyabileceği, maksimum su buharı miktarı ortamın sıcaklığına bağlıdır.
- **Hava sıcaklığı arttıkça taşıyabileceği su buharı miktarı da artar.**
- Eğer hava belirli sıcaklık ve basınçta tutabileceği maksimum su buharını içeriyorsa, **doyma durumuna gelmiş** demektir.

Yapı Elemanlarından Olan Su Buharı İletimi

- Hayvansal üretim yapılarında su buharının başlıca kaynağı **hayvanların solunumla havaya verdikleri nemdir.**
- Barınak içi ve dışı arasında bir su buharı basınç farkının bulunması durumunda yapı elemanlarından dışarıya doğru su buharının iletilme eğilimi söz konusudur.
- Su buharının hareket yönü **yüksek kısmi basınçtan düşük kısmi basınca** ya da **yüksek sıcaklıktan düşük sıcaklığa** doğrudur.

Yapı Elemanlarından Olan Su Buharı İletimi

- Hayvansal üretim yapılarında barınak içi sıcaklığı ile dış hava sıcaklığı arasında daima bir fark bulunduğundan yapı elemanlarından her zaman için bir su buharı hareketi olur.
- Su buharının yapı elemanlarından iletimi sırasında, sıcaklığın çığlenme noktası sıcaklığına ulaşması nemin yapı elemanı **yüzeyinde** ya da **içerisinde** yoğunlaşmasına yol açar.
- Sıcaklığı çevre havanın çığlenme noktası sıcaklığından düşük olan her yüzeyde nem yoğunlaşır.
- **Bunun nedeni, yüzeyle temas halinde bulunan havanın soğuması ve bağıl neminin artmasıdır.**

Yapı Elemanlarından Olan Su Buharı İletimi

- Yapı elemanı yüzeyinde olan yoğunlaşma gözle görülebilir.
- Yapı elemanı içerisinde olan yoğunlaşma gözle görülemediğinden yüzeyde oluşan yoğunlaşmaya göre daha sakıncalıdır. Bu tipteki yoğunlaşmaya **gizli yoğunlaşma** denir.
- Yapılarda nem yoğunlaşmasının olması arzu edilmeyen bir durumdur.
- Nem yoğunlaşması, yapı elemanlarında **lekelerin oluşmasına, çürümelere, yağlı boya ya da sıvaların dökülmesine, paslanmalara ve yapı malzemesinin yalıtım değerinin azalmasına** neden olur.
- Nem yoğunlaşması aynı zamanda barınak içerisindeki hayvanların sağlık ve verimleri ile çalışan kişiler açısından da sakıncalıdır.

Yapı elemanlarında nem yoğunlaşması

$$t_s = t_i - [(U / \alpha_i) (t_i - t_d)]$$

t_s = Yapı elemanı iç yüzey sıcaklığı (°C)

t_i = İç sıcaklık (°C)

t_d = Dış sıcaklık (°C)

α_i = Yüzeysel ısı iletim katsayısı, (Kcal / m² °C h)

U = Yapı elemanının toplam ısı iletim katsayısı, (Kcal / m² °C h)

Yapı elemanlarında nem yoğunlaşması

- Yapı elemanının iç yüzeyinde nem yoğunlaşmasının olmaması için iç yüzey sıcaklığı, barınak içi havasının çiğlenme noktası sıcaklığından yüksek ($t_s > t_c$) olmalıdır.
- Nem yoğunlaşmasının önlenmesi için yapı elemanlarının sahip olması gereken toplam ısı iletim katsayısı,

$$U_{\max} = \alpha_i [(t_i - t_s) / (t_i - t_d)]$$

Yapı elemanlarında nem yoğunlaşması

- Nem yoğunlaşmasının önlenmesi için,
 - Yapı elemanınının sıcak tarafına bir **buhar perdesinin** tesis edilmesi,
 - Havalandırma oranının artırılarak nemliliğin azaltılması,
 - Ortam havasının sıcaklığının artırılması,
 - Pencere gibi yapı elemanlarında geçici olarak yoğunlaşmaya izin verilmesi,

ISI DENGESİ

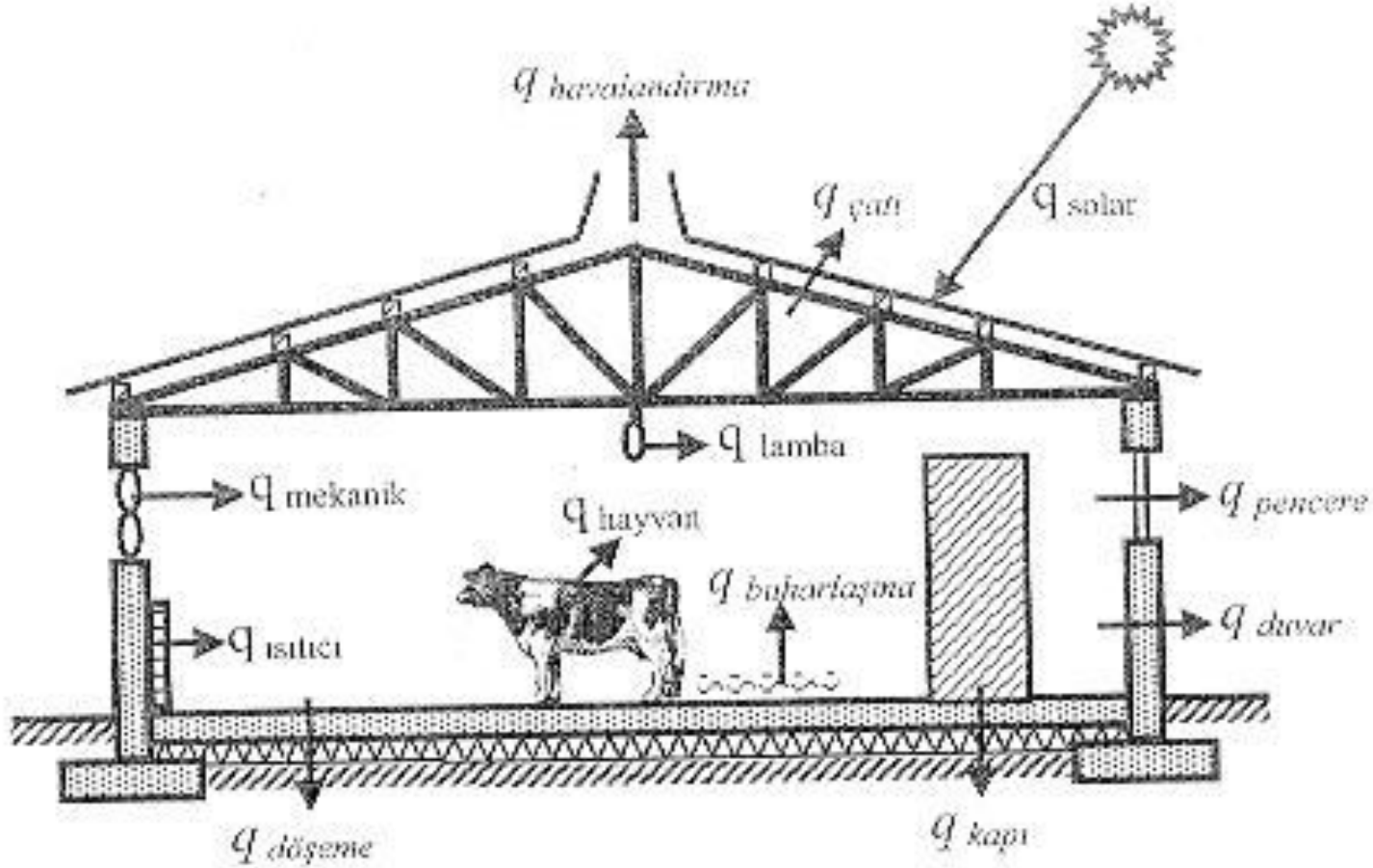
- Hayvansal üretim yapılarında sağlık ve verim koşulları yönünden sıcaklığın belirli sınırlar arasında tutulması, ısı kazançları ile kayıpları arasında bir dengenin kurulmasını gerektirir.

ısı kazançları = ısı kayıpları

Isı kaybı > Isı kazancı ise ISITMA SİSTEMİ

Isı kaybı < Isı kazancı ise SOĞUTMA SİSTEMİ

Hayvansal üretim yapılarında ısı kazançları ve kayıpları



Isı Kazançları

- ✓ Hayvanlardan elde edilen ısı (q_h)
- ✓ Mekanik ısı (q_m)
- ✓ Solar ısı (q_{so})
- ✓ Ek ısı (q_e)

Isı Kazançları

➤ *Hayvanlardan elde edilen ısı kazancı*

Hayvanlar çevre koşullarındaki değişmeler karşısında vücut sıcaklıklarını sabit tutabilmek için önemli miktarda ısı yayarlar.

$$q_{ht} = q_{hd} + q_{hg}$$

q_{ht} = Hayvanlar tarafından ortama yayılan toplam ısı

q_{hd} = Duyulur ısı

q_{hg} = Gizli ısı

Isı Kazançları

➤ *Mekanik ısı kazancı*

Aydınlatma lambaları ile barınak içerisinde çalışan motorlardan elde edilen ısıyı ifade eder. Çok az olduğu için genellikle ihmal edilir.

➤ *Solar ısı kazancı*

Hayvan barınaklarındaki pencerelerden elde edilen solar ısı kazancını ifade eder. Genellikle hesaplamalarda ihmal edilir.

➤ *Ek ısı kazancı*

Soba veya benzeri ısıtma sistemleri yardımıyla ek ısı elde edilebilir. Ancak hayvansal üretim yapılarında ısıtma yapılması ekonomik değildir.

Isı Kayıpları

- ✓ Yapı elemanlarından olan ısı kaybı (q_y)
- ✓ Havalandırmadan olan ısı kaybı (q_{ha})
- ✓ Suyun buharlaşması ile olan ısı kaybı (q_b)

Isı Kayıpları

➤ *Yapı elemanlarından olan ısı kaybı*

Duvar, çatı, tavan, kapı ve pencere gibi yapı elemanlarından olan ısı kaybı, **kondüksiyon yolu** ile oluşur.

$$q_y = U \times A \times (t_i - t_d)$$

q_y : Yapı elemanından kaybolan ısı (Kcal/h)

U: Yapı elemanının toplam ısı iletim katsayısı
(Kcal / m² °C h)

A: Yapı elemanının yüzey alanı (m²)

t_i, t_d : İç ve dış hava sıcaklıkları (°C)

Isı Kayıpları

➤ *Havalandırmadan olan ısı kaybı*

Barınak içine alınan soğuk havanın sıcaklığını barınak içi sıcaklığına getirmek için gerekli olan ısıya eşittir.

$$q_{ha} = C_p \times Q \times \Delta t$$

q_{ha} : Havalandırma ile ısı kaybı, (Kcal/h)

C_p : Kuru havanın sabit basınç altındaki özgül ısısı,
(Kcal/kg °C)

Q : Havalandırma kapasitesi, (kg/h)

Δt : İç ve dış hava sıcaklık farklılığı, (°C)

Isı Kayıpları

➤ *Suyun buharlaşması ile olan ısı kaybı*

Hayvansal üretim yapılarında gübre, idrar ve diğer ıslak yüzeylerden suyun buharlaşması ile barınak için bir ısı kaybı söz konusu olur.

Bu yolla oluşan ısı kaybı hesaplamalarda genellikle ihmal edilir.

Isı dengesi

ısı kazançları = ısı kayıpları

$$q_{hd} + q_m + q_{so} + q_e = q_y + q_{ha} + q_b$$

Hesaplamalarda **mekanik ısı kazancı, solar ısı kazancı ve suyun buharlaşması ile olan ısı kaybı** ihmal edilir. Başlıca ısı kaynağı hayvanların ortama yaydığı duyulur ısı kabul edilir.

$$q_{hd} = q_y + q_{ha}$$

Isı dengesi

$q_{hd} < q_y + q_{ha}$ ise **ISI AÇIĞI** vardır.
 $q_{hd} > q_y + q_{ha}$ ise **ISI FAZLALIĞI** vardır.

- Isı açığı söz konusu olduğunda, yalıtım yapılabilir veya ek ısıtma uygulanabilir.
- Isı fazlalığı söz konusu olduğunda ise, havalandırma miktarı arttırılabilir veya yapay soğutma yapılabilir.

Nem Dengesi

- Nem yönünden barınak içinde uygun koşulların sağlanabilmesi için fazla nemin barınak dışına atılması ve bağıl neminin genelde % 80'in altına düşürülmesi istenir.

$$\text{nem kazançları} = \text{nem kayıpları}$$

- *Nem kazançları*

Hayvanların ortama yaydıkları su buharı (W_h)

- *Nem kayıpları*

Havalandırmadan olan nem kaybı (W_{ha})

YALITIM

- Hayvansal üretim yapılarında yalıtım, ısı ve su buharının bir ortamdan diğer bir ortama yapı elemanları yolu ile olan hareketini önlemek amacıyla yapılır.
- Yapılış amacına göre **ısı yalıtımı** ve **nem yalıtımı** olmak üzere iki grupta toplanır.
- **Isı yalıtımı**

Yapılarda ısı yalıtımı, ısının bir ortamdan diğer bir ortama yapı elemanları yolu ile olan hareketini önlemek amacıyla yapılır.

YALITIM

➤ Yapılarda ısı yalıtımı yapılmasının yararları:

- Soğuk günlerde hayvanlar tarafından ortama yayılan ısıyı koruyarak **ek ısı gereksinimini azaltır.**
- Sıcak günlerde ısı kazancını azaltarak **soğutma masraflarının azaltılmasına yardım eder.**
- Barınak içerisinde gündüz ve gece farklılıklarından dolayı oluşacak **sıcaklık değişimini engeller.**
- Yapı elemanlarının iç yüzey sıcaklığını yükselterek **nem yoğunlaşması ve don oluşumunu önler.**
- Hayvan sağlığını ve verimini önemli derecede etkileyen **ani sıcaklık değişimlerine engel olur.**

YALITIM

- Hayvan barınaklarında ısı yalıtımını amacıyla **cam yünü, prese mantar levhalar, heraklit, strafor, plastik köpük, sünger levhalar, ağaç ve elyaflı plakalar** kullanılır.
- Bunların yanında **sap, saman, testere ve planye talaşı, ahşap rendesi ve çeltik kapçığı** gibi malzemeler de kullanılabilir.
- Yapı elemanları içerisinde bırakılan durgun hava boşlukları da ısı ve ses yalıtımında etkilidir.
- Isı yalıtımını genellikle duvarlar, tavan ve çatılarda yapılır.
- Döşemelerden ise ısı kaybının olmadığı kabul edilir.

YALITIM

- Yapı elemanlarında ısı yalıtımı, **içten yalıtım**, **dıştan yalıtım** ve **çekirdek yalıtımı** şeklinde uygulanabilir.
- **İçten yalıtımda**, yalıtım malzemesi yapı elemanının iç yüzeyine,
- **Dıştan yalıtımda**, yapı elemanının dış yüzeyine,
- **Çekirdek yalıtımda** ise, aynı veya farklı iki malzeme arasına yerleştirilir.
- Hayvansal üretim yapılarında daha çok çekirdek yalıtımı uygulanmaktadır.

YALITIM

➤ *Nem yalıtımı*

Yapı elemanlarını yağış ve yer altı sularına karşı korumak ve barınak havasındaki su buharının yapı malzemelerine yapacağı zararı önlemek amacıyla yapılır.

➤ Yüzey akış sularının yapıya zarar vermesini engellemek amacıyla barınağın dış çevresine *çevre drenajı* yapılmalıdır.

YALITIM

- Barınak havasında bulunan nemin yapı elemanlarına ve yapı malzemelerine zarar vermesini önlemek amacıyla da *buhar perdeleri* kullanılır.
- Buhar perdesi olarak **katranlı kağıt, bitümlü kartonlar, asfaltla doyurulmuş keçe, alüminyum levha, alüminyum yaprak veya polietilen** gibi su buharı iletkenliği düşük olan malzemeler ile **asfaltik boyalar, metalik alüminyum boyalar** kullanılabilir.

TARIMSAL YAPILARDA HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ

Prof. Dr. Berna KENDİRLİ
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü
2016

Havalandırma neden yapılır?

- Yazın uygun hızda, kışın ise hava cereyanı oluşturmadan yeterli miktarda temiz havayı temin etmek,
- Bina içi **sıcaklığını** istenilen sınırlarda tutmak,
- Bina içinde **bağıl nemi** uygun sınırlar arasında tutarak, nem yoğunlaşmasını önlemek,
- Zararlı gaz, toz, koku ve patojen mikroorganizmaları bina dışına atmak,
- Bina tabanı ile yataklık malzemesinin ıslanmasını engellemek,
- Binada çalışan insanlar için uygun bir çalışma ortamı yaratmak

Havalandırmanın Yararları

- Hayvanların sağlık koşulları iyileşir, ölüm oranı azalır.
- Hayvanlarda daha hızlı büyüme görülür.
- Yemlemede randıman artar.
- Hayvanlardan daha yüksek verim alınır.
- Yetiştiricinin çalışma koşulları iyileşir.
- Yapının kullanım ömrü artar.

İyi projelenmiş bir havalandırma sisteminde

- Uygun yerleştirilmiş yeterli sayı ve boyutta temiz *hava giriş açıklıklarının* bulunması,
- İçeri giren havanın hayvanlar üzerinde zararlı hava akımı oluşturmaması,
- Uygun yerleştirilmiş yeterli sayı ve boyutta kirli *hava çıkış açıklıklarının* bulunması,
- Havalandırma sisteminin iklim koşullarına bağlı olmadan yıl boyunca başarılı çalışması,
- Havalandırma sistemlerinin ekonomik ve bakımlarının az olması istenir.

Havalandırma sistemi tipleri

1. Doğal Havalandırma Sistemleri

2. Mekaniksel Havalandırma Sistemleri

Doğal havalandırma Sistemleri

- Doğal havalandırma, **rüzgar etkisi** ve **sıcaklık farklılığı** nedeniyle oluşan doğal kuvvetlerin yardımıyla yapıda bırakılan özel açıklıklardan havanın hareket etmesidir.

Doğal havalandırma sistemlerinin sakıncaları

Havalandırma miktarı,

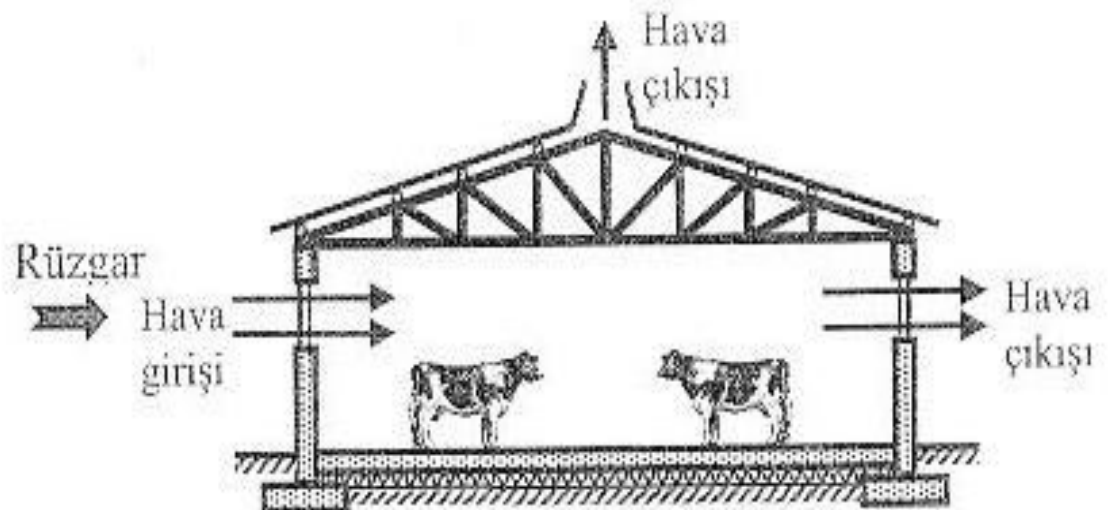
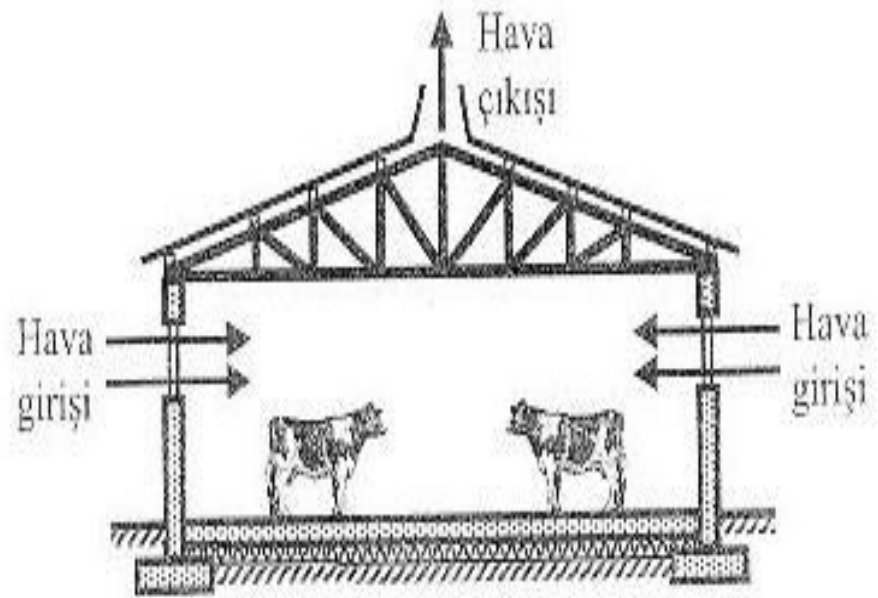
- rüzgarın hız ve yönüne,
- Barınak içi ve dışı arasındaki sıcaklık farklılığına,
- Hava giriş ve çıkış açıklıklarının projelendirme ve yerleşim durumlarına,
- Bina çevresinde bulunan tepe, bina ağaç gibi engellerin durumuna ve büyüklüğüne bağlıdır.

Doğal havalandırma sistemlerinin avantajları

- Sistemin tesis ve kullanımının basit olması,
- Mekanik bir enerjiyi gerektirmemesi,
- İlk yatırım, bakım ve işletme masraflarının düşük olmasıdır.

Doğal havalandırma sistemleri

- Doğal havalandırmada doğal enerji kaynaklarından iki yolla yararlanılır.
- *Rüzgar etkisi*, barınak çevresindeki hava hareketinde bulunan enerjinin kullanılması,
- *Baca etkisi*, hayvanlar tarafından barınak havasına yayılan ısı enerjisinin kullanılmasıdır.
- Baca etkisi daha çok *kış mevsimi* havalandırmasında, rüzgar etkisi ise *yaz mevsimi* havalandırmasında önemlidir.



Doğal havalandırma sistemleri

Rüzgar etkisi

- Rüzgar esme yönü üzerinde bulunan yüzeylerde *pozitif (basma)*, diğer yüzeylerde *negatif (emme)* etkisi yaratır.
- Doğal havalandırmada, hava giriş açıklıkları binanın basma yüzeylerine, hava çıkış açıklıkları ise emme yüzeylerine yerleştirilir.
- Giriş açıklıklarından giren hava, yüksek basınç oluşturur ve kirli havayı çıkış açıklıklarından dışarı atar.

Doğal havalandırma sistemleri

Baca etkisi

- Barınak içi ve dışı arasında bir sıcaklık farklılığının bulunması iki ortam arasında bir basınç farklılığının oluşmasına neden olur.
- Barınak içerisinde ısınan hava yükselir ve çatıda bulunan çıkış açıklığından dışarı atılır. Bu sırada barınak içinde oluşan *alçak basınç* soğuk ve temiz havanın giriş açıklıklarından girmesini sağlar.

Doğal havalandırma sistemleri

➤ *Baca etkisinde önemli faktörler:*

- İç ve dış hava sıcaklıkları arasındaki fark
(en az 5-7°C olmalı),
- Hava giriş ve çıkış açıklıkları arasındaki yükseklik farkı (etkili baca yüksekliği),
(en az 2 m olmalı),
- Barınaktaki ısı kazanç ve kayıpları,
- Hava giriş ve çıkış açıklıklarının büyüklüğüdür.

Doğal havalandırma sistemlerinin unsurları

1. Hava giriş açıklıkları

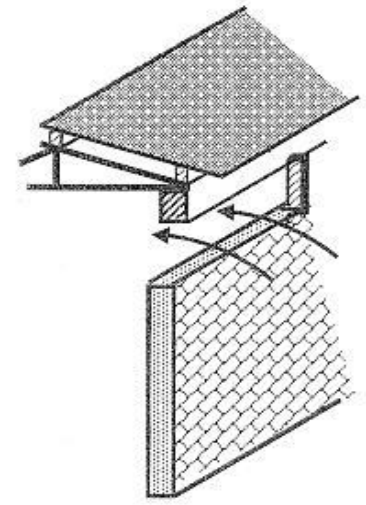
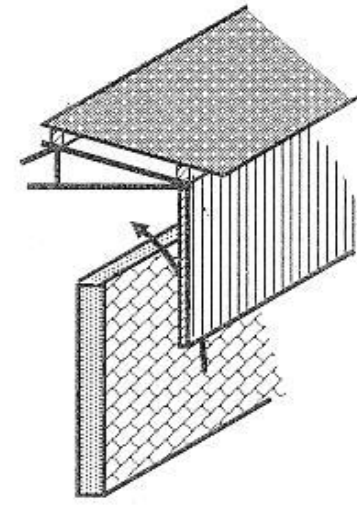
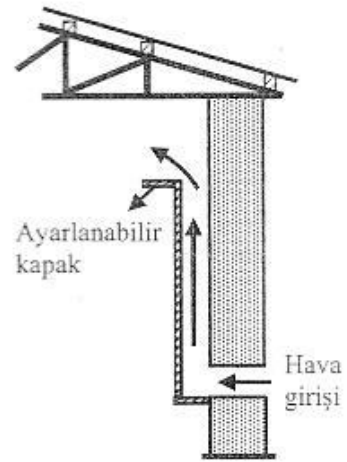
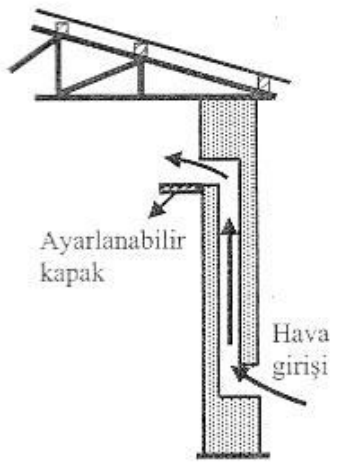
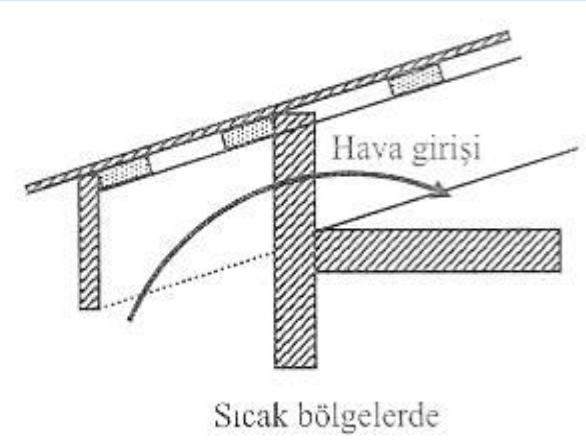
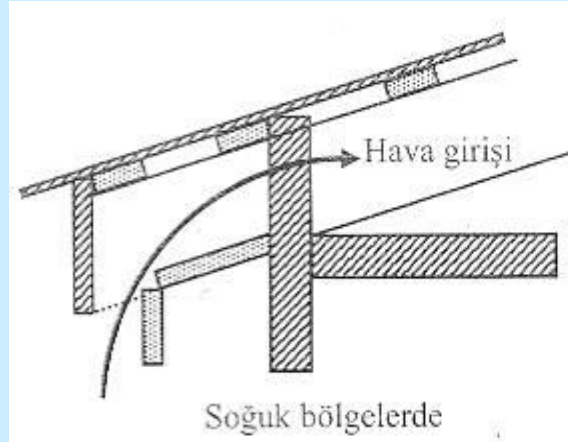
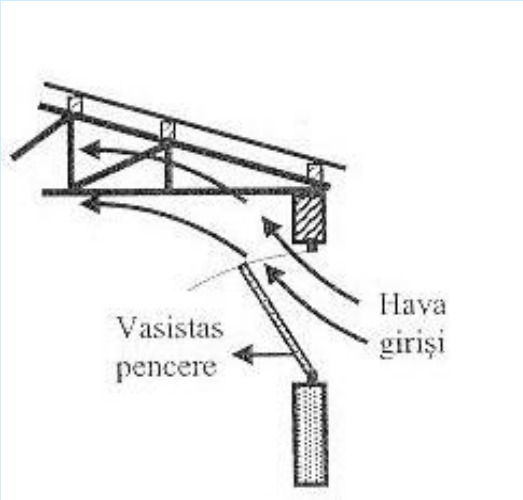
2. Hava çıkış açıklıkları

- Hava giriş ve çıkış açıklıkları toplam alanları genellikle birbirine eşit olacak şekilde projelenir.

Hava giriş açıklıkları

- Hava giriş açıklıklarının düzenlenmesinde amaç, barınak içerisine giren soğuk havayı, hayvanlara ulaşmadan önce barınak havası ile sirküle etmek ve ortam sıcaklığına ulaştıktan sonra hayvanların bulunduğu düzeye inmesini sağlamaktır.
- Hava giriş açıklıkları *ayarlanabilir* veya *sürekli açıklıklar* şeklinde yapılırlar:
 - *Ayarlanabilir açıklıklar:*
 - a) Pencereler
 - b) Saçaklarda bırakılan açıklıklar
 - c) Duvarlarda bırakılan özel hava giriş açıklıkları
 - *Sürekli açıklıklar:*
 - a) Barınağın bir veya daha fazla cephesinin tamamen veya kısmen açık olması,
 - b) Saçaklarda sürekli açıklıklar

Hava giriş açıklıkları



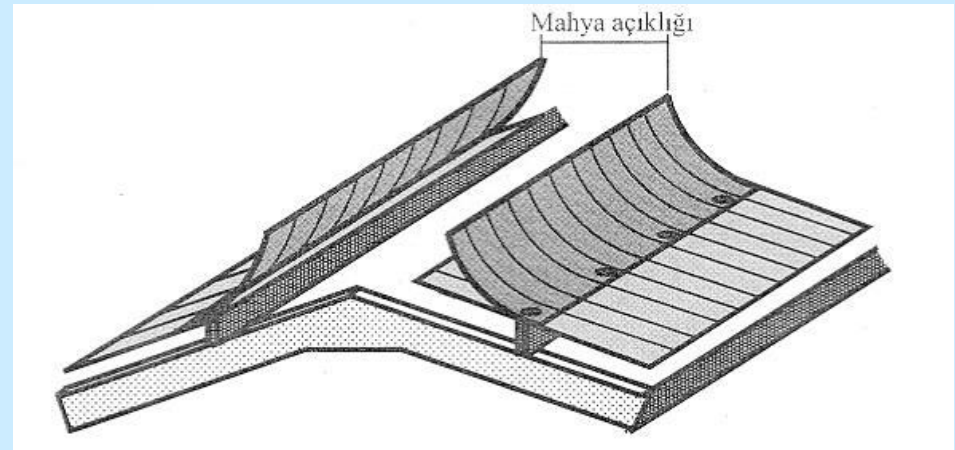
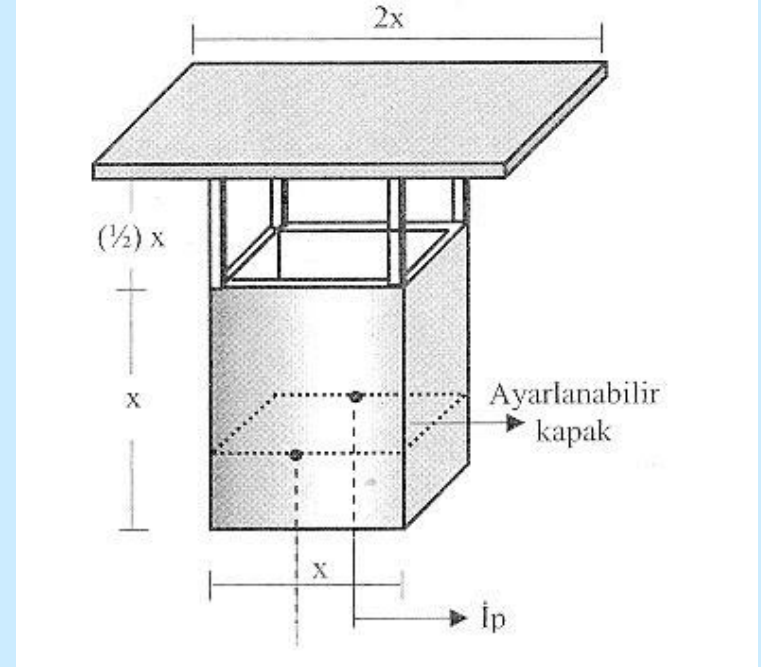
Hava çıkış açıklıkları

➤ Sıcak ve kirli hava yükselerek hava çıkış açıklıklarından dışarı atılır.

a) Çatıda belirli aralıklarla yerleştirilen *havalandırma bacaları*,

b) Barınağın mahya hattı uzunluğunca bırakılan *sürekli mahya açıklığı*

➤ Havalandırma bacaları; daire, kare veya dikdörtgen kesitli olabilir.



Mekaniksel Havalandırma Sistemleri

- Hayvansal üretim yapılarında en uygun havalandırma sistemidir.
- Bu sistemde iç ve dış ortam arasındaki basınç farkı *fanlarla* sağlanır.
- *Mekaniksel havalandırma sistemi:*
 - Barınak içerisinde yeknesak bir sıcaklık oluşturmak,
 - Ani ve büyük sıcaklık değişimlerini en az düzeyde tutmak,
 - Hayvanların bulunduğu düzeyde soğuk hava cereyanlarını önlemek,
 - Hayvanlar için kuru bir yataklık ortamı sağlamak amacıyla tercih edilir.

Mekaniksel havalandırma sistemlerinin avantajları

- Rüzgar ve sıcaklık farklılığına bağlı olmadan tüm yıl boyunca istenilen havalandırma miktarı sağlanır.
- Mekaniksel havalandırmada sistemin kontrolü daha kolay yapılır.

Mekaniksel havalandırma sistemlerinin sakıncaları

- ✓ İlk tesis maliyetleri yüksektir.
- ✓ Çalışması için enerjiye gereksinim duyar.
- ✓ Bakım ve işletme giderleri yüksektir.
- ✓ Gürültülü çalışması işletmede çalışanları rahatsız eder.
- ✓ Sistemin tesis edilip, çalıştırılmasında uzman kişilere gereksinim duyulur.

Mekaniksel havalandırma sistemlerinin unsurları

- ✓ Fanlar,
- ✓ Hava giriş ve çıkış açıklıkları,
- ✓ Fanların çalışmasını düzenleyen denetim cihazları

Mekaniksel havalandırma sistemlerinin unsurları

➤ *Fanlar:*

Gereksinim duyulan miktardaki kirli havayı barınak dışına atan veya temiz havayı barınak içine alan araçlardır.

Mekaniksel havalandırma sistemlerinin unsurları

➤ *Hava giriş ve çıkış açıklıkları:*

Mekaniksel havalandırma sisteminde hava giriş açıklığı olarak duvar, çatı, tavan, saçak altı ve kalkan duvarlarında bırakılan açıklıklar yanında **pencerelerden** de yararlanır.

Hava çıkış açıklığı olarak da genellikle duvarlarda bırakılan özel açıklıklar ya da pencereler kullanılır.

Hava giriş ve çıkış açıklıklarınının toplam alanları toplam fan kapasitesi ile orantılı olmalıdır.

Mekaniksel havalandırma sistemlerinin unsurları

- Havalandırma açıklıkları toplam alanı

$$Q = A \times V$$

Q: Yaz mevsimi havalandırma kapasitesi (m³/s)

A: Havalandırma açıklıkları toplam alanı (m²)

V: Ortalama hava hızı (m/s) (3m/s kabul edilir.)

Genel kural olarak 1 m³/s'lik fan kapasitesi için 0,4 m² açıklık hesaplanır.

Mekaniksel havalandırma sistemlerinin unsurları

➤ *Fanların çalışmasını düzenleyen kontrol cihazları:*

En çok kullanılan cihazlar *termostatlardır.*

Otomatik zaman saati ve transistörlü elektronik hız kontrolü fanların hızlı ya da yavaş çalışmasını sağlar.

Son yıllarda mikroişlemcili elektronik kontrol cihazlarının kullanımı yaygınlaşmaktadır.

Mekanik havalandırma sistemlerinin çeşitleri

1. Emici sistemler (aspiratörler)
2. Basıncı sistemler (vantilatörler)
3. Kombine sistemler

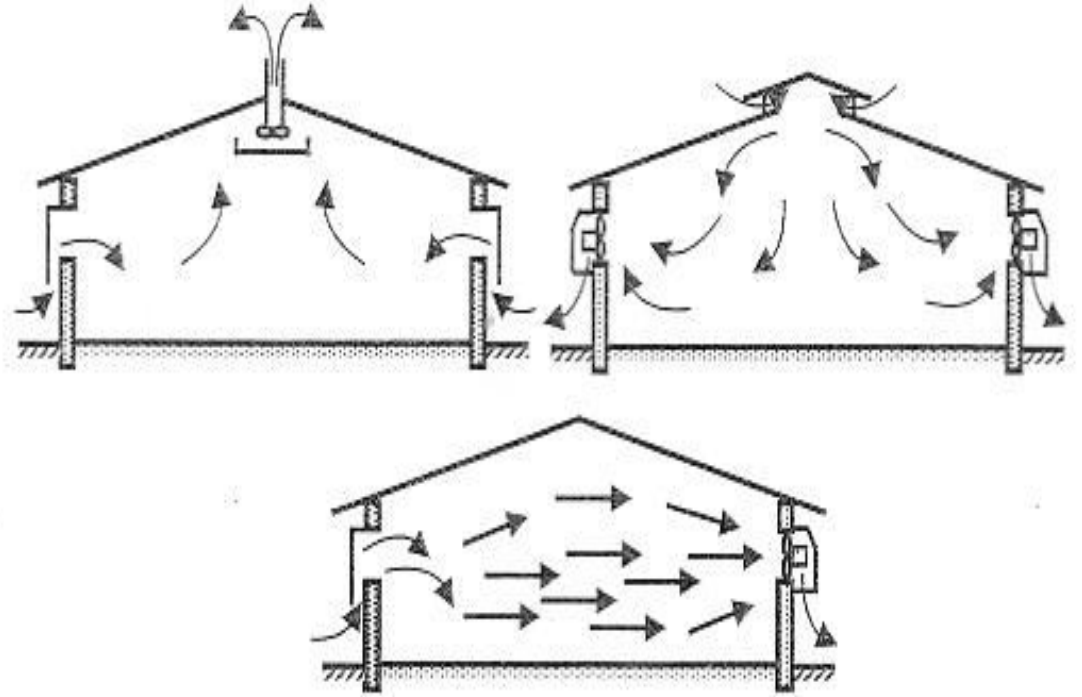
Basıcı ve emici sistemlerin karşılaştırılması

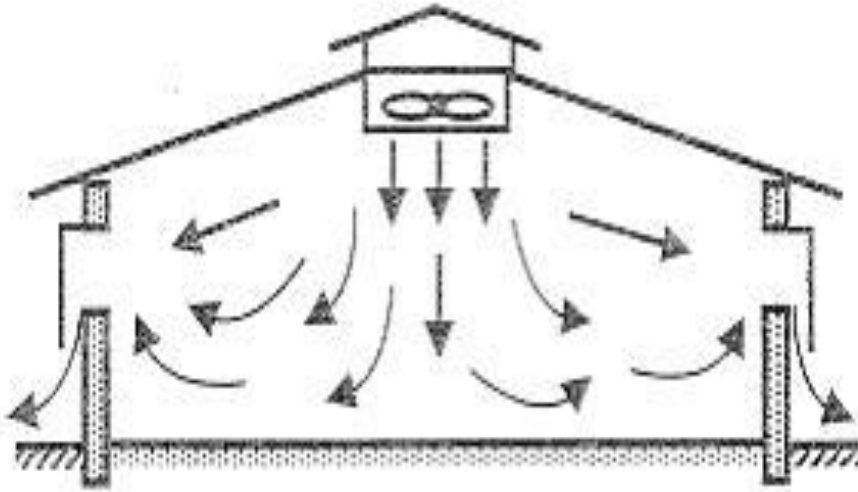
- Basıcı sistemlerde yapının her tarafına istenilen miktarda taze hava kolayca dağıtılır.
- Basıcı sistemler emici sistemlere göre daha fazla hava cereyanına neden olur.
- Barınağın yalıtımı iyi değilse, yapı elemanları üzerinde nem yoğunlaşması daha kolaydır.
- Basıcı sistemlerde yakın işletmelere barınağın kötü kokusu ulaşabilir.
- Bu nedenlerle hayvansal üretim yapılarında daha çok *emici sistemler* kullanılmaktadır.

Emici sistemler

➤ Emici sistemlerde genişliği 12 m'ye kadar olan barınaklarda fanlar *duvarlara*, 12m'den fazla olan barınaklarda ise *çatıya* yerleştirilir.

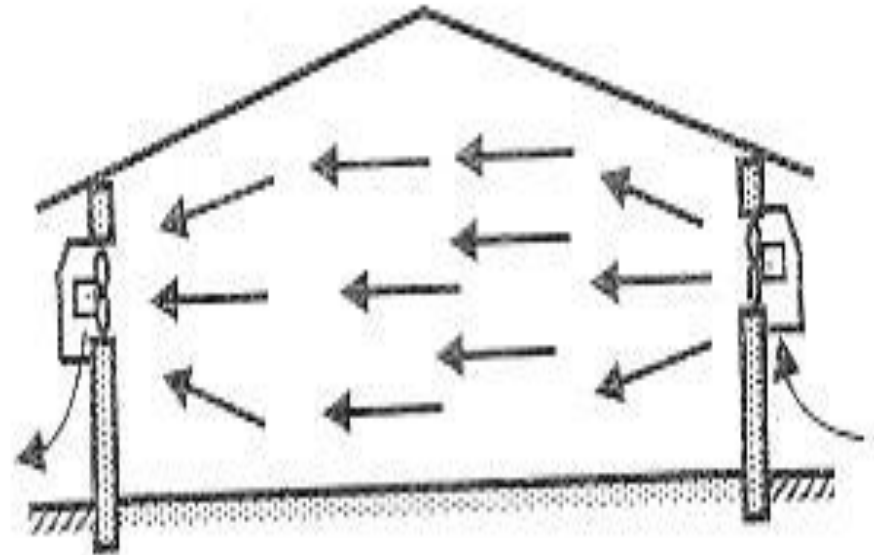
➤ Emici fanların çatıya yerleştirilmesi durumunda hava giriş açıklıkları uzun yan duvarlara eşit aralıklarla yerleştirilmelidir.





Basıcı Sistemler

Kombine Sistem

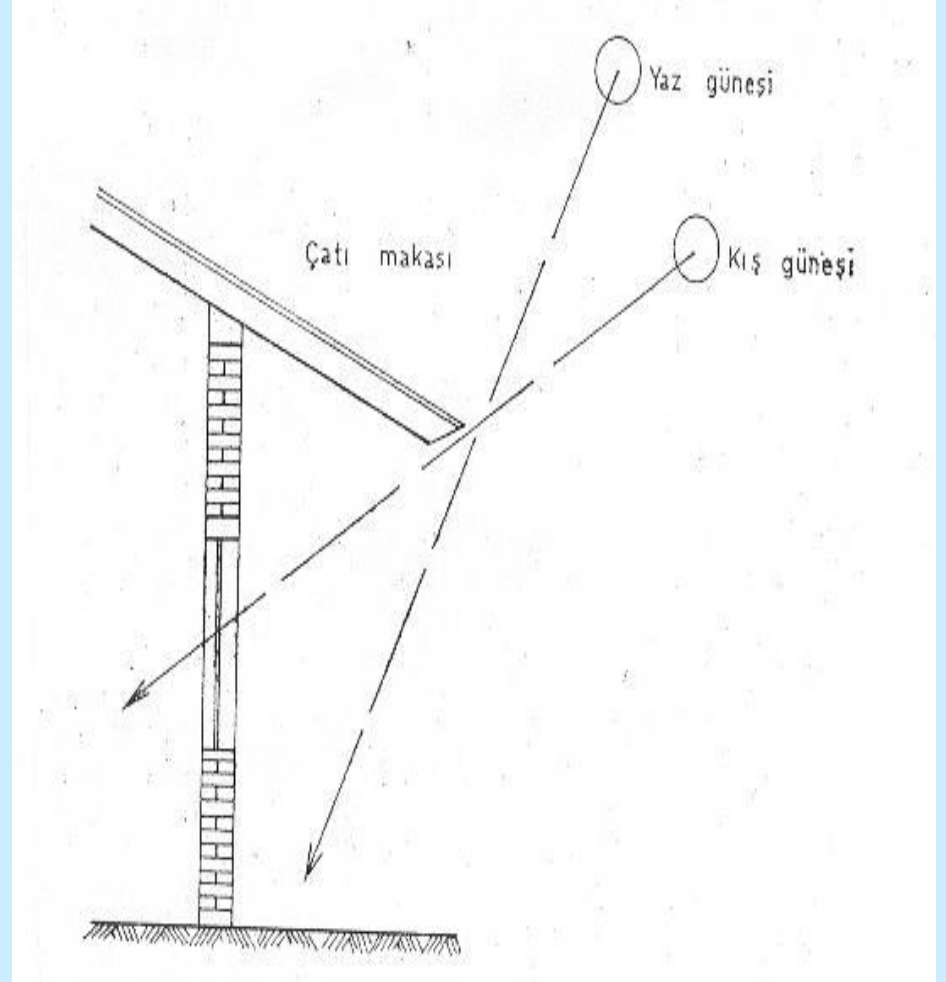


AYDINLATMA SİSTEMLERİ

- Hayvansal üretim yapılarında gerekli aydınlatma şiddeti yetiştiriciliğin çeşidine, barınağın farklı bölümlerine ve yapılan işin kapsamına bağlıdır.
- Yapılarda **doğal** ya da **yapay ışıktan** yararlanırılır.
- Hayvansal üretim yapılarında öncelikle **doğal ışıktan** yararlanılmaya çalışılır.
- Doğal aydınlatmada barınak duvarlarına yerleştirilen **pencerelerden** yararlanırılır.
- **Pencere alanı** gereksinimi saptanırken barınağın çeşidi ve işlevi yanında bölgenin iklim koşulları da dikkate alınmalıdır.
- A.O. = Pencere alanı/Taban alanı (1/5 – 1/ 25)
- Doğal ışıktan yararlanamayan kısımların ve geceleyin aydınlatmanın yapılabilmesi için **yapay aydınlatmaya** gereksinim duyulur.

AYDINLATMA SİSTEMLERİ

- Pencerelelerin düzenlenmesinde **solar oriyantasyon ilkesi** de göz önünde tutulmalıdır.
- **Solar oriyantasyon ilkesi** kışın güneş radyasyonundan yararlanmak, yazın ise korunmayı ifade etmektedir.
- Bu amaçla pencereler daha çok güney cephesi üzerine yerleştirilir.



Kaynaklar

1. Girgin, İ., 2008. Kırsal Altyapı. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın No:1562, Ders Kitabı: 515, Ankara,217s.
2. Olgun, M., 2009. Tarımsal Yapılar. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın No:1577, Ders Kitabı: 529, Ankara,445s.