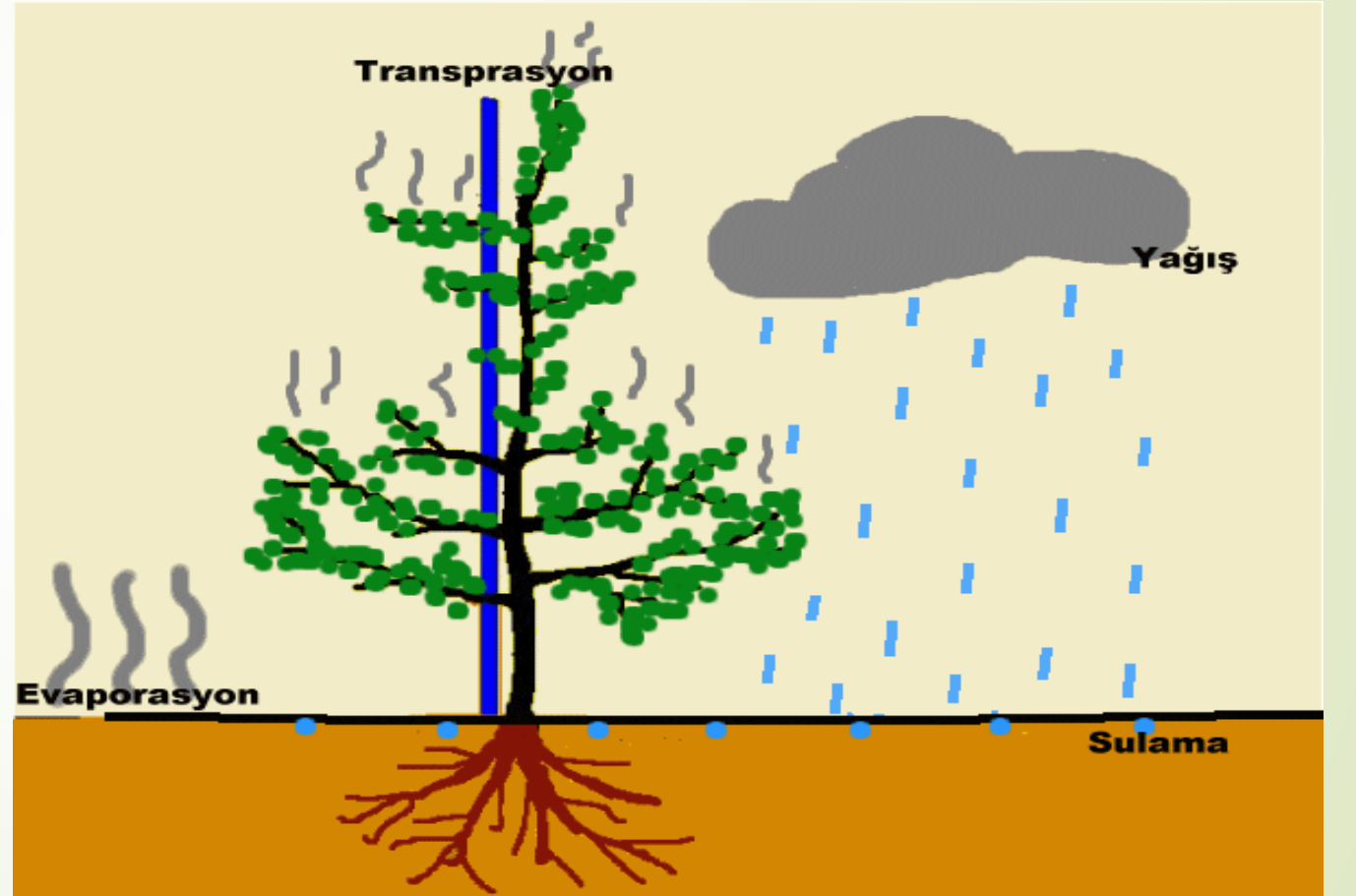


Toprak Suyu



Toprak Suyu 2 şekilde düşünülebilir:

- Yağışlar
- Sulama Suyu



TOPRAK SUYU

Bitki gelişimi için gerekli olan besin maddelerinin açığa çıkmasını sağlar.

Besin elementlerini bitki köküne taşıyan araçtır.

Bitki hücrelerinin temel yapı maddesidir.

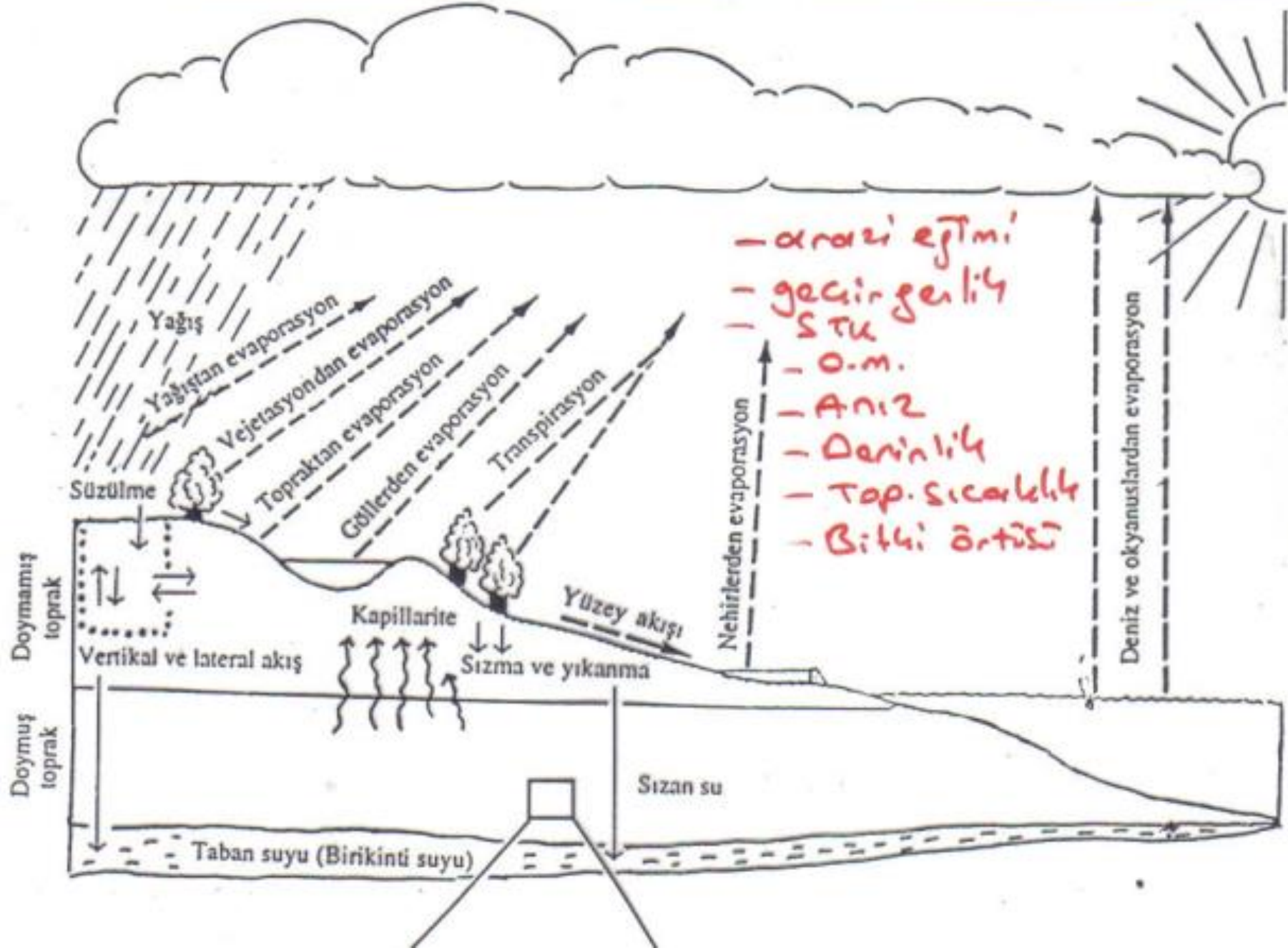
Fotosentez ve şekerlerin nişastaya dönüşümü için gereklidir.

Bitki yapraklarının belirli şekil ve pozisyonlarını sürdürmesinde rol oynar ve hücre içi basıncı olarak bilinen turgoru sağlar.

Toprak su içeriği ve toprakta suyun hareketi tarımsal üretimde son derece önemlidir:

- Tarımsal ürünlerin tohumdan ekilişlerinde iyi bir çimlenmenin sağlanabilmesi için toprakta yeterli düzeyde nem bulunmasının gerekliliğinden başlayarak çimlenmeden sonra bitkinin iyi gelişebilmesi için gelişim periyodu boyunca toprak suyunun belli bir düzeyde bulunması gerekir.
- Bitkiler tarafından kullanma, derine sızma, buharlaşma gibi yollarla topraktan kaybolan suyun sulama ya da yağışlarla telafi edilerek bitkinin istediği düzeylerde tutulması gerekir.

HİDROLOJİK SÜREÇ

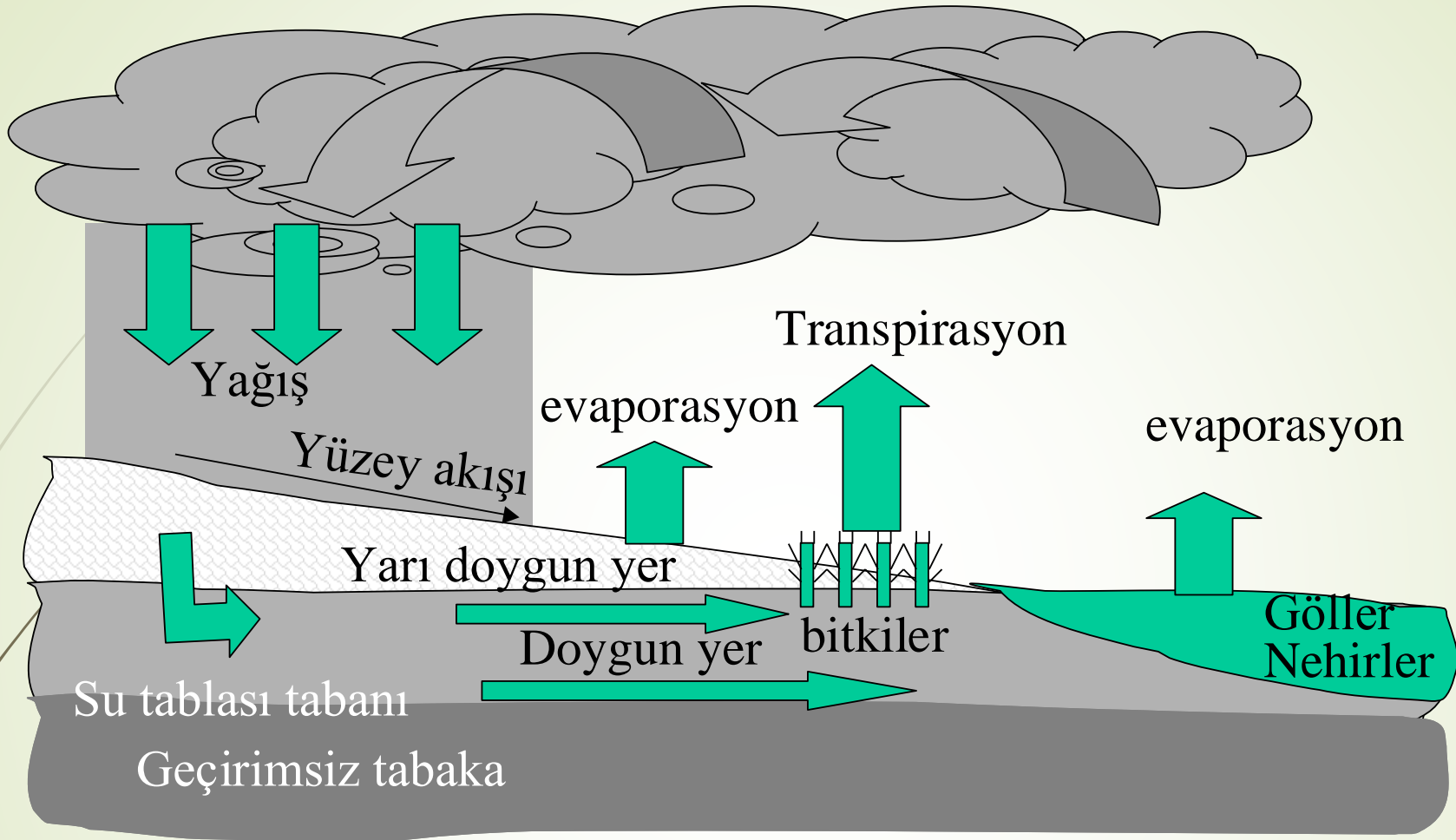


TOPRAK SUYU



Bitkiler kökleri aracılığıyla aldıkları suyun çok önemli bölümünü buharlaşma yoluyla kaybetmektedirler. Her bir kg kuru madde için buharlaşan su miktarı 300-1000 litre civarındadır. Bu miktar bitki türüne, varyetesine, bitki gelişim dönemine, meteorolojik şartlara ve toprak yönetim pratiklerine bağlı olarak değişiklikler göstermektedir.

Toprağın su içeriği ile ilgili bazı terimler

- Toprakta birim kütle veya hacimdeki suyun miktarı **toprak nemi** olarak adlandırılır.
- Toprak nem içeriğinin toplam kütle, toplam hacim ve toplam gözenek hacmi esas alınarak ifadesi en çok kullanılan ifade şekilleridir.
- **Kütle esasına göre nem içeriği toprakta bulunan suyun kütlesinin, kuru (105 °C de fırında sabit ağırlığa kadar kurutulmuş) toprak parçacıklarının kütlesine oranıdır.**
- Kütlece nem içeriği, genellikle yüzde olarak ifade edilmektedir.
- **Hacim esasına göre toprağın su içeriği ise topraktaki suyun hacminin toprağın toplam hacmine oranı olarak ifade edilir.**



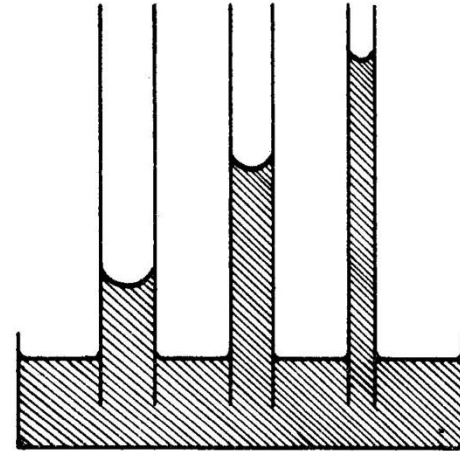
Bitkiler, toprak ve atmosfer arasındaki ilişkileri gösteren hidrolojik döngü diyagramı (Brady, 1990).

- 
- 
- Suyun toprakta tutulması başlıca iki kuvvet yardımıyla olmaktadır:
 - **Adhezyon**= katı toprak yüzeylerinin su molekülünü çekme kuvveti. Bu kuvvet 50 Atmosfere yakın bir güçtür.
 - **Kohezyon**= adhezyon gücünün bittiği noktada su moleküllerinin birbirini çekme gücü.
 - Organik ve inorganik kolloidler tarafından (organik madde ve kil mineralleri) tutulan su tabakasının zerreler etrafındaki kalınlığı arttıkça suyun tutulma gücü azalır ve sıfıra ulaşır.

KAPİLLARİTE

Düşey doğrultudaki kapillar bir boru su dolu bir kaba batırıldığında suyun kapillar boruda belli bir düzeye kadar yükseldiği görülür.

Bu olayın sebebi kapillar borunun iç yüzeyi ile su molekülleri arasındaki adhezyon kuvvetidir.



Şekil 4.2: Kapillar borunun çapı ile kapillar yükselişin miktarı arasındaki ilişkinin şematik gösterimi.

KAPILLARİTE

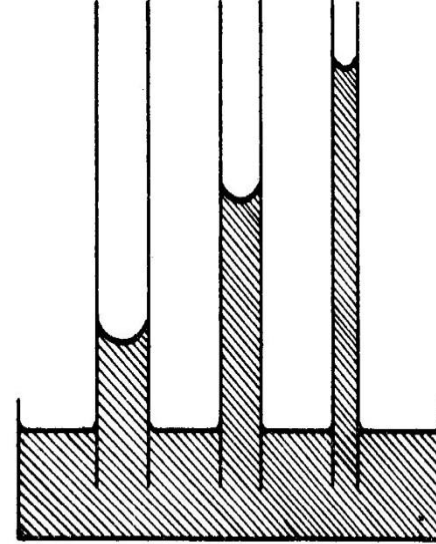
Kapillar boru içinde su yukarı doğru çeken kuvvetler ve aşağı doğru çeken kuvvetlerin dengelendiği noktaya kadar yükselebilir.

Yukarı doğru çeken kuvvet su yüzeyindeki gerilimdir. Aşağı çeken ana kuvvet ise yer çekimi gücüdür.

$$h \approx 0.3/R;$$

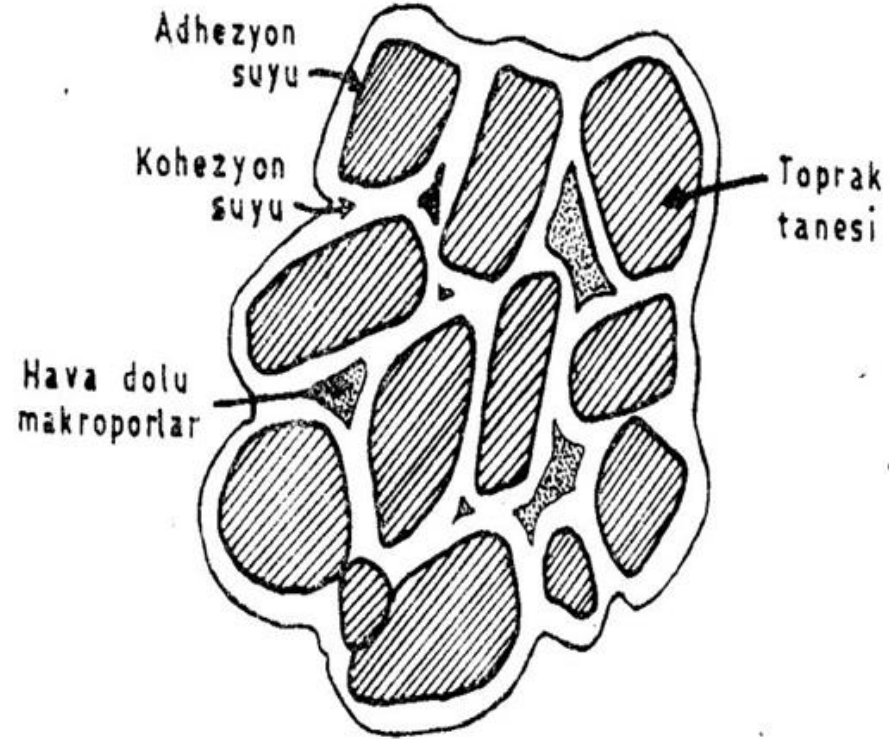
h : Kapillar Yükselme (cm);

R : Çap (cm)



Şekil 4.2: Kapillar borunun çapı ile kapillar yükselişin miktarı arasındaki ilişkinin şematik gösterimi.

Yakından bakalım...



Şekil 4.1: Toprak tanecikleri ile adhezyon ve kohezyon sularını gösteren şematik çizim (Foth ve Turk 1972).

Topraktaki suyun tutulma güçleri (pF ile gösterilir)

- pF: Toprağın su tutma enerjisi, su sütununun cm olarak yüksekliğinin logaritmasıdır.
- p= potansiyel,
- F= suyun serbest enerjisi
- Toprakta en yüksek emme gücü= 10.000 atm
- pF= 10 üzeri 7 cm su
- Log 10 üzeri 7 ise pF= 7

TOPRAK SUYUNUN SINIFLANDIRILMASI

Yerçekimine
bağlı su

Kapillar su

Higroskopik su

pF0

pF2.54

pF4.5

pF 7

1. YERÇEKİMİNE BAĞLI SU (gravitasyon suyu)

*Yerçekiminin etkisiyle toprak dahilinde hareket eden sudur.

- Toprakta 2.54 pF den (1/3 atm) daha düşük güçle tutulan su.
- Bitkinin yararlanamadığı su
- **Gravitasyon suyu** bazı alanlarda taban suyunun yükselmesine neden olur.
- Yeraltı suları veya taban sularına ulaşan **gravitasyon suyu** alt toprak katmanlarında kapillar su haline dönüşebilir.
- Eğer kaliteli ve iyi özellikte bir taban **suyu** oluşumu söz konusu ise bu sudan bitkilerin yararlanması gerçekleşebilir.
- Taban **suyu** düzeyinin sürekli yükselmesi veya bitki kök bölgesine yakın olması bitki yetiştirmeyi engelleyeceğinden bu taban suyu düzeyinin yapay drenaj yolları ile daha aşağılara çekilmesi gerekir.

2. KAPILLAR SU

- **Gravitasyon** veya yerçekimi suyunun topraktan uzaklaşıp gitmesi sonucu toprakta kalan ve topraktaki küçük boşlukları (otuz mikrondan daha küçük) işgal eden su "**kapillar su**" dur.
- Kapillar su toprak parçacıkları dahilinde adhezyon ve kohezyon kuvvetleri tarafından 1/3 ile 31 atmosfer basınç altında tutulmaktadır
- $pF = 2.54 - 4.5$
- İç kapillar su: $pF 4.2 - 4.5$ pF
- Dış kapillar su: $pF 2.54 - 4.2$ (bitkinin yararlandığı)/ toprağın yarayışlı su kapasitesi
- **Bitkilerin yararlandığı en önemli su olan kapillar su** toprağın bünyesi, yapısı, içerdiği organik madde, kil yüzdesi gibi özellikler ile direk ilgilidir.
- Bir toprak ne kadar ince bünyeli ise kapilar boşluk miktarı o kadar fazla olmaktadır.

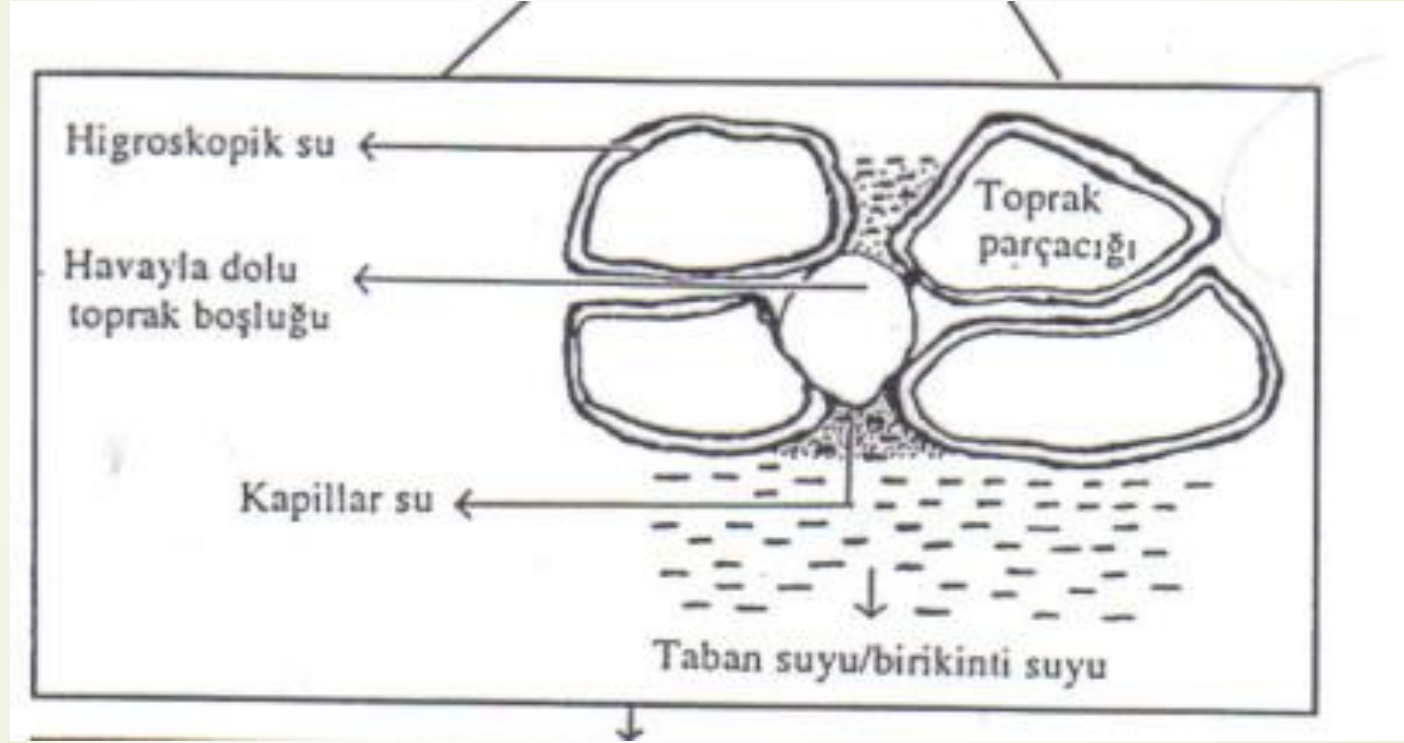
Kapillar su

➤ Kapilar suya etki eden etmenler:

- Su filminin yüzey gerilimi
 - Sıcaklık
 - Sudaki iyon derişimi
- Toprak bünyesi
- Toprak yapısı
- Organik madde miktarı olarak söylenebilir.

3. HİGROSKOPİK SU

- Toprak kolloidleri yüzeyinde 31 atmosfer veya daha fazla basınçla tutulan (4.5 pF den daha yüksek güçle) su.
- Toprak tanecilerinin atmosferdeki su buharından tuttıkları su
- Toprak taneciklerinde tutulma gücü 7 pF
- Sıvı durumunu ve akışkanlığını kaybettiğinden bitkilere faydalı olamaz



4. FAZLA SU

- Tarla kapasitesi ile maksimum su tutma kapasitesi arasındaki sudur.
- Yerçekimi ile alt katlara sızar.
- Bitkiye yararlı değildir.

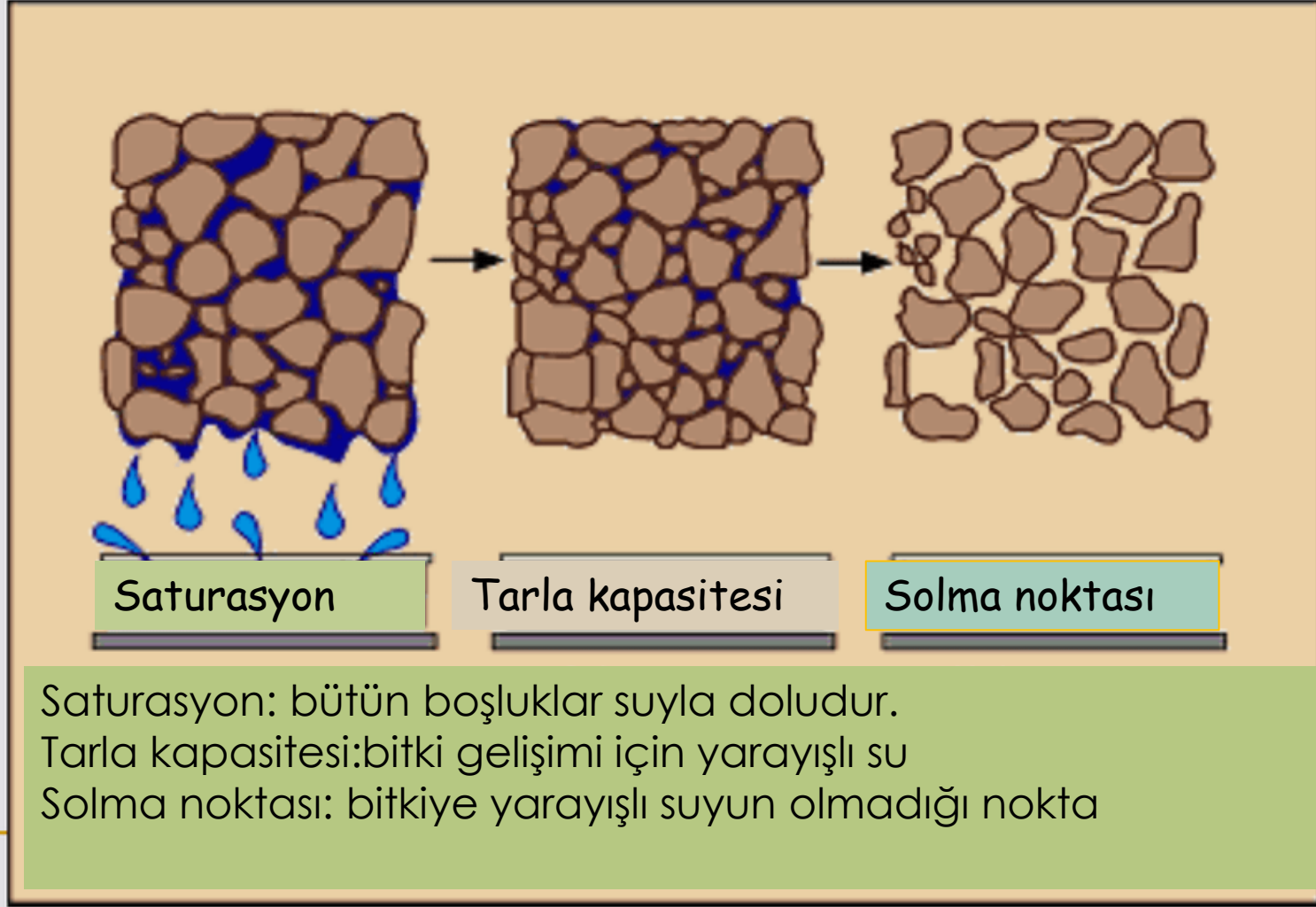
TARLA KAPASİTESİ:

- Suyun tutulma gücü $pF = 2.54$ (1/3 atm)
- Su ile doymun topraktan, yerçekimi etkisiyle fazla suyun aşağı katmanlara sızmasından sonra, toprakta tutulan su miktarı.
- Bünye **kumdan kile doğru TK artar**
- Kapillar boşluklardaki artış ile TK artar
- OM arttıkça tutulan su miktarı artar
- Bol bir sulama veya yağmurdan sonra su ile doymuş bir hale gelen topraktan yerçekimi veya **gravitasyon suyu** ayrıldıktan sonra toprak tarafından tutulan su miktarına "**tarla kapasitesi**" adı verilir.

SOLMA NOKTASI

Bitkinin solmaya başladığı anda toprağın içerdiği su miktarı.

- Tarla kapasitesinde toprak su bakımından tavında iken, daha sonra topraktaki suyun çeşitli şekillerde azalmasıyla bitkilerin su gereksinmesini karşılayamayacak düzeyde su içerirler.
- Bu durumda bitkiler turgor olayını gerçekleştiremez ve devamlı solma, pörsüme hali gösterirler. İşte bu anda toprakta bulunan su düzeyine "solma noktası" adı verilir.
- Böyle toprakların mutlaka sulanması gerekmektedir.
- **Suyun tutulma gücü 4.2 pF (15 atm)**



YARAYIŞLI SU

- Topraktan bitkilerin yararlanabildiği su
- Toprağın tarla kapasitesi ile solma noktasındaki % nem düzeyleri arasındaki fark, toprağın **yarayışlı su %' sini verir**
- **Yarayışlı su (%)= Tarla kapasitesindeki % su- Solma noktasındaki % su**

Faydalılık açısından toprak suyu

10000 atm

31 atm

15 atm

1/3 atm

0 atm

Yarayışsız su

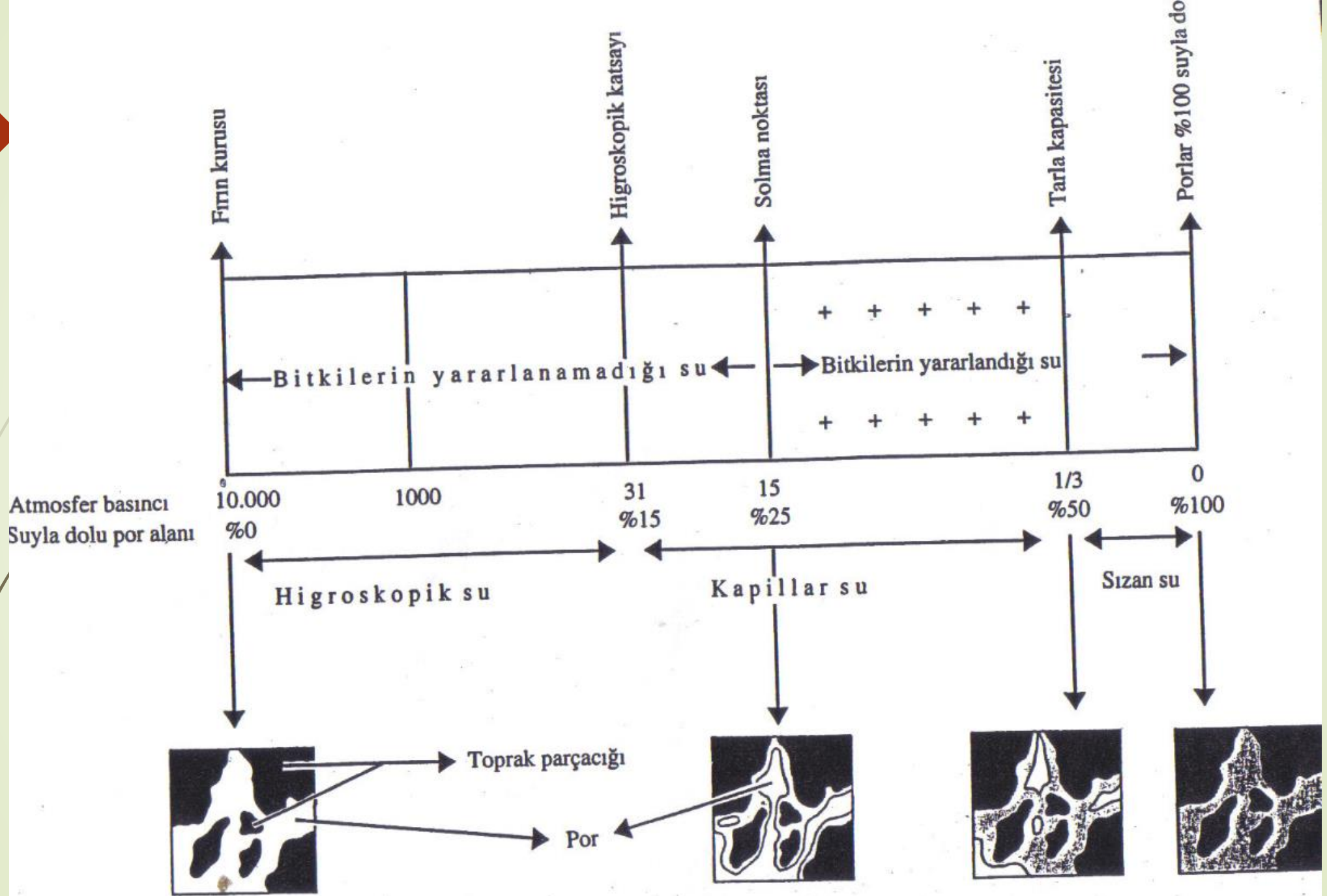
Yarayışlı su

Fazla su

Higroskopik su

Kapillar su

Sızan su



- **HAVA KURU TOPRAK (HKT)**= Laboratuvar koşullarında kurutulan toprağın işerdiği nem miktarı
- **FIRIN KURU TOPRAK (FKT)**= Etüvde 105°C derecede kurutulan toprağın işerdiği nem (toprakta tutulma gücü: 7 pF-10.000 atm)
- **HİGROSKOPİK NEM**= NOS, oransal nemi bilinen kapalı bir atmosferde toprağın tutabildiği yüksek nem miktarı (toprakta 4.5 pF te tutulduğundan hareketsiz ve bitki kullanamaz)
- **TOPRAĞIN HAVALANMA KAPASİTESİ**= Toprağın toplam boşluk (porozite) hacmi ile hacim olarak TK sinde işerdiği su miktarı arasındaki fark. HK % 10'dan fazla olmalı



Doygunluk



Tarla kapasitesi



Solma Noktası

Doygun Toprak

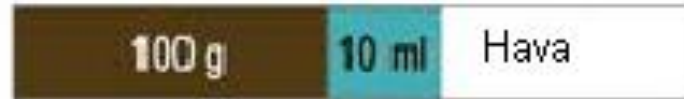


Katı
Su

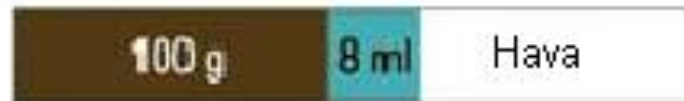
Tarla kapasitesi




Solma noktası



Hidroskopik katsayı



- 
- **Toprak suyunun hareketi** sıvı halde veya gaz (buhar) halinde gerçekleşir.
 - Sıvı halindeki hareket; yerçekimi etkisinde kalan suyun aşağı doğru hareketi (=perkolasyon) ile olur
 - Kapillar hareketin tersi.
 - **PERKOLASYON:** Suyun toprak içindeki hareketi (SÜZÜLME)
 - **İNFİLTRASYON** (Sızma ile toprağın ıslanması)
Suyun toprak yüzeyinden toprak içerisine hareketi

İnfiltrasyon hızına etki eden etmenler:

- Tekstür (bünye),
- Strüktür (yapı),
- Gözeneklerin büyüklüğü,
- OM içeriği,
- Başlangıçtaki nem miktarı,
- Geçirimsiz katmanlar,
- Yüzey altı drenaj,
- Suyun darbe etkisi (yağış şiddeti),
- Agregatların dayanıklılığı
- Suyun vizkozitesi

İNFİLTASYON HIZININ KULLANILDIĞI ALANLAR

- Sulama süresinin hesaplanması,
- Uygun karık ve tava boylarının belirlenmesi,
- Yağmurlama sistemlerinin planlanması,
- Yüzey akışın saptanması,
- Erozyon kontrol çalışmaları,
- Tuzlu ve alkali toprakların ıslahı

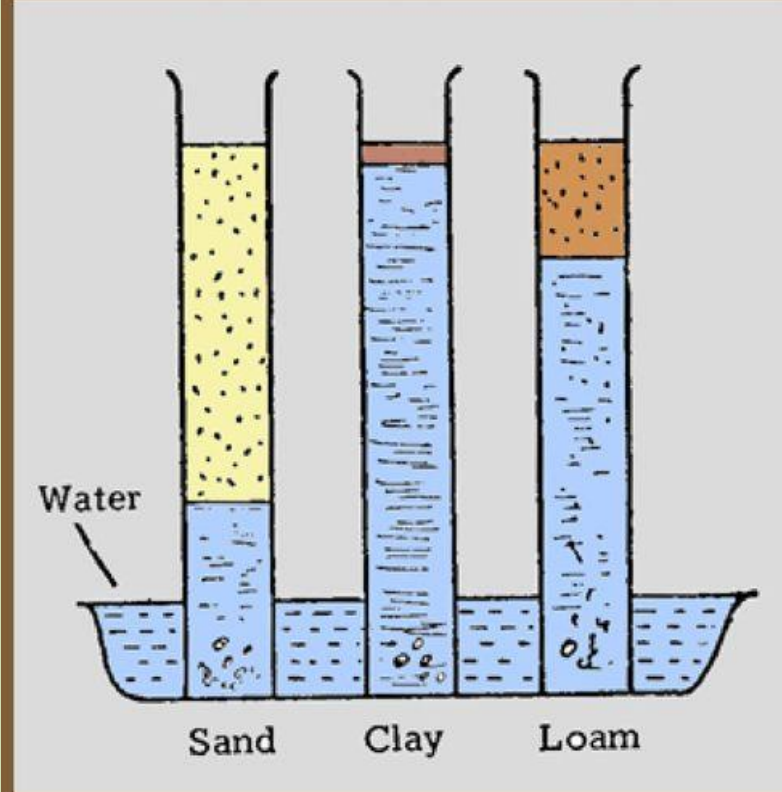
KAPİLLAR YÜKSELME

(toprağın alttan ıslanması)

- İnfiltrasyonun tersi,
- Aşağıdan yukarı doğru hareket eden su taban suyu
- Kum bünyeli topraklarda kapillar yükseliş hızlı, killide hız azalır
- Kapillar yükseliş yüksekliği kumluda az, killide orta, tında en yüksek

Topraklarda kapilar hareket

Sıvının katı yüzeyi boyunca hareketi, sıvı moleküllerinin katı molekülleri tarafından çekimi ile gerçekleşir

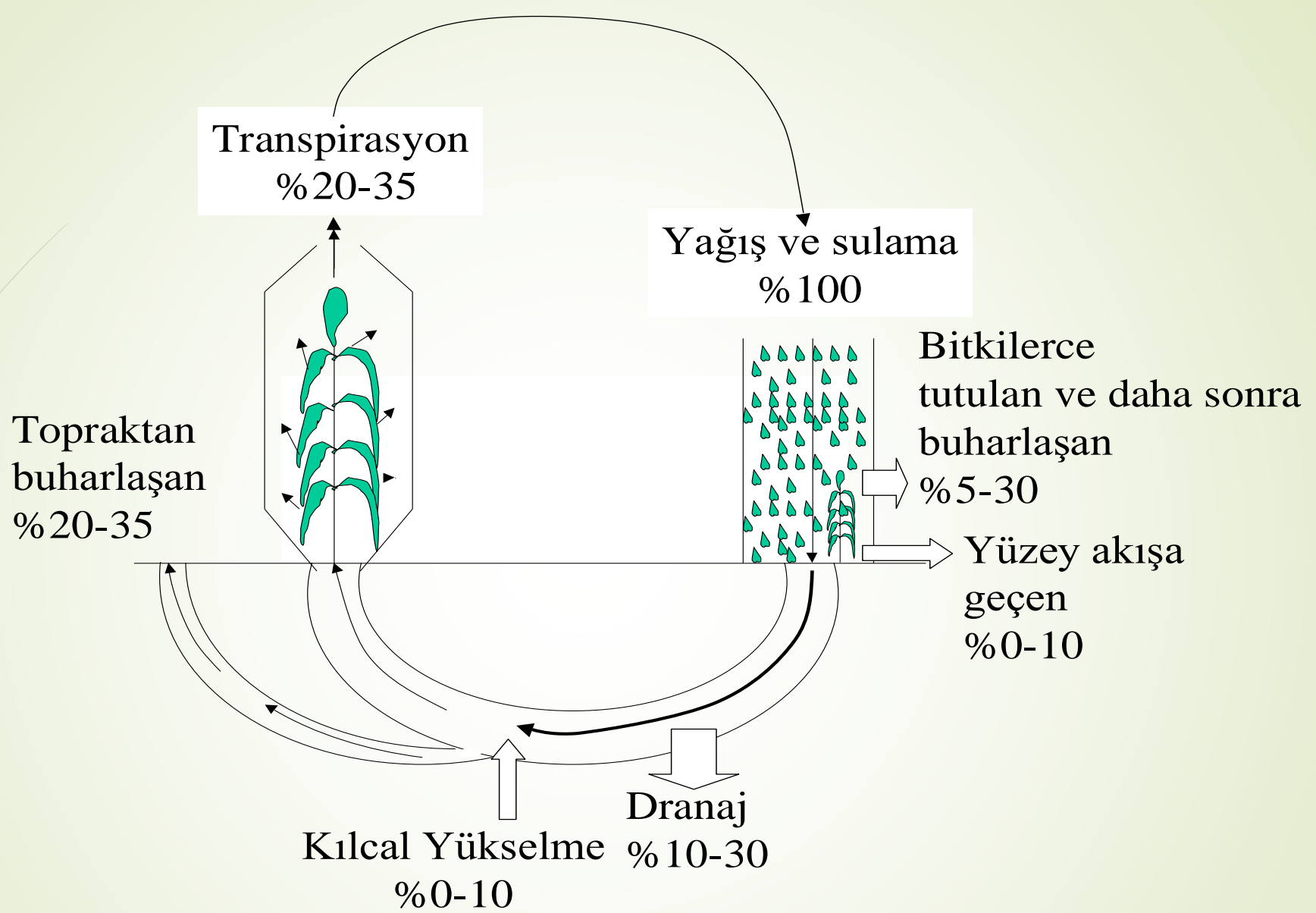




Yassı strüktür

YARIKURAK VE YARINEMLİ BÖLGELERDE BUHARLAŞMA KONTROLÜ


- <600 mm yağış alan bölgelerde sulama zorunludur. İmkan yok ise kuru tarım yapılmalıdır.
- 1. Buğday, mısır, çavdar gibi kuraklığa dayanıklı bitki yetiştirilmesi,
- 2. Yabani ot mücadelesi sayesinde su kaybının önlenmesi,
- 3. Nemi koruyan toprak işleme yöntemleri
 - a) Toprak işleme teknikleri (Rüzgar yönüne dik sürüm, şerit üzerine ekim, anızlı tarım)
 - b) Nadas




Suyun topraktan bitkiye bitkiden atmosfere ve daha sonra atmosferden tekrar toprağa hareketini gösteren toprak-bitki-atmosfer sürekliliği

Nadas


- Amaç: Bir mevsimlik yağışı toprakta tutmaktır.
- Anız bozumu yapılmaz,
- İlk baharda kaz ayağı ile anız bozular,
- Yüzey kesekli bırakılır,
- Otlama olursa kaz ayağı ile ikileme,
- Otlamada ot yolucu alet kullanılmalı,
- Nadasla % 30 oranında fazla yararışlı su depolanır, toprakta azot miktarı artar.

- 
- Yağışın, her yıl üretim yapmak için yetersiz olduğu bazı kurak bölgelerde tarla bir yıl boş bırakılarak o yılın suyu bir sonraki yıl için toprakta biriktirilir.
 - Burada amaç, transpirasyonu devreden çıkararak, transpirasyon ile kaybedilen suyu bir sonraki yıl yetiştirilecek bitki için toprakta muhafaza etmektir.
 - Nadastan bir önceki yılın anızı nadas yılının ilk baharına kadar toprak yüzeyinde bırakılır. Daha sonra toprak diskli pulluk ile sürülerek anızın büyük bir kısmının toprak yüzeyine yakın kısımlarda toprağa karıştırılması sağlanır.
 - Yazın, büyüyen yabancı otlar hafif kültivatör veya herbisitler ile yok edilir.
 - Nadasın yapıldığı yıl içerisinde topraktan su kaybı sadece toprak yüzeyinden evaporasyon ile olur.
 - Transpirasyon devreden çıkarılmıştır, dolayısıyla, gelişmekte olan yabancı otlar anında yok edilerek bunların topraktaki suyu kullanmalarına asla izin verilmemelidir.

- 
- Toprakta suyun depolanması için tarlaların nadasa bırakılması, dünyanın birçok yerinde olduğu gibi, Orta ve Doğu Anadolu'da da yaygın bir uygulamadır.
 - Nadasa bırakılan topraklarda ne kadar su biriktirilebildiğini; diğer bir ifadeyle, nadas etkinliğini belirlemek büyük bir önem taşımaktadır.
 - Nadas randımanı oldukça değişkenlik arz eder. Orta Anadolu'da gerçekleştirilen bir araştırmanın sonucuna göre, yağışın 400 mm'den fazla veya toprak derinliğinin 90 cm'den az olduğu yerlerde nadas işleminin ek bir yarar sağlamadığı anlaşılmaktadır (Yeşilsoy, 1990).
 - Diğer taraftan, nadas etkinliğinin toprak bünyesi ile ilişkilidir.: doygunluğa yakın su içeriğine sahip kaba bünyeli topraklarda buharlaşma, başlangıçta ince bünyeli topraklara kıyasla daha yüksektir

Malçlar

- Evaporasyonu azaltmak veya yabancı otları kontrol etmek için toprak yüzeyinde tutulan her şey malç olarak adlandırılır.
- Talaş, ahır gübresi, saman, yapraklar, bitki artıkları ve benzeri materyaller en fazla kullanılan malçlar arasındadır.
- Malçlar, iyi birer evaporasyon engelleyicisi olarak bilinir ve pratikte en fazla bahçecilikte, çilek ve meyveler gibi ekonomik değeri yüksek olan bitkilerin veya sık sık kültivasyon gereği duyulmayan diğer ürünlerin yetiştiriciliğinde kullanılırlar.

- 
- Yoğun bahçeciliğin yapıldığı durumlarda kullanılmaları şiddetle önerilir.
 - Bitki artıkları malç olarak kullanıldıklarında evaporasyonu azaltarak toprakta önemli miktarlarda suyun muhafazasına imkan sağlarlar.
 - Nadas süresince toprak yüzeyi bitki artıkları ile kapalı tutulduğunda önemli miktarlarda toprak suyu evaporasyona karşı korunmuş olur. Ancak, nadasın uygulandığı pek çok bölgede verim, toprak yüzeyinde yeterli düzeyde bitki artığı bırakacak kadar fazla değildir.

Malçlama



Toprak yüzeyinin saman, kağıt, talaş, plastik vb. materyalle örtülmesi malçlama olarak adlandırılmaktadır.



Şeffaf plastik malçlar güneş enerjisinin toprağa geçmesine izin vererek sera etkisi oluşturmaktadır. Geceleri ise malçlar topraktan atmosfere doğru olan radyasyonu engelleyerek toprağın daha sıcak kalmasını sağlamaktadırlar.

Malçlama

Koyu renkli malçların kullanılmasıyla güneş ışınları önemli ölçüde absorbe edilir, radyasyonla ısı kaybı azalır, suyun buharlaşması azalır.

Sonuç olarak koyu renkli malçlar toprak sıcaklığının artmasını ve nem muhafazasını sağlar.



Malçlama



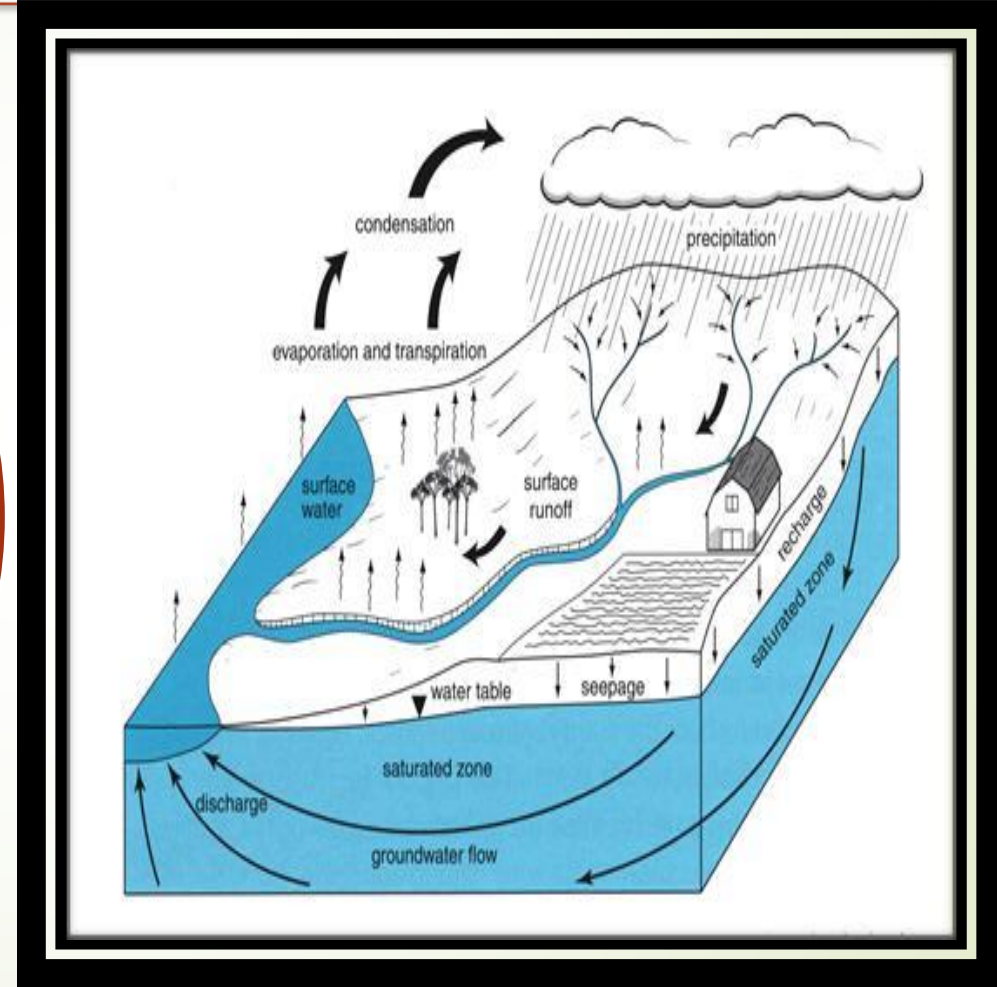
Açık renkli malçlar toprağa gelen güneş ışınlarının önemli bir bölümünü yansıtır. Kullanıldıklarında suyun toprağa infiltrasyonu artar, buharlaşma azalır, radyasyonla sıcaklık kaybı gecikir. Sonuç olarak açık renkli malç kullanımıyla toprak sıcaklığı düşer.

TOPRAK SUYUNUN BUHAR HAREKETİ

Topraktaki su buharı hareketi, sıvı suyun hareketi gibi su potansiyelinin azaldığı yönde olmaktadır. Fakat, buhar hareketine toprak tarafından tutulan suyun potansiyel enerjisindeki farklılıklardan çok, serbest su moleküllerinin kinetik enerjilerindeki farklılıklar neden olmaktadır. Su buharının kinetik enerjisi buhar basıncı olarak tanımlanmaktadır.

TOPRAK SUYUNUN BUHAR HAREKETİ

Buhar,
sıcaklık aynı kalmak koşulu
ile, buhar basıncının yüksek
olduğu ıslak kısımdan, düşük
olduğu kuru kısma;
su miktarı aynı kalmak koşulu
ile buhar basıncının yüksek
olduğu sıcak kısımdan, düşük
olduğu soğuk kısma doğru
hareket etmektedir.



NEM TAYİN YÖNTEMLERİ

Gravimetrik

Nötron Saçılması

Gama Işını Yavaşlaması

TDR (Time Domain Reflectometry)

Kapasitans