

## BİTKİLERDE MADDE TAŞINMASI

### 12. SINIF ÜNİTE, KONU, KAZANIM VE AÇIKLAMALARI

#### 12.3.2. Bitkilerde Madde Taşınması

Anahtar Kavramlar: adhezyon, basınç akış teorisi, floem, gutasyon, gübre, kohezyon gerilim teorisi, kök basıncı, ksilem, mikoriza, minimum kuralı, nodül, stoma, terleme

##### 12.3.2.1. Köklerde su ve mineral emilimini açıklar.

- Su ve minerallerin bitkiler için önemi vurgulanır.
- Minerallerin topraktan alınması, nodül ve mikoriza oluşumu üzerinde durulur.

##### c. İyonların emilim mekanizmasına girilmez.

ç. Bitkilerin büyüme ve gelişmesinde gerekli olan minerallerin isimleri verilir. Ayrı ayrı görevlerine girilmez.

##### 12.3.2.2. Bitkilerde su ve mineral taşınma mekanizmasını açıklar.

a. Suyun taşınmasında kohezyon gerilim teorisi, kök basıncı, adhezyon ve gutasyon olayları açıklanır.

b. Suyun taşınmasında stomaların rolüne değinilir.

##### 12.3.2.3. Bitkilerde fotosentez ürünlerinin taşınma mekanizmasını açıklar.

##### 12.3.2.4. Bitkilerde su ve madde taşınması ile ilgili deney tasarlar.

#### Su ve Minerallerin Bitkiler İçin Önemi

Bitkiler, topraktan su ve gerekli mineralleri alarak beslenir. Mineraller topraktan genellikle inorganik iyonlar hâlinde alınır. Bitkinin yapısında bulunan mineraller, organik madde sentezinde görev aldıkları için oldukça önemlidir. Bitkilere güneş ışığı ve gerekli mineraller verildiğinde, normal büyüme için gerekli tüm bileşikler sentezlenebilir. Organik bileşiklerin sentezlenebilmesi için bitkinin havadan CO<sub>2</sub> alması gerekir. Bitkiler O<sub>2</sub> üreticisi olmakla birlikte hücre solunumu için O<sub>2</sub>'e gereksinim duyar. Bitki kökleri solunum için topraktan O<sub>2</sub> alırken solunum sonucu üretilen CO<sub>2</sub>'i toprağa verir. Toprakta bulunan minerallerin çok azı bitkiler tarafından kolayca alınabilir özelliktedir. Minerallerin bitkiler tarafından alınabilir hâle dönüşmesi topraktaki mikroorganizmaların faaliyeti, toprağın havası ve sıcaklığı gibi birçok faktöre bağlıdır.

- Besin tuzları çeşitli elementlerden oluşur. Bitkilerin büyümesi için yaşamsal öneme sahip elementlere **mutlak gerekli** (elzem) **element** denir.

-Mutlak gerekli elementler enzimlerin faaliyetlerinde, hücrelerin osmotik basıncının düzenlenmesinde ve bazı organik bileşiklerin yapısal elemanı olarak görev yapar.

-**Makro elementler:** Bitkilerin fazla miktarda ihtiyaç duyduğu Karbon, hidrojen, oksijen, azot, kükürt, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum gibi elementlerdir.

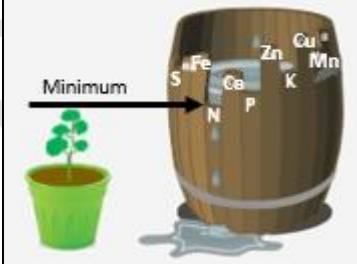
-**Mikro elementler:** Bitkilerin çok az gereksinim duyduğu klor, bakır, sodyum, demir, çinko, mangan gibi elementlerdir.

-Bitkiler, besin elementlerinin optimum düzeyde bulunduğu ortamlarda en iyi şekilde büyür ve gelişir.

-**Minimum kuralı:** Ortamda bulunan elementlerden hangisi en az ise, o element sınırlayıcı etki gösterir. Yani diğer elementler ortamda yeterli olsa bile bitkinin bu elementlerden yararlanma ölçüsü, ortamda az bulunan elementten yararlandığı ölçüdedir.

Bitkinin gelişimi en az oranda bulunan elemente göre olur. Buna **minimum yasası** denir.

-Yanda verilen fiçıda, her bir tahta bir elementi veya fotosentezde gerekli maddeleri simgelemektedir.  
-Bu fiçiyi oluşturan tahtaların uzun olması, ilgili elementin çok olduğunu; tahtanın kısa olması ise ilgili elementin az olduğunu gösterir.  
-Bu durumda fiçi, en kısa olan tahtanın seviyesine kadar su doldurabilir.  
-İşte bitkilerde de fotosentez hızı ve büyüme, en az olan elementle sınırlıdır. (Minimum yasası)



#### - Gübre

Bitki büyümesini arttırmak için toprağa uygulanan doğal veya yapay kimyasallara **gübre** denir.

#### -İki temel tip gübre bulunur:

**1. İnorganik gübreler:** Azot, fosfor, potasyum gibi inorganik mineralleri içeren gübrelerdir.

**2. Organik gübreler:** Bitki veya hayvan kalıntılarında elde edilen gübrelerdir. Biyolojik kökenlidir.

Bu gübrelerdeki organik maddeler toprak mikroorganizmalarının faaliyeti sonucu mineralleşme denilen bir süreçle parçalanabilen organik madde içerir. Daha sonra bitkiler bu kalıntılardaki besin elementlerini yapılarına katar.

#### -Topraktaki su ve minerallerin bitkiye geçmesini kolaylaştıran adaptasyonlar:

**1. Kök emici tüy hücreleri:** Epidermis hücrelerinin toprak içine doğru uzantılarıdır. Toprak parçacıkları ile kökün temas yüzeyini artırır. Örneğin bir çavdar bitkisinde emici tüylerin sayısı 14 milyar civarındadır ve oluşturduğu toplam yüzey alanı 400 m<sup>2</sup> den fazladır. Yapılan araştırmalar en hızlı ve en fazla su alımının kök emici tüy bölgesinde olduğunu göstermiştir.

**2. Nodül:** Yer fıstığı, fasulye, yonca gibi baklagillerin köklerinde azot bağlayıcı bakterileri bulunduran hücrelerden oluşmuş şişkinlikler, yumrulardır. Bitkiler bakterilerin tuttuğu azotu kullanarak azot ihtiyaçlarını giderirken, bakteriler de bitkiden organik besin alarak mutualist

#### NOT:

Azot bağlayıcı bakteriler ancak birlikte yaşadıkları baklagiller bitkisi ile bir araya geldiklerinde azot fikse edebiliyorlar (bağlayabiliyorlar) ve bu işlemi gerçekleştirebilmeleri için toprakta kullanılabilir azot miktarlarının oldukça düşük olması gerekiyor.

#### SORU 1. (2016-LYS2/BİY)

Bir bitkinin yaprağında gerçekleşen;

- fotosentez,
- terleme,
- solunum

olaylarından hangileri, yaprak hücrelerinde osmotik basıncın artmasına ve komşu hücrelerden su almalarına neden olabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III  
D) I ve II E) II ve III

#### SORU 2. (2013 - LYS2 / BİY)

Bir baklagilin köklerinde simbiyotik yaşayan bakterilerin faaliyetini olumsuz etkileyen çevresel bir etmenin, aşağıdaki maddelerden hangisinin bitki kökleriyle alınımını engellemesi beklenir?

- A) Azotlu bileşikler  
B) Potasyum  
C) Magnezyum  
D) Klor  
E) Fosfor

#### SORU 3. (2013 - LYS2 / BİY)

Bitkilerde ksilem ve floem ile ilgili,

- Farklı maddeleri taşıyabilirler.
  - Taşınımın yönlerinde farklılık görülebilir.
  - Her ikisinde de maddelerin taşınmasında ATP enerjisinden yararlanılır.
- ifadelerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III  
D) I ve II E) II ve III

#### SORU 4. (2012 – LYS2 / BİY)

Bir ağacın bir dalının kabuğundan floem hücreleri, kambiyum da dâhil olmak üzere halka şeklinde kesilip çıkarıldığında aşağıdakilerden hangisinin gerçekleşmesi beklenir?

- A) Ağacın kuruması  
B) Bu dalda üretilen fotosentez ürünlerinin diğer kısımlara taşınmasının engellenmesi  
C) Kökten alınan su ve mineral tuzların bu dalın ucuna ulaşmaması  
D) Bu daldaki yapraklarda fotosentez olmaması  
E) Ağaçta meyve oluşumunun ortadan kalkması

#### SORU 5. (2012 – LYS2 / BİY)

Çok yıllık bitkilerde suyun odun borularında (ksilemde) yükselmesiyle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Yapraklarda fotosentez sırasında tüketilen su nedeniyle yaprak hücrelerindeki osmotik basıncın artması, su moleküllerinin yukarı çekilmesinde etkilidir.  
B) Hidrojen bağlarıyla oluşan kohezyon kuvveti sayesinde su sütunu oluşur.  
C) Kök hücrelerine, aktif taşımayla su alınır.  
D) Odun borularının kılcal yapıda olması suyun yükselmesine katkı yapar.  
E) Yapraklardan terlemeyle yitirilen su, bitkinin üst kısımlarında bir çekme kuvveti yaratır.

**3. Mikoriza:** Canlı bitki kökleri ile mantar hifleri arasındaki mutualist birliğe denir. Mantar hifleri, bitki kök yüzey alanını arttırarak bitkinin su, mineral (**özellikle fosfor**) ve tuz alımını sağlar. Mantarlar tarafından alınmış su ve minerallerin bir kısmı bitkiye aktarılırken, mantar bitkinin fotosentez ile yapmış olduğu ürünlerle beslenir.

**NOT:**

Kökler sadece uygun mantar türleriyle mikorizayı oluşturur.



**Kök emici tüy**



**Kök nodül bakterileri**



**Mikoriza**

**Bitkilerde Su ve Mineral Taşınma Mekanizması**

-Damarlı bitkilerde su ve mineraller iletim doku elemanları olan ksilem (odun boruları) ile taşınır.

**-Suyun kök emici tüyleri ile alınması:**

-Suyun alınabilmesi, kökteki ozmotik basıncın artışına bağlıdır.

-Kök hücreleri aktif taşıma ile topraktan mineral aldığı için kök emici tüy hücrelerinin ozmotik basıncı artar. Kökün ozmotik basıncı, toprağın ozmotik basıncından daha yüksek olduğunda kök emici tüy hücreleri topraktan su çeker.

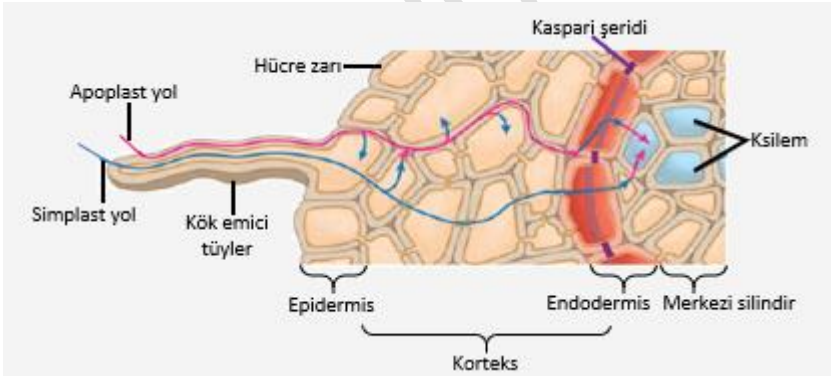
**NOT:**

Su, topraktan emici tüylerle osmoz ve difüzyon kurallarına göre geçer. Minerallerin topraktaki derişimi, emici tüylerdeki derişiminden daha düşüktür. Bu nedenle minerallerin emici tüyler tarafından alınması aktif taşıma ile gerçekleşir. Aktif taşıma için gerekli ATP enerjisi emici tüylerin mitokondrilerinden sağlanır.

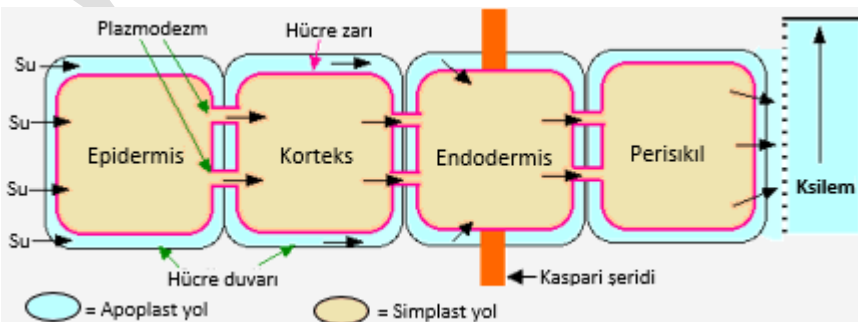
-Topraktan kök emici tüyleri ile alınan su ve minerallerin, kökten, ksilem borularına kadar iletilmesi iki farklı yol ile gerçekleşebilir. Bu yollardan birine apoplast yol, diğerine simplast yol adı verilir.

**1. Apoplast yol;** hücre çeperlerinden oluşan, hücreler arası boşlukta ilerleyen bir yoldur. Su, bu yolda ilerlerken simplast yola göre daha hızlı hareket eder ve hiçbir engelle karşılaşmadan endodermiste bulunan kaspari şeridine kadar gelir. Kaspari şeridi; endodermis hücreleri arasında bulunan, su geçirmeyen bir kuşaktır. Buraya kadar apoplast yoluyla gelen su, buradan aynı yolla ksileme geçemez. Endodermise giren su, hücreden hücreye geçerek (simplast yolla) ksileme ulaşır.

**2. Simplast yol,** birbiriyle komşu olan kök hücrelerinin oluşturduğu yoldur. Su, bir hücreden diğer hücreye aktarılırak geçer. Hücre zarındaki seçici geçirgen özellik, bu madde iletiminin denetimini sağladığından madde geçişi apoplast yoldakine oranla daha yavaş gerçekleşir.

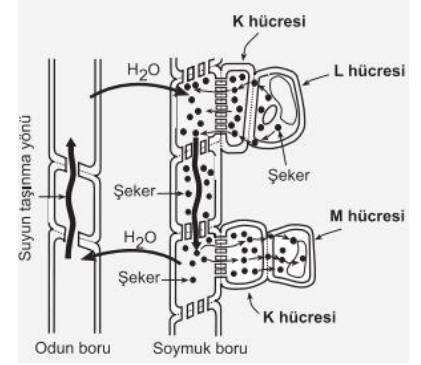


**Şekil: Topraktan kök emici tüy hücreleri ile alınan su ve minerallerin ksileme taşınırken izlediği apoplast ve simplast yollar.**



**Şekil: Topraktan kök emici tüy hücreleri ile alınan su ve minerallerin ksileme taşınırken izlediği apoplast ve simplast yollar.**

**SORU 6. (2011 – LYS2 / BİY)**



Yukarıdaki şekil, çiçekli bitkilerde iletim borularıyla şeker ve su taşınmasını göstermektedir.

**Buna göre, K, L ve M ile gösterilen kaynak, havuz ve arkadaş hücreleri aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?**

- |    | <b>K hücresi</b> | <b>L hücresi</b> | <b>M hücresi</b> |
|----|------------------|------------------|------------------|
| A) | Arkadaş hücre    | Kaynak hücre     | Havuz hücre      |
| B) | Arkadaş hücre    | Havuz hücre      | Kaynak hücre     |
| C) | Kaynak hücre     | Arkadaş hücre    | Havuz hücre      |
| D) | Kaynak hücre     | Havuz hücre      | Arkadaş hücre    |
| E) | Havuz hücre      | Kaynak hücre     | Arkadaş hücre    |

**SORU 7. (2010 – LYS2 / BİY)**

**Aşağıdakilerden hangisi odunsu bitkilerde suyun köklerden yaprağa taşınmasında etkili faktörlerden biri değildir?**

- A) Odun boruların kılcal yapıya sahip olması  
 B) Yapraklardan terlemeyle su yitilmesi  
 C) Su moleküllerinin yarattığı kohezyon kuvveti  
 D) Kökteki emici tüylerde ozmotik basıncın yüksek olması  
 E) Soymuk borularında taşınan besin maddelerinin ozmotik basıncı artırması

**SORU 8. (2009 – ÖSS / FEN-1)**

Hidrojen atomları işaretlenmiş su verilen bir bitki geliştiğinde, işaretli hidrojene meyvedeki sükrözde rastlanıyor.

**Bu işaretlenmiş su molekülleri meyveye ulaşmaya kadar,**

- I. soymuk boru,  
 II. emici tüy,  
 III. odun boru,  
 IV. yaprak parankiması

**yapılarından hangi sırayla geçmiştir?**

- A) I – II – III – IV      B) II – I – IV – III  
 C) II – III – IV – I      D) III – I – II – IV  
 E) III – IV – II – I

**SORU 9. (2006 – FEN-2)**

**Stomaların gece kapanmasını, kilit hücrelerinde,**

- I. glukozun nişastaya çevrilmesi,  
 II. ozmotik basıncın düşmesi,  
 III. hücre içinde karbondioksit birikmesi,  
 IV. suyun komşu epidermis hücrelerine geçmesi

**olaylarının hangi sırayla gerçekleşmesi sağlar?**

- A) I – II – IV – III      B) II – III – I – IV  
 C) III – I – II – IV      D) IV – I – II – III  
 E) IV – II – III – I

## KSİLEMDE (ODUN BORULARINDA) SUYUN TAŞINMASI

-Maddelerin odun ve soymuk boruları ile taşınmasına uzun mesafeli taşıma da denir.  
-Bitkilerde suyun ksilemde taşınması kılcallık, kök basıncı ve terleme-çekim teorisi olmak üzere 3 mekanizma ile açıklanmaktadır.

### 1. Kılcallık olay

-Adezyon kuvveti etkisiyle gerçekleşir. Adezyon, farklı çeşit moleküllerin birbirine yapışmasıdır. Su molekülleri ksilem hücrelerinin çeperlerindeki selüloz moleküllerine tutunma eğilimindedir. Bu eğilimin sonucu olarak çok ince kılcal borulardan oluşan ksilem çeperleri suyu çekerek yükselmesine neden olmaktadır.  
-Ancak diğer faktörlere göre kılcallık, suyun yükselmesinde en az etkili olan faktördür.



### 2. Kök Basıncı

-Kökteki ozmotik basınç artışına bağlı olarak topraktan köke su çeken ve suyun odun borularında yükselmesini sağlayan itici kuvvettir. Bu itici kuvvet, ksilemdeki su sütununu basınç altında tutarak yükselmesini sağlar.

#### NOT:

Bir bitki hangi ortamda yaşarsa yaşasın bulunduğu ortamdan su alabilmesi için;  
**Kök ozmotik basıncı > Toprak ozmotik basıncı** olmalıdır.

-Bitkilerde damlama (guttasyon) kök basıncı etkisi ile gerçekleşir.  
-Bazı otsu bitkilerin gövdeleri enine kesilirse ksilemdeki öz suyun kesik yüzeyden bir süre akması, kök basıncı etkisi olur.

### 3. Terleme-Çekim Teorisi ve Kohezyon

-Terleme; bitkinin buhar şeklinde su kaybetmesidir.  
-Terleme sonucunda yapraklardaki su oranı azalır. Yani yaprakların osmotik basıncı artar.  
-Artan osmotik basınç etkisi ile bitkinin üst kısımlarında bir su çekme (emme) kuvveti oluşur.  
-Oluşan çekme kuvveti hidrojen bağı ile birbirine bağlı su moleküllerinin ksilemde kopmayan bir sütun şeklinde ilerlemesini sağlar.  
-Böylece yaprak hücreleri, ksilemde suyun çekilmesini sağlarken kaybolan suyun yerine de emici tüplerle topraktan su emilir.

#### NOT:

Su moleküllerinin hidrojen bağlarıyla birbirine tutunmasına **kohezyon** denir. Kohezyon etkisi ile ksilemde kopmayan su sütunu oluşur.

**Bitkilerde suyun taşınmasında etkili olan faktörlerin etkisi en az olandan çoğa doğru sıralanması şöyledir: Kılcallık < Kök basıncı < Terleme-çekim kuvveti**

#### NOT:

-Kılcallık ve terleme-çekim kuvveti yukarıdan çeken, kök basıncı aşağıdan iten kuvvettir.  
-Kılcallık ve terleme-çekim kuvveti cansız sistemlerde de gerçekleşebilir. Kök basıncı sadece canlı sistemlerde gerçekleşir.

### -Suyun taşınma hızını arttıran faktörler:

-Işık şiddetinin artması, -Rüzgar şiddetinin artması  
-Sıcaklığın artması, -Işığın dalga boyu (Mavi ışık stomaların açılmasını uyarır.)  
-Topraktaki su miktarının artışı, -Havanın emme kuvvetinin artışı

## SUYUN TAŞINMASINDA GUTASYON VE STOMALARLA GERÇEKLEŞEN TERLEMENİN ETKİSİ

### 1. GUTASYON (SUYUN SIVI ŞEKLİNDE KAYBI)

-Topraktaki su miktarının ve havadaki nemin yüksek; bitkide terlemenin düşük olduğu zamanlarda köklerden giren su, kök basıncının etkisiyle yapraklardaki hidatotlardan su damlaları hâlinde dışarı atılır. Bu olay **damlama (gutasyon)** denir.  
-Damlama nemli iklim şartlarında yetişen bitkilerde görülür. İlbaharda sabahın erken saatlerinde çimen, domates, çilek vb. bitkilerin yaprak kenarlarında su damlacıkları hâlinde damlama görülür.

#### NOT:

Gutasyonu "çiğ" ile karıştırmamak gerekir. Çiğ, yaprağın kenar ve ucunda değil, üst yüzeyinde oluşur.

### 2. TERLEME (SUYUN BUHAR ŞEKLİNDE KAYBI)

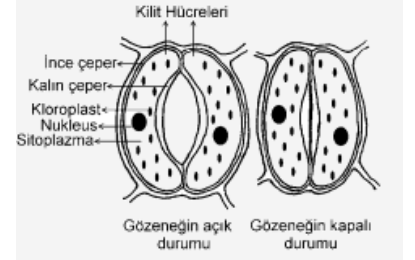
-Bitkilerin buharlaşma yoluyla su kaybetmelerine **terleme** denir.  
-Terlemenin büyük bir bölümü (yaklaşık %90) stoma ile gerçekleşirken, geri kalanı ince olan kutikuladan yapılır.

#### NOT:

Terlemenin stomalarda fazla olmasının sebebi; hem mezofil hücrelerinin nemli olması hem de CO<sub>2</sub> girişi için stomaların açık olması, hava ile temas eden su moleküllerinin buharlaşmasına yol açmasıdır.

## SORU 10. (2001 –ÖSS)

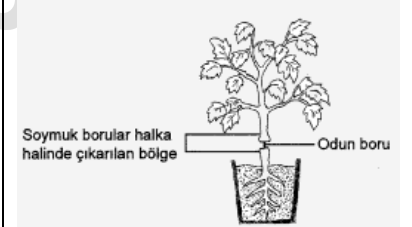
Bitkilerin epidermis örtüsünde bulunan stomaların (gözenek) açık ve kapalı şekli aşağıda verilmiştir.



**Kilit hücrelerinde su alma ya da vermeye ilgili aşağıdaki olaylardan hangisi, stomaların kapanmasını başlatır?**

- A) Kilit hücrelerinde turgor basıncının artması  
B) Kilit hücrelerinde glukoz miktarının artması  
C) Şişen kilit hücrelerinde ince çeperler yönünde kavisin artması  
D) Kilit hücrelerinde nişasta miktarının artması  
E) Kilit hücrelerindeki su miktarının artması

## SORU 11.



Normal şartlar altında tutulan bir bitkinin gövde kısmındaki soymuk borular (floem) şekildedeki gibi kesilerek halka halinde çıkarılmıştır.

### Bu işlem sonucunda bitkide,

- I. Suyun odun borulara ulaşamaması  
II. Fotosentez ürünlerinin kök bölgesine ulaşamaması  
III. Yaprakların pörsümesi  
**olayları hangi sıraya göre gerçekleşir.**  
A) I-II-III B) I-III-II C) II-I-III  
D) II-III-I E) III-II-I

**SORU 12.** Aşağıdaki tabloda bir bitkinin ihtiyacı olan besin elementleri ve bu besin elementlerinin topraktaki miktarı gösterilmiştir.

Besin elementi	Bitkinin ihtiyacı (mg)	Topraktaki miktarı (mg)
Magnezyum (Mg)	135	175
Kalsiyum (Ca)	180	150
Fosfor (P)	160	200
Demir (Fe)	175	125
Potasyum (K)	200	170

**Minimum kuralına göre tabloda verilen mineral maddelerden hangisi bitki gelişimini sınırlandırır?**

- A) Mg B) Ca C) P D) Fe E) K

**SORU 13.** Ağaçlarda yaprağın emme kuvvetini hangisi artırır?

- A) Stomaların kapanması  
B) İletim borularında taşınan madensel tuz miktarının azalması  
C) Emici tüplerde osmotik basıncın azalması  
D) Topraktaki suyun emici tüplere geçmesi



**-Terlemenin bitkiye sağladığı avantajlar:**

- Isıyı ayarlar.
- Boşaltımı sağlayarak su dengesini ayarlar.
- Topraktan su ve mineral alınmasını kolaylaştırır.
- Odun borularındaki iletimi hızlandırır.

**NOT:**


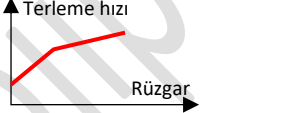
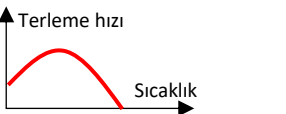
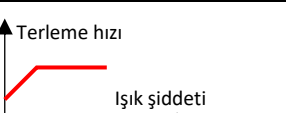
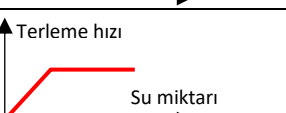
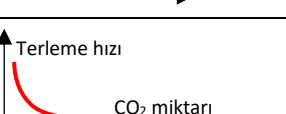
Suyun kök emici tüy hücreleri ile topraktan alınıp, yapraklara taşınabilmesi için;  
Havanın emme kuvveti >Yaprak osmotik basıncı >Kök osmotik basıncı >Toprak osmotik basıncı

TERLEME	GUTASYON (DAMLAMA)
Suyun buhar halinde atılmasıdır.	Suyun sıvı halde atılmasıdır.
Sadece su atılır	Su ve suda çözülmüş mineraller atılır.
Havanın emme kuvveti etkisi ile olur.	Kök basıncı etkisi ile olur.
Stomalardan, lentisellerden ve ince olan kutikula yüzeyinden yapılır.	Hidatotlardan yapılır.
"Yaprağın su buhar basıncı > Havanın su buhar basıncı"bağıntısı sağlandığında yapılır.	Sabahın erken saatlerinde çok nemli ortamda "Yaprağın su buhar basıncı > havanın su buhar basıncı" bağıntısı sağlandığında yapılır

**-Terlemeyi etkileyen faktörler:****A. Terlemeyi etkileyen bitkinin anatomik özellikleri:**

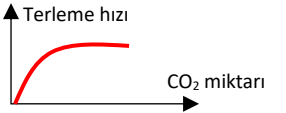

- Yaprak yüzeyinin genişliği
- Kutikula kalınlığı
- Stoma sayısı ve yapraktaki konumu
- Yapraktaki tüy miktarı
- İletim demetlerinin sayısı ve gövdedeki dağılımı

**B. Terlemeyi etkileyen çevresel faktörler:**

Çevresel faktörler	Grafığı
<b>1. Havanın nemi:</b> Havanın nemi arttıkça terleme azalır.	
<b>2. Rüzgar:</b> Rüzgar şiddetinin artması terlemeyi artırır. <b>NOT:</b> Rüzgar atmosfer basıncını azalttığı ve yaprak yüzeyindeki suyu uzaklaştırdığı için terleme hızını artırır.	
<b>3. Sıcaklık:</b> Sıcaklığın aşırı derecede artması, terlemeyi önce artırır, sonra da azaltır.	
<b>4. Işık şiddeti:</b> Belirli bir orana kadar artışı terlemeyi artırır.	
<b>5. Topraktaki su miktarı:</b> Belirli bir orana kadar artışı terlemeyi artırır.	
<b>6. Kilit hücrelerindeki CO2 miktarı:</b> CO2 miktarının artması terlemeyi azaltır.	

**NOT:** Kilit hücrelerinde CO2 miktarının artması, pH'ı azaltır. Bu durumda glikoz nişastaya çevrilir. Böylece osmotik basınç azalır. Stomalar su kaybeder, turgor basıncı azalır ve stomalar kapanır. Terleme azalır.

-Yapraktaki CO2 miktarı belli bir seviye altına düşerse kilit hücrelerindeki pH yükselir. Nişasta glikoza hidrolyz olur. Osmotik basınç artar. Komşu hücrelerinden su almaya başlar. Turgor basıncı artar. Stomalar açılır. Terleme artar.

<b>7. Atmosferdeki CO2 miktarı:</b> Belirli bir orana kadar artışı terlemeyi artırır. Sonra sabit kalır.	
-Terleme hem gündüz hem de gece gerçekleşir. -Terleme hızı geceye göre gündüz daha fazladır.	

E) Terleme ile su yitirilmesi

**SORU 14. Bitkilerde;**

- I. Nişasta depolama
- II. Fotosentez yapma
- III. Solunum yapma

**olaylarından hangileri stomanın kilit hücrelerinde gerçekleşebilir?**

- A) Yalnız I
- B) Yalnız III
- C) I ve III
- D) II ve III
- E) I, II ve III

**SORU 15. Normal düzeyde tuz içeren topraklarda yetişen bitkilere, tuz konsantrasyonu yüksek su verilmesi, aşağıdakilerden hangisine neden olur?**

- A) Toprak suyu ile kök hücreleri arasında, difüzyon basınç farkının azalmaya başlamasına
- B) Kökteki emici tüy hücrelerinin deplazmolize uğraması
- C) Topraktan, bitkinin kök hücrelerine su geçişinin artmasına
- D) Kökteki korteks parankimasında, turgor basıncının artmasına
- E) Bitkide terleme olayının atmasına

**SORU 16. Tuz oranı yüksek olan topraklarda yaşayan, tuzcul bitkilerin topraktan su alabilmeleri, öncelikle aşağıdakilerden hangisinin etkisi ile gerçekleşir?**

- A) Toprak üstü organların emme kuvvetlerinin yüksek olmasının
- B) Odun borularının dar olmasının
- C) Soymuk borularının canlı olmasının
- D) Kökün emici tüylerindeki osmotik basıncın yüksek olmasının
- E) Yapraktaki gözeneklerin açık bulunmasının

**SORU 17. Bitkilerde ileri bir adaptasyon sayılan gözeneklerin hangi özelliği fotosentez hızını yavaşlatabilir?**

- A) Nemli havada açık olmaları
- B) Hücrelerinde kloroplast bulunması
- C) Kapatma hücreleri arasında boşluk bulunması
- D) Kurak havada kapalı olmaları
- E) Alt epidermiste daha çok olmaları

**SORU 18. Bitkilerde terleme,**

- I. Madensel tuzların taşınmasına yardımcı olma
  - II. Bitkinin aşırı ısınmasını önleme
  - III. Fotosentez ürününün köklere taşınmasını sağlama
- işlevlerinde hangilerini gerçekleştirir?**
- A) Yalnız I
  - B) Yalnız II
  - C) Yalnız III
  - D) I ve II
  - E) I, II ve III

**SORU 19. Bazı bitkilerde, topraktan besin elementlerini alabilmeleri için nodül,**

mikoriza gibi özelleşmiş yapılar bulunur. **Nodül ve mikoriza,**

- I. Bitki kökü ile prokaryot hücre arasında oluşturulma,
  - II. Bitkinin topraktan sadece su almasını sağlama,
  - III. Yararlı birliktelik olma
- özelliklerinden hangilerine ortak olarak sahiptir?**
- A) Yalnız I
  - B) Yalnız II
  - C) Yalnız III

## STOMALARIN YAPISI ve ÇALIŞMA MEKANİZMASI

### A. STOMALARIN YAPISI

- Bitkilerde atmosferden CO<sub>2</sub>'in alınması ve O<sub>2</sub>'in verilmesi stomalarla sağlanır. Stomalar aynı zamanda terlemeyle su buharının atılmasını sağlar.  
-Epidermis hücrelerinin farklılaşmasıyla meydana gelir.

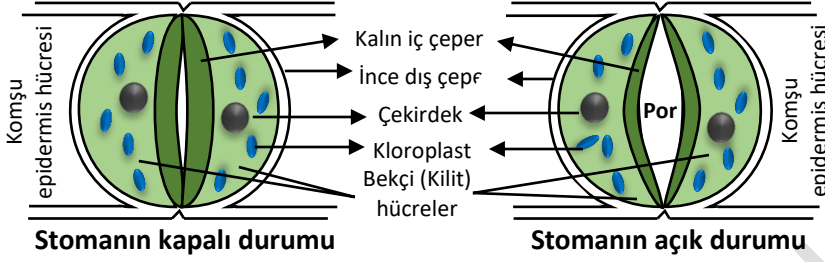
#### NOT:

Stomalarda kloroplast bulunur. Fotosentez yapar. Geçici olarak nişasta depo edebilir. Epidermis hücrelerinde kloroplast bulunmaz. (Sucul bitkiler hariç).

-Bir stoma, **bekçi hücreleri (kilit hücreleri = kapatma hücreleri)** denilen fasulye şeklinde iki adet hücreden oluşur.

- İki bekçi hücresi epidermis hücreleriyle kuşatılmış ve çukur kısımları birbirine bakacak şekilde yerleşmiştir. Bekçi hücreleri arasında gözenek (por=açıklık) bulunur.

-Bekçi hücrelerinin stoma açıklığına bakan çeperleri kalın, epidermis hücrelerine bakan çeperi ise incedir. Çeperlerdeki bu kalınlık farkı, stomanın açılıp kapanmasında önemli rol oynar.



### B. STOMALARIN ÇALIŞMA MEKANİZMASI

- Stomaların açılıp kapanmasını sağlayan temel faktör stoma bekçi hücrelerindeki **turgor basıncı** değişiklikleridir.

-Bekçi hücre çeperlerindeki kalınlık farkı stomanın açılıp kapanmasında önemli rol oynar.

#### 1. STOMALARIN AÇILMASI

##### - A. STOMALARIN AÇILMASINDA FOTOSENTEZİN ETKİSİ

1. Gündüz fotosentezden dolayı bekçi hücrelerdeki glikoz miktarı artar.
2. Glikoz miktarındaki artış kilit (bekçi) hücrelerindeki ozmotik basıncı artırır.
3. Ozmotik basıncı artan kilit hücreler komşu epidermis hücrelerinden su alır.
4. Kilit hücrelerdeki turgor basıncı artar. Stoma açılır.

##### -B. STOMALARIN AÇILMASINDA K<sup>+</sup> ETKİSİ

1. Gündüz ışık etkisi ile komşu epidermis hücrelerindeki K<sup>+</sup>ları kilit hücrelere pompalanır.
2. K<sup>+</sup> iyonları artan, kilit hücrelerinde ozmotik basınç artar.
3. Ozmotik basıncı artan bekçi hücreler, komşu epidermis hücrelerinden ozmozla su alır.
4. Bekçi hücrelerinin turgor basıncı artar. Stoma açılır.

#### NOT:

Bekçi hücrelerine K<sup>+</sup> iyonlarının özel zar kanallarından girmesini H<sup>+</sup> iyonlarının aktif olarak dışarı atılması sonucu zar potansiyelinin oluşması sağlar.

##### -C. STOMALARIN AÇILMASINDA pH ETKİSİ:

1. Gündüzleri fotosenteze bağlı olarak kilit hücrelerindeki CO<sub>2</sub> miktarı azalır.
2. CO<sub>2</sub> 'si azalan kilit hücrelerindeki pH yükselir.
3. pH'ın yükselmesi kilit hücrelerindeki bir enzimi (**fosforilaz**) aktifleştirir.
4. Bu enzim kilit hücrelerindeki nişastanın glikoza dönüşümünü sağlar. (Hidroliz)
5. Glikozu dolayısı ile ozmotik basıncı artan kilit hücreleri komşu epidermis hücrelerinden su alır.
6. Kilit hücrelerdeki turgor basıncı artar. Stoma açılır.

#### 2. STOMALARIN KAPANMASI

##### -a. STOMALARIN KAPANMASINDA SOLUNUMUN ETKİSİ:

1. Geceleri solunum sonucu kilit hücrelerindeki glikoz miktarı azalır.
2. Glikozun azalması ozmotik basıncı düşürür.
3. Solunum sonucu oluşan su komşu epidermis hücrelerine gönderilir.
4. Kilit hücrelerindeki turgor basıncı azalır. Stoma kapanır.

##### b. STOMALARIN KAPANMASINDA K<sup>+</sup> ETKİSİ:

1. Geceleri kilit hücrelerindeki K<sup>+</sup>ları komşu epidermis hücrelerine pompalanır.
2. K<sup>+</sup>ların azalması ozmotik basıncı düşürür.
3. Ozmotik basınç düşünce komşu epidermis hücrelerine su geçişi olur.
4. Kilit hücrelerindeki turgor basıncı azalır. Stoma kapanır.

##### c. STOMALARIN KAPANMASINDA pH ETKİSİ:

1. Geceleri solunuma bağlı olarak kilit hücrelerindeki CO<sub>2</sub> miktarı artar.
2. CO<sub>2</sub> 'si artan kilit hücrelerinin pH'ı düşer.
3. pH'ın düşmesi kilit hücrelerindeki fosforilaz enzimini ters yönde çalıştırır ve nişasta sentezi gerçekleşir.
4. Glikozun azalması kilit hücrelerindeki ozmotik basıncı düşürür.
5. Nişasta sentezi ile oluşan su komşu epidermis hücrelerine gönderilir.
6. Kilit hücrelerindeki turgor basıncı azalır. Stoma kapanır.

D) I ve II

E) I ve III

### CEVAPLAR ve ÇÖZÜMLERİ

1. Ozmotik basıncın artması için ya suyun kaybedilmesi ya da hücrenin derişiminin artması gerekir. Fotosentez ile hem su kaybedilir hem de üretilen glukoz nedeniyle derişim artırılır. Böylece ozmotik basınç artar. Terleme su kaybına neden olarak ozmotik basıncı artırır. Solunum ile ortama su verilir. Ozmotik basınç azalır.

**Cevap: D**

2. Baklagilin köklerinde simbiyotik yaşayan bakteriler nodül oluşturan azot bağlayıcı bakterilerdir. Bitkilere azot alma kolaylığı sağlar. Bu bakterilerin faaliyeti olumsuz etkilenirse bitkinin kökleriyle azot bileşiklerini alması engellenir. **Cevap: A**

3. Ksilemde su ve mineraller, floemde organik moleküller taşınır. I. öncül doğru. Ksilemde tek yönlü, floemde çift yönlü taşıma yapılır. II. öncül doğru. Ksilem cansız bir yapıdır. Pasif taşıma yapar. ATP harcamaz. Floem canlıdır. Hem pasif hem de aktif taşıma yapar. ATP harcar. III. öncül yanlış. **Cevap: D**

4. Floem besin taşıyan borulardır. Bu nedenle bu dalda üretilen Bu dalda üretilen fotosentez ürünleri diğer kısımlara taşınmaz. **Cevap: B**

5. Kök hücreleri ozmotik basıncın etkisiyle topraktan suyu alırlar. Bu olay ile enerji harcanmaz. **Cevap: C**

6. Soymuk borusu fotosentezde üretilen şekerleri köklere taşır. Burada şeker üreten hücre kaynak hücredir (L), Bu hücrelerin yanındaki daha küçük hücreler arkadaş hücreleridir (K). Şekerin taşındığı hücre ise havuz hücredir (M). **Cevap: A**

7. Bitkilerde su ve minerallerin taşınması odun borularında kılcallık, kök basıncı ve terleme-kohezyon gibi faktörlerin etkisi ile gerçekleşir. Soymuk borularının suyun iletiminde herhangi bir etkisi yoktur. **Cevap: E**

8. Kök emici tüy hücreleri ile topraktan alınır (II). Odun boruları ile (III) fotosentez yapan yaprak parankima hücrelerine taşınır (IV). Fotosentezde kullanılan glukoz, daha sonra da sükröz üretilir. Sükröz da soymuk borular ile meyveye taşınır (I). **Cevap: C**

9. -Gece fotosentez yapılmayıp solunum devam ettiği için CO<sub>2</sub> birikir. Kilit hücrelerinin pH'sını düşürür. pH'nın dengelenmesi için ortama su verilmelidir. Bunun için de glukozdan nişasta sentezlenir. Oluşan su ile ozmotik basınç düşer. Kilit hücrelerinden komşu hücrelere su geçerek stomalar kapanır.

#### -Gerçekleşme sırası;

- III. hücre içinde karbondioksit birikmesi,
- I. glukozun nişastaya çevrilmesi,
- II. ozmotik basıncın düşmesi,

## BİRAZ DETAY

### Çevresel faktörler stoma hareketlerini etkileyebilir.

- Örneğin topraktaki su miktarı yetersiz olursa gündüz açık olması gereken stomalar kapanır. Bitkiler su kıtlığı çekince mezofil hücrelerinde absisik asit hormonu üretilir. Bu hormon, bekçi hücrelerine stomaların kapatılması için uyarı gönderir. Böylece bitkinin su kaybı önlenmiş olur.
- Hücre solunum yaprağın hava boşluklarında CO<sub>2</sub> yoğunluğunu arttırarak stoma kapanmasını uyarır.
- Gün ortasındaki yüksek sıcaklıklar solunum hızını artırır; böylece yaprak içinde daha fazla CO<sub>2</sub> birikir. Bu durumda bitkiler, stomalarını kapatarak su kaybını azaltır ve solunumla meydana gelen CO<sub>2</sub> kullanılarak fotosentezi sürdürür.
- Bir bitkiyi küçük bir karanlık odada tutsanız bile, stomalar açılıp ve kapanarak günlük ritimlerini sürdürürler. Bu durum bekçi hücrelerindeki **içsel saat** ile düzenlenir.
- Gündüz ışık etkisi ile bekçi hücrelerinin plazma zarında bulunan mavi ışık reseptörünü uyarır. Bu durum ATP ile çalışan proton pompalarının aktive edilmesini uyarır. Bunun sonucu olarak bekçi hücrelerinin K<sup>+</sup> alımı artar. Osmotik basınç artar. Komşu hücrelerinden su alınır ve stomalar açılır.

Stomaların açılmasına neden olan durumlar	Stomaların kapanmasına neden olan durumlar
Kilit hücrelerinde;	Kilit hücrelerinde;
Fotosentezin başlaması	Fotosentezin durup, solunumun devam etmesi
Glikozun artması	Glikozun azalması
pH'in artması	pH'in düşmesi
Nişastanın hidrolizi	Nişasta sentezi
K <sup>+</sup> larının artışı	K <sup>+</sup> larının azalması

### ORGANİK BESİNLERİN TAŞINMASI

- Bitkilerde fotosentezle üretilen organik ürünler, bitkinin bütün organlarına floemle taşınır. Floemde taşıma işlemi kalburlu borular gerçekleştirir.
- Floemdeki taşıma ksileme göre daha yavaştır.
- Floemde taşıma çift yönlüdür. Fotosentez sonucu oluşan glikoz, amino asit gibi organik moleküller yapraklardan köke doğru taşınırken; köklerde sentezlenen amino asit ve diğer azotlu organik moleküller kökten yapraklara doğru taşınır.

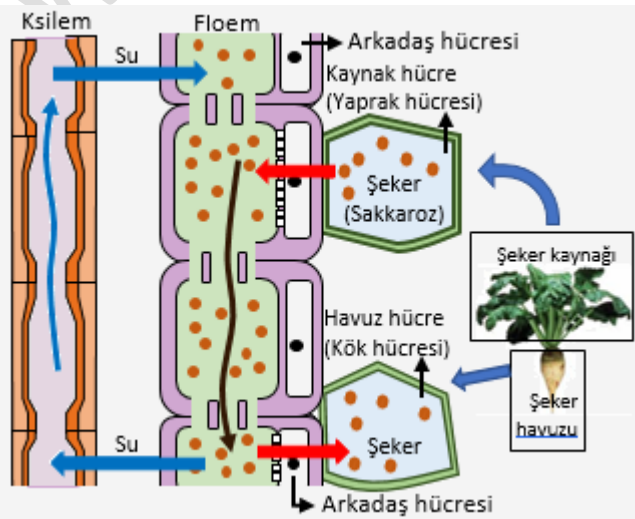
#### NOT:

İletim demetlerinden kalburlu borulardan biri floem özsuynunu (şakaroz, inorganik iyonları, amino asitler, hormonlar) bir yönde, aynı demetteki diğer bir kalburlu boru ise ters yönde taşıyabilir. Bir tek kalburlu boruda aynı anda iki yönlü taşıma olmaz.

- Organik moleküllerin soymuk borularında taşınması **basınç-akış teorisi** ile açıklanır. Buna göre;
- Kaynak hücre:** Yapraktaki fotosentez yapabilen hücrelerdir.
- Havuz hücre:** Kök ya da meyvede organik besinlerin depolandığı hücrelerdir.
- Floemin yüklenmesi:** Fotosentez ürünlerinin kaynak hücrelerden floemdeki kalburlu borulara geçişidir. (Aktif taşıma ile ATP harcanarak yapılır)
- Floemin boşaltılması:** Fotosentez ürünlerinin kalburlu borulardan havuz hücrelerine pasif ya da aktif taşıma ile geçişidir.

#### Basınç-Akış Teorisi:

1. Kaynak hücreden ya da arkadaş hücrelerinden floeme aktif taşıma ile şeker yüklenir.
2. Bu durum floem hücrelerinin osmotik basıncını artırır.
3. Floem hücreleri çevre dokulardan ve ksilemden osmozla su alır.
4. Su geçişi floem hücrelerinde sıvı basıncının artmasına neden olur.
5. Artan sıvı basıncının (hidrostatik basıncın) etkisi ile şekerler aşağı doğru akar.
6. Floemdeki şekerler havuz hücreye verilir.
7. Şeker derişiminin azalması ile su floemden çıkarak ksileme geçer ve havuzdan kaynağa geri döner.



Şekil: Bitkide basınç-akış teorisi

IV. suyun komşu epidermis hücrelerine geçmesi **Cevap: C**

10. Kilit hücrelerinde turgor basıncının artması, Kilit hücrelerinde glukoz miktarının artması, Şişen kilit hücrelerinde ince çeperler yönünde kavisin artması, Kilit hücrelerindeki su miktarının artması olayları stomaların açılması yönünde etkilidir. Kilit hücrelerinde nişasta miktarının artması ile su komşu hücrelere geçer. Turgor basıncı düşer ve stomalar kapanır. **Cevap: D**

11. Soymuk boruları ile organik madde taşınır. Çıkarılması, fotosentez ürünlerinin köklere taşınması aksar. Kök hücrelerinin osmotik basıncı düştüğü için topraktan yeterince su alamaz. Yapraklara taşınan su azalacağından pörsümeye başlar. **Cevap: C**

12. Bitkinin ihtiyacı olan minerallerin miktarını, toprakta bulunan miktarları ile karşılaştırdığımızda magnezyum ve fosfor elementlerinin fazlasıyla toprakta bulunduğunu görüyoruz. Bunların bitki gelişimini sınırlandırması söz konusu değil. -Ancak bitkinin ihtiyacına göre kalsiyum ve potasyum 30 mg, demirin ise 50 mg eksik olduğunu görüyoruz. Bu durumda bitkinin ihtiyacına göre toprakta en az olan (eksikliği en çok olan) demirdir. **Cevap: D**

13. Stomalardan terleme ile kaybedilen su yaprak osmotik basıncını artırır. **Cevap: E**

14. Kilit hücreleri kloroplastlıdır, fotosentez yapar. Glikoz nişastaya dönüştürülerek depo edilir. Mitokondrileri ile hücre solunum yapar. **Cevap: E**

15. Kök hücreleri su kaybederek toprak suyu ile kök hücreleri arasında, difüzyon basınç farkı azalmaya başlar. **Cevap: A**

16. Bir bitki hangi ortamda yaşarsa yaşasın bulunduğu ortamdaki su alabilmesi için; Kök osmotik basıncı > Toprak osmotik basıncı olmalıdır. **Cevap: D**

17. Stomalar ile fotosentez için gerekli CO<sub>2</sub> ortamdaki alınır. Şayet kapalı olursa fotosentezin hammadde olan CO<sub>2</sub> yetersizliği ile fotosentez yavaşlayacaktır. **Cevap: D**

18. Terlemenin bitkiye sağladığı avantajlar: -Isıyı ayarlar.

-Boşaltımı sağlayarak su dengesini ayarlar. -Toprakta su ve mineral alınmasını kolaylaştırır.

-Odun borularındaki iletimi hızlandırır. Fotosentez ürününün köklere taşınmasında terlemenin etkisi yoktur. **Cevap: D**

19. Nodül, bitki kökünde prokaryot hücreli olan bakterilerin bulunmasıyla oluşur.

-Mikoriza, bitki kökü ile ökaryot hücreli mantarların hifleri arasında oluşur.

-Nodül bitkinin topraktan azot minerali almasını, mikoriza su ve çeşitli mineralleri almasını sağlar. Nodül ve mikorizadaki canlılar bu ilişkiden yarar sağlar. **Cevap: C**