

# AYT - Biyoloji Konu Özetleri

## 3.Ünite : Bitki Biyolojisi 1.Bölüm : Bitkilerin Yapısı

Bitkiler, ekosistemlerin temel yaşam kaynağıdır. Binlerce bitki türü; yiyecek, içecek, ilaç, baharat, yağ, yakacak, lif, boya gibi gereksinimler için kullanılır. Ülkemizin her bölgesinde binlerce bitki türü yetişir. Bu bitkilerin yaprak, kök, çiçek, meyve ve tohumlarından çeşitli yemekler yapılır ve çoğu kere yapılan bu yemekler komşularla paylaşılır.

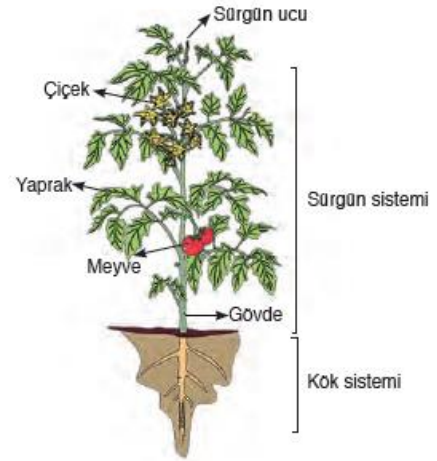
Ülkemiz, tarihi ve kültürel zenginliğinin yanı sıra dünya üzerinde biyolojik çeşitlilik açısından oldukça önemli bir konuma sahiptir. Yeryüzünde yaklaşık 260 bin kadar çiçekli bitki türü bulunmaktadır. Ülkemiz sınırları içinde ortalama 12 bin kadar çiçekli bitki türü mevcuttur. Bu bitki çeşitlerinden yaklaşık 3800'ü dünyada sadece ülkemizde yetişen endemik türdür. Kıyaslamak gerekirse tüm Avrupa'nın çiçekli bitki varlığı, 12 bin kadardır.

Bitki zengini bir ülkede yaşayan siz gençler bu bölümde; çiçekli bir bitkinin temel kısımlarını, yapı ve görevlerini, bitkilerde madde taşınmasını, bitkilerde üreme ve gelişme gibi olayların nasıl gerçekleştiğini öğreneceksiniz.

### 3.1.1. ÇİÇEKLİ BİR BİTKİNİN TEMEL KISIMLARININ YAPISI VE GÖREVLERİ

Karasal ortama uyum sağlamış bitkilerde toprak üstü ve toprak altı olmak üzere iki organ sistemi bulunur. Toprak üstü organ sistemine sürgün sistemi, toprak altı organ sistemine kök sistemi denir (Görsel 3.1).

Kök sistemi; bitkiyi toprağa bağlar, bitkinin topraktan su ve mineral almasını sağlar. Kökler fotosentez yapamaz. Havuç, turp ve kereviz gibi besin depolayabilen bitkilerin köklerinde, sürgün sisteminde fotosentezle üretilen organik besinler depolanır. Kurak bölgelerde yetişen bitkilerin kökleri, su ve mineral alımını gerçekleştirmek için oldukça iyi gelişmiştir.



Görsel 3.1: Bitkinin temel kısımları

Sürgün sistemi; toprak yüzeyinde kalan gövde, dal, yaprak, çiçek ve meyveden oluşur. Dallar üzerinde bulunan tomurcuklar; farklılaşarak yeni dalları, yaprakları ve çiçekleri oluşturur. Sürgün sisteminde fotosentezin gerçekleştiği yapılar yer alır.

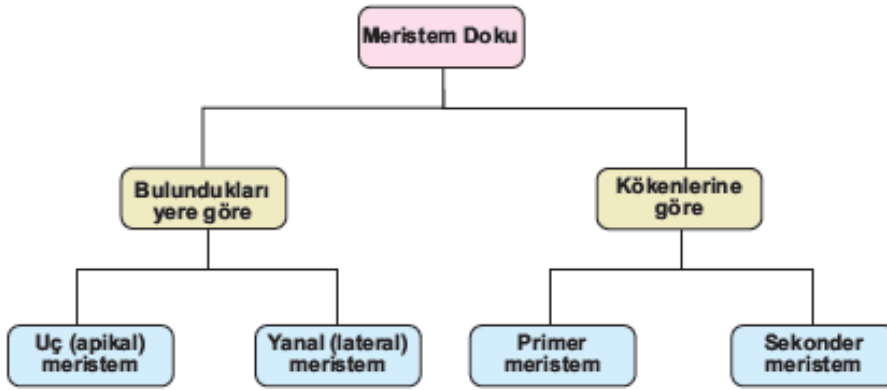
### Bitkisel Dokular

Çok hücreli canlılarda belirli bir görevi yapmak üzere farklılaşmış hücrelerin oluşturduğu topluluklara doku denir. Bitki yapısını oluşturan dokuların bir kısmı büyüme ve gelişmede rol oynar. Bir kısmı da fotosentez, madde taşınması, maddelerin depolanması gibi fizyolojik işlevleri gerçekleştirir.

Bitkilerde yer alan dokular; üstlendikleri görevlere göre meristem, temel, iletim ve örtü doku olmak üzere dört gruba ayrılır.

### 1. Meristem Doku

Meristem doku; bitkilerde kök, gövde ve dalların uç kısmındaki büyüme bölgelerinde bulunur. Sürekli bölünebilme yeteneğine sahip farklılaşmamış hücrelerden oluşur. Meristem hücreleri; canlı, bol sitoplazmalı ve büyük çekirdekli, ince çeperlidir. Bu hücrelerin metabolizmaları hızlıdır. Hücreleri arasında boşluk bulundurmaz. Koful bulundurmayan ya da küçük kofullara sahip olan hücrelerdir. Meristem hücrelerinin en önemli özellikleri, canlı oldukları sürece mitozla yeni hücreler meydana getirebilmeleridir. Meristem hücrelerinin bölünmesiyle meydana gelen yeni hücreler, farklılaşarak çeşitli dokuları, dokular da bir araya gelerek organları meydana getirir. Böylece bitki büyür ve gelişir. Meristem doku, bitkilerde enine kalınlaşmayı ve boyca uzamayı sağlar. Sekoya ve ginko gibi yüzyıldan fazla süre yaşayabilen ağaçlarda da meristem doku bulunur ve büyüme devam eder. Bu nedenle meristem doku, bölünür doku ya da sürgen doku adını alır. Meristem doku, bulunduğu yere ve kökenine göre sınıflandırılır (Görsel 3.2).



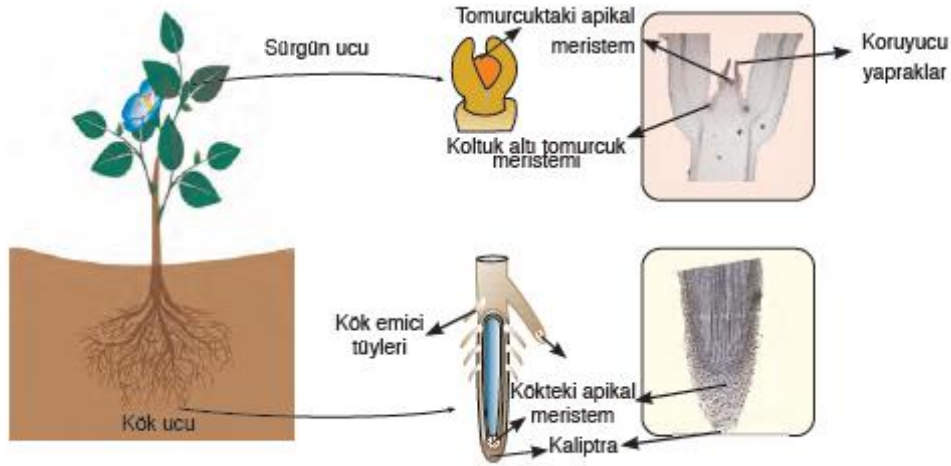
Görsel 3.2: Meristem doku çeşitleri

Meristemler kökenlerine göre primer (birincil) ve sekonder (ikincil) meristem olmak üzere ikiye ayrılır.

#### a) Birincil (Primer) Meristem Doku

Birincil meristem doku, uç (apikal) meristemi olarak da adlandırılır. Bitkinin kök, gövde ve dallarının ucunda bulunur. Bitkinin boyca uzamasını sağlar (primer büyüme). Uç meristem, embriyonik dönemden itibaren bitki canlı kaldıkça sürekli olarak bölünme özelliğini korur. Uç meristeminin bulunduğu bölgelerde uzama ve büyüme olayları gerçekleştiği için bu bölgeler büyüme noktası olarak adlandırılır. Birincil meristem doku hücrelerinin bölünmesi ile uzayan dallar, bitkinin ışıktan daha fazla yararlanmasını sağlar. Atmosferden karbondioksit alınmasını kolaylaştırır. Uzayan kökleri de toprak içinde yayılarak daha fazla su ve madensel tuz alınmasını sağlar. Hem tek hem de çok yıllık bitkilerin tümünde bulunur.

Uç meristem; kökte kaliptra (yüksük) adı verilen yapı, gövdede ise koruyucu yapraklar tarafından korunur (Görsel 3.3). Kaliptra, kök toprak derinliklerine doğru uzarken toprağın sert kısımlarına karşı kökün uzamasını sağlayan meristemi korur. Ayrıca çıkardığı salgılarla toprağı yumuşatarak kökün daha kolay uzamasını sağlar. Kaliptra zedelendiğinde meristem doku, kaliptrayı onarır.



Görsel 3.3: Bitkilerde kök ve gövde ucunda bulunan birincil meristemler

### b) İkincil (Sekonder) Meristem Doku

Bölünme yeteneğini kaybetmiş bazı hücrelerin hormonların etkisiyle sonradan bölünme özelliği kazanması ile oluşan dokudur. Kambiyum (damar kambiyumu = vasküler kambiyumu) ve mantar kambiyumu olmak üzere iki çeşidi vardır. Çift çenekli bitkiler ve çam gibi açık tohumlu bitkilerde bulunur. Bitkilerin gövde ve köklerinde enine kalınlaşmaya (sekonder büyüme) en önemli katkıyı lateral (yanal) meristemler sağlar.

### Kambiyum (damar kambiyumu = vasküler kambiyum)

Odunsu ve bazı otsu bitkilerin kök ve gövdelerinde madde iletiminden sorumlu yapıların oluşmasını sağlar. Bu sayede enine büyüme (kalınlaşma) gerçekleşir.

Yaş halkalarını oluşturur. Ilıman bölgelerdeki çok yıllık odunsu bitkilerde enine büyüme; ilkbaharda başlar, yaz boyunca devam eder ve sonbaharda oldukça yavaşlar. Büyüme sırasında ilkbaharda büyük ve ince çeperli hücreler (açık renkli), sonbaharda küçük ve kalın çeperli hücreler (koyu renkli) oluşur. Üst üste yığılan bu tabakalar, enine kesitte iç içe halkalar şeklinde görülür. Sonbahar halkası, koyu renkli; ilkbahar halkası ise açık renkli görünür. Bu yüzden bir açık ve bir koyu renkli halka, bitki için bir yıl anlamına gelir. Her yıl tekrarlanan bu halkalar (yaş halkaları), bitkinin yaşının hesaplanmasını sağlar.

Ağaçtaki yıllık halka genişliği, o yıl yaşanan iklim koşullarıyla doğrudan ilişkilidir. İklim koşulları, ağacın büyümesi için optimumsa ağaçtaki yaş halkası geniş; iklim koşulları, ağacın büyümesi için uygun değilse yaş halkaları dar olmaktadır. Tek çenekli bitkilerde ve yapraklarda kambiyum bulunmaz.

### Mantar Kambiyumu

Enine büyüme sırasında odunsu gövdelerin en dıştaki koruyucu tabakasının hücreleri, gerilmeye dayanamaz ve parçalanır. Mantar kambiyumu, koruyucu doku (epidermis) kaybı sonrası odunsu bitkilerde gövdeyi ve kökü dışarıdan kuşatan mantar dokuyu oluşturur. Bitkide enine kalınlaşma gerçekleştikçe mantar dokunun en dışındaki hücre sıraları, mantar kambiyumu tarafından sürekli yenilenir. Bu durum enine kalınlaşmayı sağlar. Mantar doku hücreleri, canlılığını kaybetmiştir.

Mantar doku hücrelerinin çeperlerinde yoğun şekilde süberin birikir. Ayrıca çeperlerde lignin birikimi de görülür. Bu doku, büyük ölçüde suya geçirimsizdir ve su kaybını engeller.

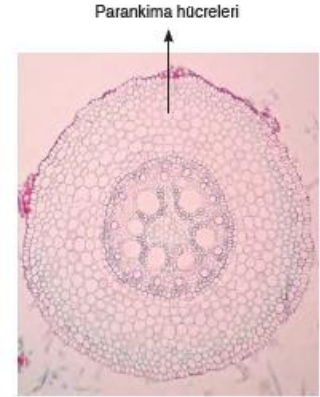
## 2. Temel Doku

Bitkinin hemen her organında bulunan temel doku, çok farklı görevleri yerine getirebilir. Bu nedenle temel dokuda birbirinden farklı özelliklere sahip parankima, kollenkima ve sklerenkima hücreleri bulunur.

### a) Parankima

Bitkinin temel dokusunu oluşturan hücrelerdir. Bitkinin tüm kısımlarında bulunur ve dokuların arasını doldurur. Meristem hücrelerinin farklılaşmasıyla oluşur. İşlev yapan hücreleri; canlı, ince ve esnek çeperli, bol sitoplazmalı ve küçük kofulludur (Görsel 3.5).

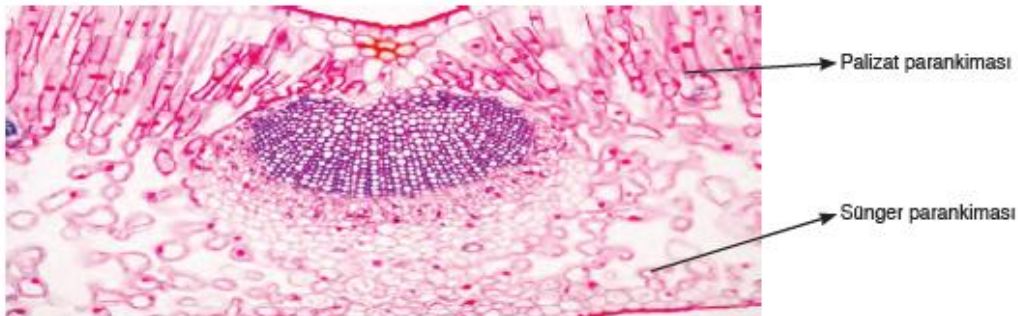
Parankima; fotosentez, solunum ve depolama gibi çok önemli metabolik işlevleri gerçekleştirir. Dokuların onarılmasını sağlar. Farklılaşması en az düzeyde olan parankima hücrelerinden uygun koşullarda bütün bir bitki oluşturmak mümkündür. Parankima ihtiyaç hâlinde hormonların etkisiyle yeniden bölünme özelliği kazanarak sekonder meristeme dönüşebilir. Parankima hücreleri, buldukları organın morfolojik ve fizyolojik işlevlerine göre değişik şekillerde olabilir.



Görsel 3.5: Mısır (*Zea mays*) bitki kökünde parankima hücreleri (1000  $\mu\text{m}$ )

Özümleme (asimilasyon) parankiması, yaprak yapısında alt ve üst epidermis arasındaki bölge olan mezofil tabakasında bulunur. Bu tabakada bulunan palizat ve sünger parankiması hücreleri, kloroplast taşır ve fotosentez yapar. Karbondioksit özümlemesi yaparak organik besin üretir. Palizat parankiması hücreleri, şekil olarak silindiri andırır.

Yan yana düzenli dizilmiş hücrelerdir. Bol kloroplastlıdır. Sünger parankimasını oluşturan hücreler ise düzensiz dizilim gösterir. Sünger parankimasını oluşturan hücreler, palizat parankimasına göre daha az kloroplastlıdır ve hücreler arası boşlukları daha fazladır (Görsel 3.6).

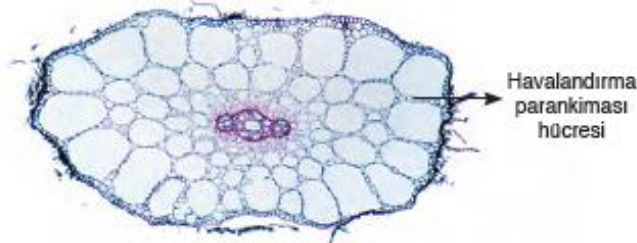


Görsel 3.6: Yasemin bitkisinin yaprak enine kesitinde özümleme parankiması (1000  $\mu\text{m}$ )

Depo parankiması hücreleri, gövde ve köklerde besin (nişasta, protein ve yağ) ve su depo eder. Pek çok meyvenin etsi dokuları da besin ve su depolayan parankima hücrelerinden oluşur. Örneğin zeytinde yağ, patatesten nişasta depolayan parankima bulunur. Depo parankiması hücreleri, kaktüs gibi bitkilerde gövdede su depolanmasını da sağlar. İletim

parankması, iletim demetlerinin etrafında sıralanan parankima hücrelerinden oluşur. İletim demetleri ile bitkinin diğer dokuları arasında gerçekleşen su ve besin alışverişine aracılık eder.

Hücrelerinde kloroplast bulunmaz. Havalandırma parankması, çoğu bataklık ve su bitkilerinin kök ve gövdelerinde hava depo eden parankima hücrelerinden oluşur (Görsel 3.7). Bu hücreler, havanın yetersiz olduğu ortamlarda bitkinin gaz alışverişi yapmasına yardımcı olur.



Görsel 3.7: *Elodea canadensis* (Elodea kanadensis) bitkisinde havalandırma parankması (100 µm)

### b) Kollenkima

Bitkide uzaması devam eden ve gelişen çiçek sapı, yaprak sapı, genç gövde ve sürgünlerin genç kısımlarında bulunur ve bu kısımlara mekanik desteklik sağlar. Her organda bulunmaz. Çeperleri eşit kalınlaşma göstermese de parankima hücrelerinin çeperlerine göre daha kalındır. Genç gövdeler, çoğunlukla epidermin altında iç şeklinde sıralanmış kollenkima hücrelerine sahiptir. İşlev yapan hücreleri canlıdır. Kollenkima hücrelerinin çeperlerinde selüloza ek olarak pektin birikimine bağlı, düzensiz kalınlaşmalar ortaya çıkar. Çeperdeki kalınlaşmamış bölgeler sayesinde bulunduğu bitki kısmı esneyebilir, bükülebilir ve uzayabilir.

Kalınlaşmalar, hücre çeperinin sadece köşe bölgelerinde oluşursa köşe kollenkiması; kalınlaşmalar karşılıklı çeper bölgelerinde oluşursa levha kollenkiması adını alır (Görsel 3.8). Birçok bitki türünün sapı kesildiğinde karşılaştığımız ipliksi yapılar, çoğunlukla kollenkima hücrelerinden oluşur.



Görsel 3.8: Süsen bitkisinin kök enine kesitinde levha kollenkiması (100 µm)

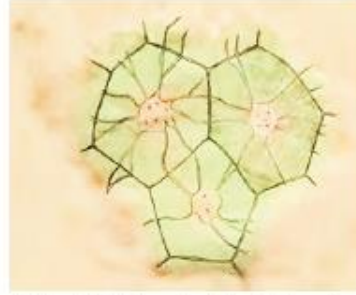
### c) Sklerenkima

Bitkide uzamanın durduğu bölgelerde destek elemanı olarak iş görür. Kollenkima hücrelerine göre çok daha serttir. Sklerenkima hücreleri, ilk oluştuğlarında canlıdır. Daha sonra hücrelerin çeperlerinde selüloza ek olarak bol miktarda lignin birikimi olur. Bu nedenle işlev yapan sklerenkima hücreleri cansızdır. Uzama, bükülme ve esneme yetenekleri yoktur. Her organda bulunmaz. Kalınlaşmış çeperler, yüz yıllarca bitkiye desteklik sağlayabilir. Dokuya destek vermek ve güçlendirmek için özelleşmiştir.

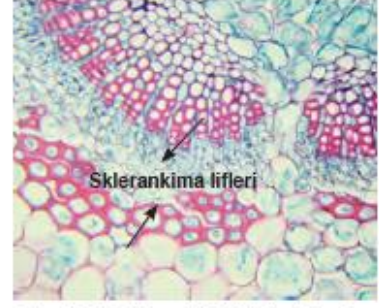
Lifler ve sklereitler (taş hücreleri), sklerenkima hücrelerinin farklılaşmış biçimi olduklarından ligninleşmiş kalın çeperlere sahiptir. Sklerenkima dokusu, hücrelerin şekillerine göre lifler ve taş hücreleri olmak üzere ikiye ayrılır.

Taş hücreleri fındık, ceviz, badem gibi tohumların kabuklarında; şeftali, kayısı, erik gibi meyvelerin çekirdeklerinde; ayva, armut gibi meyvelerin kumsu özelliklere sahip etli

kisimlarında bulunur. Ayva, armut ve mum çiçeği gibi meyvelerde görülen taş hücreleri, köşeli veya yıldız şeklindedir (Görsel 3.9).



Görsel 3.9: Mum çiçeğinin gövde enine kesitinde taş hücreleri (100 µm)

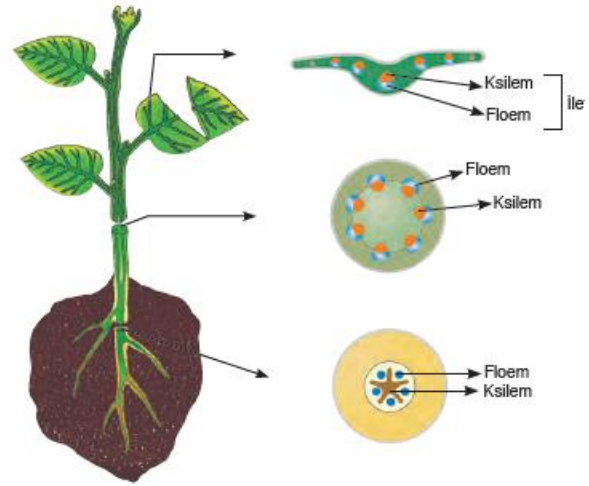


Görsel 3.10: Yasemin bitkisinin kök enine kesitinde sklerenkima lifleri (1000 µm)

Sarımsak, keten, kenevir gibi bitkilerde bulunan uzun sklerenkima lifleri; dayanıklı ve gerilmeye karşı dirençlidir. Bu lifler, demetler hâlinde bulunur ve bitkiye destek sağlar (Görsel 3.10). Ketenden elde edilen lifler işlenerek elbise yapımında, kenevir lifleri ise halat yapımında kullanılır.

### 3. İletim Doku

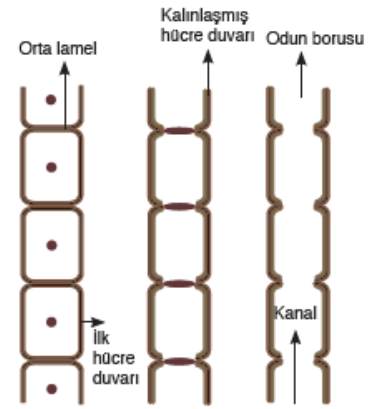
Bitkilerde organik ve inorganik maddelerin taşınmasını gerçekleştiren dokudur. Bitkinin yapraklarında fotosentez sonucu oluşan organik besin maddelerinin yapraklardan köklere ve kökler tarafından alınan su ile madensel tuzların ise toprak üstü organlara ve yapraklara doğru taşınmasını iletim doku gerçekleştirir. İletim doku, ksilem ve floem olmak üzere iki kısımdan oluşur. Ksilem ve floem dokuları bitkilerde genellikle birlikte bulunur ve iletim demetini meydana getirir (Görsel 3.11).



Görsel 3.11: Bitkinin kök, gövde ve yapraklarında iletim dokunun şematik gösterimi

### Ksilem

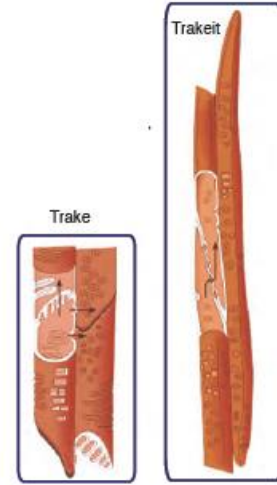
Ksilem; ksilem sklerenkiması (sklerenkima lifleri), ksilem parankiması, trakeit ve trake borularından oluşan dokudur. Ksilem, bitkilerin kökleri aracılığıyla topraktan aldıkları su ve suda çözünen mineralleri toprak üstündeki gövde ve yaprak gibi organlara taşır. Ksilemde kökten yapraklara doğru tek yönlü iletim vardır. Trake ve trakeit, başlangıçta üst üste dizilmiş canlı meristem hücrelerdir. Bu canlı hücreler, bir dizi değişime uğrar. Hücreler zamanla çekirdek ve sitoplazmalarını kaybeder. Bunun sonucunda hücreler canlılıklarını yitirir. Üst üste dizilmiş hücrelerin boyuna çeperleri, lignin birikimiyle giderek kalınlaşır. Hücrelerin birbirine bakan enine çeperleri ise tamamen erimiştir. Bu değişimler, üst üste dizilmiş hücrelerin içinde madde iletimi için uygun olan içi boş odun borularını meydana getirir (Görsel 3.12). Boru şeklini alan bu hücreler, demetler hâlinde bir araya geldiklerinde odun demetlerini oluşturur. Sert ve ligninleşmiş odun demetleri, aynı zamanda gövdeye mekanik destek sağlar.



Görsel 3.12: Ksilem oluşumunun şematik gösterimi

Ksilemde madde iletimi gerçekleşirken enerji harcanmaz. Suyun canlı hücrelerin zarından taşınması düşünüldüğünde ksilemden su taşınmasının oldukça hızlı olduğu görülür. Ksilemde

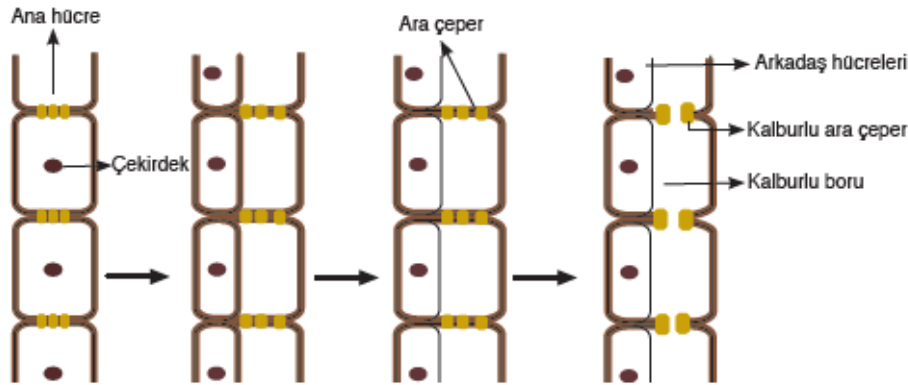
uzun mesafeli su taşınımında görevli borular, trake ve trakeitlerdir. Trake ve trakeitler, ölü hücrelerden oluşur. Bu nedenle işlevsel olarak su ileten bu hücrelerin zarları ve organelleri yoktur. Trake ve trakeitleri, ligninleşmiş kalın çeperleriyle içinden su akabilen boş tüpler oluşturur. Trakeitler; uzun, ince, uçları kapalı üst üste dizilmiş hücrelerdir. Su, trakeitlerin çeperlerinde bulunan çok sayıda geçit aracılığıyla bir trakeitten diğerine akar. Trakeler, genellikle trakeitlerden daha kısa ve geniş olup delikli çeperlere sahiptir (Görsel 3.13). Trakelerin çeperlerinde de geçitler bulunur. Trakeler, üst üste gelerek damar adını alan daha büyük birimleri meydana getirir.



Görsel 3.13: Ksilemden taşımadan sorumlu trake ve trakeit boruları (100 µm)

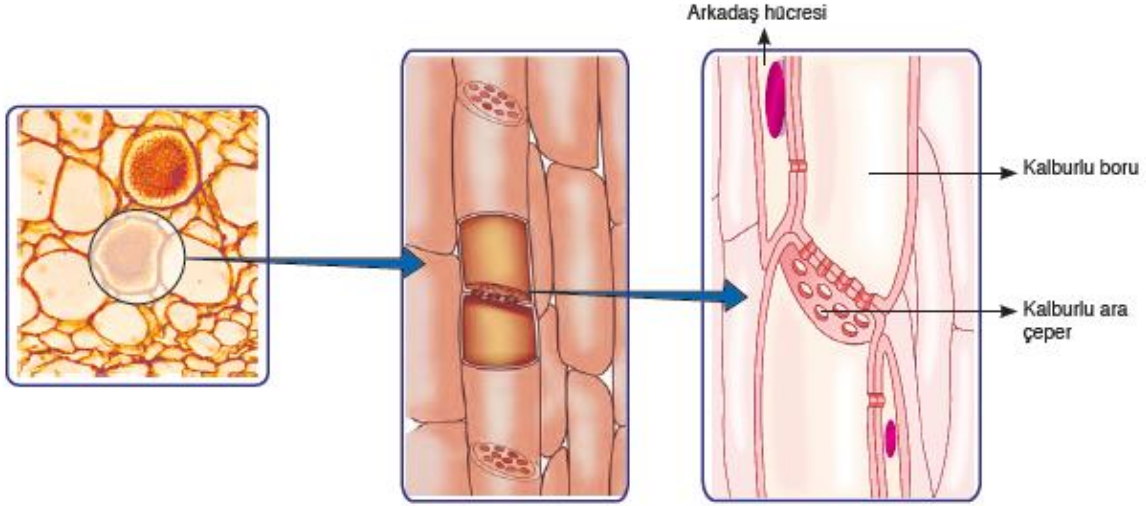
### Floem

Floem; floem sklerankimasi, floem parankima hücreleri, kalburlu borular ve arkadaş hücrelerinden oluşan dokudur. Yapraklarda üretilen fotosentez ürünlerinin köklere, kökteki azotlu organik maddelerin de yapraklara ve bitkinin diğer kısımlarına taşınmasını sağlar. Üst üste dizili kalburlu hücrelerin birbirine bakan komşu çeperleri, yer yer eriyerek delikli bir hal alır. Oluşan bu yapıya kalbur plağı adı verilir. Kalburlu hücrelerin üst üste dizilmesiyle oluşan boru şeklindeki yapıya kalburlu boru adı verilir. Kalburlu boru hücrelerinin çeperlerinde lignin birikimi olmaz. Bu hücrelerin yanında bol sitoplazmalı ve çekirdeğe sahip arkadaş hücreleri bulunur (Görsel 3.14).



Görsel 3.14: Floem oluşumunun şematik gösterimi

Kalburlu borular, canlıdır ancak çekirdeklerini kayb ettikleri için metabolik faaliyetlerini uzun süre devam ettiremez. Bu durumda metabolik faaliyetleri devralacak ve fotosentez ürünlerinin özümleme parankimasi hücrelerinden kalburlu hücrelere, kalburlu hücrelerden de fotosentez yapamayan hücrelere geçişini kolaylaştıracak özelleşmiş parankima hücrelerine ihtiyaç duyulur. Bu hücrelere arkadaş hücreleri adı verilir (Görsel 3.15).



Görsel 3.15: Kalburlu borular ve arkadaş hücreleri (100  $\mu$ m)

Arkadaş hücreleri; çok sayıda mitokondri, endoplazmik retikulum ve ribozom bulunduran çekirdekli hücrelerdir. Arkadaş hücreleri ile kalburlu borular arasında madde geçişine uygun bağlantılar bulunur. Bu sebeple organik madde taşınımında önemli role sahiptir. Kalburlu boru hücrelerinde madde taşınması çift yönlüdür. Kalburlu borulardaki taşıma, ksilemdeki madde taşınmasına göre daha yavaş gerçekleşir.

#### 4. Örtü Doku

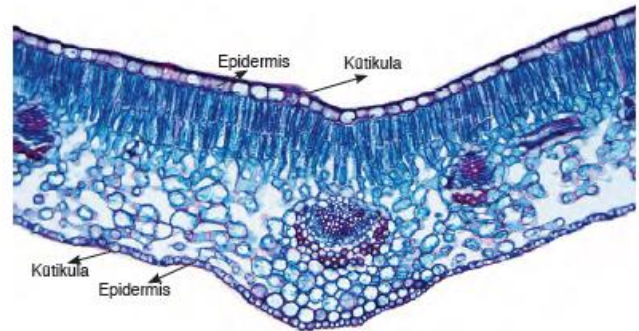
Kök, gövde, yaprak ve meyvelerin üzerini örten dokudur. Bitkinin su kaybını azaltan, organizmaların ve toksik maddelerin bitki vücuduna girişini sınırlandıran dokudur. Örtü doku, bitkinin hızlı hava hareketlerinden zarar görmesini de engeller.

Koruyucu dokuyu oluşturan hücre ve yapılar, koruma faaliyetlerini yerine getirirken metabolik olaylarda kullanılan oksijen ve karbondioksitin bitkiye giriş çıkışına izin verir. Örtü dokuyu oluşturan hücreler; canlı ise epidermis, ölü ise periderm adını alır.

#### Epidermis

Sıkıca paketlenmiş, hücreler arası boşlukları olmayan tek sıra hücre tabakasından oluşur. Otsu bitkilerin yüzeyini, odunsu bitkilerin de yaprak ve genç dallarının üstünü örter. Hücreleri; canlı, büyük kofullu, az sitoplazmalı ve kloroplastsızdır.

Epidermiste su kaybını sınırlamak için yüzeydeki stoma (gözenek) dışında bir açıklık bulunmaz. Epidermisin dış çeperleri iç çeperlerinden daha kalındır. Epidermis hücrelerinin dış çevreye bakan özelleşmiş çeperlerinde bu hücrelerin salgısından oluşan mumsu kütikula tabakası bulunur (Görsel 3.16).



Görsel 3.16: Yasemin bitkisinin, yaprak enine kesitinde epidermis hücreleri (1000  $\mu$ m)

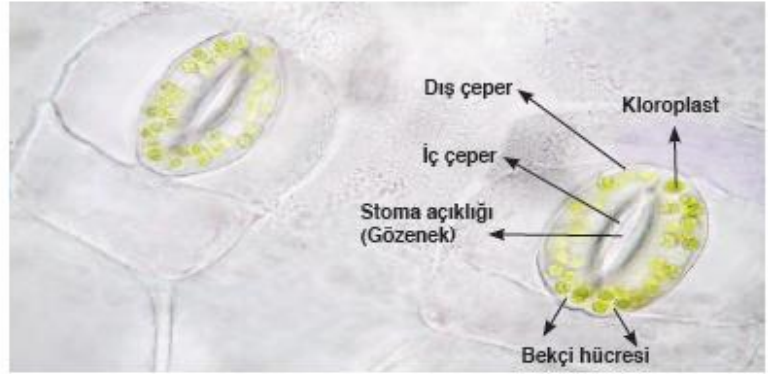


Kütikula tabakasının suya geçirgenliği çok azdır. Bu tabaka ayrıca ışığı yansıtmakta önemli bir role sahiptir. Böylece yaprakların aşırı ısınmasını önler. Bitkilerin yaşadığı ortamın iklim koşullarına göre kalınlığı değişkenlik gösterir. Bu nedenle kurak ortam bitkilerinde kütikula tabakası kalın, nemli ortam bitkilerinde ise incedir. Toprak altındaki kök epidermisinin yüzeyinde kütikula bulunmaz.

Epidermis hücrelerinin farklılaşmasıyla stoma, tüy, emergensler (diken), hidatot gibi yapılar oluşur.

### Stoma (Gözenek)

Bitkinin yapraklarında ve genç bitki gövdelerinde epidermisin farklılaşmasıyla oluşan canlı hücrelerdir. Genellikle yaprakların alt epidermisinde yoğun olarak bulunur. Stoma, stoma açıklığı ve onu kuşatan bekçi hücrelerinden meydana gelir. Bekçi hücrelerinin çevresindeki epidermis hücreleri de komşu hücreler adını alır.



Görsel 3.17: Stoma (Gözenek) (100 µm)

Çoğu bitkide stomalar; gündüz açık, gece kapalıdır. Stomalar açık olduğunda CO<sub>2</sub>'nin yaprağa girmesine O<sub>2</sub>'nin yapraktan dışarı çıkmasına izin vererek fotosentez sırasında gaz alışverişini sağlar. Ayrıca stoma, terlemeyle su kaybına neden olarak ısı düzenlenmesini sağlar. Stomayı oluşturan bekçi hücreleri, genellikle böbrek şeklindedir. Hücrelerin birbirine bakan çeper bölgeleri de diğer bölgelerden daha kalındır (Görsel 3.17). Bekçi hücreleri, kloroplast içerir ve fotosentez yapar.

Kurak ortam bitkilerinde stomalar az sayıda ve genellikle yaprağın alt yüzeyinde bulunur. Nemli ortam bitkilerinde stomalar; çok sayıda ve yaprağın her iki yüzeyinde, su bitkilerinde ise stomalar yaprağın üst yüzeyinde bulunur. Su bitkilerinin su içinde kalan kısımlarında stoma bulunmaz. Toprak altı organlarda bulunan kök epidermisinde de stoma bulunmaz.

### Tüyler

Tüyler, epidermis hücrelerinden dışarıya doğru uzanan çıkıntılar şeklindedir. Tüy hücreleri, epidermis hücreleri gibi kloroplastsızdır. Çeşitli bitkilerde farklı görevleri olan tüylere rastlanır. Epidermiste yer alan tüyler; yaprakta örtü, kökte emici, sarmaşık gövdesinde tutunma, ısırğan otu yaprağında savunma ve nane gibi bitkilerde ise koku salgılama gibi çeşitli görevleri yerine getirir. Bazı tüyler, aromatik kimyasallar salgılar. Genellikle çiçeklerde bulunan bu salgılar, tozlaşmaya yardımcı olur.

Yapraktaki örtü tüyleri, stomaları doğrudan rüzgâr almaktan korur ve epidermisin yüzeyindeki terlemeyi azaltır. Tüyler, oluşan su buharını tutarak kuru ve rüzgârlı havalarda bitkinin buharlaşma yoluyla su kaybını önler.

Yoğun tüy tabakası, ışığı yansıtır ve yaprağın aşırı ısınmasını önler (Görsel 3.18). Böcek saldırılarını azalttığı da düşünülmektedir. Kökteki emici tüyler, topraktaki su ve suda çözülmüş minerallerin emilimini gerçekleştirir (Görsel 3.19).



Görsel 3.18: Örtü tüyü (100 µm)



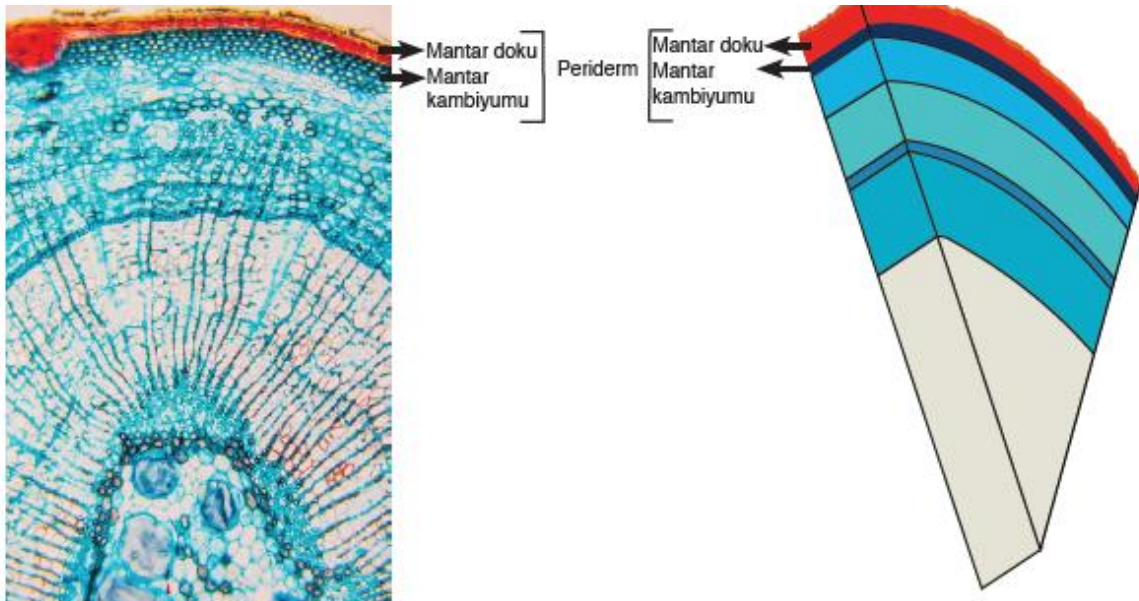
Görsel 3.19: Kök emici tüyleri

### Hidatot (Su Savağı)

Epidermisten farklılaşan diğer bir yapı olan hidatotlar, yaprak uçlarında ve kenarlarında bulunan açıklıklardır. Atmosfer neminin fazla ve terleme hızının düşük olduğu zamanlarda bitkiye fazla suyun damlalar hâlinde atılmasını sağlar. Hidatotların açılıp kapanma özelliği yoktur. Hidatotlar, ksilem borularıyla bağlantılıdır. Ksilem boruları ile yapraklara taşınan su, terleme ile kaybedilen sudan fazla ise hidatotlar fazla suyu damlama olayı (gutasyon) ile dışarı atar.

### b) Periderm (Mantar Doku)

Odunsu bitkilerde kök ve gövdenin üzerini örten epidermis, enine kalınlaşma nedeniyle parçalandığında yerini periderme bırakır. Periderm hücreleri, kök ve gövdeyi dıştan sararak içteki dokuları koruyan bir yapı hâlini alır (Görsel 3.20). Peridermin dışa bakan kısmında mantar kambiyumunun oluşturduğu mantar doku bulunur. Mantar tabaka oluşurken periderm hücreleri, canlılığını kaybeder.



Görsel 3.20: Periderm (1000 µm)

Lentisel

Mantar doku hücrelerinin çeperlerinde süberin (mantar özü) biriktiğinden bu doku, suya geçirimsiz bir tabaka hâline gelir ve bitkinin su kaybını önler. Periderm; bitkiyi sıcak, soğuk ve mekanik etkilerden korur. Periderm üzerinde lentisel (kovucuk) denilen açıklıklar bulunur. Lentiseller, gövde yüzeyinde ince yarıklar veya kabartılar şeklinde bulunur. Gövde ve dallarda bulunan lentiseller, dış atmosferde ve bitkinin canlı iç dokuları arasında gaz alışverişini sağlar. Az da olsa buhar hâlinde su kaybına neden olur.

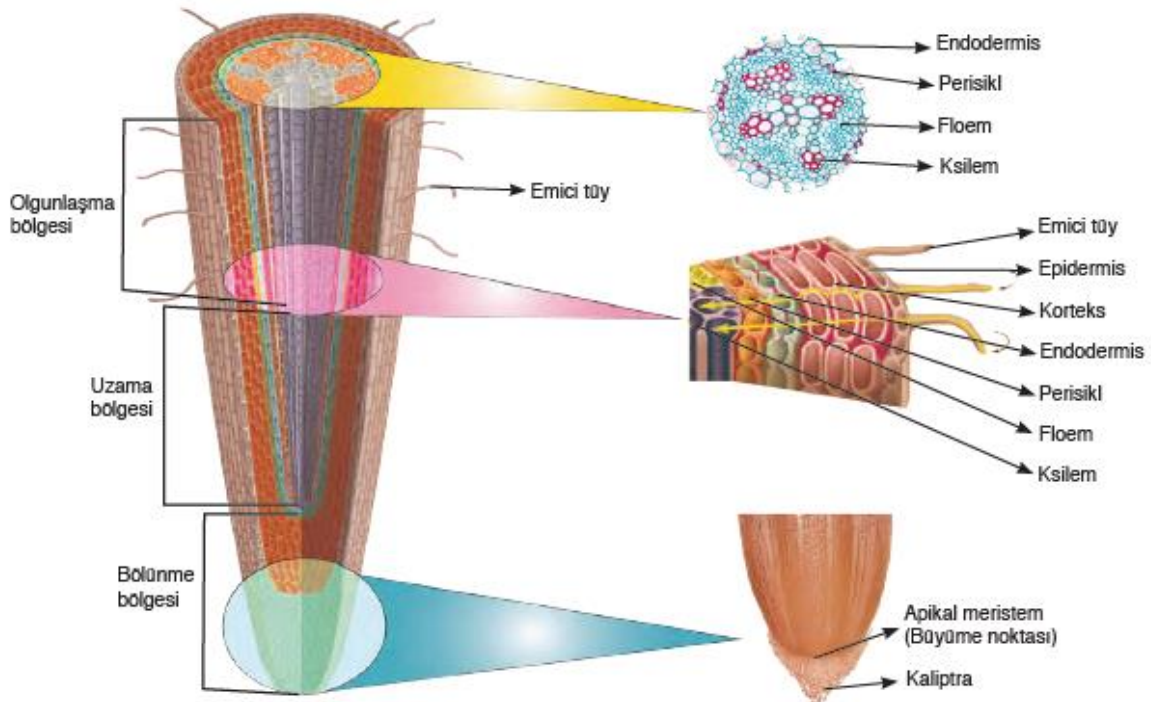
## Bitkisel Organlar

### Kök

Kök; kara hayatına uyum sağlamış bitkilerde, gövdenin ters yönünde, yer çekimi doğrultusunda toprak içine doğru büyüyen bitki organıdır. Bitkiyi toprağa bağlar ve topraktan bitkinin ihtiyacı olan su ve minerallerin alınmasını sağlar. Kloroplast taşımadığı için yeşil renkli değildir.

Kök ucunda kaliptranın üst tarafında kesin sınırlarla ayrılmayan üç bölge bulunur. Büyüme bölgesinde uç meristem hücreleri bulunur. Bu hücrelerin sürekli bölünmesi, kökün hızla uzamasını sağlar. Uzama bölgesinde bulunan hücrelerin boyları kendi uzunluklarının on katı kadar uzayabilir. Uzayan hücreler, iç içe farklı tabakalar oluşturur. Bu tabakalar da farklı dokuların oluşturulmasında görev alır. Olgunlaşma bölgesinde emici tüy hücreleri bulunur (Görsel 3.22). Emici tüyler, toprak çözeltisinden su ve suda çözülmüş minerallerin alınmasını sağlar. Emici tüylerin ömrü çok kısadır.

Kökün uzaması sırasında zarar gören emici tüylerin yerine sürekli yenileri eklenir. Emici tüylerin hücre duvarında selüloza ek olarak pektin de bulunur. Pektinin varlığı, emici tüylerin yapışkan özellik kazanmasını sağlar. Böylece toprak ve suyu çekerek emilim işini kolaylaştırır. Tek çenekli (monokotil) ve çift çenekli (dikotil) bitkilerin köklerinde en dışta epidermis tabakası bulunur. Kök epidermisinde kütikula tabakası bulunmaz. Epidemisin altında genellikle parankima hücrelerinden oluşan korteks tabakası bulunur. Korteksin en iç kısmını, endodermis tabakası oluşturur. Endodermisi oluşturan hücreler, birbirine çok yakın dizilmiştir.



Görsel 3.22: Kökün boyuna ve enine kesiti

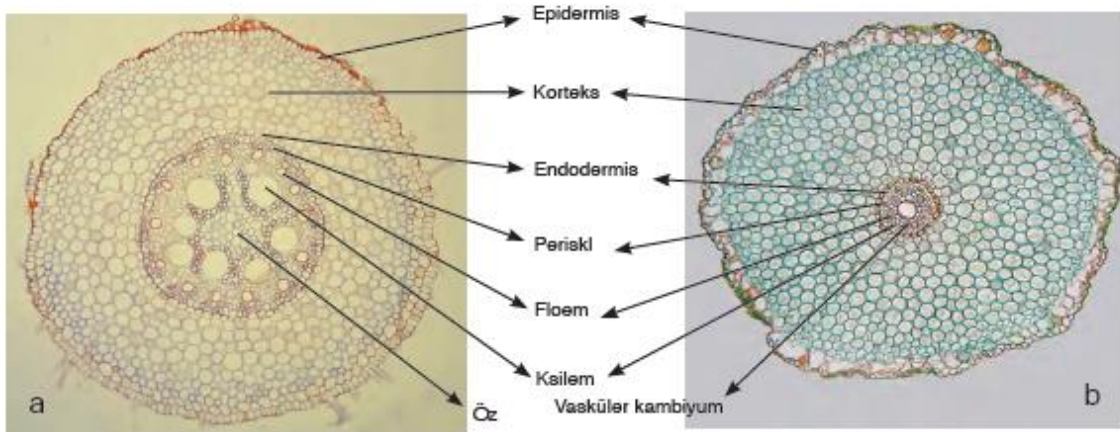
Endodermis tabakası, korteks ile iletim dokusunun yer aldığı merkezî silindir arasında madde girişini kontrol eden bir engel oluşturur. Su ve minerallerin endodermis tabakasından seçilerek geçmesinin nedeni, hücre duvarlarının su geçirmez bir madde olan süberinle kaplı

olmasıdır. Süberinle kaplı olan bu kısımlara kaspari şeridi denir. Geri kalan bölümlerde süberin yoktur. Su, süberinsiz duvarlardan kolayca geçer ve merkezî silindire ulaşır. Kökün merkezinde iletim demetlerini içeren merkezî silindir bulunur. Merkezî silindirin en dış tabakası periskldır.

Periskl, canlı ve ince çeperli parankima hücrelerinden oluşmuştur. Periskl; meristematik karakterde bir dokudur, bir veya birkaç sıra hücre tabakasından oluşur. Bütün tohumlu bitkilerde yan kökler periskldan oluşur.

Tek ve çift çenekli bitki kökleri arasındaki en önemli fark, merkezî silindirdeki dokuların düzenlenişidir (Görsel 3.23 a, b). Tek çenekli bitki köklerinde merkezî silindirin en iç kısmında bulunan hücreler, farklılaşmamış parankima hücreleri olarak kalır. Bu bölge öz olarak adlandırılır.

Öz, iletim doku tarafından halka şeklinde kuşatılır. Ksilem ve floem aralıklı olarak dizilmiştir. Çift çenekli ve açık tohumlu bitkilerin merkezî silindirinde iletim demetlerinin arasında kambiyum vardır. Kambiyum, büyüme döneminde bölünerek yeni iletim demetlerini oluşturur. Böylece sekonder büyüme ile kökte enine kalınlaşma gerçekleşir. Kambiyumun bölünen hücreleri; merkeze doğru ksilemi, çevreye doğru da floemi oluşturur. Ksilemler, yıldız şeklinde ortada dizilir.



Görsel 3.23: a) Tek çenekli, b) Çift çenekli bitkilerde kökün enine kesiti (1000 µm)

### Kök Çeşitleri

Bitkilerde saçak kök ve kazık kök olmak üzere iki kök tipi bulunur.

**Saçak Kök:** Saçak kök sisteminde ana kök fazla gelişmediğinden gövdenin tabanından gelişen yan köklerle yaklaşık aynı kalınlıktadır. Çimen gibi otsu bitkilerdeki saçak kökler, bitkiyi toprağa sıkıca bağlar. Saçak kökler, iyi bir yer örtüsü oluşturduklarından erozyonun önlenmesinde de oldukça önemlidir. Buğday, arpa, mısır, soğan ve pırasa gibi tek çenekli bitkilerde genellikle saçak kök bulunur (Görsel 3.24).



Görsel 3.24: Saçak kök

**Kazık Kök:** Ana kök iyi gelişmiş, kalınlaşmış ve toprağın içine doğru uzanmıştır. Periskldan oluşan yan kökler ise ana köke bağlı ve fazla gelişmemiştir (Görsel 3.25). Ebegümeçi,

fasulye, havuç, lahana, bakla, bamya ve gelincik gibi çift çenekli bitkiler ve açık tohumlu bitkilerin kökleri kazık köktür. Kazık kök sistemine sahip bitkiler, karasal ve kurak ortama adapte olmada daha başarılıdır.

### Gövde

Bitkinin toprak üstünde bulunan kısmıdır. Bitkinin yaprak, çiçek, meyve ve tomurcuk gibi yapılarını taşır. Dal ve sürgünleri bulundurur. Gövde, kök ile yapraklar arasında bulunur. Bu iki bitki organı arasında madde iletiminden sorumludur. Gövde içinde kökler tarafından topraktan alınan su ve mineraller, ksilemle yapraklara taşınır. Yapraklarda fotosentezle üretilen organik maddeler de yine gövde içindeki floemle köklere taşınır.

En gelişmiş gövde, çiçekli bitkilerdedir. Gövde genellikle dalların ucundan büyür. Tepe tomurcuğu sayesinde gövde boyuna uzar.

Gövde ekseninde yan dalların oluşumunu sağlayan yanıl tomurcuk bulunur. Yan dalların oluşumuyla yaprak ve üreme organlarının tutunması için yüzey oluşturulur. Gövde üzerinde yaprakların bağlandığı veya dalların çıktığı yere nodyum ve iki nodyum arasına internodyum denir (Görsel 3.26).

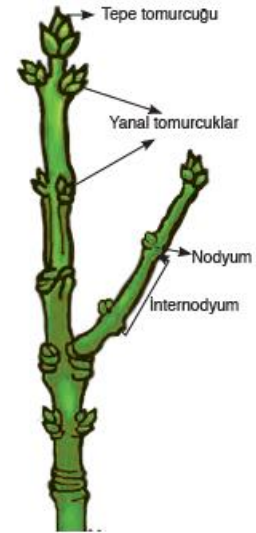
Yapraklar ve yan dallar daima nodyumlardan oluşur. Gövde üzerindeki tomurcukların faaliyetleri mevsime bağlıdır. Koşullara göre tomurcukların bir kısmı aktifken bir kısmı pasif kalır ya da uyur. Tomurcukların uyku hâlinde kalmasına apikal dormansi adı verilir. Bu durum, bitkinin boyca uzamasını kolaylaştırır. Çünkü tüm enerji, boyuna uzamada kullanılır. Uyuyan tomurcuklar, herhangi bir yaralanma ya da budama durumunda uyanarak yeni sürgünler oluşturabilir. Bazılarında çiçek, bazılarında dal meydana gelir. Gövde yaprakların konumunu ayarlamak için dallanır. Böylece yaprakların Güneş'ten en fazla şekilde yararlanmaları ve organik besin üretiminin de verimli bir şekilde gerçekleşmesi sağlanır. Tek çenekli bitkilerde gövde genellikle otsudur. Tek çenekli bitkilerin gövdesinden enine alınan kesit incelendiğinde en dışta epidermis tabakası bulunur. Epidermisin altında parankima dokusu yer alır. Bu tür bitkilerde floem ve ksilem borusu arasında kambiyum bulunmaz.

Bu nedenle iletim demetleri düzensiz sıralanmıştır. Kambiyum bulunmadığı için gövdede enine kalınlaşma görülmez. Bu bitkilerde ayrıca korteks ve öz bölgesi bulunmaz. Demetler; epidermisin altından başlar ve çevreye doğru sık ve küçük, merkeze doğru seyrek ve büyük olmak üzere dağılır. Floem dışta, ksilem içte konumlanır. Çift çenekli otsu gövdelerin en dış yüzeyinde koruyucu epidermis tabakası yer alır.

Epidermisten sonra merkezî silindire kadar olan bölüme korteks adı verilir. Korteks bölgesi; parankima, kollenkima ve sklerenkima dokularından meydana gelmiştir. Merkezî silindirin içinde madde iletimini gerçekleştiren iletim demetleri bulunur. Bu tür bitkilerin floem ve ksilem borusu arasında kambiyum bulunur. İletim demetleri, kambiyumun etrafında halka oluşturacak şekilde düzenli dizilmiştir.

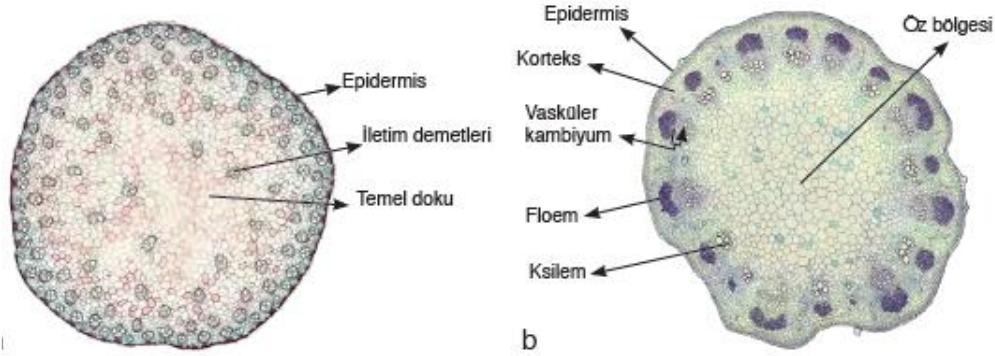


Görsel 3.25: Kazık kök



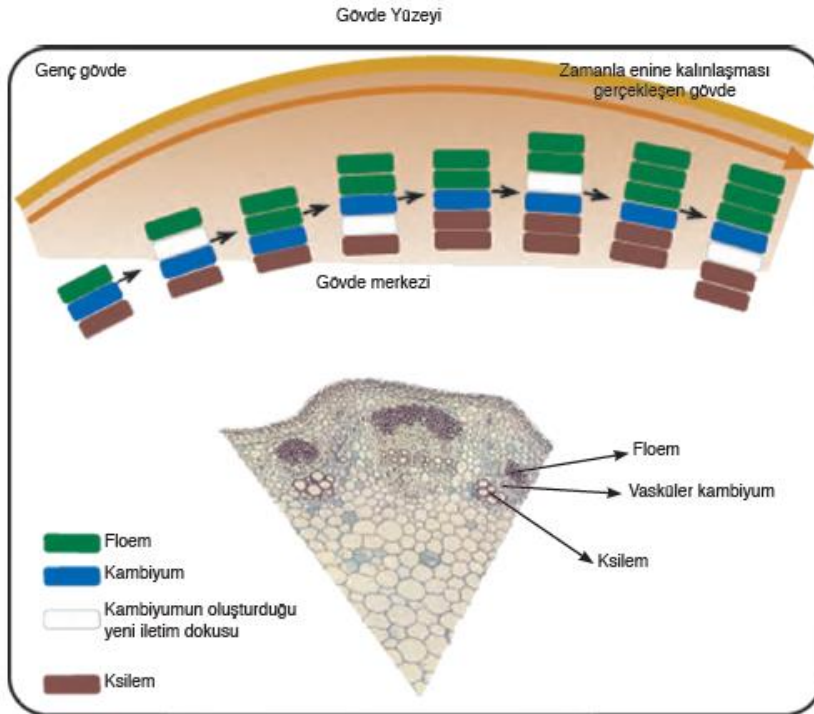
Görsel 3.26: Gövde yapısı

En içteki tabakada kökün aksine parankima dokusundan meydana gelen öz bölgesi bulunur. Papatya, ayçiçeği, bezelye gibi bitkiler otsu ve çift çenekli bitki örnekleridir (Görsel 3.27 a, b).



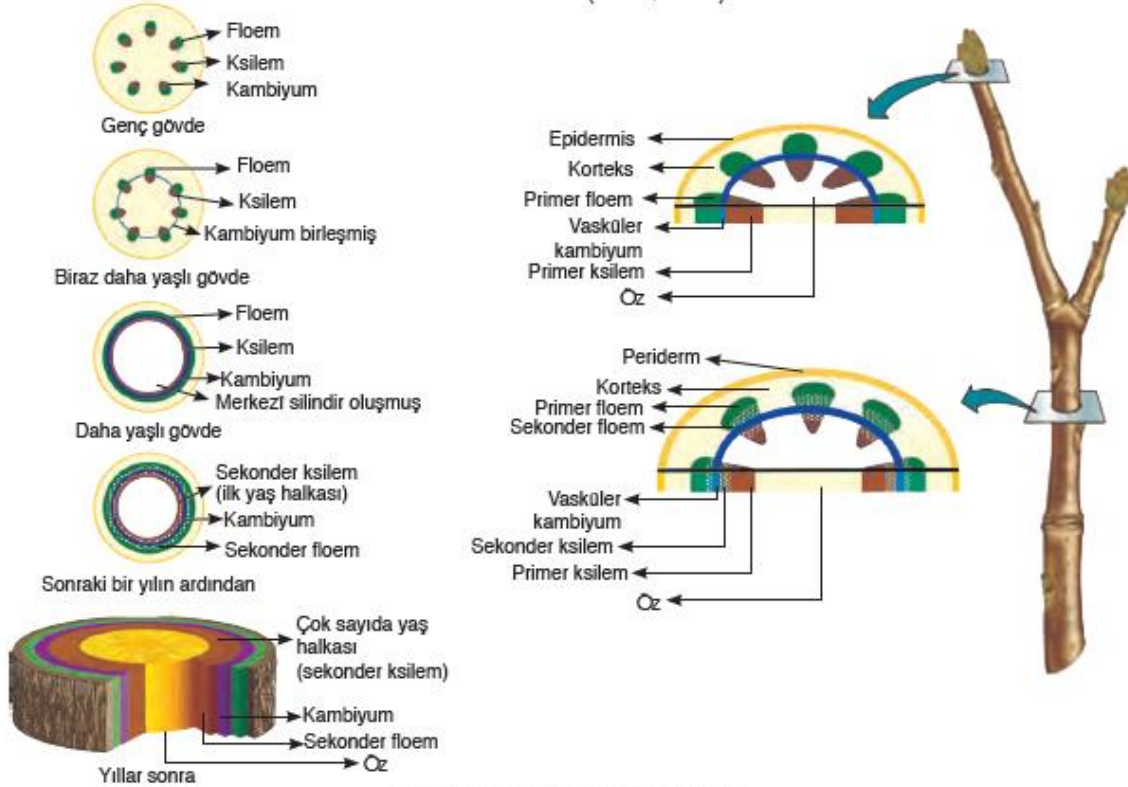
Görsel 3.27: a) Tek çenekli, b) Çift çenekli bitkilerde gövdenin enine kesiti (1000 µm)

Çift çenekli bitkilerde gövdedeki kambiyum gelişimi, primer ksilem ve primer floem arasında başlar. Her yıl belirli mevsimlerde hücre bölünmeleriyle yeni odun (sekonder ksilem) ve soymuk borularını (sekonder floem) oluşturur. Kambiyum, sürekli olarak sekonder ksilem ve sekonder floem eklemesi yaparak enine kalınlaşmayı sağlar (Görsel 3.28).



Görsel 3.28: Vasküler kambiyumun etkinliği sonucu gerçekleşen enine kalınlaşma (100 µm)

Çift çenekli odunsu bitkilerin enine gövde kesiti incelendiğinde en dışta mantar kambiyumundan meydana gelen periderm adı verilen cansız bir kabuk bulunur (Görsel 3.29).



Görsel 3.29: Gövdede sekonder büyüme

## Yaprak

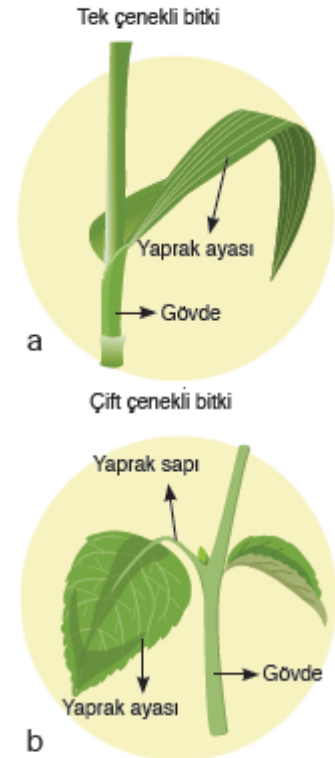
Yapraklar; bitkilerin fotosentez, terleme ve gaz alışverişini en etkin biçimde gerçekleştirdiği organdır. Gövde ve dallarda yanal tomurcuklardan gelişir. Gövdeden çıkan yapraklar farklı şekillerde olabilir. Genel olarak bir yaprak, genişlemiş bir yaprak ayası ve bir yaprak sapından oluşur.

## Yaprak Ayası

Yaprağın geniş, ince ve yassılaştırmış olan büyük bölümüdür. Yaprak ayasının genişliği, bitkinin yaşadığı ekolojik bölge hakkında fikir edinmemizi sağlar. Kurak ortam bitkilerinde yaprak ayasının yüzeyi, küçülmüştür. Böylece bitkiler, daha az su kaybeder ve bitkilerin hayatta kalma şansları da artar. Nemli ortam bitkilerinde ise yaprak yüzeyleri oldukça geniştir. Bu nedenle bitkiler, hem Güneş ışığından daha fazla yararlanır hem de daha fazla terleme yapabilir.

Bazı bitkiler; yaprak hücrelerinde kofulda biriktirdikleri atık maddeleri, yapraklarını dökerek bitkiden uzaklaştırır. Bundan dolayı yaprak dökümü boşaltım kabul edilir. Tek ve çift çenekli bitkilerde yapraktaki damarlanma farklılık gösterir.

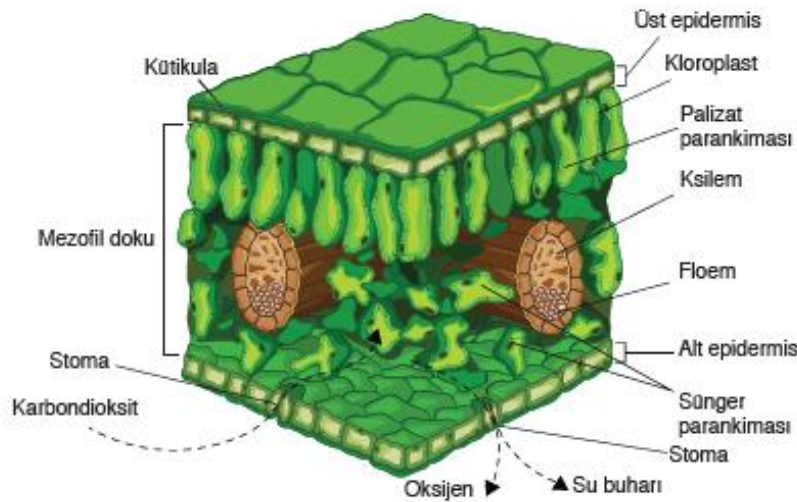
Tek çenekli bitkilerde yaprak ayası, kalın bir orta damar ve orta damara paralel uzanan yanal damarlara sahiptir. Çift çenekli bitkilerde ise yapraktaki kalın olan ana damarlar, dallanarak ağsı bir damarlanma oluşturur (Görsel 3.30 a, b).



Görsel 3.30: a) Tek çenekli, b) Çift çenekli bitkilerde yaprak kısımları

Yaprak ayasının enine kesiti mikroskopta incelendiğinde yaprağı üstten ve alttan kuşatan epidermis hücreleri görülür. Yaprağın üst yüzeyini döşeyen hücre tabakasına üst epidermis, yaprağın alt yüzeyini döşeyen hücre tabakasına da alt epidermis denir. Bu hücreler, renksiz olduklarından Güneş ışığını geçirerek alttaki kloroplastlı hücrelere ulaştırır. Karada yaşayan bitkilerin çoğunda üst epidermisteki stoma ya çok az sayıda ya da hiç yoktur. Alt epidermisteki stoma sayısı ise üst epidermise göre daha fazladır. Epidermis hücreleri, mumsu salgılar üreterek kütikula tabakasını oluşturur. Karada yaşayan bitkilerin çoğunda kütikula, yaprağın üst kısmında daha kalındır. Hem alt hem de üst epidermis hücrelerinde kloroplast bulunmadığı için bu hücreler fotosentez yapamaz. Yaprağın üst ve alt epidermisinde bulunan stomaların hemen altında hava boşlukları bulunur. Bu boşluklar, mezofil tabakası içine doğru uzanmıştır. Boşlukların içi, sürekli hava ve su buharı ile doludur. Bu sayede gaz alışverişi ve terleme verimli gerçekleşir.

Mezofil, yaprağın üst ve alt epidermisi arasında kalan bölümdür. Bu bölümde yer alan hücreler, fotosentez için özelleşmiş parankima hücreleri ve iletim demetleridir (Görsel 3.31).



Görsel 3.31: Yaprakın enine kesiti

## Yaprak Sapı

Yaprak ayasını gövdeye bağlayan kısımdır. Yaprak ayasının Güneş ışığından en verimli şekilde yararlanmasını sağlar. Yaprak sapından yaprak ayasına ulaşan ksilemler, yaprağa ihtiyaç duydukları su ve minerali taşır. Yaprakta üretilen besin maddeleri, floemlerle yaprak sapından gövdeye ve oradan da bitkinin diğer kısımlarına taşınır. Genellikle tek çenekli bitkilerin yapraklarında bir sap bulunmaz. Yapraklar doğrudan gövdeye bağlıdır.

## Kök, Gövde ve Yapraklarından Yararlanılan Bitkiler

Bitkiler günlük hayatta besin üretiminde; kıyafet, mobilya ve kâğıt yapımında; inşaat alanında ve hastalıkları tedavi etmede kullanılabilir. Bazı bitkilerin köklerinde, sürgün sistemde fotosentez sonucu üretilmiş olan organik moleküller depo edilir. Bazıları besin olarak tüketilen bu kökler, günlük hayatta çiğ veya pişirilerek tüketilebilir. Havuç, turp, pancar, kereviz ve şeker pancarı gibi bitkiler bu tür bitkilere örnek verilebilir. Şeker kamışı, patates ve yer elması gibi bitkiler gövdesinde besin depo eden bitkilere örnek verilebilir (Görsel 3.32). Fotosentezle



enerji dönüşümü gerçekleştiren ve besin kaynağı olarak yaprakları yenen bitkilere marul, ıspanak, ebegümeci, semizotu, dereotu, nane, maydanoz, tere, roka, pazı, kereviz, kuzukulağı, lahana, oğul otu, fesleğen, kekik ve biberiye gibi bitkiler örnek verilebilir (Görsel 3.33). Nane, fesleğen, kekik, biberiye gibi bitkiler kurutulularak baharat olarak da tüketilir. Yeşil soğan ve pırasanın da yenen kısmı yapraktan oluşmaktadır. Salata veya yemek olarak sofraları süsleyen bu sebzeler, vitamin ve mineral açısından oldukça zengindir. Sağlıklı beslenmek için sebze ve meyveler günlük öğünlerde mutlaka tüketilmelidir.

Bitkiler, içerdikleri etkili bileşikler nedeniyle hastalıkların tedavisinde de kullanılır. Tedavi ve hastalıkları önleyici olarak ilaç yapımında kullanılan bitkilere tıbbi bitkiler adı verilir. Tedavi amaçlı olarak bu bitkilerin genellikle yaprak, kök, çiçek, tohum, kabuk gibi kısımları veya tamamı kullanılır. Anadolu'da efsaneleşmiş olan Lokman Hekim ve İbn-i Sina yaşadıkları dönemde çeşitli rahatsızlıkların tedavisinde tıbbi bitkileri kullanmışlardır. Türkiye florasında bulunan bitkilerin 1000 kadarı ilaç ve baharat yapımında kullanılan bitkilerdir. Günümüzde tıbbi ve aromatik bitkiler; ilaç, parfüm, kozmetik, diş macunu, sabun, şeker sanayisinde ve baharat yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu grup bitkiler, geçmişten günümüze miras bırakılan büyük bir hazinedir. Bu hazinenin gelecek kuşaklara ulaşması için tıbbi bitkileri toplayan kişiler mutlaka bilinçlendirilmelidir. Bitkiler doğadan toplanırken sonraki yıl da bitkinin varlığının devam etmesi için bitkinin bir bölümü arazide bırakılmalı, sadece kullanılacak kısmı toplanmalı, kalması gereken kısımlara zarar verilmemelidir. Tıbbi bitkilere; kekik, adaçayı, biberiye, kantaron, zencefil, ihlamur, ekinezya, nane, tarçın, fesleğen, defne ve papatya örnek verilebilir (Görsel 3.34, 35). Halk arasında alternatif tedavi adı altında çok yaygın kullanılan bitkilerle tedavide çok dikkatli olmak gerekir.

Bitkilerin içerdikleri etken maddeler bilinçsiz kullanıldığında veya bitkilerde doğru tür kullanılmadığında çeşitli sağlık sorunları ortaya çıkabilir. Bitkilerle tedavide; kullanılan bitkinin etken maddesi, yan etkileri ve doğru kullanım miktarı bilinmelidir.



Görsel 3.32: Zencefil



Görsel 3.33: Tarçın



Görsel 3.34: Besin olarak tüketilen kök ve gövdeler



Yeşil soğan



Dereotu



Maydanoz

Görsel 3.35: Yaprakları yenen bitkiler

### 3.1.2. BITKİ GELİŞİMİNDE HORMONLARIN ETKİSİ

Büyüme, hem hücre bölünmesini hem de hücre genişlemesini içerir. Yeni oluşan hücrelerin büyümesini, farklılaşma aşaması izler. Farklılaşma, hücrelerdeki aktif gen bölgesinin

değişmesiyle gerçekleşir. Aktif hâle gelen genlerin ürünleri, doku ve organların şekil almasını sağlar. Büyüme ve gelişme, genler tarafından kontrol edilse de büyümede çevresel faktörler ve hormonlar da oldukça önemlidir (Görsel 3.36). Çünkü bitkilerde sinir sistemi bulunmaz. Doku ve organlar arasındaki iletişim ve koordinasyon, kimyasal uyarıcılar olan hormonlarla sağlanır. Bitkide görev alan hormonlar, belirli bir dokudan salgılanır ve başka tarafa taşınabilir. Her hormonun etki ettiği özel hedef hücreleri vardır. Hormonlar, çok az miktarda olmalarına rağmen etkileri çok fazla olan organik maddelerdir. Hormonlar, günümüzde laboratuvar koşullarında yapay olarak da üretilmektedir. Bitkilerde; çimlenme, hücre bölünmesi, büyüme ve gelişme, çiçek açma, meyve oluşumu, yaprak dökümü, stomaların açılıp kapanması, bitkinin ışığın geldiği tarafa doğru yönelmesi, yaprak ve çiçeklerin solması ve yaşlanması, yaprak dökümü, tohum ve tomurcukların uyku hâlinde kalması, bitkinin kış koşullarına uyum sağlaması gibi olaylar hormonlarla kontrol edilir.



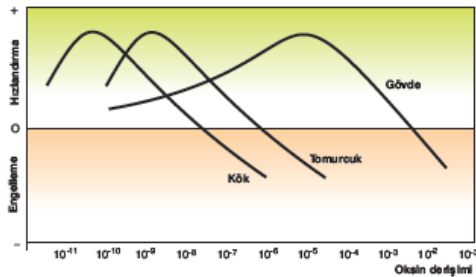
Görsel 3.36: Bitki gelişiminde hormonların etkisi

Bitkilerde üretilen başlıca hormonlar; oksin, giberellin, sitokinin, etilen ve absisik asittir. Bu hormonlardan oksin, sitokinin ve giberellin hormonları büyümeyi teşvik ederken; etilen ve absisik asit, büyümeyi engeller.

## Oksin

Bitkilerde keşfedilen hormonlardan ilki oksindir. Bitkinin sürgün uçlarında (meristem dokularında), gelişmekte olan genç yapraklarında, tohum embriyosunda ve gelişmekte olan meyvelerinde sentezlenir. Bitkinin bu meristematik bölgelerinde mitozu hızlandırır ve büyümeyi sağlar.

Oksinler, hücre duvarına etki ederek hücrenin uzamasını ve büyümesini sağlar. Yan köklerin gelişimini uyararak kökün toprağın içine doğru büyümesinde rol oynar. Kambiyum hücrelerinin bölünmesini uyarır ve sekonder meristemi aktif hâle getirir. Hücrelerde farklılaşmayı, teşvik eder. Gövdede bulunan ve dal oluşumunu sağlayan yanal tomurcukların gelişimini engeller. Bu sayede bitki ürettiği enerjinin büyük bir kısmını boyca uzamada kullanabilir. Oksin bu özelliği sayesinde bitkiyi ışıktan maksimum düzeyde yararlanacağı büyüklüğe getirir. Meyve gelişimini uyarır, yaprak ve meyvelerin dökülmesini engeller. Oksinin büyümeye etkisi, her organda belirli değerler arasında maksimumdur. Oksinin olması gereken miktardan fazla olması, etkisini azaltır. Bulunduğu organda toksik etki yaparak ya da etilen üretilmesine sebep olarak büyümeyi engeller. Örneğin gövde gelişimini uyaran oksin miktarı, köklerin büyümesi için gerekli oksin miktarından oldukça farklıdır (Görsel 3.38).



Görsel 3.38: Oksin yoğunluğuna bağlı kök, gövde ve tomurcuk büyümesi

Sentetik oksinler, geçmiş yıllarda yabancı otları yok etmek amacıyla üretilmiştir. Bu maddeler, öncelikle geniş yapraklı yabancı otlar üzerinde etkili olup çimlere ve diğer bitkilere zarar vermemiştir. Ancak bazı bilim insanlarının bitki öldürücü bu tür ilaçlara (herbisit) maruz kalan insanlarda kanser ve kanser bağlantılı hastalıklara yakalanma riskinin arttığını açıklamasıyla bu tür ilaçların kullanımı tartışmalı hâle gelmiştir.

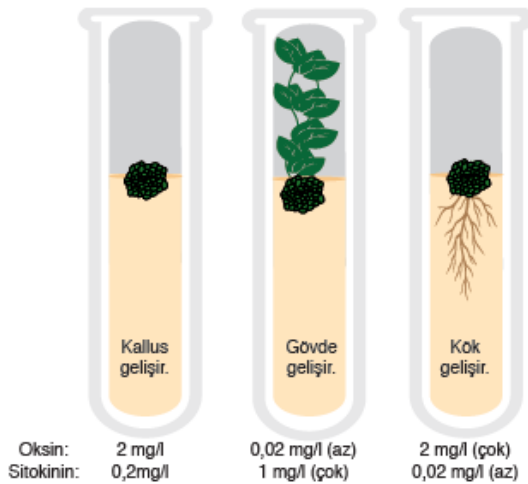
## Giberellin

Giberellin; bitki kökü, genç yapraklar, tohum embriyosu ve meristematik dokularda üretilir. Tohumu uyku hâlinde çıkararak (dormansinin kırılması) çimlenmeyi başlatır. Protein sentezini hızlandırır. Çimlenmede rol oynayan ve nişastayı parçalayan hidroliz enzimlerinin sentezini teşvik eder. Hücre bölünmesini uyararak gövde boyunun uzamasını sağlar. Bu nedenle giberellin eksikliğinde cüce bitkiler oluşur.

Giberellin çiçeklenmeyi teşvik eder. Meyvenin sayısını ve büyüklüğünü artırır. Bu özelliği tarımsal üretim açısından önemlidir. Giberellin hormonu verilen üzümde salkımın sap uzunluğu artar, salkımda daha seyrek ve daha büyük üzüm taneleri gelişir.

## Sitokinin

Kök uçlarında üretilir ve bitkinin topraktan aldığı suyla diğer organlara taşınır. Ayrıca tohumdaki embriyo ve büyümekte olan yaprak ve meyvelerde de üretilir. Hücre bölünmesini teşvik eder. Sitokininler, tek başlarına etki gösteremez. Meristematik hücrelerin farklılaşması için sitokininler, oksinler ile etkileşime geçer. Oksin ve sitokinin oranları belirli düzeylerde olduğunda hücre bölünmeleri sonucu bir hücre kümesi oluşur. Kümedeki hücreler henüz farklılaşmamıştır. Bu yapı kallus adını alır. Ortamdaki sitokinin oranı artırıldığında kallustaki hücrelerin farklılaşmasıyla sürgün sistemi gelişir. Ortamdaki oksin oranı artırıldığında ise kallustaki hücrelerin farklılaşmasıyla kök sistemi gelişir (Görsel 3.41).



Görsel 3.41: Oksin-sitokinin etkileşimine bağlı olarak hücrelerin farklılaşması

Sitokininler yapraklarda yaşlanmayı geciktirir. Sitokininler azaldığında yapraklar hızla yaşlanır ve dökülür. Bu nedenle çiçekçiler tarafından bitkinin yaşlanmasını geciktirmek için kullanılır. Bitkilerde tohum çimlenmesi, sürgünlerin uyku hâlinde çıkması ve bunun sonucunda yan dal oluşumu, çiçek gelişimi, sürgün uçlarında apikal meristemlerin oluşması, besin taşınması ve

kloroplast organelinin oluşmasında görev alır. Hücrelerde protein, DNA ve RNA sentezini artırır.

### **Etilen**

Bitkiler; kuraklık, su baskını, enfeksiyon gibi streslere yanıt olarak etilen üretir. Bitkinin tüm organlarında üretilebilir. Etilen; olgunlaşan meyveler, yaşlanan yapraklar, çiçekler ve meristematik bölgelerde bol miktarda üretilir. Bunun yanı sıra meyve olgunlaşması sırasında da etilen üretilir. Etilenin etkisiyle hücre çeperi enzimlerle parçalanır, nişastanın hidroliz edilmesi meyvenin tatlanmasını sağlar. Etilen, bir gaz olduğundan bulunduğu ortamdan kolayca yayılarak diğer meyveleri de olgunlaştırır (Görsel 3.42). Ancak meyve olgunlaştıktan sonra etilen üretimi devam ederse meyve çürür.

Etilen, yaprakların ve çiçeklerin yaşlanmasına ve solmasına neden olur. Yaprak dökümünü uyarır. Bitkilerde programlanmış hücre ölümlerinin gerçekleşmesinden sorumludur.

### **Absisik Asit (ABA)**

Özellikle kuraklık stresi altındaki bitkilerde bol miktarda sentezlenen ve genellikle büyümeyi engelleyen hormondur. Bu hormon, yapraktaki kloroplastlardan; tohum, meyve, kök ve gövde yapılarından; hemen hemen tüm bitki hücrelerinden sentezlenebilir. Tohumun ve tomurcukların uyku hâlinin başlamasını ve bu durumun devamını sağlar. Uygun olmayan koşullarda tohumun çimlenmesini engeller. Bitkiler, tohum oluşturduktan sonra tohumun üzerini bu hormonla kaplar. Bu hormonun suyla uzaklaştırılması sonucu tohum uykusu (dormansi) sona erer ve çimlenme başlar. Absisik asit; hücre bölünme hızının azaltılmasına, yeşil yaprakların yerini koruyucu pulların almasına neden olur. Ayrıca çok sıcak havalarda strese giren bitkilerde fazla su kaybını engellemek için stomaların kapanmasını sağlar. Bitkinin kurumaya karşı direncini artırır.

### **Bitkilerde Hareket**

Bitkiler kökleriyle toprağa bağlı olduklarından hayvanlar gibi aktif olarak yer değiştirme hareketi yapamaz. Ancak çevreden gelen uyarılara karşı da duyarsız kalmaz. Çevreden gelen uyarıları algılayan bitkiler, uyarılara uygun yanıtlar oluşturmaya çalışır. Çünkü içinde buldukları ortamdan daha fazla yararlanmak ister. Bitkiler bir uyarı olduğu zaman çeşitli tepkiler vererek hareket eder.

Bitkilerde uyarının yönüne bağlı olan tropizma (yönelim) ve uyarının yönüne bağlı olmayan nasti (salınım, ırganım) hareketleri gözlenir.

### **Tropizma Hareketleri**

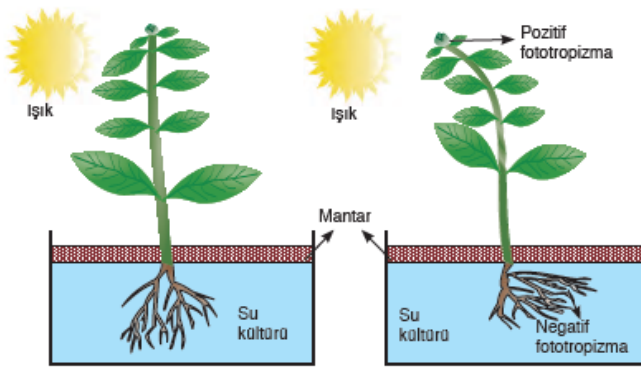
Bitkilerde yön değişimi şeklinde verilen tepkiler, uyarının geliş yönüne bağlıdır. Tepki, uyarı yönünde veya uyarının tersi yönde olabilir. Bu yönelme hareketine tropizma denir. Kısacası tropizma, uyarının yönüne bağlı durum değiştirme hareketleridir. Bitkinin büyüyen ve uzayan kısımlarında gerçekleşir. Eğer tropizma hareketleri; uyarana doğru ise pozitif tropizma, uyarı yönüne ters ise negatif tropizma adını alır.

Tropizma hareketleri, oksin hormonunun düzensiz dağılımı sonucu ortaya çıkan asimmetrik büyümeden kaynaklanır. Tropizma hareketleri, uyarının çeşidine göre adlandırılır.

## Fototropizma

Bitkinin ışık uyarımına karşı gösterdiği yönelme hareketidir. Bitkinin gövde ucundan salgılanan oksin hormonu; ışığın olmadığı tarafta daha fazla, ışığın doğrudan geldiği tarafta daha az birikir. Bunun sonucu olarak Güneş görmeyen bölgelerde büyüme hızlı, Güneş gören tarafta büyüme yavaş olur. Birikim, asimetric büyümeye sebep olur. Bu durum bitkinin Güneş ışığının geldiği tarafa yönelmesini sağlar. Cam kenarına konan çiçeklerin yapraklarının cama doğru yönelmesi bu nedendir (Görsel 3.43).

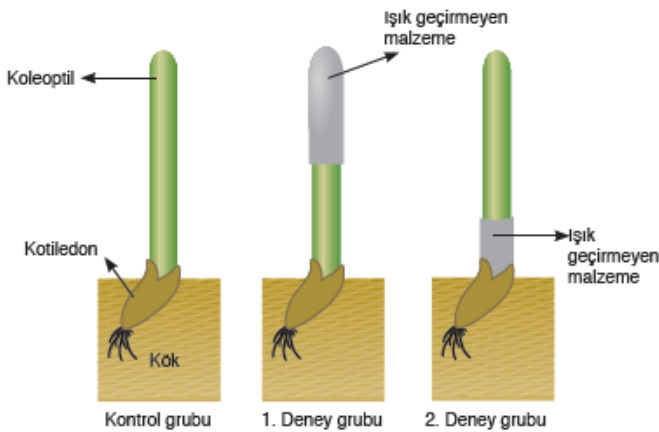
Bitkinin bir organının ışık kaynağına doğru yönelim göstermesi pozitif fototropizma, ışık kaynağından uzaklaşması ise negatif fototropizma olarak adlandırılır. Örneğin içinde su bulunan bir cam kaptaki yetiştirilen bir bitkinin gövdesinin Güneş ışığına doğru yönelmesi pozitif fototropizma, köklerinin Güneş ışığının tersi yöne yönelmesi negatif fototropizmadır (Görsel 3.44).



Görsel 3.44: Bitki fidesinde kök ve gövdedeki fototropizma

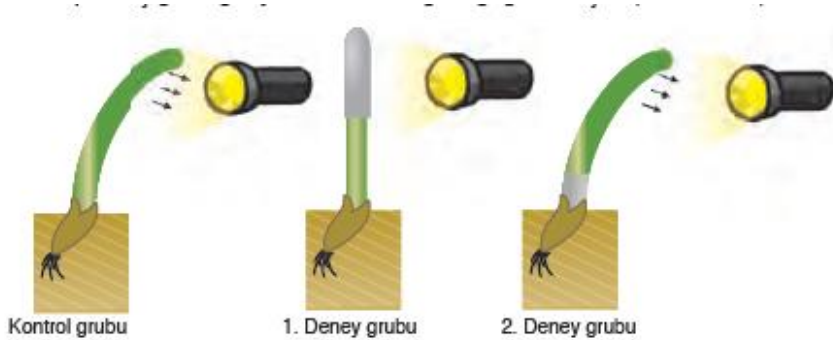
## Tropizmada Oksin Hormonunun Etkisi

Bilim insanları ışığı algılayan mekanizmanın koleoptildeki yerini merak etmiştir. Daha sonra mekanizmanın koleoptilin ucunda mı yoksa koleoptilin tabanında mı olduğunu belirlemek için deneyler yapmışlardır. Koleoptiller kullanılarak yapılan deneyde kontrol grubuna koleoptiller olduğu gibi yerleştirilmiştir. Deney grubunun birinde koleoptil uçları, ışık geçirmeyen bir malzeme ile kaplanmış; deney grubunun diğerinde de koleoptil tabanı, aynı ışık geçirmeyen malzeme ile kaplanmıştır (Görsel 3.45).



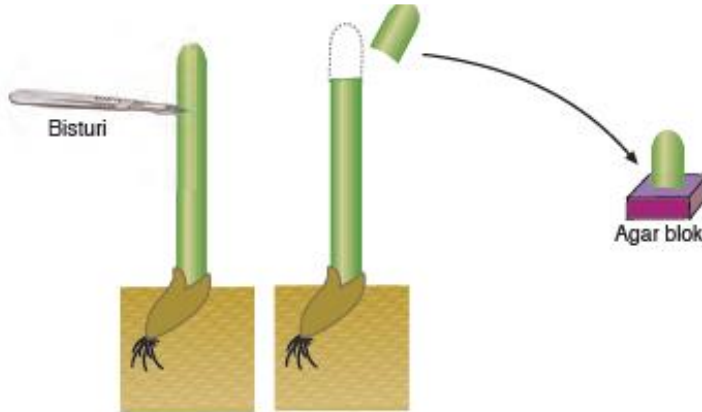
Görsel 3.45: Işığı algılayan mekanizmanın tespiti için yapılan deneyler

Bütün koleoptiller, bir taraftan gelen ışığın önüne yerleştirilmiştir. Bilim insanları ışığı algılayan mekanizmanın koleoptilin ucunda yer alması durumunda ilk deney grubundaki koleoptilin ışığın geldiği tarafa yönelemeyeceğini öngörmüşlerdir. Işığı algılayan mekanizmanın koleoptil tabanında olması durumunda da ikinci deney grubundaki koleoptilin ışığın geldiği tarafa yönelemeyeceğini düşünmüşlerdir. Deney sonuçlarına baktıklarında ilk deney grubundaki koleoptillerin ışığın geldiği yöne doğru yönelmediği, diğer koleoptillerin ise ışığın geldiği yöne doğru yöneldiğini gözlemlemişlerdir. Bu deneyler sonunda ışığı algılayan mekanizmanın koleoptilin ucunda bulunduğu ve bu mekanizmanın koleoptilin ışığa doğru yönelmesini sağladığı görülmüştür (Görsel 3.46).



Görsel 3.46: Işığı algılayan mekanizmanın tespiti için yapılan deneylerin sonuçları

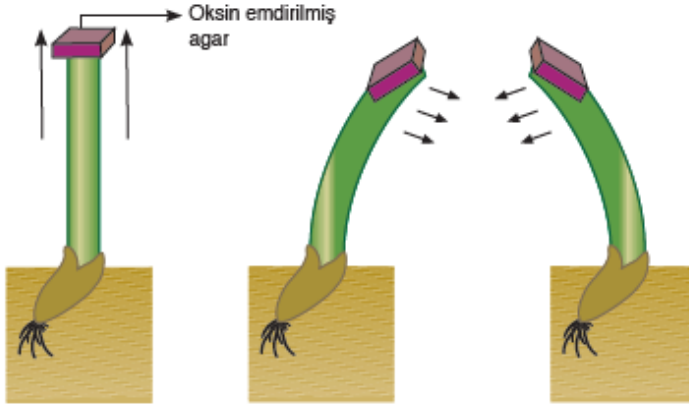
Daha sonraki yıllarda bilim insanları ışığı algılayan mekanizmanın koleoptil boyunca hareket eden ve koleoptilin bükülmesine neden olan bir kimyasal olduğunu düşünmüştür. Koleoptilin ucunun tabana doğru hareket eden bir kimyasal madde sentezleyip sentezlemediğini test etmek için deneyler yapmışlardır. Deneyde bir koleoptilin ucu kesilmiş ve bir agar bloğu (koleoptilin ucundan üretilen herhangi bir kimyasal maddeyi emmek için) üzerine yerleştirilip yaklaşık bir saat beklenmiştir (Görsel 3.47).



Görsel 3.47: Fototropizmaya neden olan kimyasal maddenin tespiti için yapılan deney

Daha sonra agar blok, ucu kesilmiş koleoptillerin üzerlerine farklı konumlarda yerleştirilmiştir. Bilim insanları, bir kimyasal maddenin koleoptil ucundan agar üzerine taşındığını tespit etmişlerdir. Kimyasal maddenin agar bloktan kesilmiş koleoptillerin içine doğru hareket ederek koleoptillerin yönelmesini sağlayacağı fikrini benimsemişlerdir (Karanlıkta ve ışığın belli bir yönden gelmediği durumlarda).

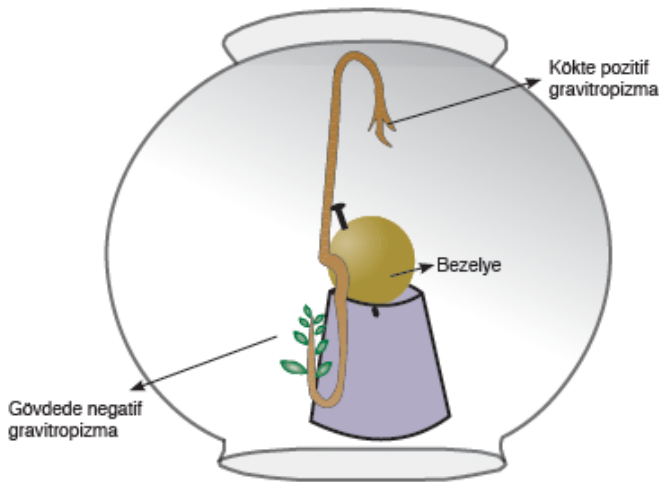
Agar bloğu başı kesilen koleoptilin tam üzerine yerleştirdiklerinde koleoptilin bükülmeden düz büyüdüğünü ancak kesik olan baş kısmının bir tarafına yerleştirdiklerinde koleoptilin o taraftan daha fazla büyüdüğünü tespit etmişlerdir. Koleoptilin ucundan agar blok üzerine geçen kimyasal maddenin koleoptilin bir tarafını diğer tarafa göre daha hızlı büyüttüğüne karar vermişlerdir. Bu düzensiz büyüme (asimetrik büyüme), koleoptilin yönelmesine neden olmuştur (Görsel 3.48). Bilim insanları bu kimyasal maddeye oksin adını vermiştir.



Görsel 3.48: Koleoptilin bükülmesine neden olan kimyasal maddenin tespit edilmesi

## Gravitropizma (Geotropizma)

Bitkinin yer çekimi etkisine bağlı gösterdiği yönelim hareketine **gravitropizma** denir. Bitki kökü; yer çekimi doğrultusunda, gövde ise yer çekimi doğrultusuna ters yönde yönelim gösterir. Buna bağlı olarak kökte pozitif gravitropizma görülür. Kökte görülen bu yönelim, bitkinin toprağa bağlanmasını kolaylaştırır. Gövdesinde ise negatif gravitropizma görülür (Görsel 3.49, 50).



Görsel 3.50: Bezelyede gravitropizma

## Hidrotropizma

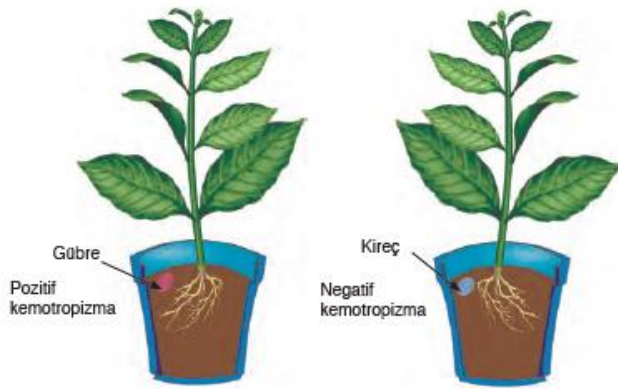
Bitki köklerinin suya doğru yönelim göstermesidir. Su kenarı ve sulak alanlara yakın bölgelerde yaşayan bitkilerin köklerinin su birikintisine doğru yönelim göstermesi bu duruma örnek verilebilir.

### **Travmatropizma**

Bitkilerde herhangi bir yaralanma durumunda görülen yönelme hareketidir. Örneğin bir bitkinin kökü yaralandığında yara bölgesinden hormon salgılanır. Bu hormonun etkisiyle kök, yara bölgesinin tam tersi yönde büyümeye devam eder.

### **Kemotropizma**

Bitki köklerinin toprakta bulunan farklı kimyasal maddelere karşı gösterdiği yönelim hareketidir. Örneğin bitki köklerinin büyüme ve gelişmesi için gerekli olan gübre, su gibi yararlı maddelere doğru büyüyerek yaklaşmasına pozitif kemotropizma; aşırı tuz, kireç gibi zararlı maddelerin bulunduğu bölgenin ters yönüne büyüyerek uzaklaşmasına negatif kemotropizma denir (Görsel 3.52).



Görsel 3.52: Bitkilerde kemotropizma

### **Tigmotropizma**

Bitkilerin dokunma uyarısına karşı gösterdiği yönelim hareketleridir. Özellikle sarılıcı bitkiler, dik duramadıkları için destek arar. Sarmaşık ve asma gibi bitkiler, bir desteğe temas ettiklerinde desteğe sarılarak büyür. Bitkinin sarılarak büyümesi olayı tigmotropizmadır (Görsel 3.53).



Görsel 3.53: Sarılıcı bitkilerde tigmotropizma

### **Nasti Hareketleri**

Bitkilerde uyarının yönüne bağlı olmadan gerçekleşen hareketlere nasti hareketleri denir. Nasti hareketleri, hücrelerdeki turgor basıncındaki değişimler sonrasında gerçekleşir. Bitki, nasti hareketlerinde uyarının geldiği yönü önemsemeyen bütün kısımları ile uyarana tepki gösterir. Bu nedenle nasti hareketlerinde uyarana doğru büyüme ya da uyarının tam tersi yönüne büyüyerek uyarandan uzaklaşma gibi durumlar görülmez. Başlıca nasti hareketleri; fotonasti, termonasti, sismonastidir.

### **Fotonasti**

Fotonasti, ışık etkisiyle görülen nasti hareketleridir. Birçok bitki türünde ışık, çiçeklerin açılmasını sağlarken bazı bitki türlerinde çiçeklerin kapanmasına neden olur. Örneğin akşam



sefası bitkisinin çiçeklerinin gündüz ışık şiddetine bağlı olarak kapanması karanlıkta da açılması fotonastidir.

### **Termonasti**

Termonasti, sıcaklık değerlerindeki değişikliklerin neden olduğu nasti hareketleridir. Lale çiçeğinin sıcaklık değişimlerine yanıt olarak açılıp kapanması, bu duruma örnek verilebilir. Lale bitkisi 5 - 10°C'de çiçek açmazken 15 - 20°C'lik bir ortamda çiçek açar.

### **Sismonasti**

Sismonasti, bazı bitkilerde dokunma ve sarsıntı ile meydana gelen hareketlerdir. Küstüm otuna [Mimosa pudica (Mimosa pudica)] dokununca yapraklarını kapatıp aşağı doğru sarkıtması, bazı bitki türlerinin dokununca tohumlarını uzaklara fırlatması, böcek kapan bitkisinin yaprağına böcek konunca dokunmanın etkisiyle yapraklarını kapatması sismonastiye örnek verilebilir.

### **Fotoperiyodizm**

Bitkilerin, mevsimleri (bahar ya da kış) ve üreme döneminin yaklaştığını saptamak için sıklıkla kullandıkları çevresel uyarılara fotoperiyot denir. Fotoperiyot, gece ve gündüzün uzunluk oranıdır. Çevresel uyarılara karşı çiçek açma, yaprak dökümü, tohum ve tomurcuklarda uyku hâlinin başlaması ve devam etmesi gibi fizyolojik olaylar ise fotoperiyodiz olarak adlandırılır. Fotoperiyodizm, bitkilerin dünya üzerindeki dağılımını belirleyen önemli bir faktördür. Çünkü belirli mevsimlerde gündüz uzunluğuna bağlı olarak gelişim gösterebilen bir bitki, kendisine bu koşulları sağlayan enlemlerde yaşamak zorundadır. Işık alma süresi bitkilerin organik madde üretimini etkilediğinden büyük önem taşır. Çünkü ışıklenme süresinin uzaması, fotosentez faaliyetinin uzaması demektir. Bazı bitki türleri, normal gelişim ve üreme olgunluğuna erişmek için belirli bir süre ışık veya belli bir süre karanlık periyoduna ihtiyaç duyar. Üreme olgunluğuna erişmek için bitkilerin ihtiyaç duyduğu ışık alma süresi 'kritik gün uzunluğu', karanlık süresi de 'kritik gece uzunluğu' olarak ifade edilir.

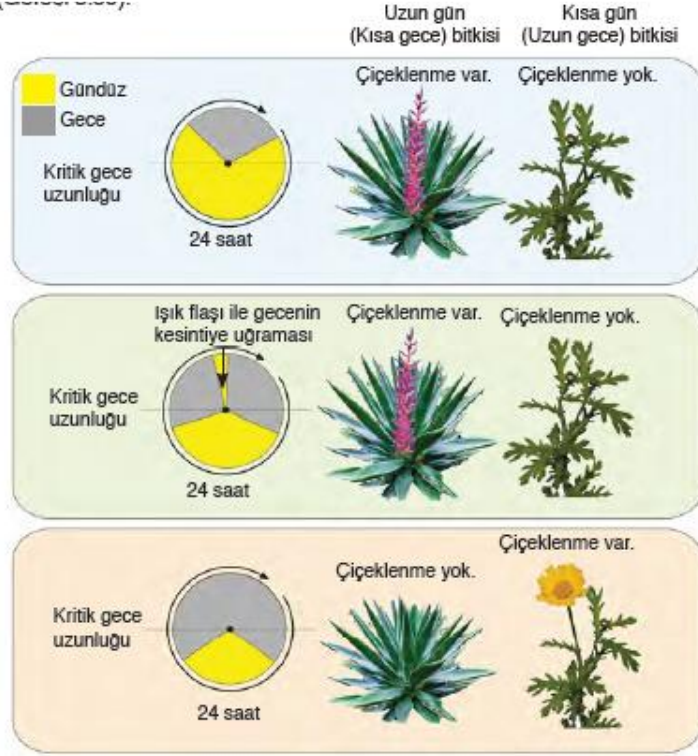
Son yıllarda bu konuyla ilgili yapılan çalışmalarda bitkinin gün uzunluğu yerine gece uzunluğunu ölçtüğü düşüncesi ortaya çıkmıştır. Hatta çoğu bitkinin gece süresine bakarak yılın hangi mevsiminde olduğunu tespit ettiği anlaşılmıştır. Çünkü gece tek bir flaş ışığına maruz bırakılan bir bitki, sanki yaz başında kısa gece yaşıyormuş gibi yanıt vermiştir.

Karanlık süresindeki bu yapay bozulma, bitkinin hatalı bir şekilde kısa gece yanıtı verdiğini göstermiştir. Çiçek üreticileri, bitkileri normal sezonun dışında çiçek açmaya zorlamak için bu tür yanlış sinyaller kullanmaktadır. Örneğin kasımpatı çiçekleri bu yöntem kullanılarak yıl boyunca çiçekçilerde satılır. Fotoperiyoda bağlı çiçeklenme özelliklerine göre bitkiler; uzun gün, kısa gün ve nötr gün bitkileri olmak üzere üç grupta incelenir.

**Kısa gün bitkileri;** genel olarak gece süresinin gündüz süresinden daha uzun olduğu yaz sonu, sonbahar veya kış mevsimlerinde çiçek açar. Bu bitkilerin çiçeklenmesi için gün uzunluğunun kritik değer altına düşmesi, gece uzunluğunun kritik değer üzerine çıkması gerekir.

Genellikle kritik gün uzunluğundan (14 saat) daha kısa bir gün uzunluğu gereklidir. Atatürk çiçeği, çuha çiçeği, kasımpatı, yaban mersini, sütleğen, çilek, bazı soya fasulyesi çeşitleri, patates vb. bitkiler kısa gün bitkilerine örnek olarak verilebilir.

**Uzun gün bitkileri**, genel olarak ilkbahar sonunda ve yaz başında çiçeklenen bitkilerdir. Bu dönemde gündüz süresi gece süresinden daha uzundur. Bu bitkilerin çiçek açması için gün uzunluğunun kritik değerin üzerine çıkması, gece uzunluğunun kritik değerin altına düşmesi gerekir.



Görsel 3.59: Fotoperiyoda bağlı çiçeklenme özelliklerine göre bitkiler

Örneğin ispanak, gün uzunluğu 14 saati aştığında çiçek açar. Turp, marul, buğday, arpa, şeker pancarı ve ispanak gibi bitkiler de uzun gün bitkilerine örnek olarak verilebilir.

Nötr gün bitkilerinde çiçeklenme, fotoperiyottan ya da gündüz süresinin uzunluğundan etkilenmez. Fotoperiyodun dışındaki sinyallere tepki olarak çiçek açar. Örneğin bazıları mevsimsel yağışlardaki değişimlere tepki olarak çiçek açarken bazıları da belirli bir büyüklüğe ulaştıklarında çiçek açar. Domates, pirinç, karahindiba, ayçiçeği, pamuk, asma fidanı, karanfil, domates ve salatalık gibi bitkiler nötr gün bitkilerine örnek gösterilebilir.

## 12.Sınıf Biyoloji Konu Özetleri

**3.Ünite : Bitki Biyolojisi**  
**2.Bölüm : Bitkilerde Madde Taşınması**

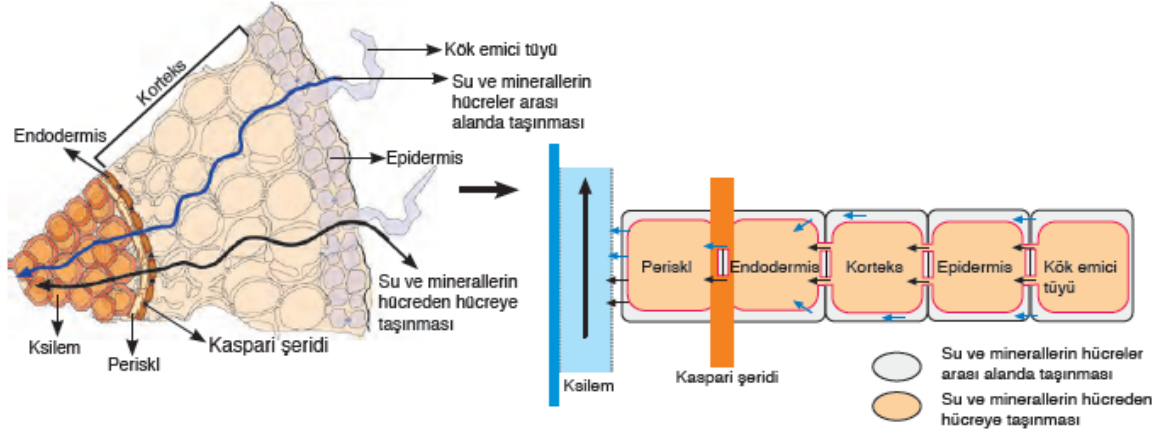
Bitkiler; yaşamsal faaliyetleri için gerekli olan su, mineral ve organik besinleri farklı taşınım mekanizmaları ile taşır. Taşınım mekanizmalarından ilki, kökteki hücrelerin topraktan su ve mineral emmesidir. İkincisi, emilen bu maddelerin ksilem içinde toprak üstü organlara taşınmasıdır. Üçüncüsü ise organik besinlerin kalburlu borulara aktarılması ve bu borular aracılığıyla taşınmasıdır.

### 3.2.1. KÖKLERDE SU VE MİNERAL EMİLİMİ

Bitkiler, mineralleri ve suyu kökleri aracılığıyla alır. Aldıkları mineraller ve su yardımıyla fotosentez tepkimelerinde karbonhidrat, yağ, protein, DNA ve RNA gibi organik maddelerin sentezini gerçekleştirir. Ayrıca su ve mineraller; bitkilerde gerçekleşen yaşamsal faaliyetlerin düzenlenmesinde görev alan DNA, RNA, enzim, hormon ve klorofil gibi moleküllerin sentezi ve çalışması için de gereklidir. Su, bitki hücrelerinin sitoplazmasının oluşumunda önemli bir işlev görür. Su sayesinde bitki hücreleri, sitoplazmalarında metabolik olayları ve kimyasal reaksiyonları gerçekleştirir. Ayrıca su, hidroliz ve fotosentez gibi metabolik olaylara katılır. Su, bitki hücrelerinde yarattığı turgor basıncı ile toprak üstü organların dik durmasına yardımcı olur. Ayrıca turgor, büyüme döneminde hormonların etkisiyle hücrelerin uzamasını sağlar. Böylece bitkinin büyüme ve gelişmesinde önemli rol oynar. Mineraller, hücrelerdeki osmotik basıncın düzenlenmesinde rol oynar. Fotosentez sonucu üretilen organik besinler; kökler, dallar, çiçekler ve meyvelerin oluşumunda görev alır. Kök sistemi, bitkinin toprağa tutunmasını sağlar. Bunun dışında en önemli görevlerinden biri de yapraklardan terleme ile kaybedilen büyük miktarlardaki suyun tekrardan topraktan alınmasını sağlamaktır.

Bitkinin topraktan aldığı suyun büyük bölümü, genç köklerle alınır. Su ve minerallerin emilimi, direkt olarak epidermisten farklılaşmış olan emici tüylerle gerçekleştirilir. Kök ucunun birkaç milimetre üzerinde bulunan emici tüyler, emilim için oldukça büyük bir yüzey alanı oluşturur. Kökteki emici tüyler, topraktan aktif taşıma ile aldığı mineral ve tuzları biriktirir. Bu birikim, emici tüylerdeki osmotik basıncın toprak çözeltisine göre daha yüksek olmasını sağlar. Bu sayede kökteki emici tüylere osmozla su geçer. Su; emici tüylerden epidermise, epidermisten kök korteksine (parankimasına), korteksten de endodermise ulaşır. Endodermis duvarlarındaki kaspari şeridi suya geçirimsizdir.

Kaspari şeridi, su moleküllerini belirli bölgelerden geçmeye zorlayan bir bariyerdir. Su, endodermis içinde belirli bölgelerden hareket ederek merkezî silindirdaki ksileme ulaşır (Görsel 3.62). Ksileme ulaşan su, kök ve gövde içerisinde yukarı doğru hareket ederek yapraklara kadar ulaşır.



Görsel 3.62: Köklerde su ve minerallerin emilimi ve ksileme taşınma yolları

## Minerallerin Toprakta Alınması

Bitkiler, ihtiyaç duydukları mineralleri toprak çözeltisinden suda çözülmüş hâlde alır. Toprak çözeltisindeki minerallerin bileşimi sabit değildir. Toprak çözeltisi ile toprağın üst katmanındaki organik kalıntılar arasında sürekli bir denge bulunmaktadır. Toprak çözeltisindeki mineral maddeler, organik atıklar ayrıştırılarak ve çözeltiye mineral maddeler verilerek sürekli yenilenmektedir.

Toprak çözeltisinde çözülmüş hâlde bulunan mineral maddelerin bitkiler tarafından alınabilmesi iki yolla olur. Birinci yol, pasif taşımadır. Enerji harcanmadan difüzyon yoluyla mineraller bitkiye alınır.

İkinci yol ise aktif taşımadır. Metabolik olaylara bağlı olarak üretilen ATP'nin harcanması sonucu aktif taşıma ile mineral alımı ya da birikimi gerçekleşir. Bitkilerin buldukları ortamda en iyi şekilde gelişim gösterebilmesi için toprakta besin elementlerinin optimum düzeyde bulunması gerekir. Bitkilerin yaşamsal faaliyetleri için çok fazla ihtiyaç duyduğu elementlere makro elementler adı verilir. Bu elementler; karbon (C), oksijen (O), hidrojen (H), azot (N), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), fosfor (P), kükürt (S) tür. Bu elementlerden bazıları bitkinin yapısını oluşturan organik bileşiklerin başlıca bileşenidir. Bazıları da bileşik enzim yapısında kofaktör olarak bulunur ve enzim aktivasyonunu sağlar.

Bitkilerin yaşamsal faaliyetleri için çok az miktarda ihtiyaç duyduğu elementlere mikro elementler adı verilir. Bu elementler; klor (Cl), demir (Fe), bor (B), mangan (Mn), çinko (Zn), bakır (Cu), nikel (Ni), molibden (Mo) dir. Bu elementler, bileşik enzim yapısında kofaktör olarak bulunur ve enzim aktivasyonunu sağlar. Makro ve mikro elementlerin eksikliğinde metabolik faaliyetlerde aksaklıklar ortaya çıkar. Bu durumda bitkide hastalıklar ve anormallikler oluşur.

Köklerde mineral madde emilim hızı, farklı etmenler tarafından kontrol edilir. Bunlar; topraktaki oksijen miktarı, toprak sıcaklığı, ışık miktarı, toprak pH'ı, topraktaki minerallerin derişimi ve topraktaki yararlı mikroorganizmaların sayısı gibi etmenlerdir.

Toprakta yüksek verim alınması için topraktaki mineral dengesinin korunması gerekmektedir. Bitkilerin topraktan aldıkları minerallerin miktarının azalması, bitki gelişimini

olumsuz etkiler. Toprağın verimini artırarak büyüme ve gelişmesini olumlu etkileyen maddelere **gübre**, bu maddelerin toprağa eklenmesine **gübreleme** adı verilir.

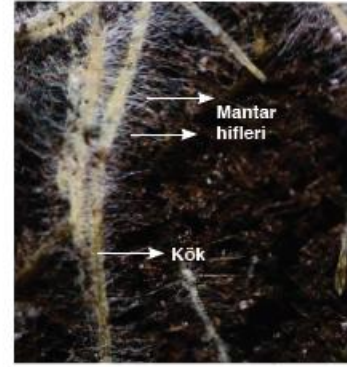
Canlı organizmaların yaşamsal faaliyetlerini (madde değişimi, büyüme, gelişme, üreme vb.) yürütebilmeleri için yaşadıkları ortamda bazı faktörlerin (su, mineral, sıcaklık, karbondioksit miktarı, ışık miktarı gibi) bulunması gerekir. Bu faktörlerin ortamda bulunmasının yanında her birinin belirli bir düzeyin üzerinde bulunması zorunludur. Bitkinin yaşam fonksiyonları üzerinde etkili olan en az düzeydeki herhangi bir faktör, diğer faktörler optimum düzeyde olsa bile bitkinin büyümesini sınırlandırır. Bu konuyu Alman bilim adamı Justus Von Liebig (Custus Von Liebig) Minimum kuralı ile açıklamıştır.

Bazı bitkiler, su ve mineral alımını artırmak için bazı bakteri ve mantar türleri ile ortak yaşam kurar. Bazı bitkiler köklerinde nodül ya da mikoriza gibi özelleşmiş yapılar bulundurur. Köklerle kurulan bu ortak yaşam sayesinde ortaklık kuran canlıların beslenme imkânı artar.

### **Mikoriza**

Mikoriza, belirli bir mantar türü ve bir bitki kökü arasında kurulan ortak birlikteliktir (Görsel 3.64). Tohumlu bitkilerin çoğu, mikoriza oluşturarak toprağın suyunu emmek için yüzey alanlarını artırır. Mantarlar, su ve inorganik iyonları emen hif adı verilen ipliklere sahiptir. Hifler, kökün etrafını sarar. Mantarın bir kısmı bitki kökünün bir parçası hâline gelir.

Geri kalan kısmı, emilim için geniş bir yüzey oluşturarak toprak içine doğru uzanır. Mantar hiflerinin topraktan aldığı su ve iyonlar, hiflerden bitkinin kök hücrelerine geçer. Buradan da ksilem vasıtasıyla diğer bitki hücrelerine nakledilir. Mikorizalar özellikle fosfor, demir, çinko ve bakırı topraktan emmede köklerden daha etkilidir. Mikoriza birlikteliğinde hem mantar hem de bitki fayda sağlar. Bitki, mantardan su ve iyonları alır; mantar ise bitkiden ihtiyaç duyduğu besinleri alır.



Görsel 3.64: Mikoriza

### **Nodül**

Azot ihtiyacı fazla olan fasulye, bezelye, soya fasulyesi, bakla, yer fıstığı, yonca gibi baklagillerin kökleri ile toprakta yaşayan ve havanın serbest azotunu bağlayabilen Rhizobium cinsi bakteriler arasında ortak yaşam görülür. Rhizobium bakterilerinin bu bitkilerin köküne yerleşmesiyle nodül adı verilen yumrular oluşur (Görsel 3.65).



Görsel 3.65: Nodül

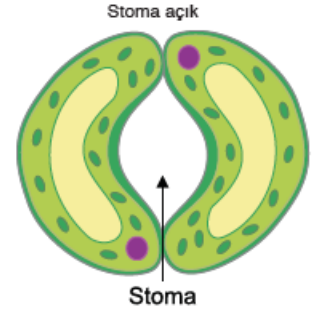
Bu ortak yaşamda bakteriler; havanın serbest azotunu, bitki tarafından kullanılmak üzere amonyuma dönüştürür. Böylece bitki, azot ihtiyacını karşılamış olur. Bitki de bakterilerin ihtiyaç duyduğu organik besinleri bakteriye sağlar. Baklagil bitkileri ile azot bağlayıcı bu bakterilerin fayda sağlayan bu ilişkileri, bitkilerin azotça fakir topraklarda gelişmesini sağlar. Bu ilişkinin ekosistem için başka faydaları da vardır. Örneğin baklagil bitkilerinin ölmesi ve ayrışması durumunda toprak, azotça zenginleşir. Diğer bitki türleri de bu azottan faydalanır.

### 3.2.2. BİTKİLERDE SU VE MİNERALLERİN GÖVDE VE YAPRAKLARA TAŞINMASI

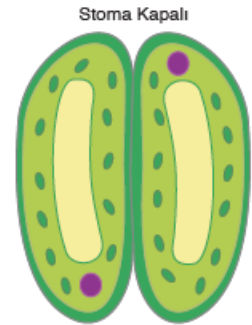
Bir bitkiye köklerinden giren suyun büyük bir kısmı, yapraklarındaki stomalardan (gözenek) terleme yoluyla buharlaşır. Stomalar, karbondioksit almak için açık oldukları sırada suda buharlaşarak bitkiden uzaklaşır. Bu kaçınılmaz su kaybı (terleme) bitkiye iki türlü yarar sağlar. Birincisi, ışık absorbe ederken çok fazla ısıyı emmiş olan yaprakların soğutulmasıdır. İkincisi ise topraktan alınan su ve minerallerin kökten, gövde ile yapraklara doğru hareket etmesini ayrı bitkinin topraktan su almasını kolaylaştırmasıdır. Suyun bu yükselişi sırasında çözülmüş iyonlardan bitki hücreleri faydalanır. Böylece metabolik faaliyetleri için gerekli olan özellikle nitrat, sülfat, fosfat ve diğer iyonlardan yararlanmış olur.

Bitkilerde terleme ile su kaybı büyük oranda stomalar ile yapılır. Bekçi hücreleri stoma açıklığını kontrol eder. Bu sayede bitkinin fotosentez sırasında gereksinim duyduğu suyun korunmasını sağlar. Bekçi hücrelerinin şekil değiştirmesi stomanın açılıp kapanmasına neden olur. Stomaların yaprak mezofiline bakan kısımlarında hava boşlukları bulunur. Bu boşluklarda karbondioksit, oksijen ve su buharı vardır. Yeterli miktarda su bulunduran ortamlarda yaşayan bitkilerde stomanın açılıp kapanmasını etkileyen en önemli faktör ışıktır. Stoma; gün içinde yaprak yüzeyine ulaşan ışığın şiddeti arttıkça açılır, ışığın şiddeti azaldıkça da kapanır. Çoğu bitki türünde mezofil dokudaki hava boşluklarında gündüz fotosentez başlayınca karbondioksit konsantrasyonunun azalması, stomanın açılmasını teşvik eder. Gece ise çoğu bitki türünde mezofildeki hava boşluklarında karbondioksit konsantrasyonunun artması, stomanın kapanmasına neden olur.

Genellikle gündüzleri bekçi hücreleri, komşu epidermis hücrelerinden potasyum iyonlarını (K+) aktif taşıma ile alır. K+ iyonlarının birikimi bekçi hücrelerinde osmotik basıncın artmasını sağlar. Bekçi hücrelerinde fotosentez tepkimeleri sonucu üretilen glikozlar ile gün içinde nişastanın hidrolizi ile oluşan glikozlar, sükroza dönüştürülür. Sükroz miktarının artması da bekçi hücrelerinde osmotik basıncı artırır. Bu durumda komşu epidermis hücrelerinden su, bekçi hücrelerine geçer. Sonuç olarak bekçi hücrelerinde çevrelerindeki komşu epidermis hücrelerinden daha yüksek bir turgor basıncı oluşur. Ortaya çıkan basınç, bekçi hücrelerinde dış çeperin iç çepere oranla daha fazla dışa doğru hareket etmesini sağlar ve stoma açılır (Görsel 3.66). Genellikle gece bekçi hücrelerdeki K+ iyonları komşu epidermis hücrelerine geçer. Bunun dışında sükroz miktarı azalır ve glikozlar nişastaya dönüştürülür. Bu durumda bekçi hücrelerinde suda çözünen maddelerin miktarı azalır ve osmotik basınç düşer. Su, bekçi hücrelerinden komşu epidermis hücrelerine geçer. Bekçi hücrelerinde turgor basıncı azalır. Basıncın azalmasıyla iç ve dış çeper eski konumlarına döner ve stoma kapanır (Görsel 3.67).



Görsel 3.66: Stomanın açılması



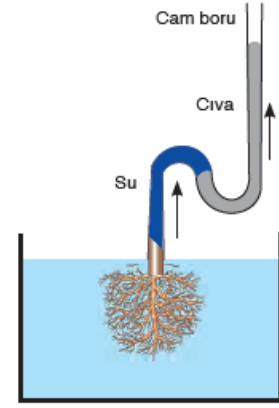
Görsel 3.67: Stomanın kapanması

Gövdedeki lentisellerden ve yapraktaki kütikula tabakasından da terlemeyle bir miktar su kaybı olmaktadır. Suyun yukarı doğru hareket etmesi, kohezyon gerilim teorisi ve kök basıncı ile açıklanır.

## Kök Basıncı

Kökteki emici tüylerde topraktan su alımını kolaylaştırmak için osmotik basıncın yüksek tutulması gerekir. Bunun için kökte mineral ve tuzlar biriktirilir. Hatta gerektiğinde kökte depolanmış nişasta da hidroliz edilerek glikoza dönüştürülür ve böylece osmotik basıncın yükselmesi sağlanır. Bu olaylar sonucu kök emici tüylerinin osmotik basıncı, toprak çözeltisindeki osmotik basınçtan daha yüksek olur. Osmotik basınçlardaki bu farklılık, bitkinin topraktan sürekli su almasını sağlar. Kökteki merkezî silindiri kuşatan endodermis, iyonların merkezî silindirden geri çıkmasını engeller. Merkezî silindirdeki mineral birikimi, osmotik basıncı artırır. Su, korteksten merkezî silindirdeki ksileme doğru akar. Suyun ksilemde akışını artıran bu basınç kök basıncı olarak adlandırılır. Bu basınç sayesinde su, gövde içinde yukarıya doğru ilerler. Ancak kök basıncı, tek başına suyun taşınması için yeterli değildir.

Yandaki görselde bitki köklerinin suyu alması, cıvanın cam boru içerisinde yükselmesine neden olur. Bunun sebebi kök basıncıdır (Görsel 3.68).



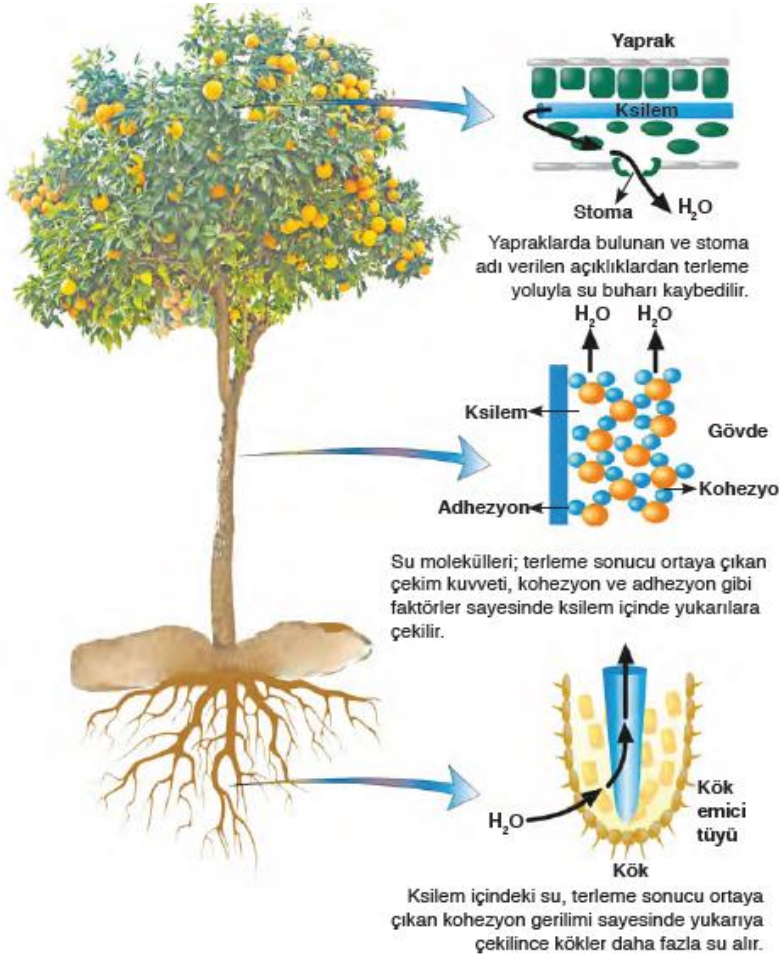
Görsel 3.68: Kök basıncının kesilmiş bitki kökü kullanılarak gösterimi

Sabahın erken saatlerinde yaprak uçlarında çiğ tanesi gibi görünen damlacıkların oluşumuna kök basıncı neden olur. Bu damlacıklar, çiğ değildir. Çiğ, havadan yoğunlaşarak gelen sudur. Bu damlacıklar, su ve minerallerin kök basıncı etkisiyle yaprak kenarlarında bulunan ksilemlerle bağlantılı hidatodlardan dışarı atılması ile oluşur. Bu olay guttasyon olarak adlandırılır. Guttasyonda su, kök basıncı ile yapraktan dışarı atılmaya zorlanır. Guttasyon olayı sırasında bitkide mineral ve tuz kaybı olur. Bu, suyun gövde içinde yukarı doğru taşınmasında etkili bir durumdur.

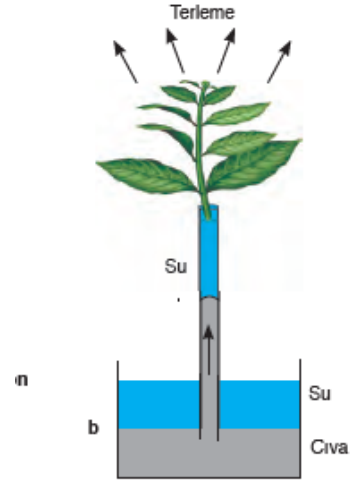
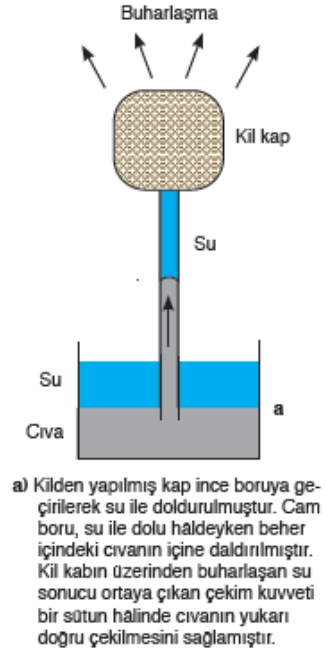
## Kohezyon - Gerilim Teorisi

Terleme ile yapraktan buharlaşan bir su molekülü, ksilem içinde alt tarafta yer alan bir sonraki su molekülünü yukarı doğru çeker. Bu çekim gücü, yaprağın su kaybetmesi sonucu o bölgedeki osmotik basıncın artması ile ortaya çıkar. Çünkü osmotik basıncın artması, emme kuvvetini de artırır. Bu durum suyun yukarı doğru çekilmesine neden olur.

Su molekülü, kutupsal bir moleküldür. Bir tarafı negatifken diğer tarafı pozitifdir. İki su molekülünün karşıt yüklü tarafları, birbirini çeker. Bu sırada hidrojen bağı kurulur. Hidrojen bağı, su moleküllerini bir arada tutar. Moleküllerin bu şekilde birbirlerine bağlı kalma eğilimi kohezyon olarak adlandırılır. Benzer bir çekim, su molekülleri ile ksilem duvarını oluşturan selüloz molekülleri arasında gerçekleşir. Bu tip bir çekim adhezyon olarak adlandırılır. Su molekülleri ve selüloz molekülleri üzerindeki karşıt elektrik yükleri, birbirini çekerek ksilemin duvarlarında su tutan hidrojen bağlarını oluşturur. Adhezyon, kohezyona göre çok güçlü değildir. İnce bir su sütununu tutabilir. Terleme, kohezyon ve adhezyon sayesinde su molekülleri bir sütun hâlinde ksilemden yukarı doğru taşınır. Kök bölgesinde ksilemdeki su yukarı doğru çekilince de bu bölgede osmotik basınç artar ve topraktan su çekilir (Görsel 3.70, 71 a, b). Bu durum kohezyon - gerilim teorisi olarak adlandırılır. Suyun ksilemde kökten gövde ve yapraklara taşınması, tek yönlü gerçekleşir. Dar çaplı trakeitlerde su daha yükseklerle taşınır. Ksilemde su taşınması sırasında enerji harcanmaz.



Görsel 3.70: Suyun kökten yapraklara taşınması



Görsel 3.71: Kohezyon gerilim teorisinin deney üzerinde gösterilmesi (a, b)

### 3.2.3. BİTKİLERDE FOTOSENTEZ ÜRÜNLERİNİN TAŞINMASI

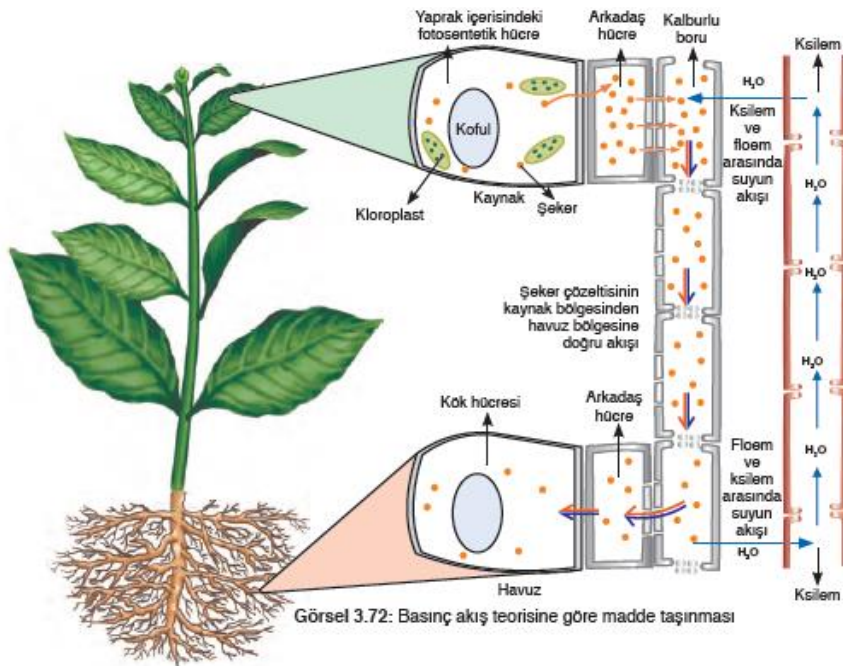
Hücreler tarafından üretilen besinlerin ve metabolik faaliyetler için gerekli bazı maddelerin bitkide farklı bölgelere taşınması gerekir. Fotosentezle üretilen şekerler, floem vasıtasıyla taşınır. Şekerler, bazı hücrelerde fotosentezle üretilir. Fotosentez yapamayan hücrelere ise bu şekerin ulaştırılması gerekir. Şekerler enerji sağlamak için hücrelerde kullanılır ve enerji depolaması için nişasta da dâhil olmak üzere çeşitli moleküllere dönüştürülür. Farklı bölgelere gönderilen şekerler floem öz suyu adı verilen sulu bir çözeltide taşınır.



## Basınç Akışı Teorisi

Bir yaprak, mezofil hücrelerinde fotosentezle ürettiği şekerleri kalburlu boruların çevresine doğru gönderir. Bu özellik yaprağın kaynak hâline gelmesini sağlar. Kaynak, şekerin fotosentez ya da nişastanın hidrolizi ile üretildiği bitki organıdır. Şekerler, arkadaş hücrelerine aktif yolla ATP harcanarak pompalanır. Arkadaş hücrelerinden de çeperdeki geçitler sayesinde kalburlu borulara aktif yolla ATP harcanarak gönderilir. Bu durum, kalburlu borulardaki şeker konsantrasyonunu artırır.

Konsantrasyonun artışına bağlı olarak ozmotik basınç artar. Ozmotik basınç artışı, ksilemden osmoz yoluyla su çekilmesini sağlar. Çekilen suyun yarattığı basınç sayesinde sulu çözelti, su basıncının daha düşük olduğu kalburlu boru bölgelerine doğru kütle akışı ile akar. Bu durum basınç akış teorisi ile açıklanır. Şekerler, kalburlu borulardan çeperdeki geçitler sayesinde arkadaş hücelere aktif yolla ATP harcanarak gönderilir. Arkadaş hücreleri de aktif yolla ATP harcayarak şekerleri kök hücrelerine pompalar (Görsel 3.72).



Kökte şekerin depolandığı organ havuz adını alır. Kökler, gövde uçları, gövdeler ve meyveler havuza örnek verilebilir. Şekerlerin kalburlu borulardan kök hücelere geçmesiyle kalburlu borulardaki ozmotik basınç düşer. Bu durum, suyun osmozla tekrar ksileme dönmesini sağlar. Kalburlu borunun bu bölümündeki su basıncı düşer ve çözeltiler diğer bölümlerden akmaya devam eder.

Kirpi, tavşan ve kışın yiyecek arayan diğer memeliler; gövdeyi çevreleyen kabuk kısmını belirli yüksekliklerde beslenmek amacıyla kemirebilir. Bu türden bir yara, floem dokusuna zarar verir. Bu durumda floem öz suyunun köke doğru hareketi engellenir. Bitki kökleri, artık gövde ve yapraklardan gerekli maddeleri alamaz. Bitki bir süre sonra kökte depo ettiği nişastayı bitirir ve kök hücreleri canlılığını kaybetmeye başlar. Kök hücrelerinin canlılığını yitirmesiyle topraktan su ve mineral alımı durur. Yapraklara su ve mineraller ulaşmayınca fotosentez olayı aksamaya başlar ve durur. Bunun sonucu olarak yapraklar sararıp dökülmeye başlar.

## 12.Sınıf Biyoloji Konu Özetleri

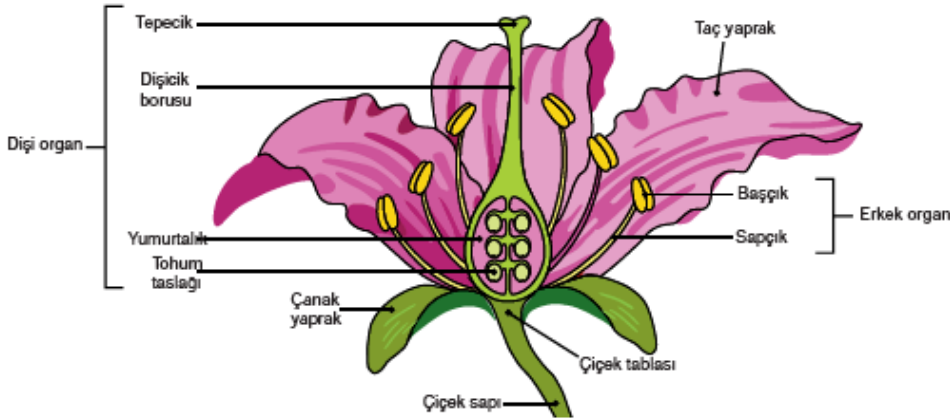
**3.Ünite : Bitki Biyolojisi**  
**3.Bölüm : Bitkilerde Eşeyli Üreme**

Parklarda, bahçelerde, etrafta kimi zaman göz alıcı renkleriyle kimi zaman güzel kokularıyla dikkat çeken çiçekler; tohumlu bitkilerin üreme organıdır. Eşeyli üreyen bitkilerde mayoz ile oluşan hücrelere **üreme hücreleri** denir. Tozlaşma, döllenme, tohum ve meyve oluşumu gibi olaylar çiçekte gerçekleşir. Tohumun içinde döllenme sonucu oluşmuş embriyo bulunur. Uygun koşullarda tohumun çimlenmesi ile yeni bir bitki meydana gelir.

### 3.3.1. ÇİÇEĞİN YAPISI VE KISIMLARI

Çiçekler, çiçek sapı denilen bir sürgünün ucunda yer alır. Kapalı tohumlu bir çiçeğin yapısı genel olarak dıştan içe doğru çanak yaprak, taç yaprak, erkek organ ve dişi organdan oluşur (Görsel 3.73). Bu yapılar değişime uğramış yapraklardır.

Çanak yaprak, çiçeğin en dışında bulunur. Yeşil renkte olan bu yapraklar, fotosentez yapabilen yeteneğine sahiptir. Çiçek tomurcuk hâlindeyken iç kısımdaki organları korumakla görevlidir. Çanak yaprakların iç kısmında genellikle parlak renkli tek ya da birkaç sıralı olan taç yapraklar bulunur. Taç yapraklar, renk ve görüntüsüyle böcekleri ve diğer tozlaştırıcı canlıları kendine çekerek tozlaşmaya yardımcı olur.



Görsel 3.73: Kapalı tohumlu bitkilerde çiçeğin yapısı

Çiçeğin kısımlarından erkek organların her biri sapçık (filament) ve başçık (anter) olmak üzere iki bölümden oluşur. Sapçık, başçıkları taşıyan yapılar olup çiçek tablasına bağlanmıştır. Başçıkta erkek üreme hücrelerini taşıyan polenler üretilir. Başçıktan bir kesit alındığında başçığın dört bölmeli bir yapıda olduğu gözlenir (Görsel 3.74). Bölmelerin her birinde polen keseleri bulunur. Çiçeğin en içte kalan son bölümünde dişi organ bulunur. Bir çiçekte bir veya daha fazla dişi organ bulunabilir. Dişi organ; yumurtalık, dişicik borusu ve tepecik olmak üzere üç kısımdan oluşur. Yumurtalık (ovaryum), dişi organın alt kısmında bulunan genişlemiş yapıdır. Sayısı türe göre değişiklik gösterir. Yumurtalık içinde tohuma dönüşecek tohum taslakları bulunur. Yumurtalığın tepeciğe kadar uzanan boyun kısmına dişicik borusu denir (Görsel 3.75, 76).

Dişicik borusunun üstünde bulunan kısma tepecik (stigma) denir. Tepecik, polenlerin tutunup çimlendiği nemli ve yapışkan bir yapıdır.



Görsel 3.74: Erkek organ başçığının mikroskopik görüntüsü (1000 µm)



Görsel 3.75: Erkek ve dişi organın çiçekteki görünümü



Görsel 3.76: Dişi organda yumurtalığın mikroskopik görüntüsü (1000 µm)

Çanak yaprak, taç yaprak, erkek ve dişi organ gibi yapıların hepsine sahip çiçeklere tam çiçek (hermafrodit) denir (Görsel 3.77). Safran, dağ lalesi, şeftali, erik gibi bitkiler tam çiçeğe sahiptir. Çiçek yapısında bu dört organdan bir veya daha fazlası eksik olan çiçekler eksik çiçek olarak adlandırılır. Ceviz, söğüt, kavak gibi bitkiler eksik çiçeğe sahiptir. Eksik çiçek; sadece erkek organ taşıyorsa erkek çiçek, sadece dişi organ taşıyorsa dişi çiçek adını alır. Dişi ve erkek çiçekler, aynı bitki üzerinde bulunuyorsa böyle bitkilere tek evcikli (monoik) adı verilir. Kabak, kavun, karpuz, meşe, mısır, ceviz ve fındık gibi bitkiler örnek verilebilir.



Görsel 3.77: Tam çiçek

Eğer erkek ve dişi çiçekler farklı bitkiler üzerinde bulunuyorsa böyle bitkilere iki evcikli (dioik) denir. Hurma, söğüt, kavak, incir ve kivi örnek verilebilir (Görsel 3. 78, 79, 80).



Görsel 3.78: Kabak (Tek evcikli)



Görsel 3.79: Erkek incir (iki evcikli)



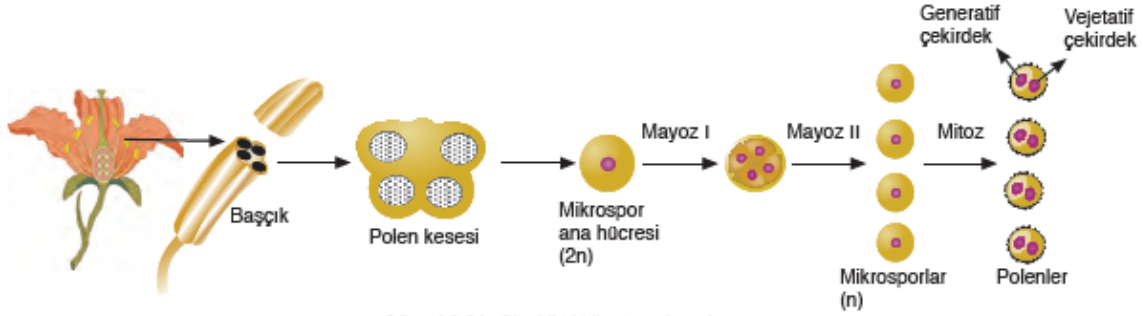
Görsel 3.80: Dişi incir (iki evcikli)

## Çiçekli Bitkilerde Üreme Hücrelerinin Oluşumu

### Erkek Üreme Hücrelerinin Oluşumu

Erkek üreme organının başçık kısmındaki polen keseleri içinde çok sayıda diploit (2n) kromozumlu polen ana hücresi (mikrospor ana hücresi) bulunur. Her bir polen ana hücresi, mayozla mikrospor adı verilen haploid (n) kromozumlu dört hücre meydana getirir.

Her mikrospor çekirdeğinin mitoz geçirmesiyle de ikişer çekirdekli polenler oluşur (Görsel 3.81). Polen çekirdeklerinden biri döllenmede görev alan üretken (generatif) çekirdek, diğeri polen tüpünün oluşumunu sağlayan tüp (vejetatif) çekirdektir.



Görsel 3.81: Çiçekli bitkilerde polen oluşumu

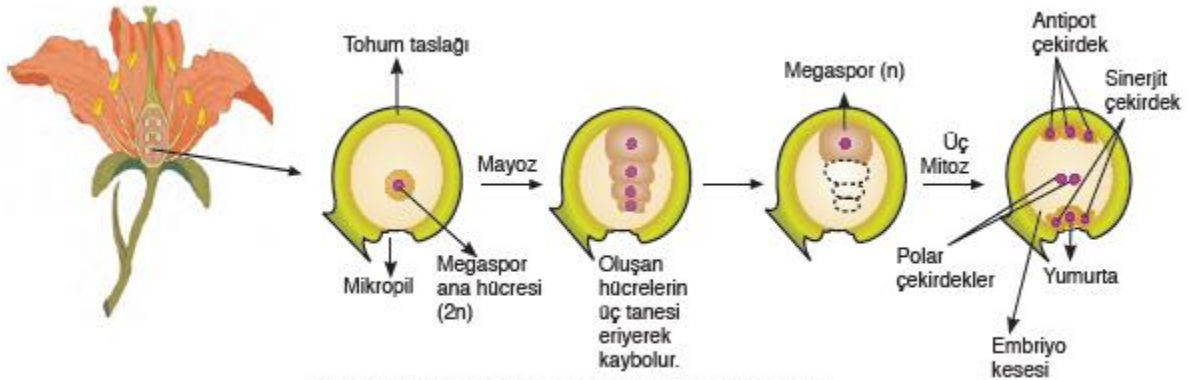
Bitkilerde polen yapısı; şekil, renk ve yapı bakımından türe özgü özellik gösterir (Görsel 3.82). Polen yapısı, türe özgü olmasından dolayı bitkilerin sınıflandırılmasında kullanılır. Rüzgârla tozlaşan bitkilerin polenleri, genellikle hafif ve düz yüzeyle; böcek, kuş vb. canlılarla tozlaşan bitkilerin polenleri ise daha ağır, desenli ya da çıkıntılı bir yapıya sahiptir.



Görsel 3.82: Farklı bitkilere ait polenler

### Dişi Üreme Hücresinin Oluşumu

Çiçeğin yapısında bulunan yumurtalığın içinde bir ya da daha çok tohum taslağı bulunur. Tohum taslağında diploid kromozomlu megaspor ana hücreleri yer alır. Bu hücreler, mayozla haploid kromozomlu dört megaspor hücrelerini oluşturur. Genellikle bu dört megaspor hücrelerinin üçü eriyip yok olur. Geriye kalan megaspor, büyümeye devam eder. Megasporun çekirdeği, sitokinez olmaksızın art arda üç kez mitoz geçirerek sekiz haploit çekirdekli büyük bir hücre oluşturur. Bu oluşan 8 çekirdek, tohum taslağı içinde değişik yerlere dağılır. 2 tanesi tohum taslağında ortaya gelir ve polar çekirdekleri oluşturur. Ovaryum açıklığının (mikropil) ters yönünde bulunan 3 çekirdeğe antipod çekirdek denir. Ovaryum açıklığının olduğu tarafta bulunan üç çekirdekten ortada olan, yumurta hücresidir. Yumurta hücresinin iki yanında bulunan çekirdeklere de sinerjit çekirdek denir. Tohum taslağının döllenmeye hazır hâle geldiği sekiz çekirdekten oluşan bu yapıya embriyo kesesi denir (Görsel 3.83).



Görsel 3.83: Çiçekli bitkilerde yumurta hücresinin oluşumu

## Tozlaşma

Çiçekli bitkilerde polenlerin çoğunun dişicik tepesine ulaşması canlı ya da cansız tozlaştırıcılar aracılığıyla gerçekleşir. Çiçekte bulunan erkek organın başçığındaki polen gelişimi tamamlandıktan sonra polen kesesi patlar. Patlamayla açığa çıkan polenlerin rüzgâr, su, böcek, yarasa, kuş gibi etkenlerle dişi organın tepesiğine taşınmasına tozlaşma denir. İnsan eliyle yapılan tozlaşma ise suni tozlaşma olarak adlandırılır. Rüzgârla tozlaşan bitkilerde çok sayıda polen üretilir. Bu bitkilerin çiçekleri genellikle gösterişsiz ve küçük yapıdadır. Polen sayısının çok olması, rastgele tozlaşmayı kolaylaştırır. Örneğin buğday, ceviz, çam, kavak, söğüt, meşe ve çimlerde rüzgârla tozlaşma görülür. Suyla tozlaşan bitkilerin polenlerinde hava boşlukları bulunur. Bu boşluklar sayesinde polenler suya batmadan daha kolay taşınır.

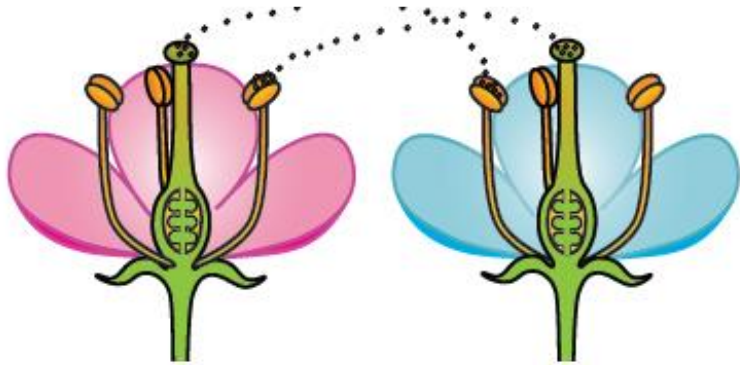
Çiçekli bitkilerin büyük bir kısmında tozlaşma; böcek, kuş ve yarasa gibi diğer tozlaştırıcı hayvanlarla gerçekleşir. Bu bitkilerin çiçekleri; salgıladıkları değişik kokularla, ürettikleri bal özü gibi maddelerle, parlak ve güzel renkleriyle, tozlaştırıcı hayvanları kendine çeker. Örneğin bal arıları beslenmek için polen ve bal özüne gereksinim duyar, bitkiler ise polenlerini yaymak için bir dölleyiciye ihtiyaç duyar. Bal arıları ile tozlaşan bitkiler, hoş ve tatlı kokular salarak arıları kendilerine çeker.

Güve ve yarasalarla tozlaşan çiçekler, çoğunlukla beyaz ya da sarı renkli ve hoş kokuludur. Güveler ve yarasalar, gece aktif olduğu için bu çiçekler de gece açar. Bitkilerde tozlaşmayı kolaylaştırıcı bu özellikler tozlaşmayı artırmak için geliştirilmiş adaptasyonlardır. Bitkilerde tozlaşma iki şekilde gerçekleşir. Bir çiçekte bulunan polenin aynı çiçeğin dişi organının tepesiğine ulaşması ile gerçekleşen tozlaşmaya kendi kendine tozlaşma denir (Görsel 3.85). Bitkide bu şekilde tozlaşma oluşabilmesi için erkek ve dişi gametlerin üretiminin aynı zamana rastlaması gerekir. Bu tür bitkilerin çoğunda kendi kendini döllemeyi önleyen çeşitli uyumlar gelişmiştir. Örneğin bu bitkilerde dişi ve erkek üreme hücreleri farklı zamanlarda oluşturulur. Bu durum farklı ebeveynlerden gelen üreme hücrelerinin birleşmesini sağlar ve daha fazla genetik çeşitlilik ortaya çıkar. Bir çiçeğin dişi organının tepesiğine kendi türünden başka bir bitkiye ait polenlerin gelmesiyle gerçekleşen tozlaşmaya çapraz tozlaşma denir (Görsel 3.86). Çapraz tozlaşma, aynı türün farklı bireyleri arasında gerçekleştiği için genetik çeşitlilik artar. Genetik çeşitliliğin artması, değişen ortam koşullarına daha dayanıklı bireylerin oluşmasını sağlar.

polenlerin oluşmasını sağlar.



Görsel 3.85: Kendi kendine tozlaşma

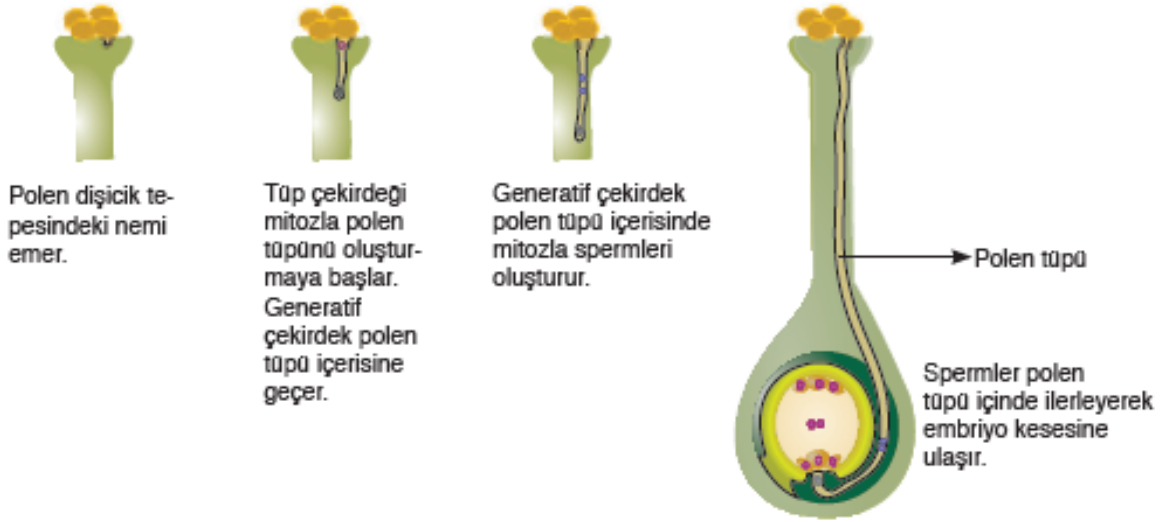


Görsel 3.86: Çapraz tozlaşma

### 3.3.2. ÇİÇEKLİ BİTKİLERDE DÖLLENME, TOHUM VE MEYVE OLUŞUMU

#### Döllenme

Tozlaşmayla dişi organın tepeciğine taşınan polen, nemli ve yapışkan olan tepeciğin üzerinde çimlenir. Polenin yapısında bulunan tüp çekirdeği, dişicik borusunun içine doğru uzanarak polen tüpünü oluşturur (Görsel 3.87). Bu tüpün içine alınan generatif hücre, polen tüpünde ilerlemeye başlar. Generatif hücre, polen tüpünde ilerlerken mitozla bölünür ve iki sperm oluşturur. Yumurtalığa doğru uzanan polen tüpü, tohum taslağının mikropil denilen açıklığından geçer ve sperm çekirdeklerini embriyo kesesine aktarır.



Görsel 3.87: Polen tüpü oluşumu

Spermlerden birinin yumurtayı dölleyerek  $2n$  kromozumlu zigotu oluşturmasına döllenme denir. Döllenme sonucu oluşan zigotun gelişmesiyle bitki embriyosu meydana gelir. Diğer sperm ise embriyo kesesinin merkezinde yer alan iki polar çekirdek ile birleşerek triploit ( $3n$  kromozumlu) çekirdeği oluşturur. Triploit çekirdek, tohumda besin maddelerini depo eden endospermi (besi doku) oluşturur. İki sperm çekirdeğinin embriyo kesesindeki farklı çekirdeklerle birleşmesi çift döllenme olarak adlandırılır.

#### Tohum Oluşumu

Çift döllenmeden sonra tohum taslağının olgunlaşp farklılaşması ile oluşan yapıya tohum denir. Tohum, bitkinin türüne göre değişen oranlarda protein, yağ, nişasta vb. depolar. Bir tohum dıştan içe doğru tohum kabuğu, besi doku (endosperm) ve embriyo olmak üzere üç kısımdan oluşur.

Tohum taslağı örtüsünün gelişmesiyle oluşan tohum kabuğu, tohumu dış etkilerden ve uygun olmayan çevre koşullarından korur. Embriyo ve besin kaynakları, sert bir tohum kabuğu tarafından sarılır. Endosperm kapalı tohumlu bitkilerde polar çekirdeklerin döllenmesi ile oluşan triploid  $3n$  kromozumlu hücrelerden oluşur. Endosperm, çimlenme sırasında embriyonun kullanacağı besin maddelerini depolar. Döllenme ile oluşan zigot, mitozla gelişerek embriyoyu oluşturur. Embriyonun yapısında; embriyonik kök, embriyonik gövde ve çenek adı verilen yapılar bulunur. Tohumlu bitkilerde embriyoyu kaplayan etli kısma çenek denir. Çenek, endospermden aldığı besini embriyoya aktarır.

Tohum taslağında bir çenek bulunduran bitkilere tek çenekli, iki çenek bulunduran bitkilere ise çift çenekli bitkiler denir (Görsel 3.89). Embriyonik kökün gelişmesiyle bitkinin kök sistemi oluşur. Embriyonik gövdenin gelişmesi ile de sürgün sistemi oluşur. Fasulye gibi bazı çift çenekli bitkilerde endospermde bulunan besin maddeleri, tohumun gelişimi tamamlanmadan önce çeneklere gönderilir. Böyle bitkilerde çimlenme için gerekli besin, çeneklerden sağlanır.

### Meyve Oluşumu

Döllenmeden sonra tohum taslağı tohuma dönüşürken yumurtalık da meyveye dönüşür. Meyve, yumurtalığın gelişip farklılaşmasıyla oluşan, tohumların korunmasını ve yayılmasını sağlayacak şekilde özelleşmiş yapılardır. Döllenme ile başlayan hormonal değişiklikler, meyve oluşumunu sağlar. Yumurtalık gelişirken çiçeğin diğer kısımları solar ve dökülür. Döllenme olmazsa çiçeğin bütün kısımları solar ve dökülür.

Meyve uyku hâlindeki tohumların korunmasında ve yayılmasında etkilidir. Meyveler; basit meyve, küme meyve ve bileşik meyve olmak üzere üç gruba ayrılarak incelenir.

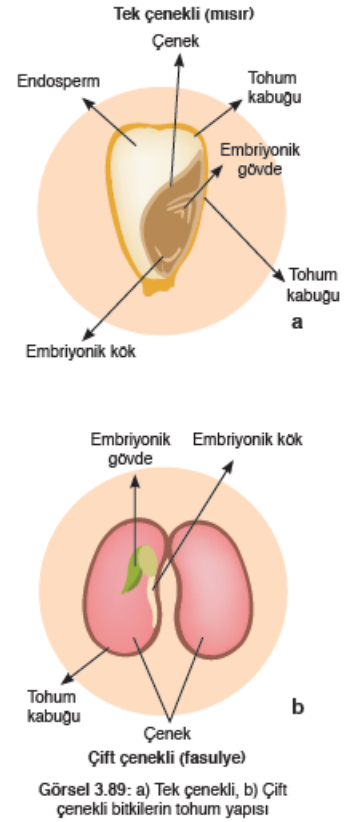
**Basit Meyve:** Bir çiçeğe ait tek bir yumurtalığın gelişmesiyle oluşan meyveye basit meyve denir. Örneğin portakal, limon, kiraz, kayısı, üzüm, erik, bezelye ve bakla gibi meyveler basit meyvelerdir.

**Küme meyve (agregat):** Bir çiçeğe ait birbirinden ayrı yumurtalıkların bir bütün olarak gelişmesiyle oluşan meyvelerdir. Örneğin çilek, dut, böğürtlen gibi meyveler küme meyvelerdir.

**Bileşik Meyve:** Bir çiçek sapına bağlı birden fazla çiçeğe ait yumurtalıkların bir bütün olarak gelişmesiyle meydana gelen meyvelere bileşik meyveler denir. Ananas örnek verilebilir. Bitkilerin üreme ve yayılmasında meyveler önemli bir yere sahiptir. Meyvelerin sahip olduğu görünüm, renk, tat gibi çeşitli farklılaşmalar tohumların yayılmasını kolaylaştırır. Çiçekli bitkilerde tohum ve meyvelerin farklı yaşama alanlarına dağıtılması neslin devamı açısından gereklidir. Meyvelerin ve tohumların ana bitkiden daha uzak mesafelere yayılması rüzgâr, su, hayvan ve insanlar aracılığıyla gerçekleşir. Bazı hayvanların meyve ile beslenmesi, tohumların uzak mesafelere taşınmasında önemli bir etkidir.

Bitkilerde tohumun yayılmasını kolaylaştırmak için çeşitli adaptasyonlar gelişmiştir. Bitkilerin meyveleri, hayvanların birçoğu için besin kaynağıdır. İncir, üzüm ve kiraz gibi etli meyvelerin tohumları, bu meyvelerle beslenen hayvanların bağırsaklarında sindirilemediği için dışkıyla çok uzaklara taşınabilir.

Kemirgen ve karınca gibi hayvanların yer altına taşıdığı meyve ve tohumların bazıları burada kalır, uygun koşullar oluştuğunda çimlenir. Örneğin sincaplar; ceviz, fındık, meşe palamudu, badem gibi kabuklu yemişleri tek tek toprağa gömer. Sincaplar, toprağa sakladıkları



tohumların bir kısmını bulamaz. Toprak altında kalan bu tohumlar çimlenerek yeni fidanlar oluşturur.

Bazı bitkilerin tohumlarında rüzgârda uçmasını sağlayacak kanat veya paraşüt benzeri yapılar bulunur. Bu yapılar sayesinde tohumlar rüzgârın etkisiyle çevreye yayılır. Karahindiba, ipekotu ve akçaağaç tohumları bu şekilde yayılır.

Soya fasulyesi, bezelye, bakla gibi bazı bitkilerin tohumları meyve kabuğunun kuruyup açılması sonucu çevreye yayılır. Bazı meyveler ise çengelli, dikenli, tüylü veya yapışkan yüzeyleri sayesinde hayvanların kürklerine, kuşların tüylerine veya insanların kıyafetlerine tutunarak taşınır.

Hindistan cevizi gibi bazı meyve türleri, suyla taşınarak yayılır. İnsanlar tarafından bitkilerin tohum, meyve gibi kısımları; besin, giyecek, ilaç, kozmetik ya da süs amacıyla bir yerden başka bir yere taşınır. Böylece toprağa bağlı olarak yaşayan bitkilerin tohumları, yeryüzünün çeşitli yerlerine yayılır.

### **3.3.2. DORMANSİ VE ÇİMLENME**

#### **Dormansi**

Tohum oluşumunun sonlarına doğru tohum içindeki su oranı %15'in altına düşer. Su miktarının azalması ile embriyonun gelişimi durur ve embriyo çimlenme zamanına kadar dormansi (uyku hâli) durumunda kalır. Dormanside metabolik hız çok yavaşlar ve embriyo büyümmez.

Bazı türlerde parçalanmamış tohum kabuğu da dormansiye neden olur. Bitki tohumlarında dormansi olumsuz çevre koşullarına karşı geliştirilmiş bir adaptasyondur. Dormansinin süresi bitkinin türlerine bağlı olarak farklılık gösterir. Bir tohumun dormanside kalma süresi ve çimlenme yeteneğini koruması bitki türüne ve çevresel faktörlere göre değişebilir. Bu süre birkaç gün kadar kısa olabileceği gibi birkaç yıl da olabilir. Bitkinin çimlenmesi için dormansinin kırılması, bitkinin yetiştiği çevre koşullarıyla bağlantılıdır. Çevresel faktörler uygun hâle geldiğinde tohum dormansi evresinden çıkar ve çimlenir.

#### **Çimlenme**

Olgunlaşmış bir tohumdaki embriyonun uygun koşullarda yeni bitkiyi oluşturmak üzere tohum kabuğunu çatlatarak dışarı çıkıp gelişmesine **çimlenme** denir.

Çimlenmenin gerçekleşmesi için ortamda yeterli miktarda su, oksijen bulunması ve sıcaklığın uygun olması gerekir. Uygun koşullarda osmozla su alan tohumun hacmi artar ve tohum kabuğu çatlar.

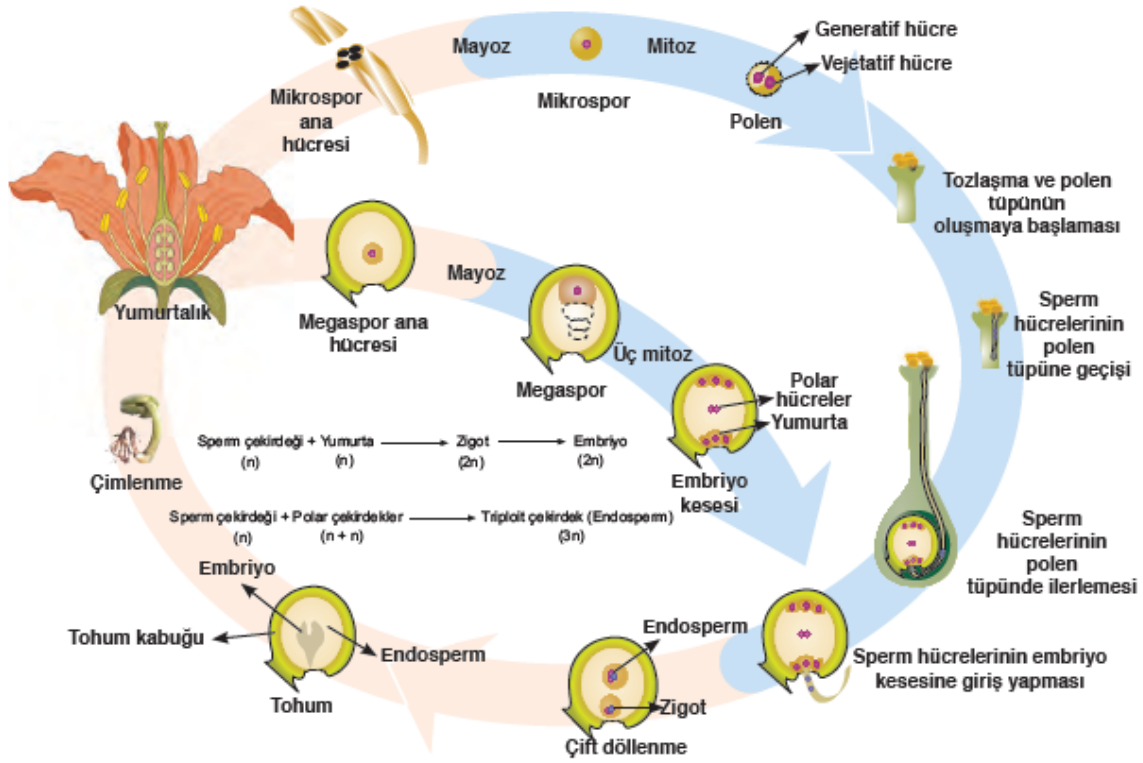
Tohumun su alması embriyoda metabolik değişiklikler başlatır. Su alan tohum genişler ve tohum kabuğu çatlar. Suyun alınmasından sonra enzimler, çenek ve besi dokudaki besin maddelerini sindirmeye başlar. Besin maddeleri ile embriyonun büyüyen kısımlarındaki hücrelerin bölünüp çoğalması için gerekli enerji sağlanır. Mitozla çoğalan embriyo hücreleri, farklılaşarak embriyonik kök ve embriyonik gövdenin gelişmesini sağlar. Tohum kabuğundan önce embriyonik kök çıkar ve yer çekimi yönünde toprak içinde büyüyerek bitkinin kökünü oluşturur. Sonra gövde çıkar. Gövde ve yapraklar toprak üstünde gelişir (Görsel 3.98).





Görsel 3.98: Tohumun çimlenmesi a) Çift çenekli fasulye, b) Çift çenekli bezelye, c) Tek çenekli mısır

Kapalı tohumlu bitkilerin eşeyli üreme ile ilgili infografik aşağıdaki gibidir (Görsel 3.99).



Görsel 3.99: Kapalı tohumlu bitkilerde eşeyli üreme ile ilgili infografik

## Çimlenmeye Etki Eden Çevresel Faktörler

Tohumun çimlenmesinde genetik ve çevresel faktörler etkili olur. Çevresel faktörlerin en önemlileri; sıcaklık, su ve oksijendir. Bazı bitki tohumları, çimlenmek için ışığa ihtiyaç duyar.

**Sıcaklık:** Birçok bitki tohumu belirli bir sıcaklık aralığında çimlenir. Sıcaklık, enzimlerin çalışma hızında ve tohumun su almasında etkilidir. Çimlenme için diğer koşullar uygun olsa bile minimum bir sıcaklığın altında veya maksimum bir sıcaklığın üstünde çimlenme gerçekleşmez. Soğuk ortamlarda çimlenme yavaştır. Çimlenme için gerekli olan sıcaklık, bitki türlerine göre farklılık gösterir. Bitkinin türüne bağlı olarak sıcaklığın belli bir değere kadar yükselmesi çimlenme hızını artırmaktadır.

**Su:** Tohumun çimlenmesi için ortamda yeterli miktarda su olması gerekir. Tohuma alınan su; metabolik faaliyetleri hızlandırır, enzim faaliyetlerini başlatır. Yeterli suyun olduğu ortamlarda

tohum çimlenerek gelişir. Tohumun çimlenmesi için gerekli olan su, çimlenme sonrası bitkinin büyümesi için de gereklidir.

**Oksijen:** Çimlenme sırasında metabolik faaliyetlerin gerçekleşmesi için enerji gereklidir. Embriyonun gelişimi için ihtiyaç duyulan enerji, çeneklerdeki besinlerin oksijenli solunumla parçalanması ile sağlanır. Yeterli oksijenin olmadığı ortamlarda çimlenme süresi uzar veya çimlenme gerçekleşmeyebilir. Tohumun çimlenmesi sırasında ortamdaki su miktarı çok olursa tohum yeterli oksijen alamaz ve çimlenme durur.