

BİTKİ ANATOMİSİ VE MORFOLOJİSİ LABARATUARI

PROF. DR. GÜLCAN ŞENEL

DR. ŞENAY SÜNGÜ ŞEKER

DR. MUSTAFA KEMAL AKBULUT

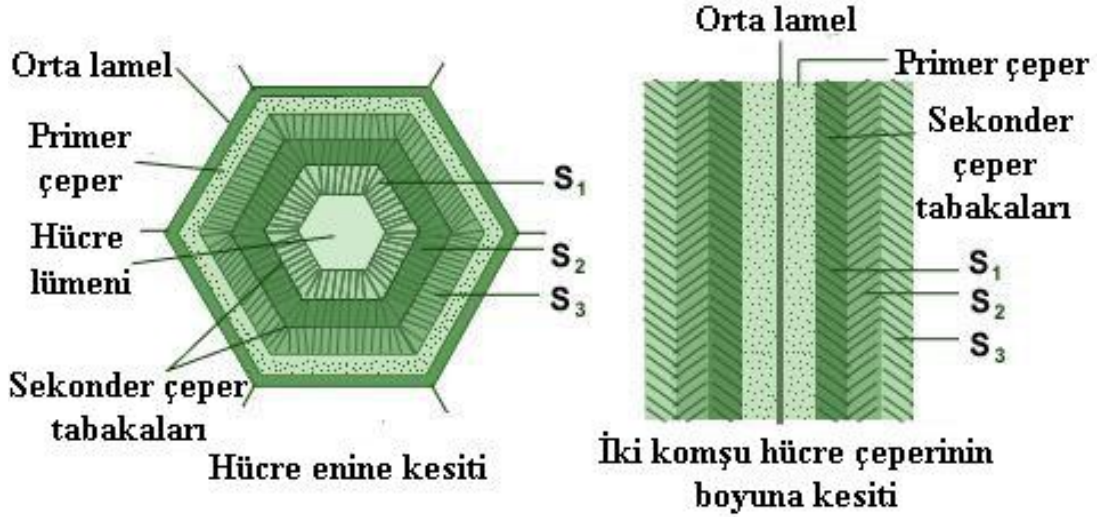
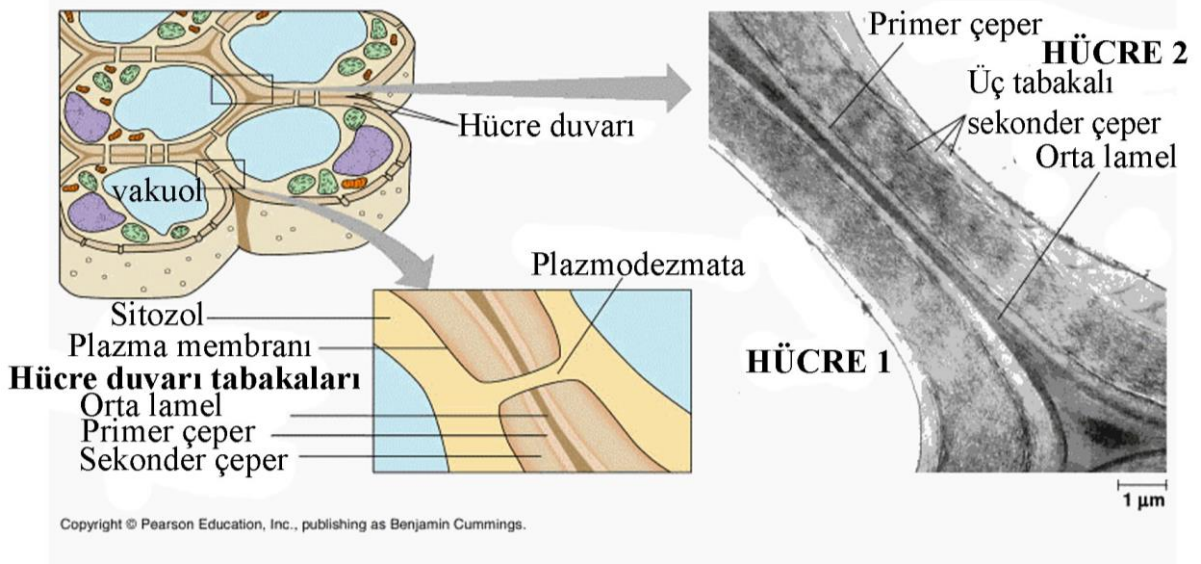
İÇİNDEKİLER

BAĞLI VE SERBEST HÜCRELER	1
ERGASTİK MADDELER.....	3
EPİDERMA	9
TÜYLER	11
STOMALAR	14
PARANKİMA.....	23
DESTEK DOKU	25
İLETİM DOKUSU.....	29
GYMNOSPERM ODUNU	36
ANGİOSPERM ODUNU	42
PERİDERMA VE LENTİSEL.....	44
KÖK	46
GÖVDE.....	51
YAPRAK	56
MEYVA	63

BAĞLI VE SERBEST HÜCRELER

Doku: Organları meydana getiren, şekil ve yapı bakımından benzer olup, aynı görevi gören ve birbirleriyle sıkı ilişkide olan aynı kökten gelen hücrelerin topluluğudur.

Organizmaları meydana getiren hücreler genellikle dokular halinde bir arada ve birbirleriyle ilişkili olarak bulunmaktadır. Bir arada bulunan hücreler çeperleri vasıtasıyla temas halindedir. İki hücrenin temas ettiği ortak bölge orta lameldir.



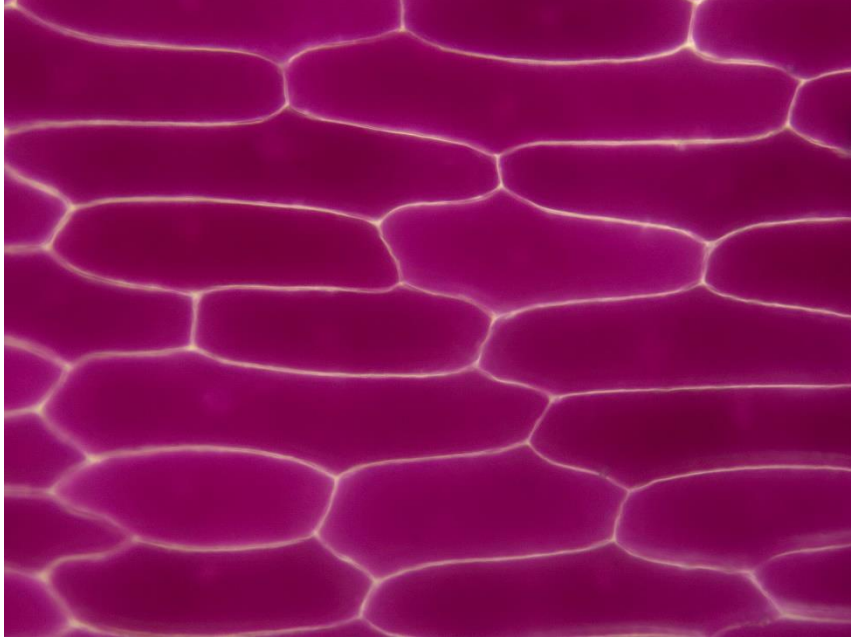
Normal olarak hücreler organizma içinde bağlı durumda bulunurlar. Bu şekilde bağlı durumda olan hücreler serbest hale geçebilmektedir. Bağlı hücrelerin serbest hale geçebilmesi için çeperlerinin orta lamel bölgesinden zarar görmesi ve diğer hücrenin çeperinden ayrılmış olması gerekir.

Bağlı hücreler çeşitli etkenlerle serbest hale geçebilir:

1. Yüksek sıcaklık
2. Kuvvetli asitler
3. Mekanik etkiler
4. Pektinaz enzimi

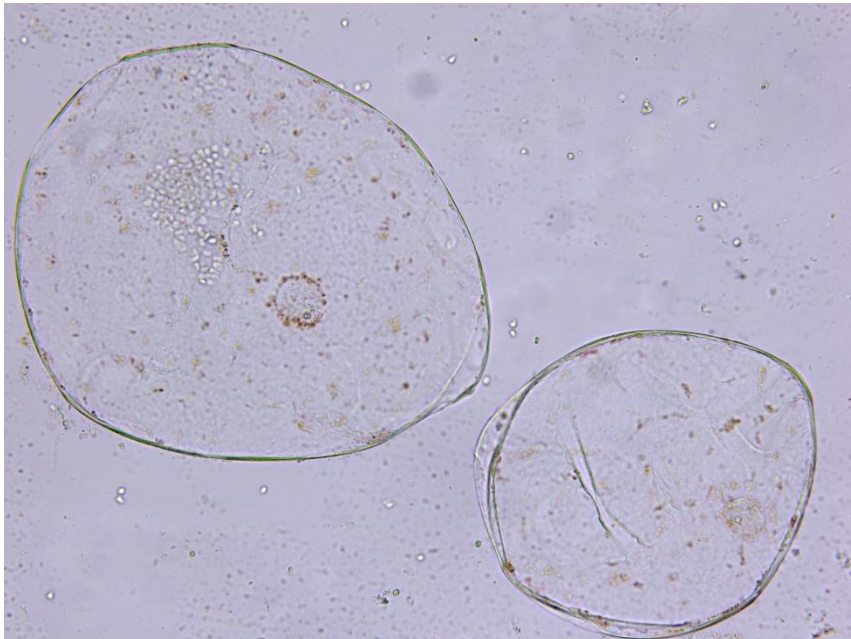
a. Bağlı hücre

Materyal: *Allium cepa* (soğan) epidermis hücreleri zardan bir parça inceleme



b. Serbest hücre

Materyal: *Lycopersicum esculentum* (domates) meyve perikarpından parankima hücreleri (ezme preparat)



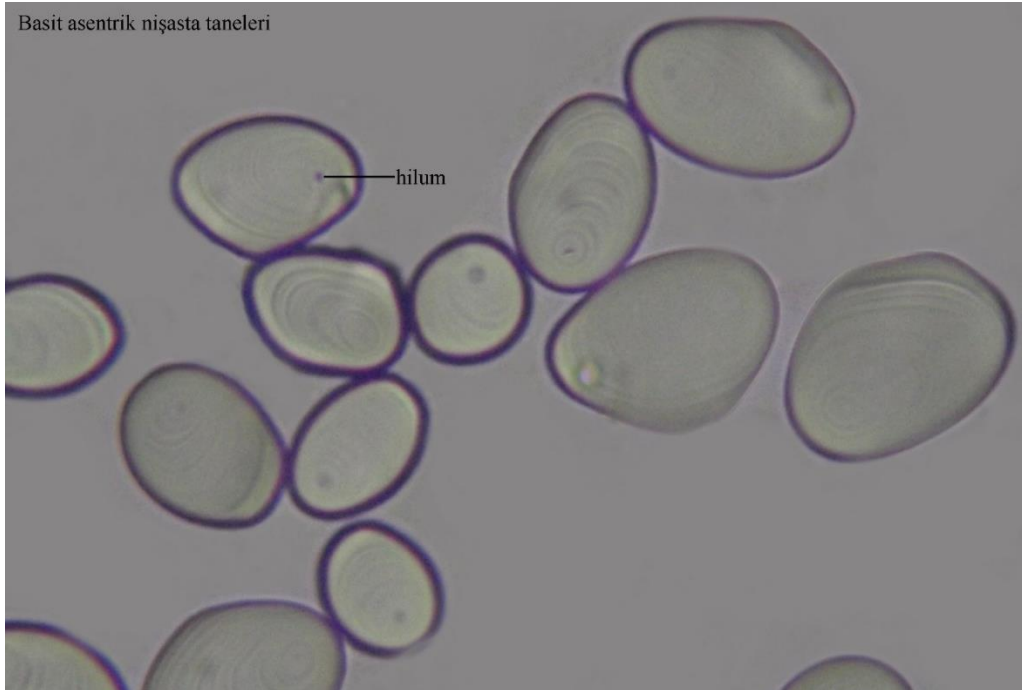
ERGASTİK MADDELER

Ergastik maddeler metabolizma ürünleridir. Bu maddeler hücrenin yaşamının çeşitli evrelerinde ortaya çıkar ya da kaybolur. Bunlar hücresel etkinlik ile oluşan depo ya da artık ürünlerdir ve yapısal olarak yalındırlar. Ergastik maddeler hücrenin vakuolünde ve çeperinde bulunur. En iyi tanınan ergastik maddeler karbonhidratlar (örneğin selüloz ve nişasta), proteinler ve yağlardır. Ayrıca kristal şeklindeki mineraller de bu gruba girer. Kristaller kalsiyum (Ca) kristalleri şeklinde depo edilir. Bunun dışında birçok organik madde, örneğin, tanin, reçine, zambak, kauçuk ve alkaloidler de yine ergastik maddelerdir.

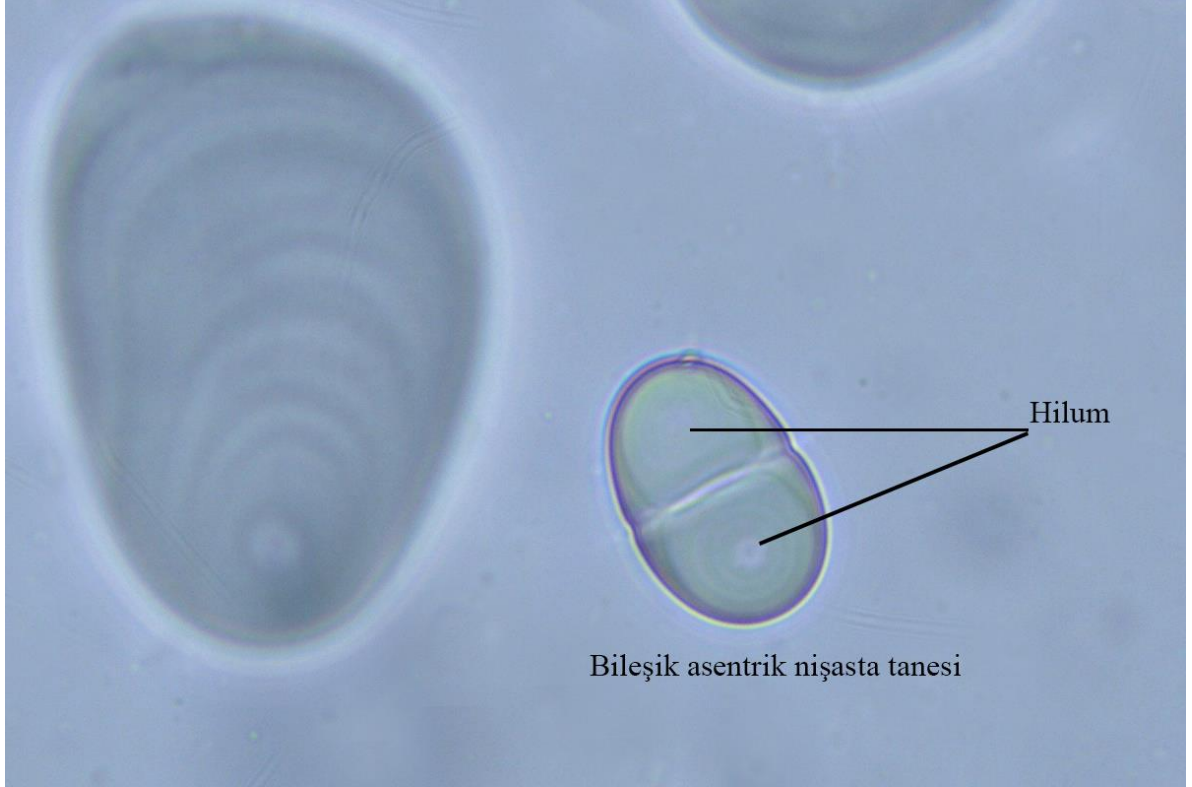
a. Nişasta

Fotosentetik ürün olarak kloroplastlarda meydana gelen **nişasta** daha sonra bitkinin diğer kısımlarına taşınır. Birçok bitkide nişasta taneleri ışığı az ve çok kıran tabakaların alması olarak dizilmesinden dolayı belirgin bir tabakalanma gösterir. Nişastanın ilk oluşmaya başladığı yere **hilum** denir ve nişasta tanesinin içinde bir nokta halinde gözlenir. Hilumun etrafında sıralanan konsentrik lamellerle nişasta tamamlanır. Hilum nişastanın merkezinde yer alıyorsa nişasta tanesi **sentrik**, kenarda ise **asentrik**dir. Tek tek gözlenen **basit nişasta taneleri** olduğu gibi, iki ya da daha fazla hilumlu **bileşik** ya da **yarı bileşik** taneler de bazı bitkiler için karakteristiktir.

Materyal: *Solanum tuberosum* (patates), basit, asentrik nişasta taneleri (yumrudan kazıma preparat)

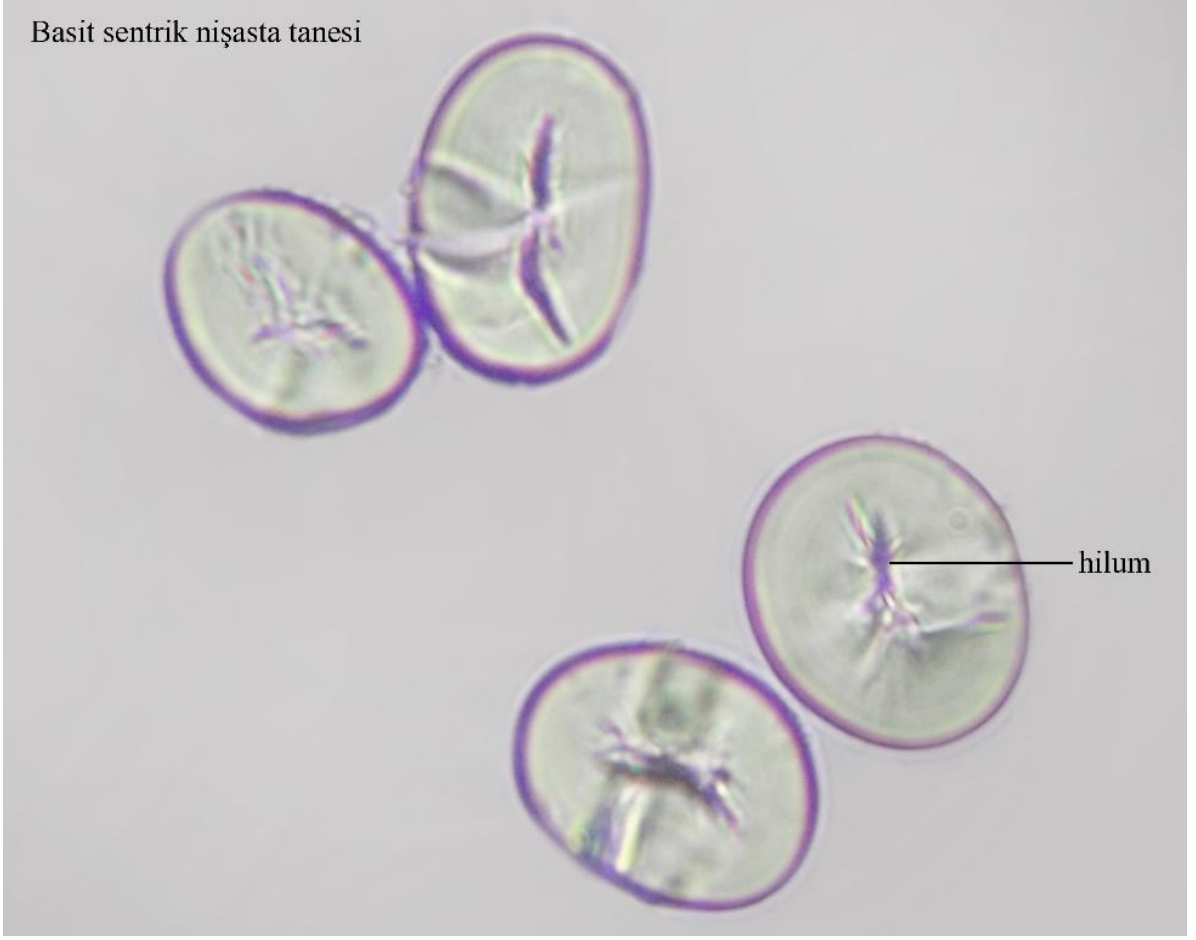


Materyal: *Solanum tuberosum* (patates), bileşik ve yarı bileşik, asentrik nişasta taneleri (yumrudan kazıma preparat)



Materyal: *Phaseolus vulgaris* (fasulye), sentrik, basit nişasta taneleri (tohumdan kazıma preparat)

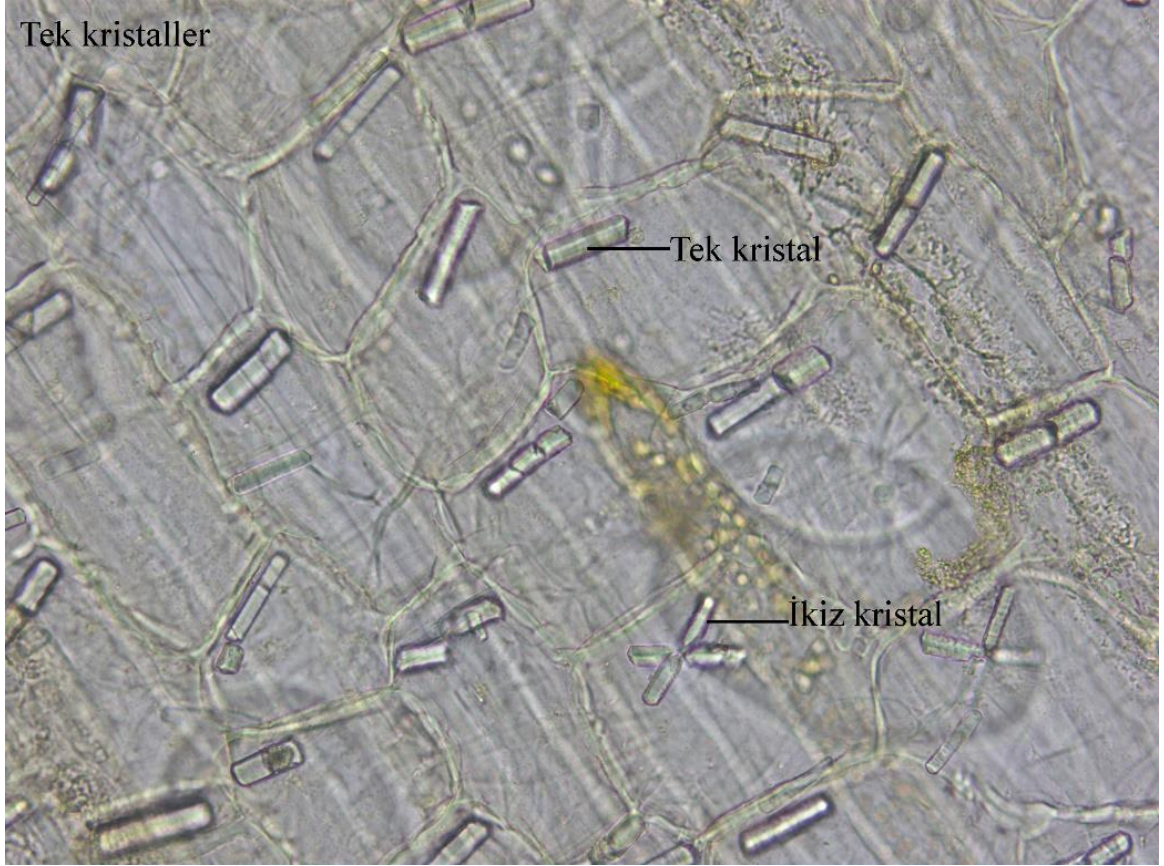
Basit sentrik nişasta tanesi



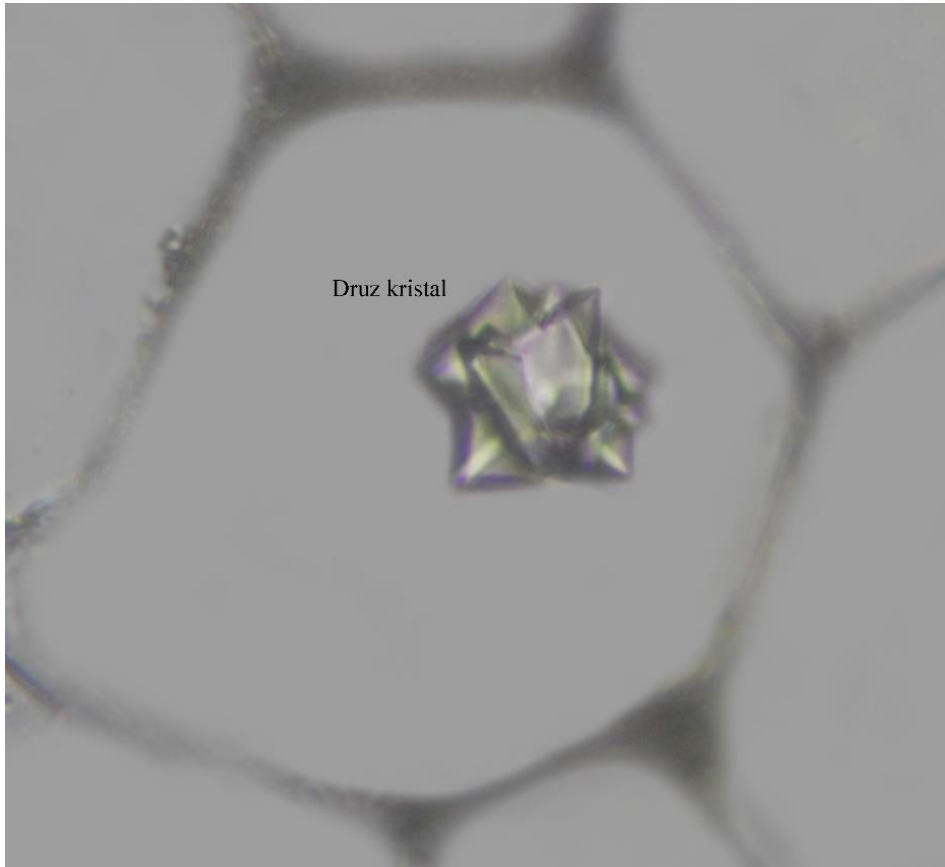
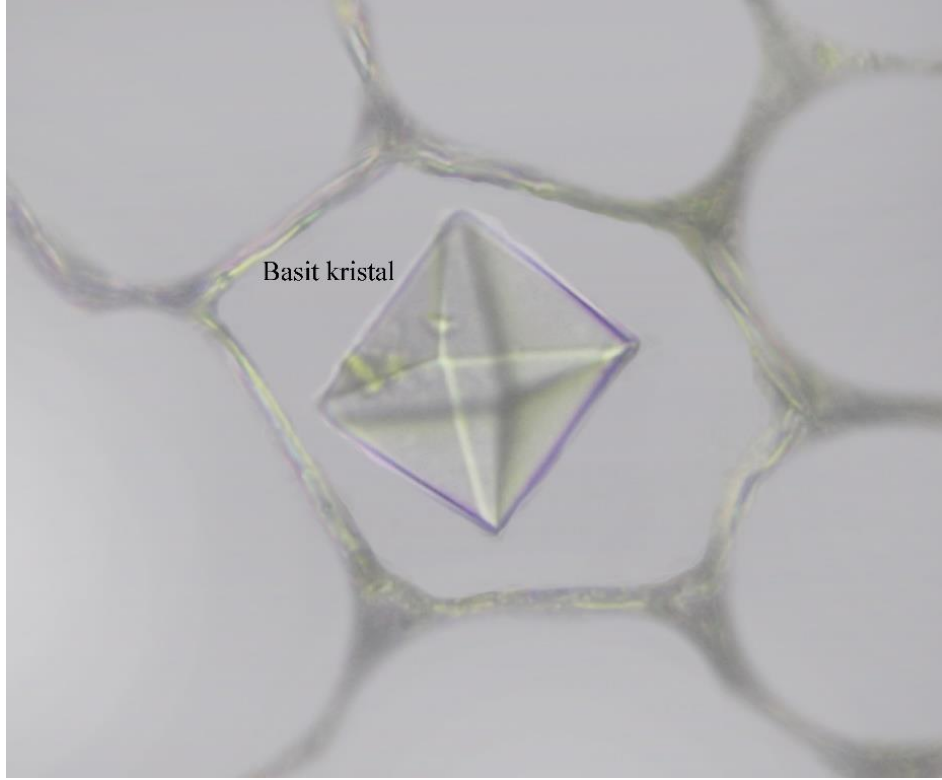
b. Kristaller

Bitkiler inorganik maddelerin fazlasını dokularında depo eder. Bitkilerde inorganik birikmeler kalsiyum tuzları, en yaygın şekilde de kalsiyum oksalat kristalleri halindedir. Kristaller birçok küçük kristalin oluşması ile kristal kumu şeklinde olabilir. Kristaller bileşik yapılar (druz) oluşturdukları gibi, uzamış kristaller halinde de bulunabilir. Bu şekilde bulunan rafitler hücrelerde genellikle demetler halinde kümelenmişlerdir. Bazı bitkilerin yapraklarında görülen kalınlaşmalar sonucu kalsiyum karbonattan oluşan özelleşmiş torba şeklinde yapılar oluşur (sistolit).

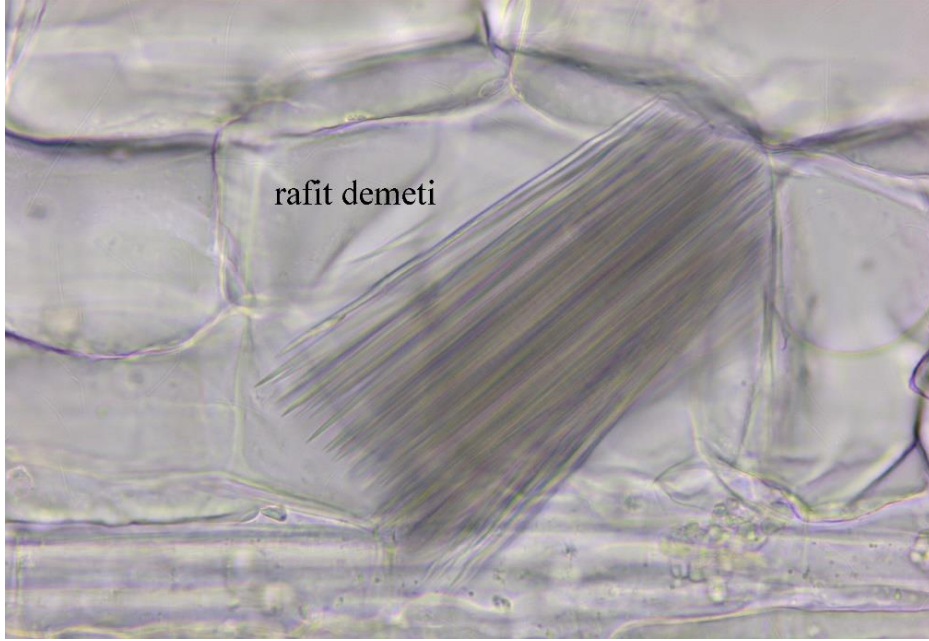
Materyal: *Allium cepa* (soğan), tek kristal (kabuktan bir parça inceleme)



Materyal: *Begonia sp.* (begonya), basit kristal ve drus kristali (gövde veya petiyolden enine kesit)



Materyal: *Impatiens sultanii* (cam güzeli), rafit kristali (rafit demeti) (gövde veya petiyolden boyuna teğetsel kesit)



Materyal: *Ficus elastica* (kauçuk), sistolit (yapraktan enine kesit)



EPİDERMA

Epiderma bitkilerin dış yüzeylerini örten bir dokudur. Bitkinin çeşitli kısımlarının en dış kısmında bulunmaktadır. Buna paralel olarak da dış etkenlere karşı koruyucu bir görevi vardır. Normal olarak tek sıralı olmakla birlikte, nadiren çok tabakalı epidermise de rastlanmaktadır. Bu durumda ilk sıranın altındaki tabakalara **hipodermis** adı verilmektedir.

Bazı çiçeklerdeki petallerin epidermisi dışında epidermis hücrelerinde genellikle interselüler alanlar bulunmamaktadır. Bazı eğreltilerin ve sucul bitkilerin epidermislerinde kloroplastlara rastlanırsa da genel olarak epidermis hücrelerinde kloroplast bulunmamaktadır.

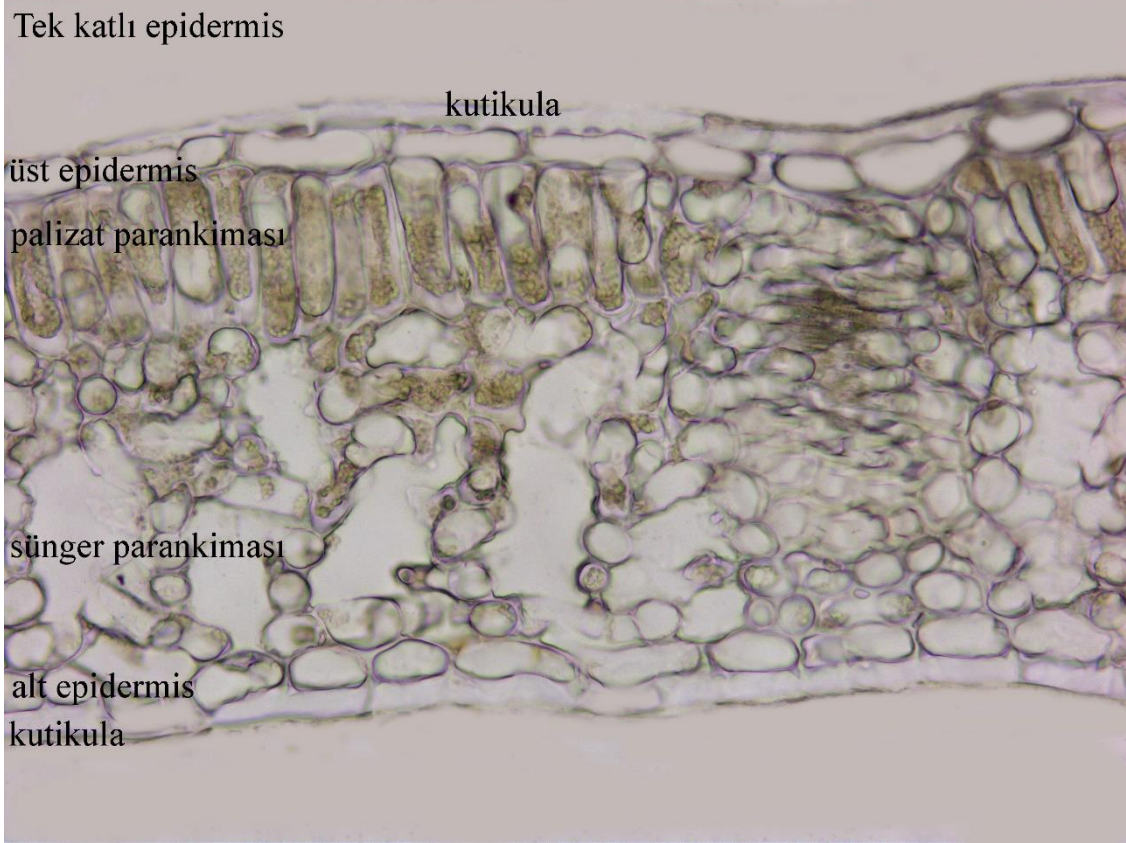
Epidermisin dışa bakan yüzeyi kutikula tabakası ile kaplıdır. Kutikula tabakasına kökten ziyade genellikle bitkinin toprak üstü kısımlarında rastlanmaktadır. Bazen kutikula tabakasının içerisine mumsu maddeler de katılır. Böylece geçirgenlik daha da azalır ve epidermisin terlemenin düzenlenmesindeki rolü daha da etkin hale gelir. Koruyuculuk görevi artar, patojen mikroorganizmaların bu tabakadan geçmesi önlenir.

Epidermis hücrelerinin çeperlerinin ve kutikulanın kalınlığı, bitkinin yaşadığı ortama göre değişiklik gösterir. Kurak bölgelerde çeperler ve kutikula oldukça kalınlaşmıştır.

Epidermisin dışarıyla madde alışverişini düzenleyici ve ışık etkisinden koruyucu bir rolü vardır. Kloroplast içermediğinden nispeten saydam bir yapısı vardır ve güneş ışınlarını yansıtarak fazlasına karşı bitkilerin iç hücrelerini korur. Ayrıca bu durum suyun fazlaca kaybedilmesini de önlemek için bir adaptasyondur.

Epidermisin su depo etme görevini üzerine aldığı ve buna uygun özel şekiller gösterdiği de bilinmektedir.

Materyal: *Helleborus orientalis*, tek katlı epiderma (yaprak enine kesiti)



Materyal: *Ficus elastica*, çok katlı epiderma (yaprak enine kesiti)



TÜYLER

Epidermis hücreleri değişerek tüyleri ve stoma aygıtını meydana getirir. Bu yüzden tüyler, stomalar ve emergensler epidermisten türevlenen yapılar olarak kabul edilmektedir.

Tüyler, epidermis hücrelerinin doğrudan doğruya dışarıya doğru uzanıp bölünmeleri ile meydana gelen çıkıntılardır. Örtü ve salgı tüyleri olmak üzere başlıca iki gruba ayrılmaktadır. Örtü tüyleri, protoplastın ölmesiyle zamanla ölü hale geçen hücrelerden, salgı tüyleri ise canlı, salgı işini yapan hücrelerden oluşmaktadır.

Bitkilerde tüylerin oluşumu belli amaçlara yönelmiştir:

- ✓ Epidermis üzerinde oluşan yapılar olduğu için temel görevleri, güneş ışığına maruz kalan kısımları korumaktır.
- ✓ Genel olarak koruyucu, tohumları dağıtıcı, ısı ve su kaybını engelleyici rolleri vardır.
- ✓ Isı ve terlemeyi düzenleyici rol oynarlar.
- ✓ Tüyler, tutunma görevi de görebilmektedir
- ✓ Hayvanlara karşı koruyucu görevleri de söz konusudur. Salgı tüyleri daima canlıdır ve çeşitli maddeler salgılar. Örneğin, *Urtica*'daki yakıcı tüylerin uç kısmı silislidir.

Örtü tüyleri

Yalın, tek ya da çok hücreli tüyler

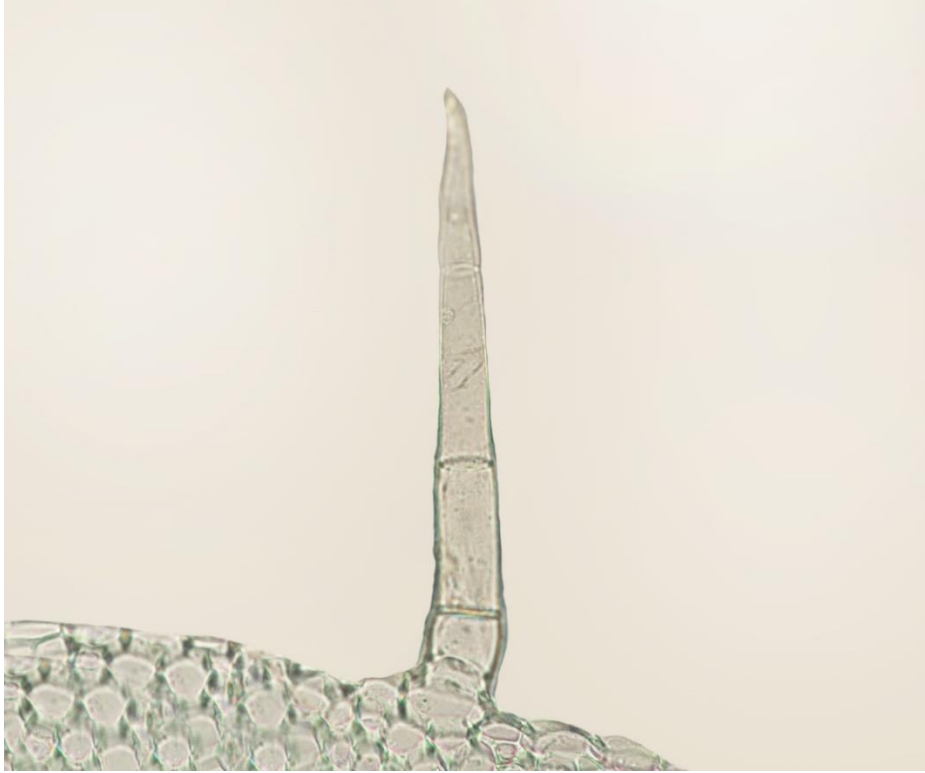
Pul şeklindeki tüyler

Dallanmış çok hücreli tüyler

Materyal: *Althae* sp. (hatmi), tek hücreli basit tüy (gövde veya petiyolden enine kesit)



Materyal: *Saintpaulia ionantha* (Afrika menekşesi), çok hücreli basit tüy (gövde veya petiyolden enine kesit)



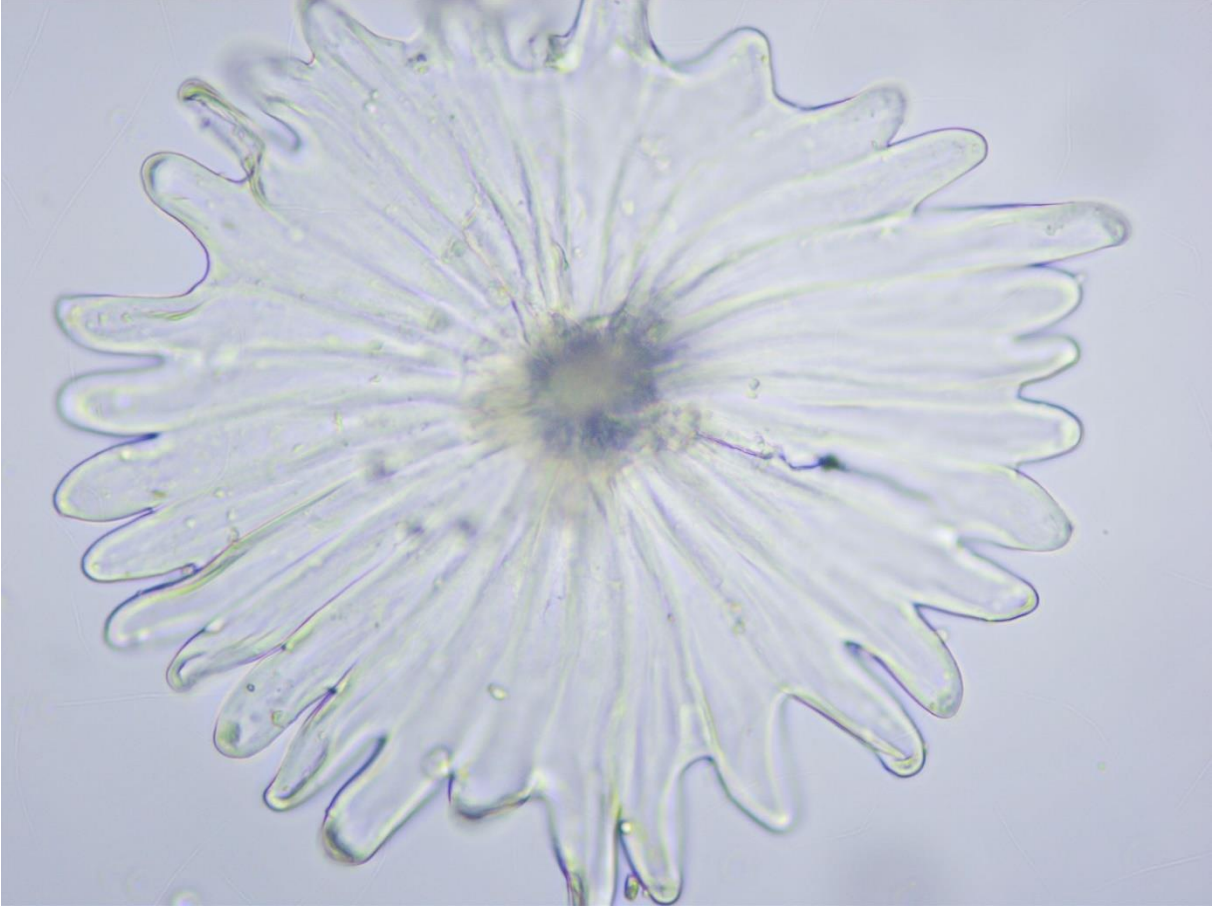
Salgı tüyleri

Tek veya çok hücreli ve çeşitli şekillerde olabilmektedir. Tek ya da çok hücreli olan salgı tüyleri genellikle bir, bazen iki veya ikiden fazla sap ve tek, bazen de çok hücreli bir baş kısmından oluşmaktadır.

Materyal: *Pelargonium* sp. (sardunya), tek ve çok hücreli salgı tüyü (gövde veya petiyolden enine kesit)



Materyal: *Olea (Eleagnus)* (zeytin, iğde), peltat (kalkan)tüy (yaprak kazıma preperat)



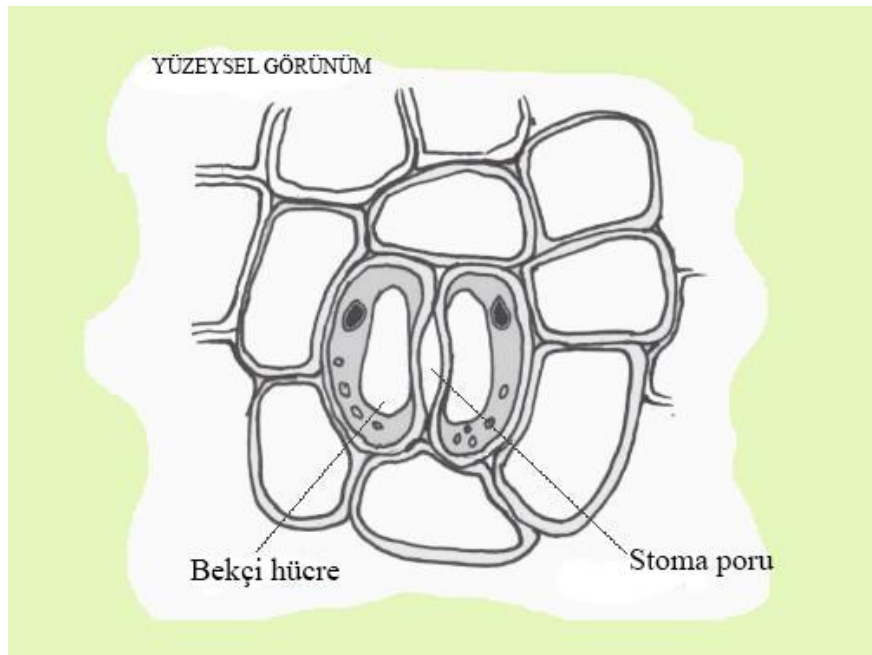
Yalnız epidermisten oluşan tüylere karşın emergensler, epidermis ve epidermisin altındaki hipodermis tabakalarından oluşmaktadır. Tutunma ve yükselmeyi kolaylaştırıcı özellikleri bulunabilmektedir. Örneğin, gülün dikenleri.

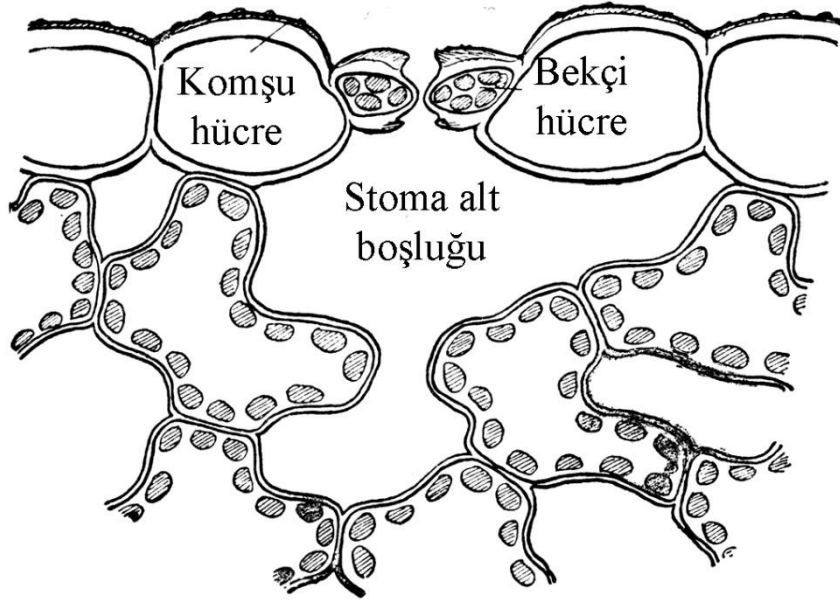
STOMALAR

Epidermis dokusunda bitkilerin gaz alışverişinde rol oynayan, yaprak dokusundan su buharının geçişini hızlandıran (terleme) geçişini hızlandıran ve epidermis hücrelerinden farklı olarak kloroplast içeren böbrek (fasulye) şeklindeki iki hücrenin, aralarında açıklık bırakarak oluşturdukları yapıya **stoma** denir.

Stomalar genellikle bitkilerin bütün yeşil kısımlarında özellikle yaprak ve gövde epidermislerinde yer alan tipik yapılardır. Köklerde ve bazı parazit bitkilerin klorofilsiz toprak üstü kısımlarında ve bazı sucul bitkilerde stoma bulunmaz. Ayrıca bitkilerin bazı yeşil olmayan kısımları örneğin petal, stamen, meyva ve tohumların epidermisleri etkin olmayan stoma taşımaktadır. Stomaları yalnız alt, yalnız üst yüzeylerinde ya da her iki yüzeylerinde bulunan yapraklar mevcuttur.

Bitkilere göre değişken olabilmekle birlikte genellikle stoma aygıtı, böbrek şeklindeki iki hücrenin aralarında bir boşluk bırakmak suretiyle karşı karşıya gelmesiyle oluşmaktadır. Bu hücrelere **bekçi hücreleri** ya da **stoma hücreleri**; aralarında bulunan genişleme ve daralma yeteneğindeki açıklığa da **stoma açıklığı** ya da **stoma poru** adı verilmektedir. Bekçi hücrelerinin çevresinde, normal epidermis hücrelerinden farklı olarak stomanın etkinliğine katılan ve **yardımcı hücreler** ya da **komşu hücreler** adını alan ince çeperli epidermis hücreleri yer almaktadır. Stomanın altında bulunan içi hava ile dolu geniş boşluğa stoma altı boşluğu adı verilmektedir. Burası mezofil dokusunun bütün hücrelerarası boşluk sistemi ile ilişkilidir ve bir çeşit gaz deposu işlevi görmektedir.





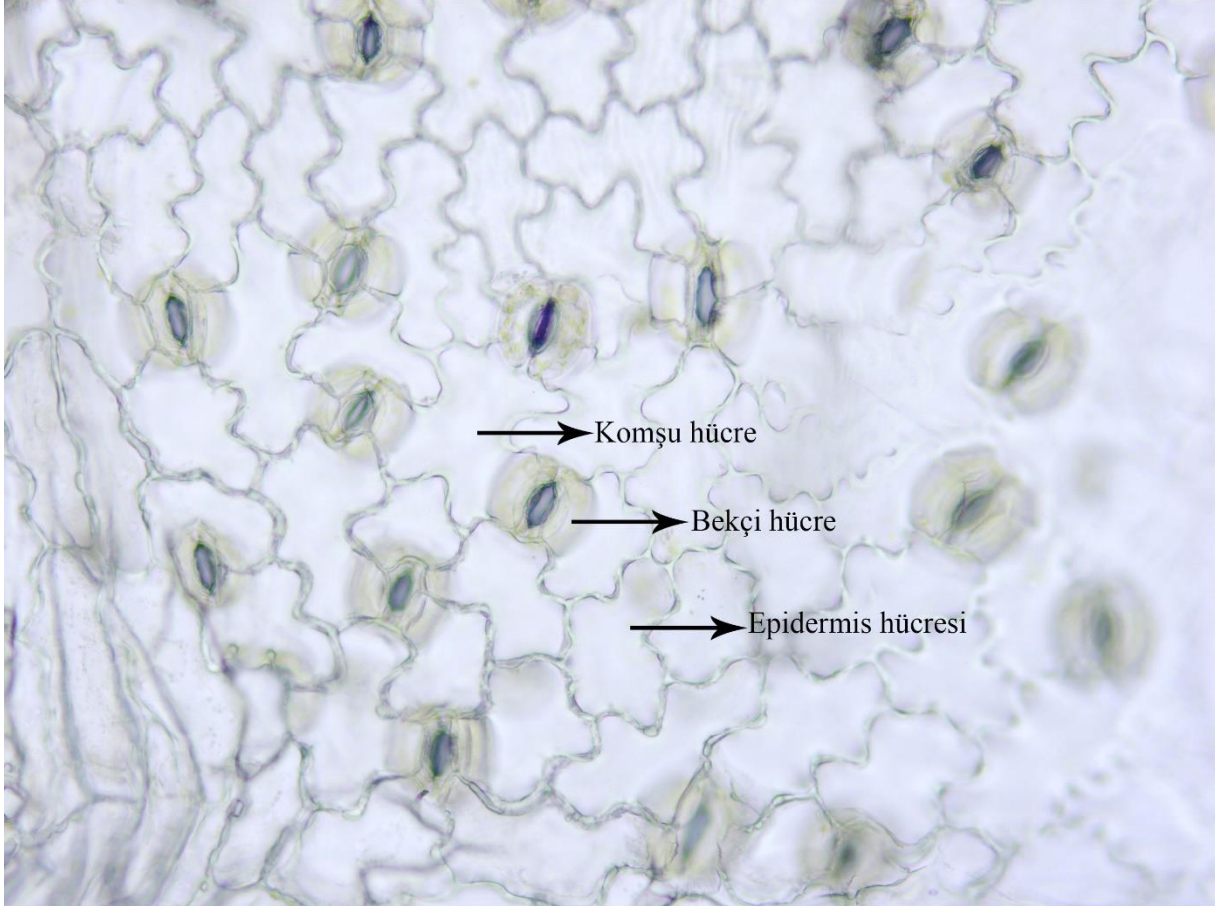
Stoma aygıtında en önemli bölümü bekçi hücreleri oluşturmaktadır. Bekçi hücrelerinin çeperleri farklı şekilde kalınlaşmıştır. Ventral çeperin orta kısmı kalın, iki ucu ve dorsal çeper tümü daha incedir. Bekçi hücrelerinin turgor basıncındaki değişiklikler bekçi hücreleri arasındaki porun açılıp kapanmasını sağlayarak hücrelerin şekillerini değiştirir. Turgorun çoğalması stomanın açılmasını, azalması ise kapanmasını sağlamaktadır. Böylece stomalar bitkinin iç ve dış ortamı arasındaki gaz alışveriş hızını kontrol eder ve terlemenin düzenleyicileri olarak işlev görür.

Bitkilerin yaşadığı ekolojik koşullara göre bekçi hücreleri komşu epidermis hücreleri ile aynı düzeyde, daha yukarıda ya da daha aşağıda bulunabilir. Hücrelerin bu şekilde farklı düzeyde gelişmelerinin amacı terleme ayarını sağlamaktır.

Komşu hücrelerinin düzenlenişine göre dikotiledonlarda 5 tip stoma bulunmaktadır:

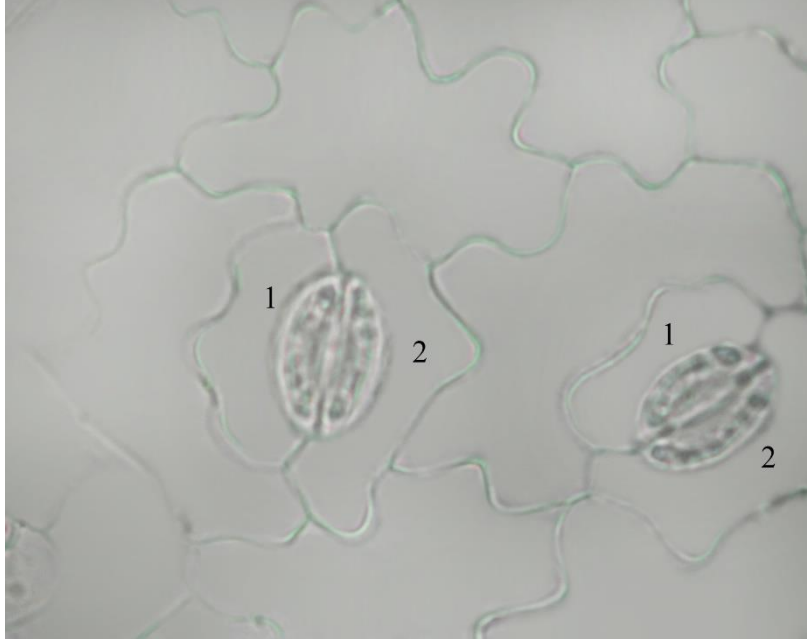
1. Anomositik stoma: Bu tip stomaların özel komşu hücreleri yoktur, olağan epidermis hücreleri stoma hücrelerini kuşatmaktadır. Ranunculaceae, Geraniaceae, Capparidaceae, Cucurbitaceae, Malvaceae ve Papaveraceae familyalarına özgüdür.

Materyal: Ranunculaceae familyasından bitkiler örneğin *Helleborus orientalis*, anomositik stoma (yaprak, yüzeysel kesit)



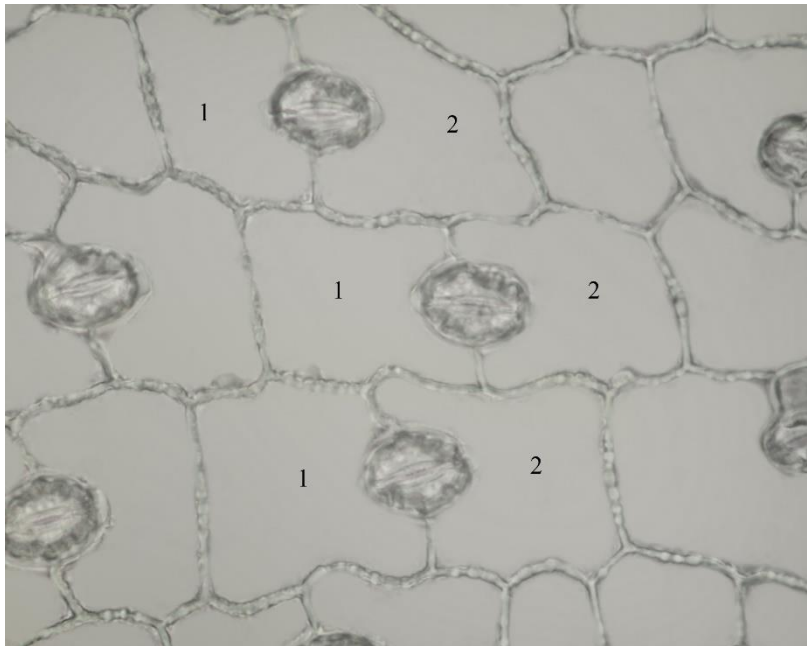
2. Parasitik stoma: Bekçi hücreleri birden fazla yardımcı hücre ile ilişkilidir ve bunlar bekçi hücrelerine paralel dizilmiştir. Bu tip Convolvulaceae, Leguminosae, Magnoliaceae ve Rubiaceae familyalarında yaygındır.

Materyal: Convolvulaceae familyasından bitkiler örneğin *Convolvulus* sp., parasitik stoma (yaprak, yüzeysel kesit)

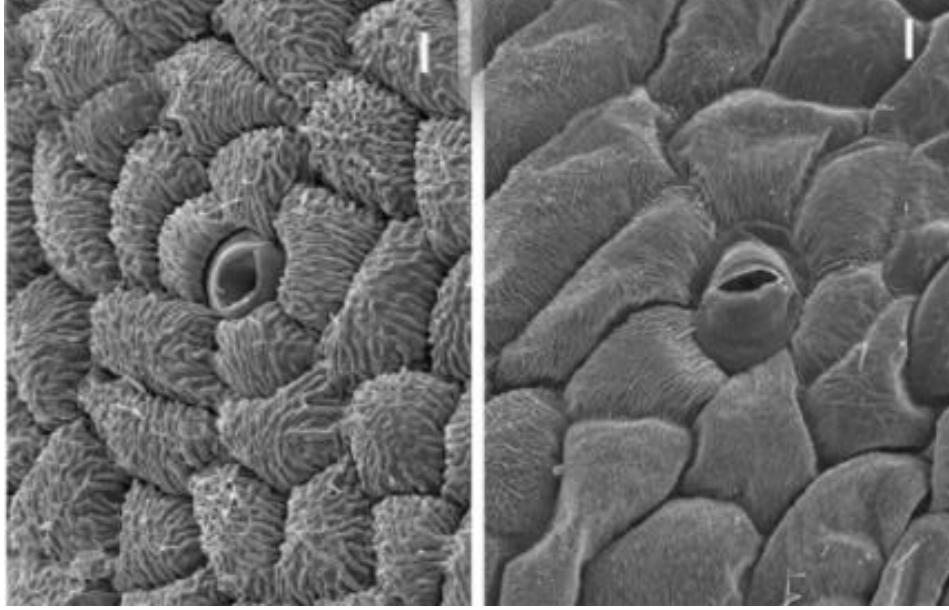


3. Diasitik stoma: Bir çift komşu hücre ortaklaşa enine çeperleri ile stoma hücrelerini kuşatır. Bu tip stoma Caryophyllaceae ve Acanthaceae familyalarında yaygındır.

Materyal: Caryophyllaceae familyasından bitkiler örneğin *Syzygium aromaticum*, diasitik stoma (yaprak, yüzeysel kesit)

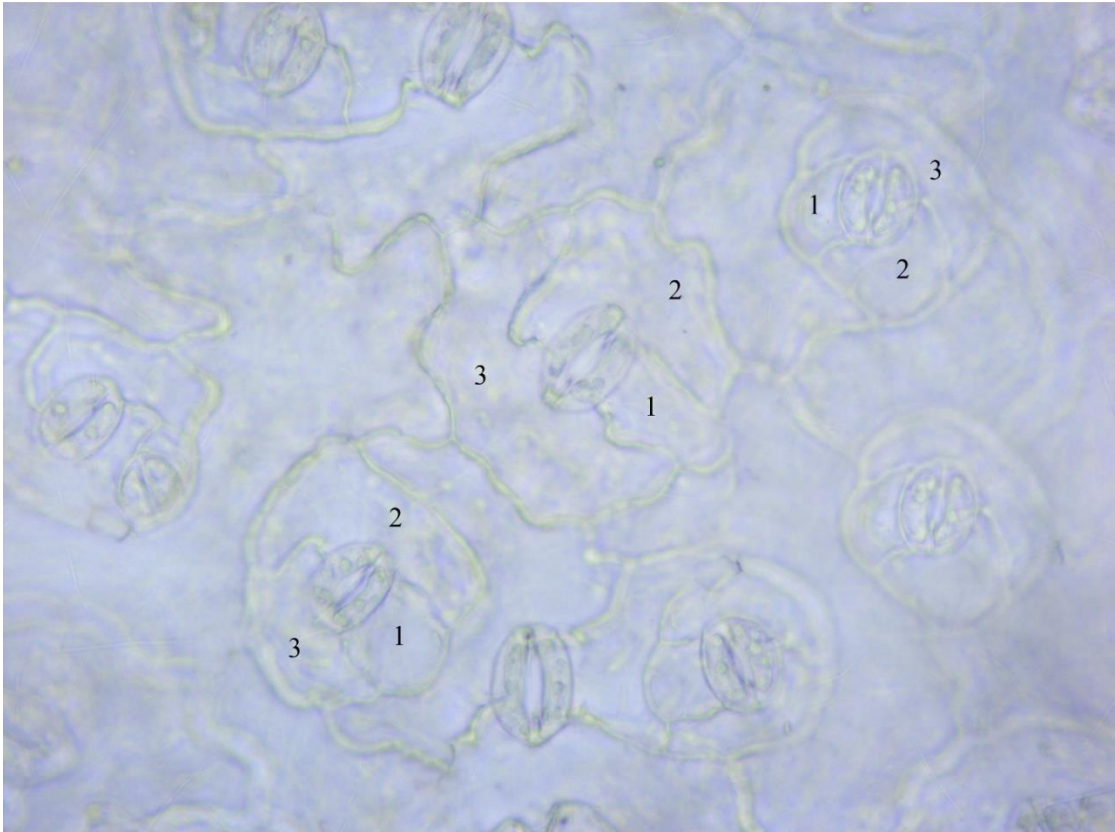


4. Aktinositik stoma: Bekçi hücreleri birçok yardımcı hücre ile çevrilidir ve bunlar bekçi hücrelerinin etrafında ışınsal olarak dizilmiştir.



5. Anizositik stoma: Bu tip stomaları çevreleyen üç komşu hücrenin biri diğer ikisinden daha küçüktür. Bu tip Cruciferae ve Solanaceae familyalarında yaygındır.

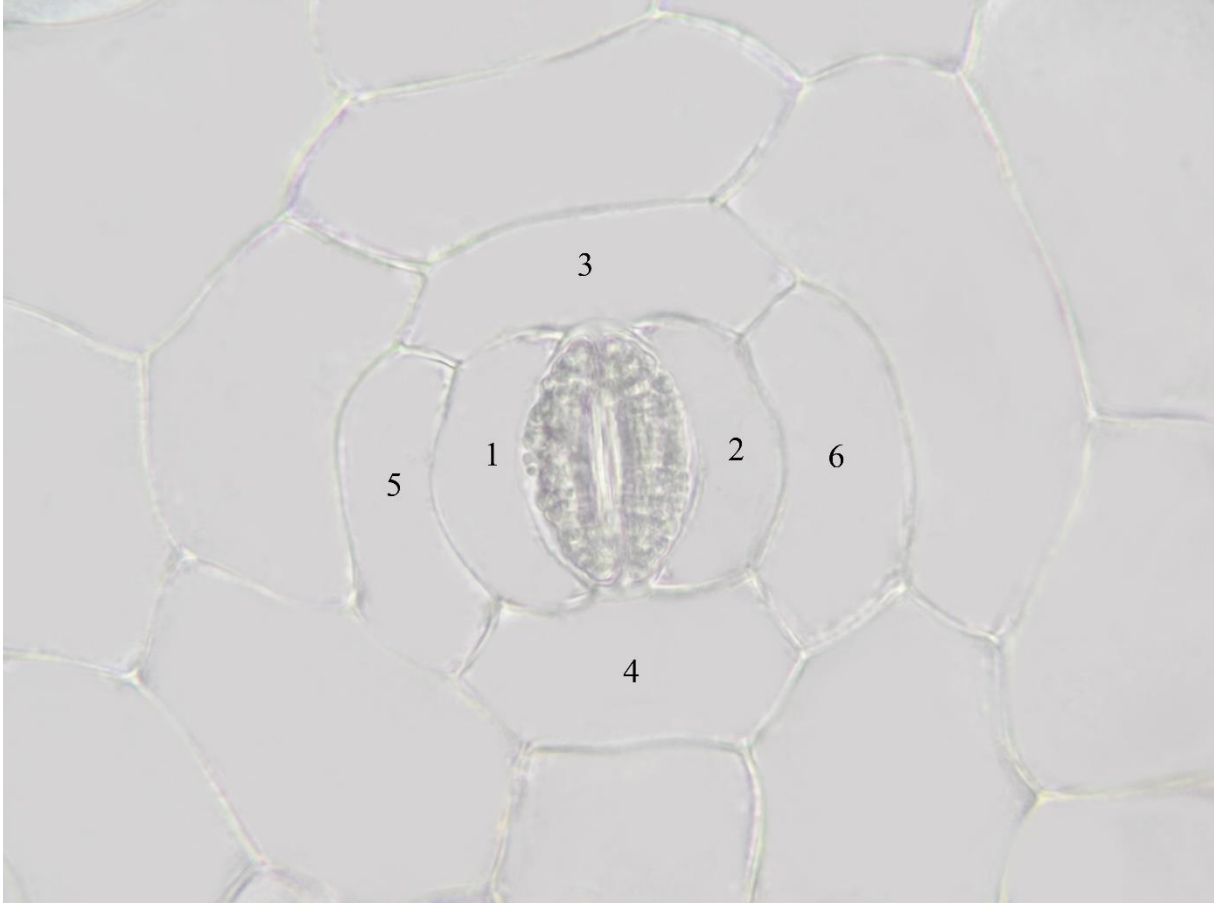
Materyal: Brassicaceae familyasından bitkiler örneğin *Sinapis* sp., anizositik stoma (yaprak, yüzeysel kesit)



Komşu hücrelerine göre monokotiledonlarda 4 tip stoma bulunmaktadır:

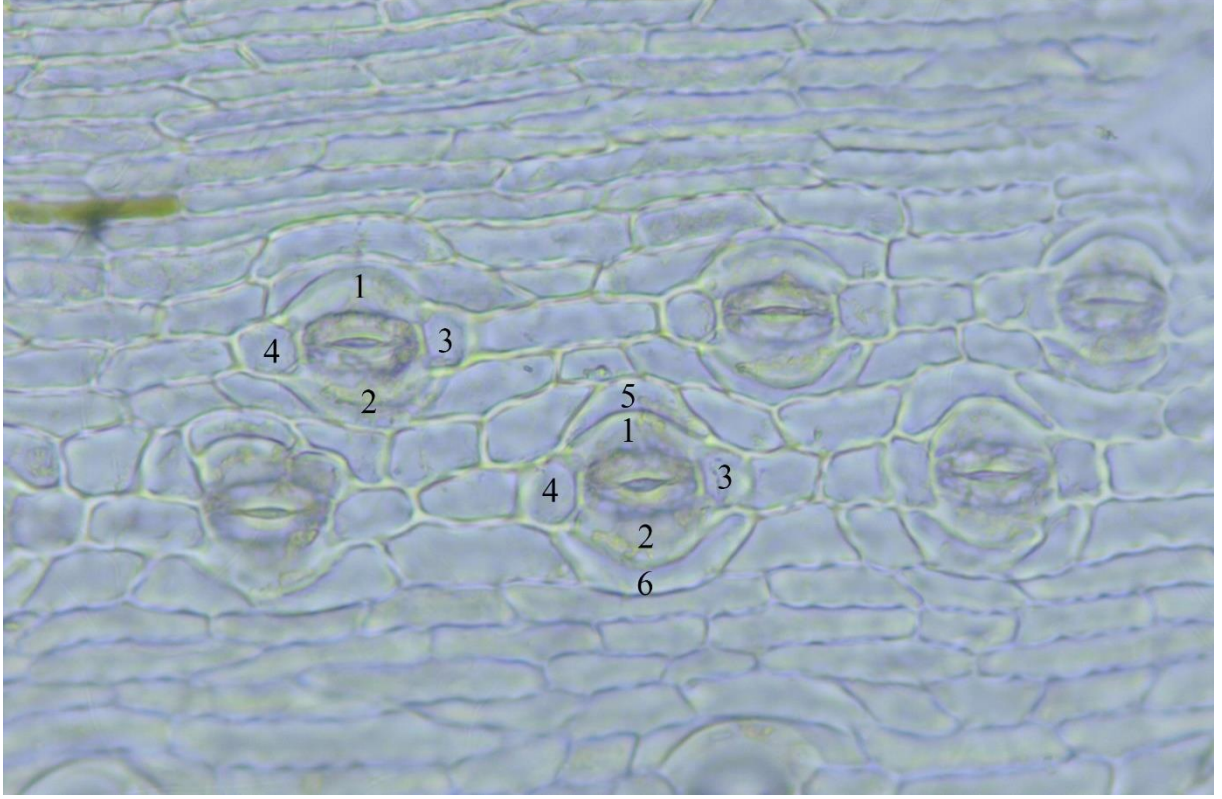
1. I. tip stoma: Bekçi hücreleri dört ile altı (genellikle altı) yardımcı hücre ile çevrilidir. Bu tip stoma Araceae, Commelinaceae, Musaceae ve Cannaceae gibi birçok familyada yaygındır.

Materyal: Araceae familyasından bitkiler örneğın *Arum* sp., I. tip stoma (yaprak, yüzeysel kesit)



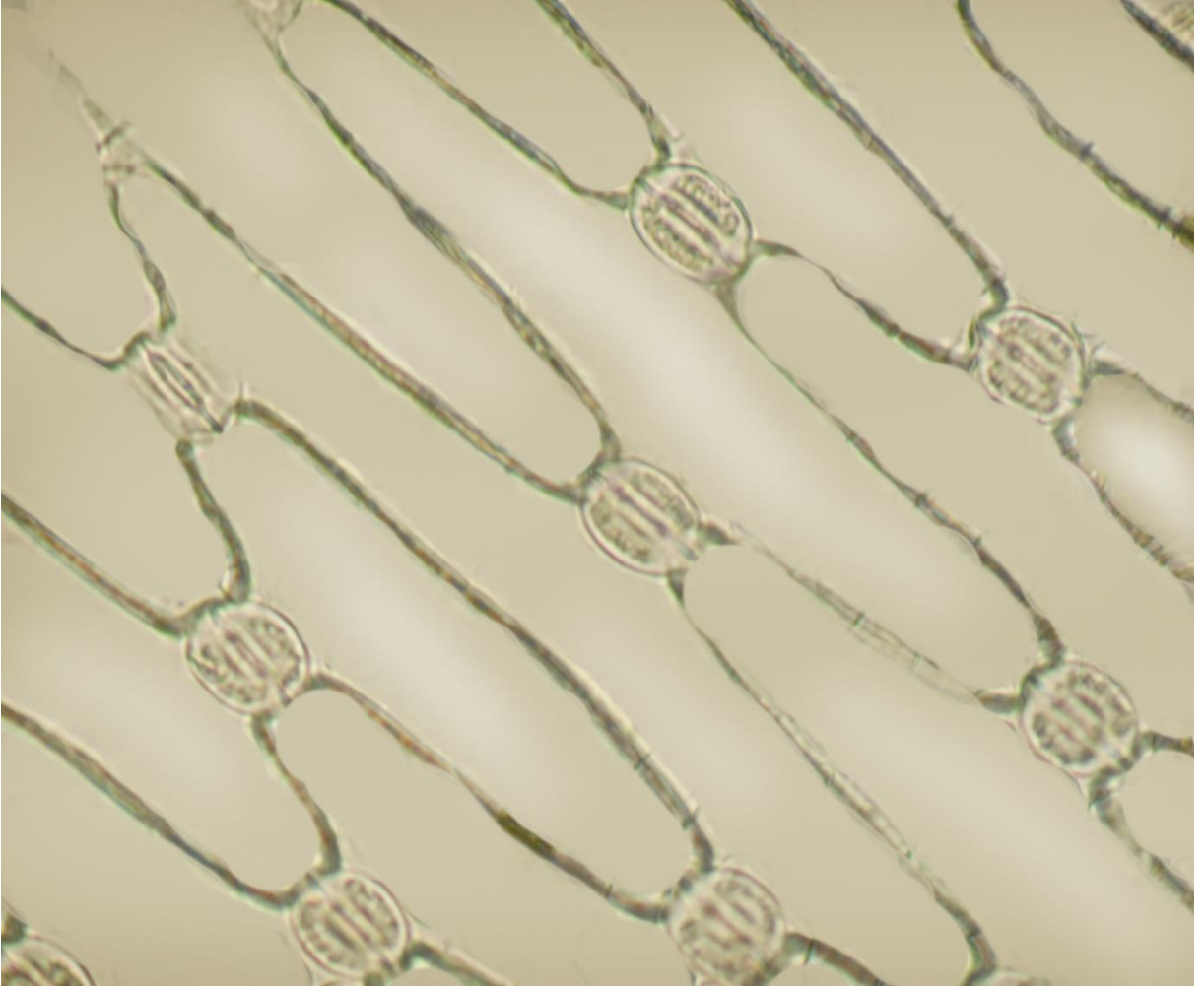
2. II. tip stoma: Bekçi hücreleri dört ile altı (genellikle dört) yardımcı hücre ile çevrilidir. Bunlardan iki tanesi yuvarlak ve küçük olup, bekçi hücrelerinin ucunda yer almaktadır. Bu tip, Palmae, Pandanaceae ve Cyclanthaceae familyalarının birçok türünde bulunmaktadır.

Materyal: Palmaceae familyasından bitkiler örneğin *Phoenix* sp., II. tip stoma (yaprak, yüzeysel kesit)



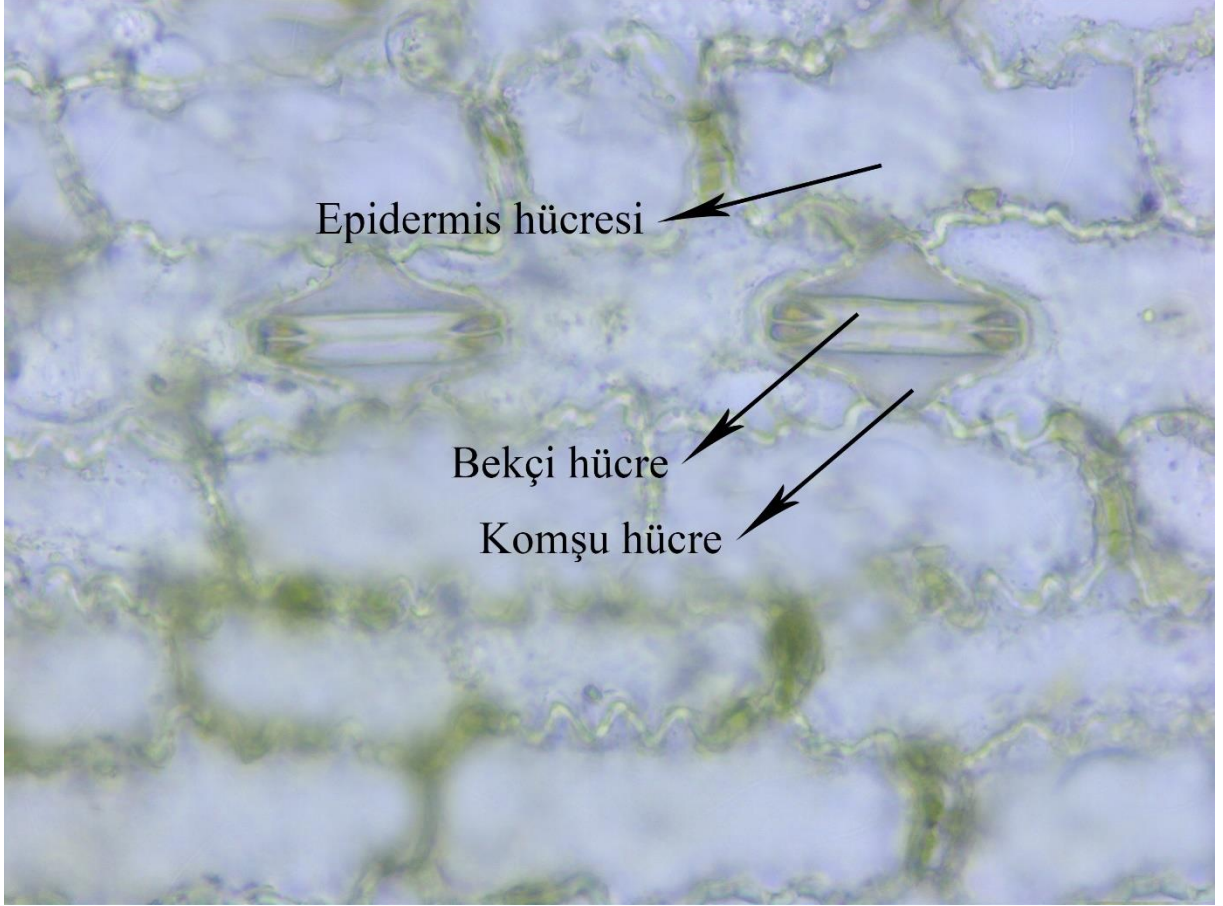
3. III. tip stoma: Bu tipte bekçi hücreleri herhangi bir yardımcı hücre ile ilişkili değildir. Bu tip, Iridaceae familyasında yaygındır.

Materyal: Iridaceae familyasından bitkiler örneğın *Iris* sp., III. tip stoma (yaprak, yüzeysel kesit)



4. IV. tip stoma: Bu tipte bekçi hücreleri iki yardımcı hücre tarafından kuşatılmıştır. Bu tip daha çok Cyperaceae ve Gramineae familyalarında yaygındır.

Materyal: Gramineae familyasından bitkiler örneğin *Alopecurus* sp., IV. tip stoma (yaprak, yüzeysel kesit)



PARANKİMA

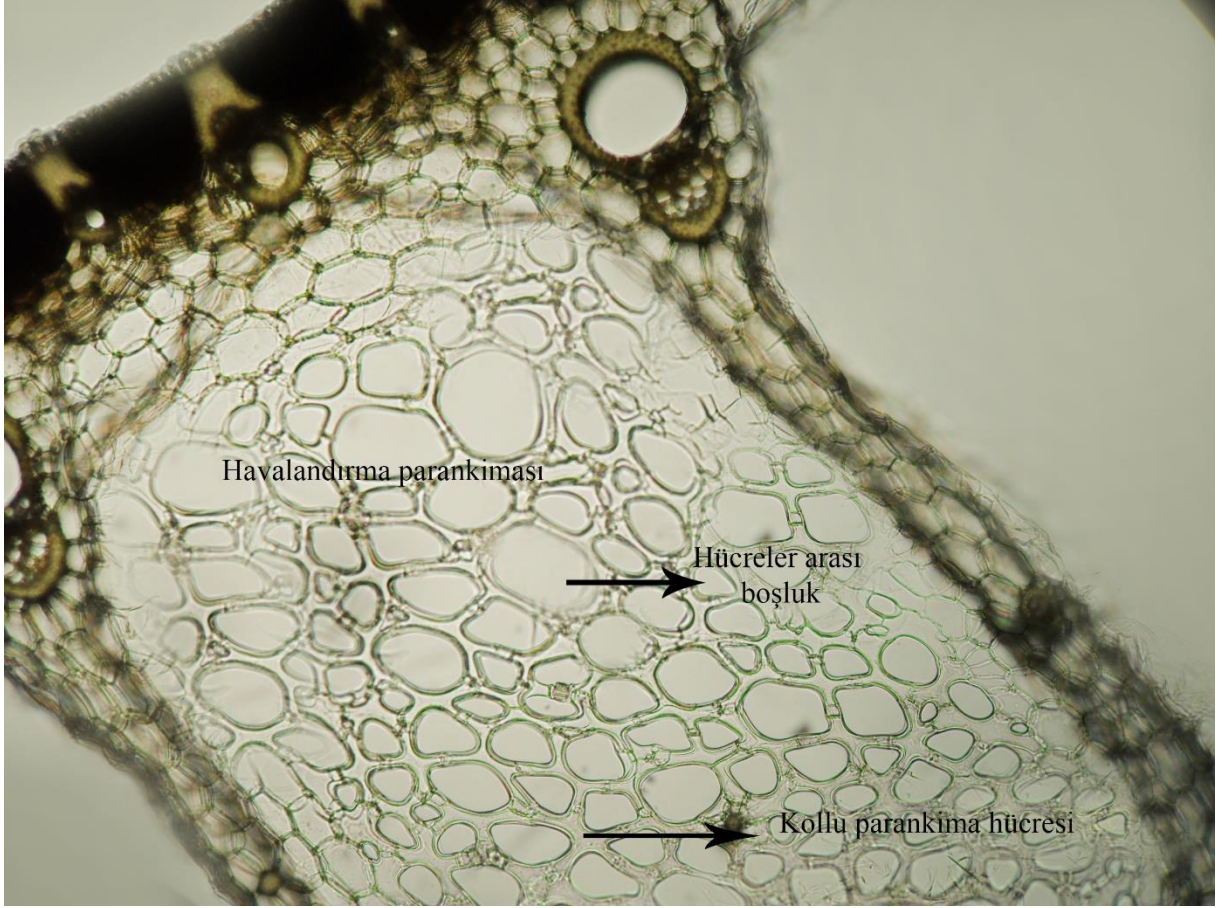
Parankima ince çeperli hücrelerden oluşan canlı bir dokudur. Bitkilerde çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal etkinliklerle ilgili olabilmektedir. Genellikle temel doku olarak tanımlanan parankima primer bitki yapısının esas kitlesini oluşturmaktadır. Bitkilerde dolgu doku olarak görev yapmaktadır. Filogenetik bakımdan parankima, diğer bitkisel dokuların öncüsüdür. Ontogenetik olarak da meristemlere benzediğinden ilkel bir doku olarak kabul edilmektedir. Çoğunlukla çokgen şeklindeki hücrelerden oluşmakla birlikte bazen uzamış ve sivri uçlu da olabilirler.

Parankima gövde ve köklerin öz ve korteks bölgelerinde, yaprakların mezofilinde, petiyolün yapısında, meyvaların etli kısımlarında, çiçeğin çeşitli parçalarında ve tohumların endospermalarında bulunur. Özel olarak iletim demetinin içinde de yer alabilir (ksilem ve floem parankiması). Yaprak mezofilinde (palizat ve sünger parankiması) ve bitki yapısının bazı kısımlarında loblu ve katlanmış hücreler halinde de olabilirler.

Özet olarak parankima, hücreleri ince çeperli, farklı şekil ve fizyolojik işlevleri olabilen canlı bir dokudur. Yani parankima **fotosentez, solunum, salgı, havalandırma, iletim, depo, yara onarımı ve rejenerasyon** gibi önemli fonksiyonları başarabilen bir dokudur. Parankima hücrelerinin şekli fonksiyonlarını hızlandırmak için kendine özgü bir tipe adapte olmuştur. İşlev bakımından parankima dört büyük gruba ayrılabilir: **Fotosentetik parankima, depo parankiması, iletim parankiması, aerenkima (havalandırma parankiması).**

Havalandırma parankiması, geniş, bol hücrelerarası boşluklar içeren, gazları depo edip havalandırma görevi gören bir dokudur. *Juncus* gibi havalandırma boşlukları iyi gelişmiş bitkilerin gövdelerinde yıldız şeklinde parankima hücreleri yer almaktadır.

Materyal: *Juncus* sp. (saz), havalandırma parankiması (gövde, enine kesit)



DESTEK DOKU

Bitki ve bitki organlarına destek sağlayıp direnç kazandıran dokular **mekaniksel sistemi** yani **destek dokuyu** oluşturmaktadır. Bitkiler hem kendi ağırlıklarını taşıyabilmek için hem de dış etmenlere karşı direnç kazanabilmek için bu dokuya ihtiyaç duyarlar. Bu dokular aynı zamanda esneklik de kazandırır.

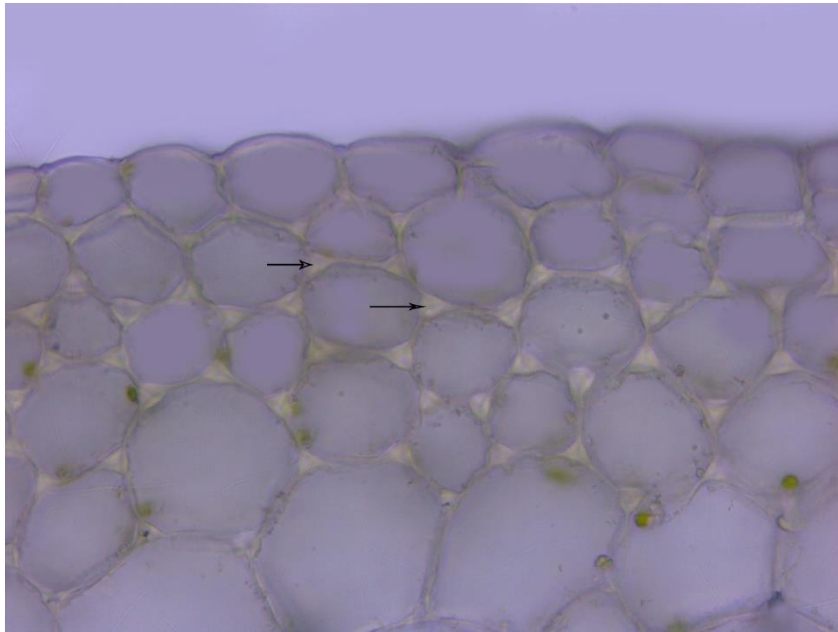
A. KOLLENKİMA

Kollenkima, primer hücre çeperleri eşit olmayan şekilde kalınlaşmış ve büyümekte olan genç organların gövde, kök, yaprak ve çiçek kısımlarında yer alan canlı bir dokudur. Gövde ve yaprak sapında tipik olarak çevresel durumda yer alır. Kollenkima hücre çeperleri kalın ve parlaktır. Genellikle büyümekte olan organlarda ve otsu bitkilerin olgun kısımlarında dayanıklılık sağlamaktadır.

Çeperleri gerilme ve esneme özelliğine sahiptir. Plastik primer çeperlere sahip olan kollenkima dokusu çeperler her tarafta eşit miktarda kalınlaşmadığından çeper kalınlaşması yönünden heterojen bir dokudur. Çeper kalınlaşması tipine göre üç tip kollenkima ayırt edilmektedir:

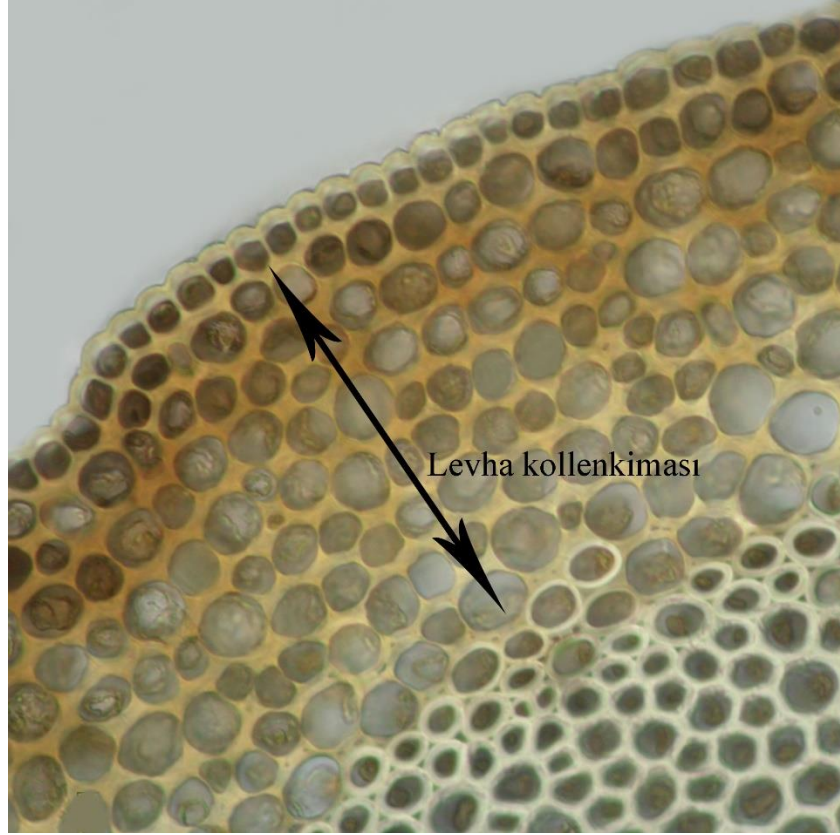
1. Angular kollenkima (Köşe kollenkiması): Bu tipte ekstra çeper materyalinin depo edildiği kısım hücre köşeleridir. Yani çeper kalınlaşmaları hücrelerin köşelerinde görülmektedir.

Materyal: *Begonia* sp. (begonya), köşe kollenkiması (gövde veya petiyol, enine kesit)



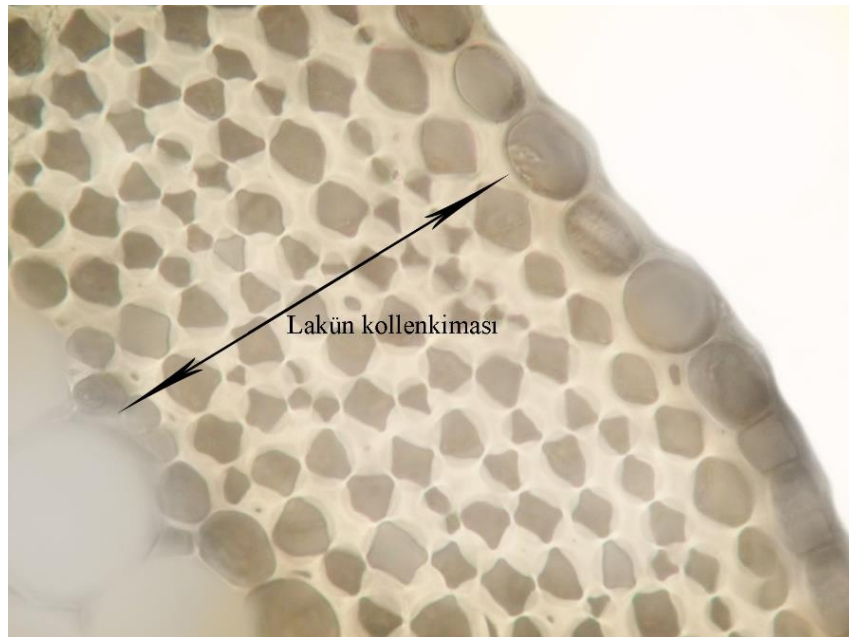
2. Lamellar kollenkima (Plak ya da levha kollenkiması): Bu tipte çeper kalınlaşmaları hücrelerin teğetsel çeperlerinde görülmekte ve lameller oluşturmaktadır.

Materyal: *Sambucus nigra* (kara mürver), levha kollenkiması (gövde, enine kesit)



3. Lakunar kollenkima (Lakun kollenkiması): Kalınlaşmalar hücrelerin interselüler alanlara bakan çeperlerinde görülür.

Materyal: *Althae* sp. (hatmi), lakun kollenkiması (gövde, enine kesit)



Bu doku dayanıklılığı kaybetmeden organın büyümesini sağlar. Kollenkima dokusu gerilme direncini eğilme ve plastisite özellikleriyle birleştirmiştir. Organlar belli bir olgunluğa ulaştığı zaman kollenkimatik plastisite yerine sklerenkimatik elastisite fonksiyonel olur.

B. SKLERENKİMA

Oldukça kalın hem primer hem de sekonder hücre çeperlerine sahip olan ve fazla miktarda lignin içeren bir dokudur. Bu dokuların hücreleri büyüme yeteneğini kaybetmiştir. Bu nedenle sklerenkima dokusu daha çok olgun organlarda yer alır. Bitkilerde mekaniksel bir direnç sağlayan kalın sekonder çeperlere sahiptir ve hücreleri ölüdür. Eğilme, kıvrılma, ağırlık ve basınçlara karşı ince çeperli hücreleri zarar görmekten korur. Kollenkimadan daha sert bir çeper yapısına sahiptir. Aynı zamanda çeperlerinde lignin bulundurur ve ondan daha az miktarda su ihtiva eder.

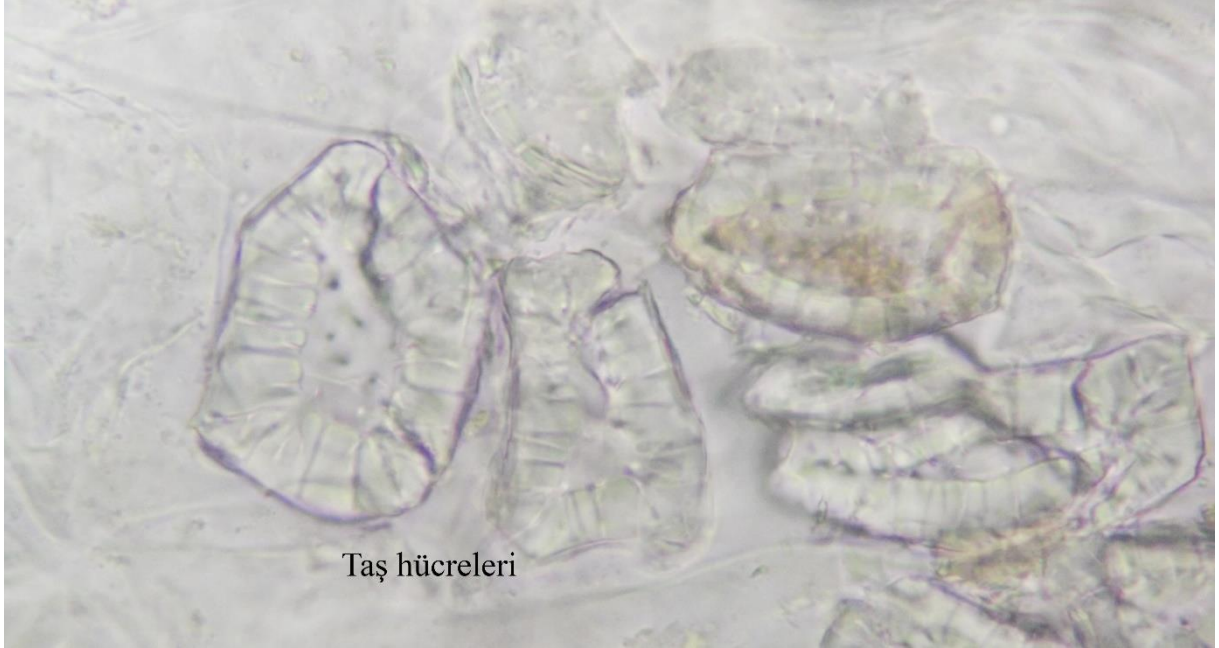
Kollenkima hücrelerinin plastik primer çeperlerine karşılık sklerenkima elastik sekonder çeperlere sahiptir. Çeper kalınlaşması hücrelerin her tarafında eşit derece de olduğundan homojen çeper kalınlaşması gösterirler. Buna karşın farklı tip hücrelerden oluşmuş bir doku olduğundan morfolojik yönden heterojen özellik gösterir. Sklerenkima dokusunu oluşturan hücreleri iki gruba ayırabiliriz: **Sklerenkima lifleri** ve **sklerenkima hücreleri (sklereidler)**.

1. Sklereidler: Genellikle kısa olan hücrelerdir. Hücreler ligninleşmiş kalın sekonder çeperlidir ve çok sayıda basit geçit içerir. Sklereidler bitki yapısında çok fazla yayılmışlardır. Bazen tek tek, bazen gruplar halinde bulunurlar. Fındık gibi meyvaların meyva kabuklarında, ayva ve armut gibi meyvaların etli kısmında bulunurlar.

Sklereidler şekil, büyüklük ve çeper özelliği bakımından beş gruba ayrılırlar: Brakisklereid, makrosklereid, osteosklereid, astrosklereid ve trikosklereid.

Brakisklereid: Taş hücreleri adını da alırlar. Kısa ve izodiametrik hücrelerdir. Gövdelerde korteks ve kabukta, floemde ve meyvaların etli kısımlarında bulunurlar.

Materyal: *Cydonia vulgaris* (ayva), brakisklereidler (meyve perikarp, ezme)



2. Lifler: Uzun, sivri uçlu, ligninleşmiş sekonder çeperli hücrelerdir. Kalınlaşmış çeperler arasında geçitler küçük ve sayıca azdır. Lümenler çok daralmış olup lifin merkezinde uzanan kanallar halindedir. Bitki yapısının çeşitli organlarında yaygın olarak bulunurlar. Gövde ve yapraklarda çevresel kökte ise merkezde yer alırlar.

Materyal: *Cinchona* sp. (kınakına), sklerenkima lifleri (gövde, ezme)



İLETİM DOKUSU

Bir bitkide çeşitli organların işlevlerini devam ettirebilmeleri için, ortamdan alınan maddelerin ve sentezi yapılan bileşiklerin çeşitli organlara taşınıp iletilmesi gerekir. İlkel canlılarda her hücre buna gerek kalmadan gereksinimlerini sağlayabilir. Ancak yüksek yapılı bitkilerde, yani farklılaşma (organizasyon) ilerledikçe hücreler arasındaki iş bölümü de artar. Madde alışverişi hücreden hücreye difüzyon ve osmoz ile olmasına karşın, geniş ölçüde iletim için özel dokulara ihtiyaç vardır. Böylece bitkiyi oluşturan organların su, inorganik madde ve organik bileşik bakımından istekleri, bu maddeleri ileten özel dokularla sağlanır. Bu doku kök uçlarından yapraklara kadar farklı organlar arasında devamlılık içinde uzanır ve adeta bir sistem oluşturur.

İletim dokusu **ksilem** ve **floem** olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Ksilem ve floem tamamen farklı maddeleri, farklı yönlerde ilettikleri ve yapısal bakımdan da çok farklı oldukları halde, bu dokuları oluşturan borular (sütunlar) bir arada ilerler ve **iletim demeti** adı verilen birimi teşkil eder.

A. KSİLEM

Ksilem ile su ve suda erimiş maddelerin iletimini gerçekleştiren ve çeşitli hücre tiplerinden oluşan karmaşık bir dokudur. En karakteristik bileşikler trakeal elementler diğer bir deyişle **trake** ve **trakeidler**dir. Bunlar su iletimine ve bir dereceye kadar da destek işlevine sahiptir. **Ksilem sklerenkiması (ksilem lifleri)** bitki yapısının kuvvetlendiricisi olarak iş görmektedir. **Ksilem parankiması** ise depo ve diğer işlevlerle yükümlüdür.

✓ **Trakeidler**, sivri uçlu, çapları dar, kapalı, tek hücrelerdir. Cansız ve çok uzundurlar.

✓ **Trakeler**, üst üste gelmiş, aradaki bölme zarları erimiş birçok hücreden gelişen, geniş ve açık borulardır. Bu tip hücreler ölüdür ve kalın ligninleşmiş çeperlidir. Çapları daha geniş olduğu için su iletimine daha uygun yapılardır. Trakeidlere oranla daha gelişmiş bir yapı gösterir ve filogeni yönünden de trakeidlerden daha gelişmiş olarak kabul edilmektedir. Aşağı vasküler bitkilerde ve Gymnospermelerde yalnızca trakeidler bulunmaktadır.

✓ Ksilem dokusu oldukça farklı tipte **lifler** içermektedir. Liflerin yapısı trakeidlere benzemektedir.

✓ Ksilemin canlı **parankima** hücreleri sitoplazmaca zengin ve bol plazmodezmalıdır (simplastik iletim). Kısa mesafe iletiminde etkilidir.

B. FLOEM

Floem vasküler bitkilerin besin ileten asal dokusudur. Canlı, ince çeperli hücrelerden meydana gelen floemin esas bileşenleri kalburlu elementler (kalburlu hücre ve kalburlu borular), arkadaş hücreleri (koniferlerde albuminli hücreler), parankima, lif ve sklereidlerdir (floem sklerenkiması).

✓ En ilkel şekilde **kalburlu elementler** parankima hücreleri olarak kabul edilmektedir ve bunlar işlevlerine uygun olarak şekil değiştirip nukleus kaybına uğramaktadır. Kalburlu elementlerin en önemli özelliği çeperlerdeki kalburlu alanların varlığı ve sitoplazmadan nukleusun kaybolmasıdır. Kalburlu öğeler, az özelleşmiş **kalburlu hücreler** ve çok özelleşmiş **kalburlu borular** halinde ikiye ayrılmaktadır. Daha çok Gymnospermelerde rastlanan kalburlu hücreler uzun, ince çeperli, canlı hücrelerdir ve hücreler sivri uçlarla sonlanır. Kalburlu hücreler tek tek hücreler halinde olduğu halde kalburlu borular, aradaki bölme çeperleri erimiş, üst üste gelmiş hücrelerden oluşan canlı hücrelerdir ve çeper ligninleşmemiştir. Enine çeperler ince deliklerle kalbur şeklini almıştır (kalburlu plak).

✓ Angiospermelerde kalburlu elementler, **arkadaş hücreleri** denilen özelleşmiş parankima hücreleri ile ilişkilidir, diğer bitki gruplarında ise **albuminli hücreler** söz konusudur. Arkadaş hücreleri yaşamları boyunca nukleuslarını korur. Kalburlu elementin işlevinin durması, ilgili arkadaş hücrelerinin ölümü ile yakından ilgilidir.

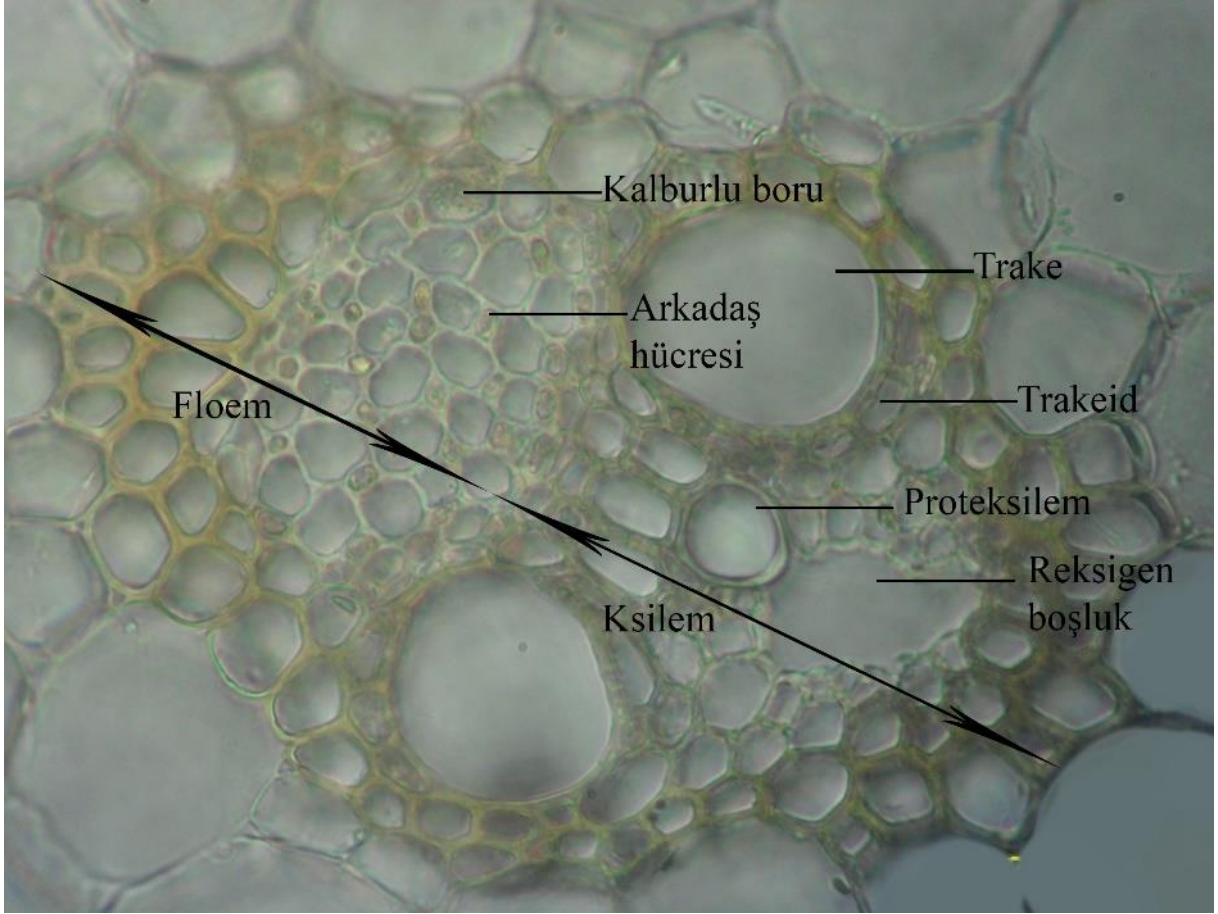
✓ Floem yapısındaki **lifter** ve **parankima hücreleri** ksilem dokusundakilerle paralel şekilde işlev görmektedir.

İLETİM DEMETİ TİPLERİ

1. Kollateral demetler: Ksilemin merkeze floemin çevreye doğru yerleştiği bu tip de, arada kambiyum bulunup bulunmamasına göre ikiye ayrılır.

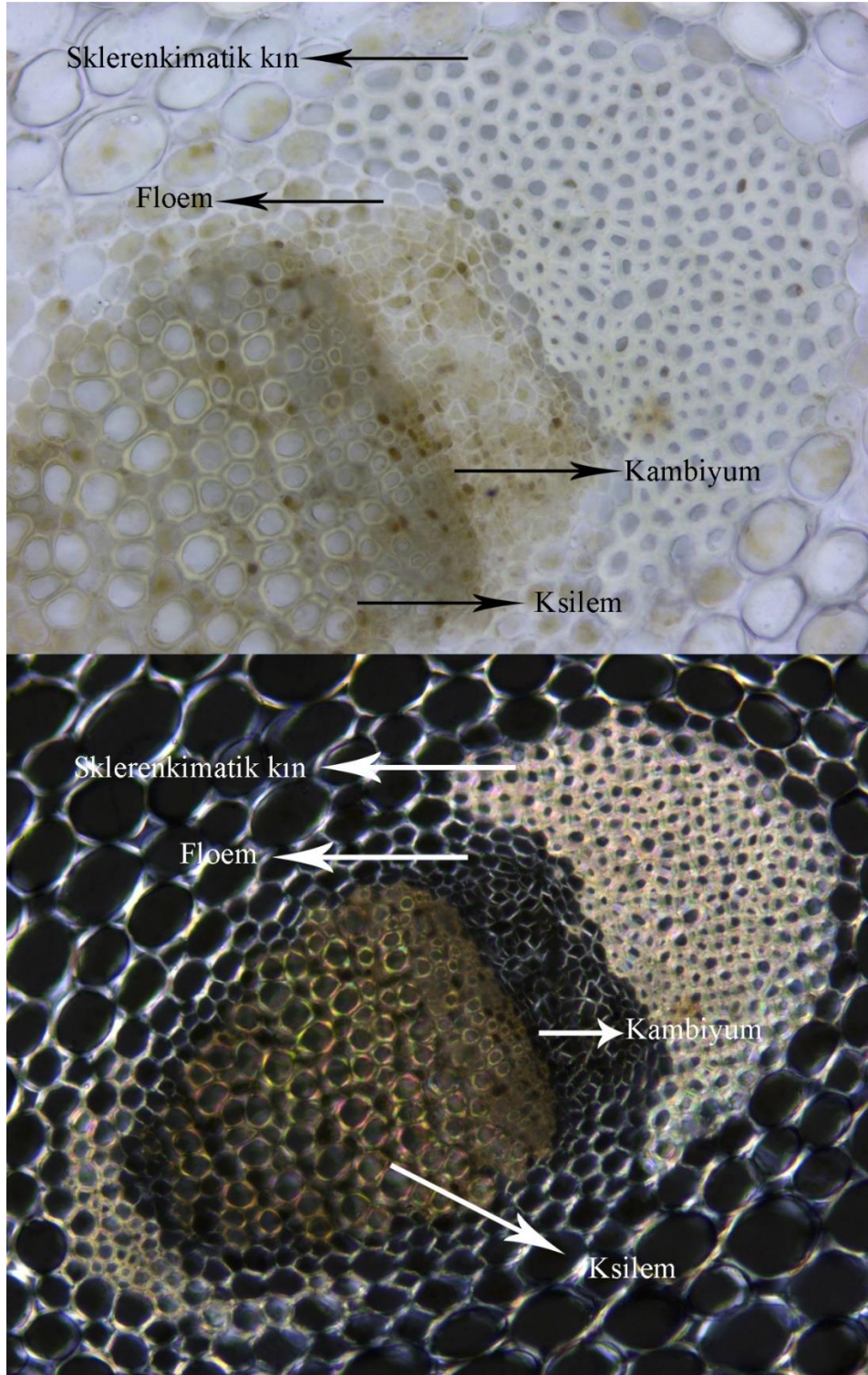
a. Kapalı kollateral demetler: Bir ksilem ve bir floem kolundan oluşmaktadır. Ksilem ve floem farklılaşması sırasında meristem tümüyle kullanılmıştır. Genellikle monokotil bitkilerde kollateral demetler kapalıdır.

Materyal: *Zea mays* (mısır), kapalı kollateral iletim demeti (gövde, enine kesit)



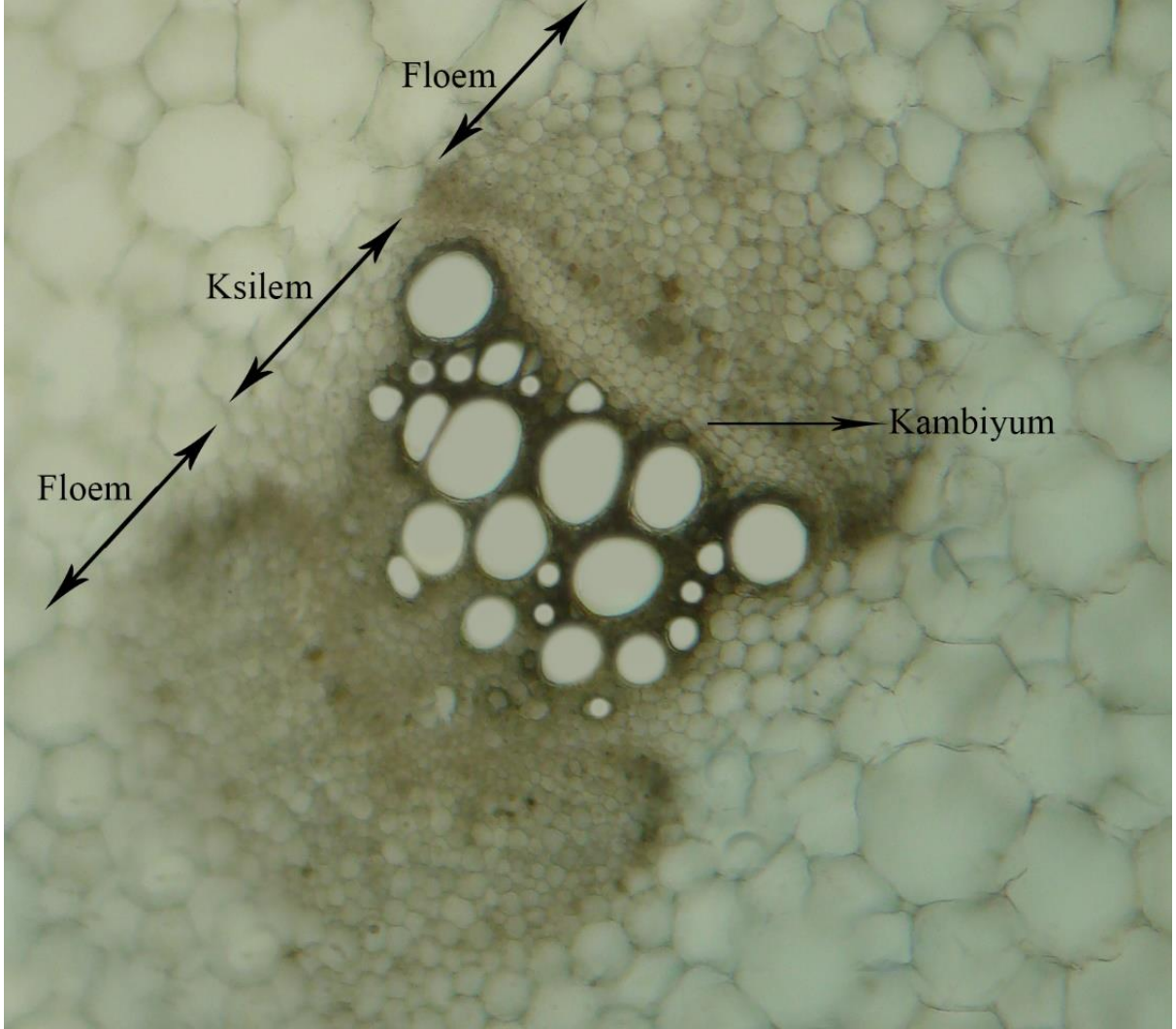
b. Açık kollateral demetler: Ksilem ve floem farklılaşması sırasında arada meristematik bir bölge (kambiyum) kalmışsa açık kollateral demet oluşur. Gymnosperm ve dikotillerde demetler genellikle açık tiptendir, ksilem ve floem dokuları kambiyum tabakası ile birbirinden ayrılmıştır.

Materyal: *Helleborus orientalis* (çöpleme), açık kollateral iletim demeti (gövde, enine kesit)



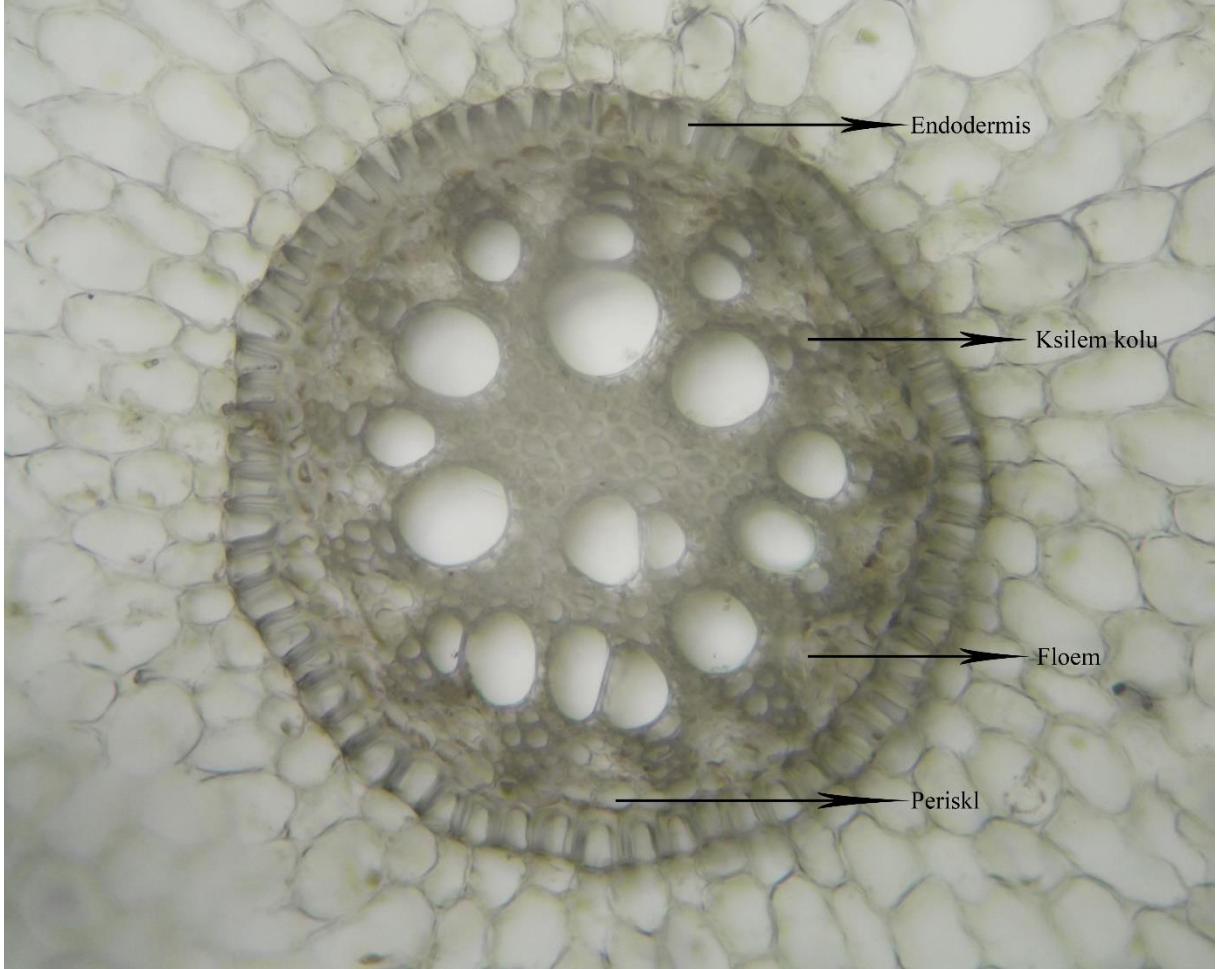
2. Bikollateral Demetler: Bu tip demetlerde ksilemin hem iç hem de dış tarafında birer floem kolu bulunur. Bu tip demetler, bazı eğreltiotları ve birçok dikotilin gövdesinde yaygın olarak bulunmaktadır.

Materyal: *Cucurbita* sp. (kabak), bikollateral iletim demeti (gövde, enine kesit)

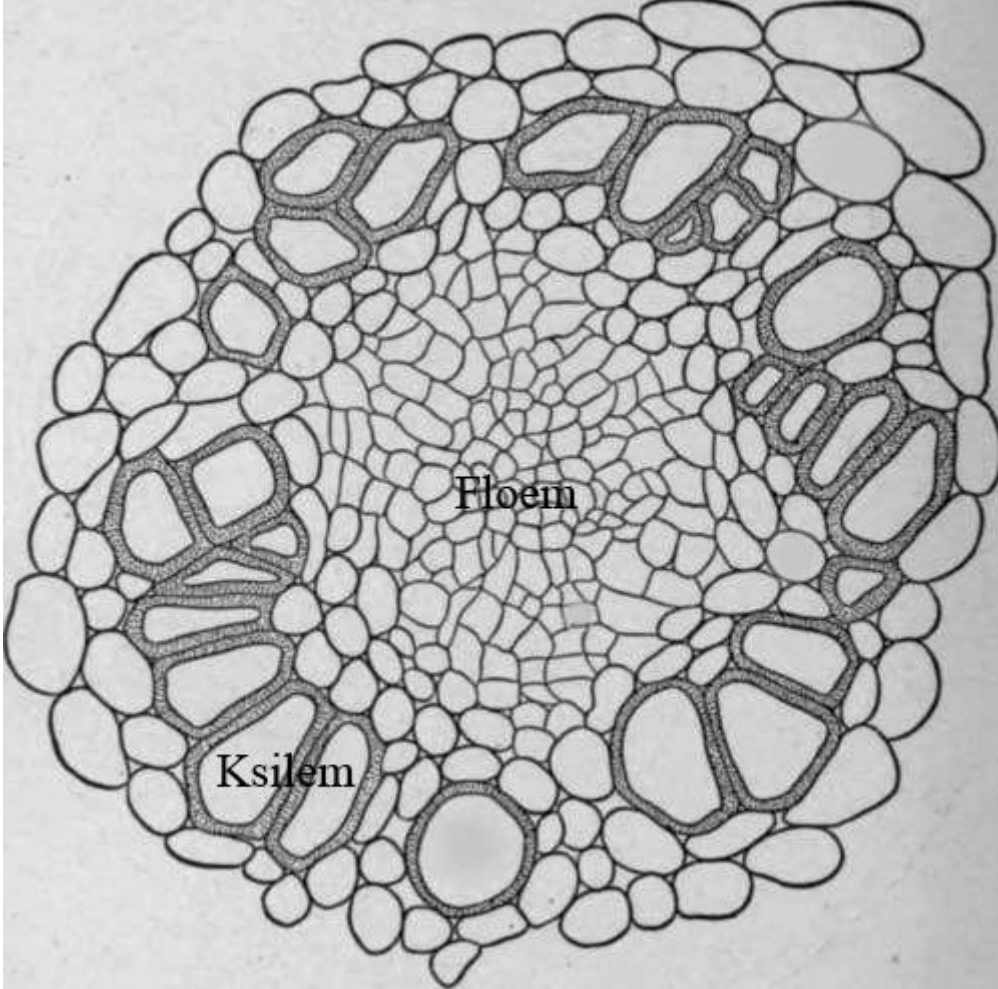


3. Radyal Demetler: Ksilem ve floem kolları yan yana almalı olarak dizilir. Ksilem kolları birleşerek yıldız şeklini oluşturabilir. Floem kolları ksilem kollarının arasındaki girintilerde yer alır. Bu demet tipi genellikle köklere özgüdür.

Materyal: *Iris* sp. (süsen), radyal iletim demeti (kök, enine kesit)



4. Konsentrik Demet: Merkezde yer alan bir ksilem veya bir floem kolu her yönden bir floem ya da ksilem silindiri ile sarılmıştır.



GYMNOSPERM ODUNU

Kök ve gövdedeki sekonder büyüme sonucunda kambiyum halkası merkeze doğru odun dokusunu oluşturur. Yani odun dokusu sekonder ksilemden oluşmaktadır. Köklerde odun çok tipik değildir. Odun dokusunun en iyi gelişmiş örneklerine gövdelerde rastlanır. Doğal olarak odun dokusu ancak sekonder büyüme gösteren gövdelerde görülmektedir.

Özellikle Gymnosperm ve dikotillerde çok tipik bir şekilde tespit edilmektedir. Bu iki grup bitkinin odunu benzerlikler ve farklılıklar göstermektedir. Gymnosperm odunu yapı bakımından dikotil odununa göre daha fakirdir. Gymnosperm odunu basit ve homojen bir yapıya sahiptir. Trake yoktur, yalnız trakeidler bulunmaktadır. Gymnosperm trakeidler kenarlı geçit çiftleri ile birbirleriyle bağlantılıdır. Gymnosperm ışınları ya parankima hücrelerinden ya trakeidlerden ya da hem trakeidlerden hem de parankima hücrelerinden meydana gelebilmektedir. Işın trakeidler kenarlı geçitleri ve protoplastsız oluşları ile ışın parankimalarından ayırt edilmektedir. Parankima hücreleri birbirlerine basit geçitlerle bağlanmaktadır. Işın trakeidlerinin ligninleşmiş sekonder çeperleri girintili çıkıntılı kalınlaşmaları ile daha dirençli bir yapıya sahiptir. Işın parankima hücreleri ise basit geçitli ve canlı protoplast içeriğine sahiptir.

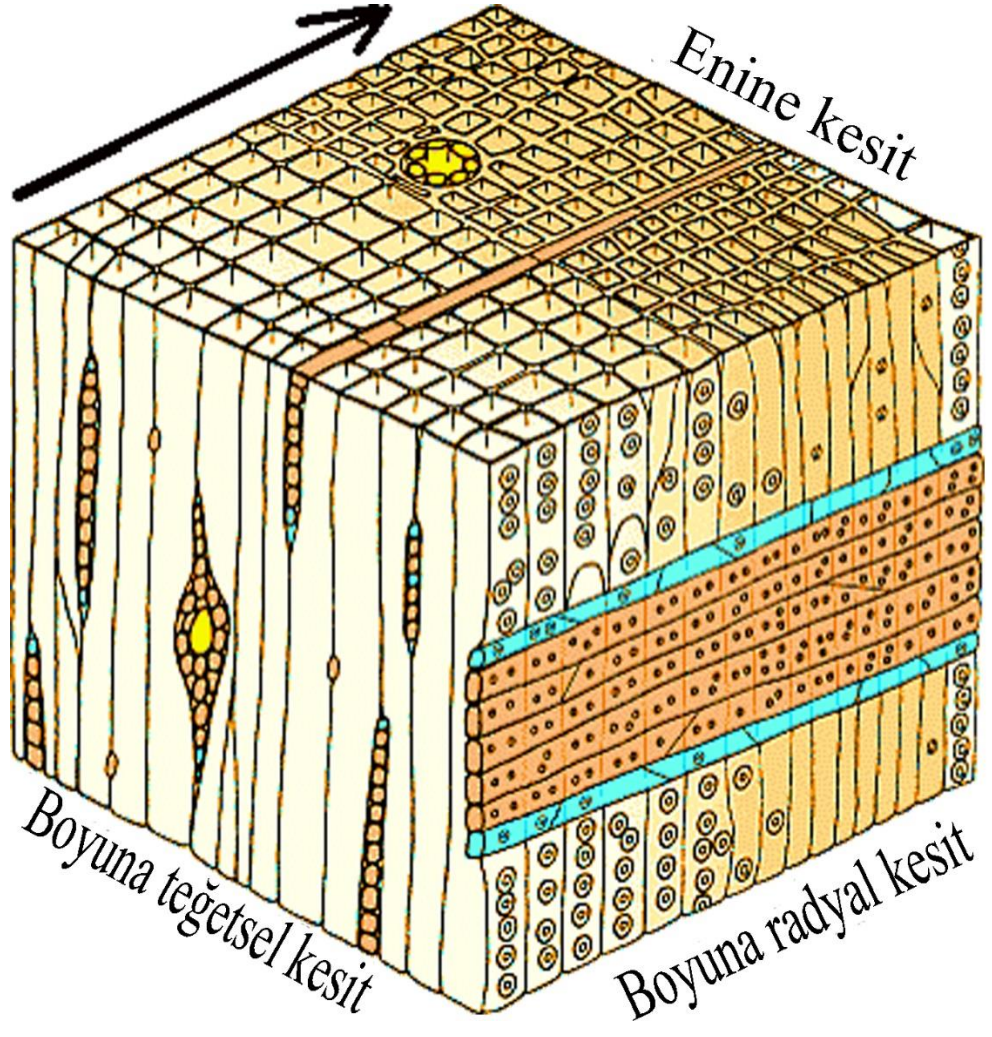
Çok yıllık bitkilerde sekonder ksilem konsentrik tabakalı bir yapıya sahiptir. Gövde ve kök enine kesitlerinde halkalar şeklinde görülen bu tabakalı yapıya **büyüme halkaları** adı verilir. Kambiyumun etkinliği periyodiktir; her halka bir yıllık büyümeyi gösterir. Yıl halkaları bilhassa ılıman iklimlerin çok yıllık bitkileri için karakteristiktir. Tropik bölgelerde yetişen bitkilerde genellikle az gelişir veya hiç gelişmez.

Bir yıl halkasında iki tip doku gözlenir: Bunlardan biri büyüme periyodunun erken evresinde (ilkbaharda) gelişir ve **erken odun** ya da **ilkbahar odunu** adını alır. Büyüme periyodunun geç fazında meydana gelen oduna da **geç odun** veya **sonbahar odunu** denir.

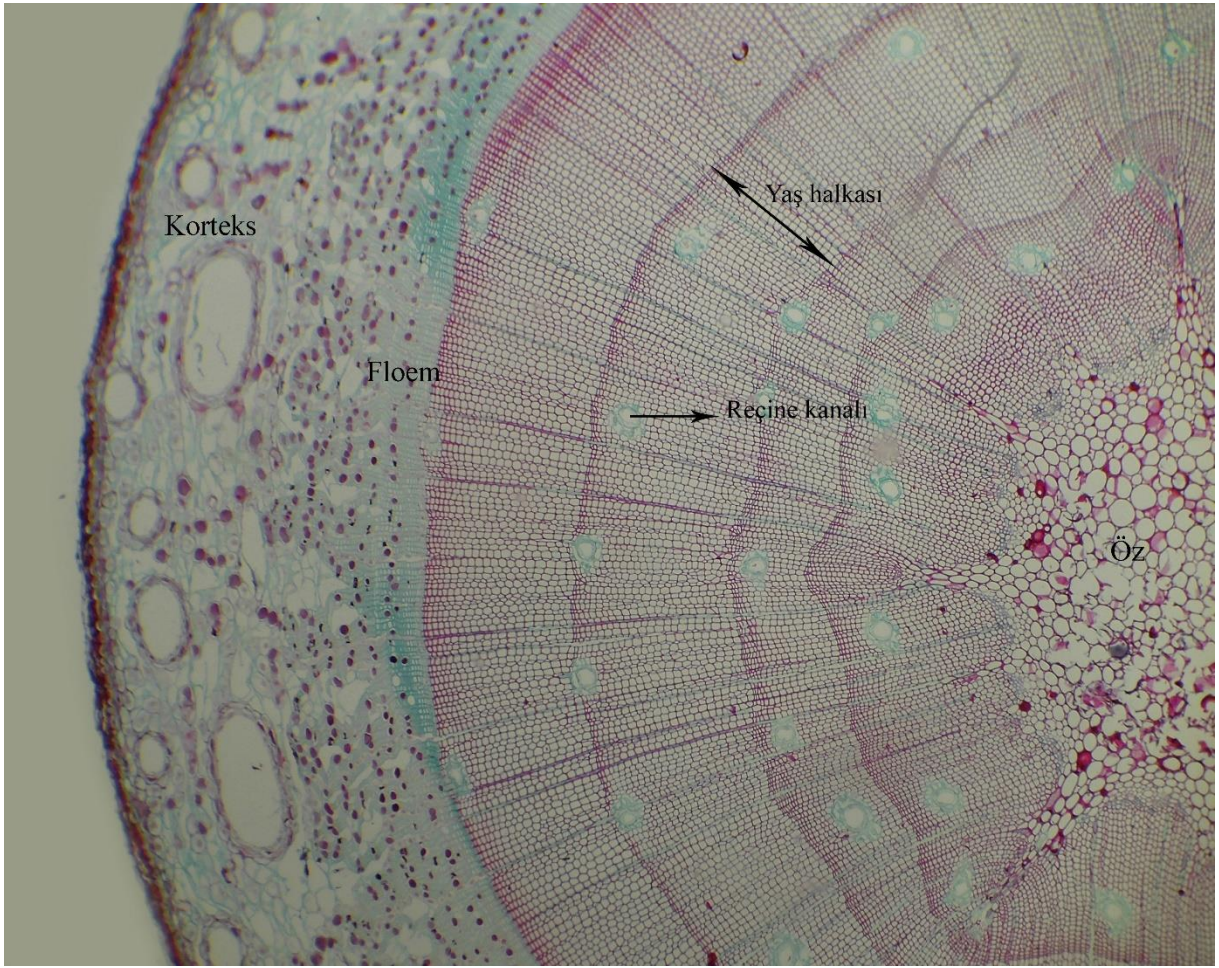
İlkbaharda faaliyet yoğundur; yeni yapraklar çıkar, terleme yapar. Kutikulları yumuşak ve olgunlaşmamış olduğundan su iletimine çok ihtiyaç vardır. İlkbahar odunun yapısı daha az yoğundur. Hücreleri daha büyük, hücrelerin lümenleri daha geniştir. Hücre çeperleri incedir. Genel olarak açık renkli bir tabaka teşkil etmektedir.

Sonbaharda vejetatif faaliyet ve dolayısıyla su iletimine olan ihtiyaç azalır. Aynı zamanda yeni yaprakların, sürgünlerin ve ilkbahar odununun artan ağırlığından dolayı ağaç çok ağırlaşır. Daha dayanıklı, kuvvetli trake ve trakeidler oluşur. Sonbahar odununda hücreler

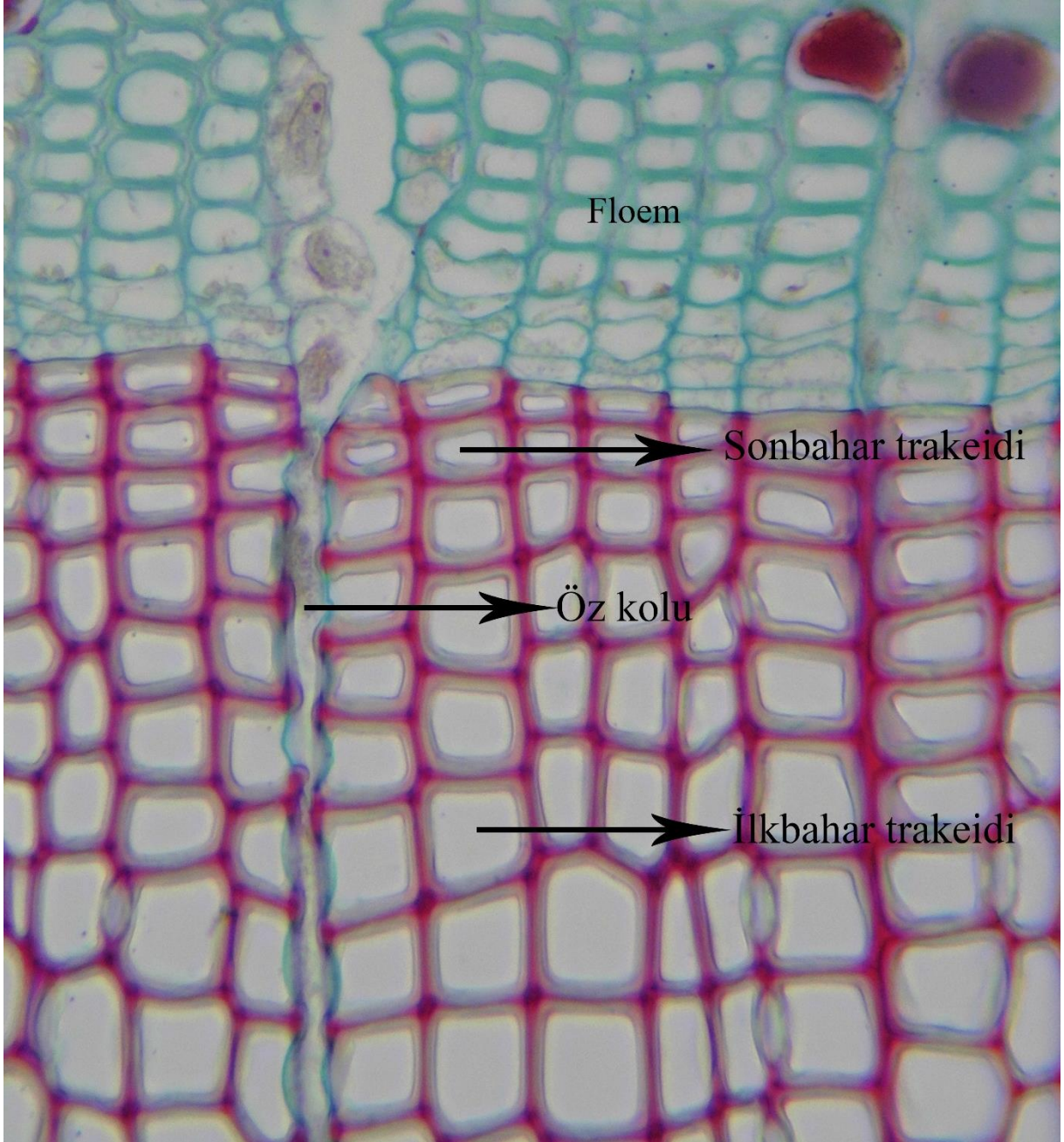
küçük ve hücre lümenleri dardır. Hücrelerin çeperleri daha kalın, sonbahar odununun yapısı da daha yoğun ve koyu renklidir.



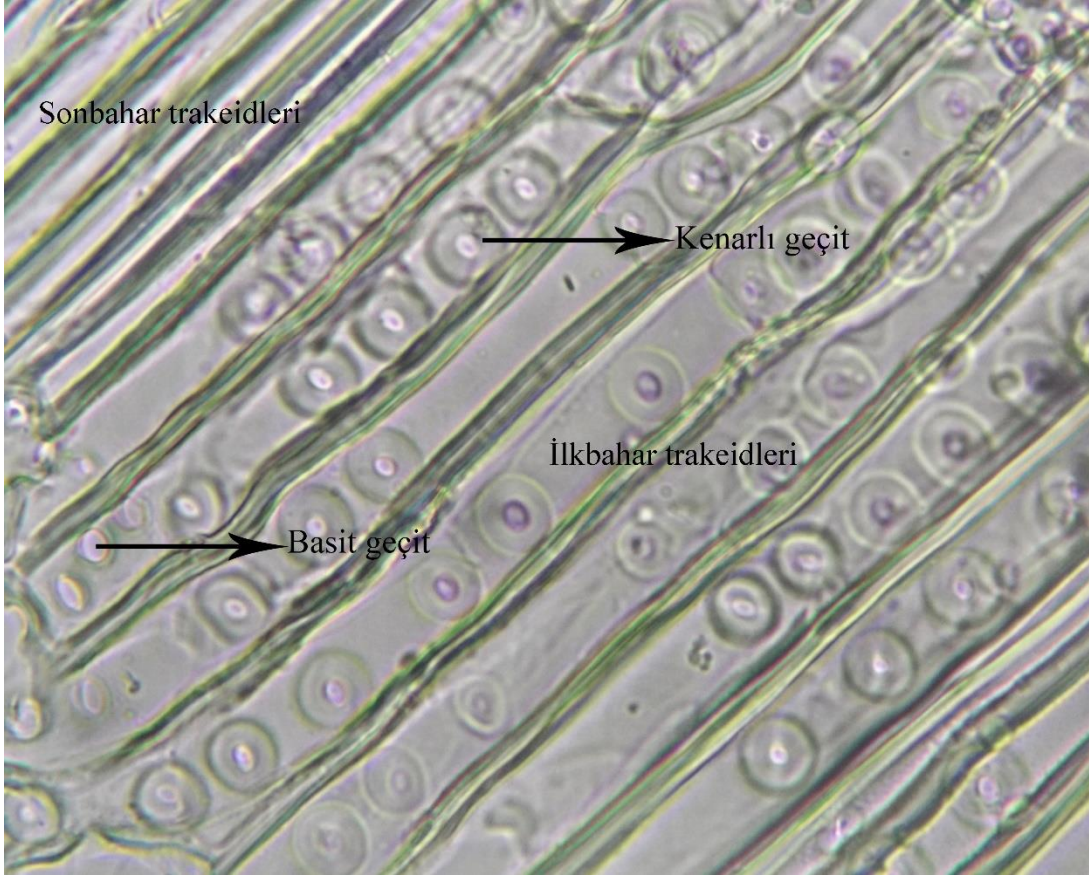
Materyal: *Pinus* sp., yaş halkaları (enine kesit)



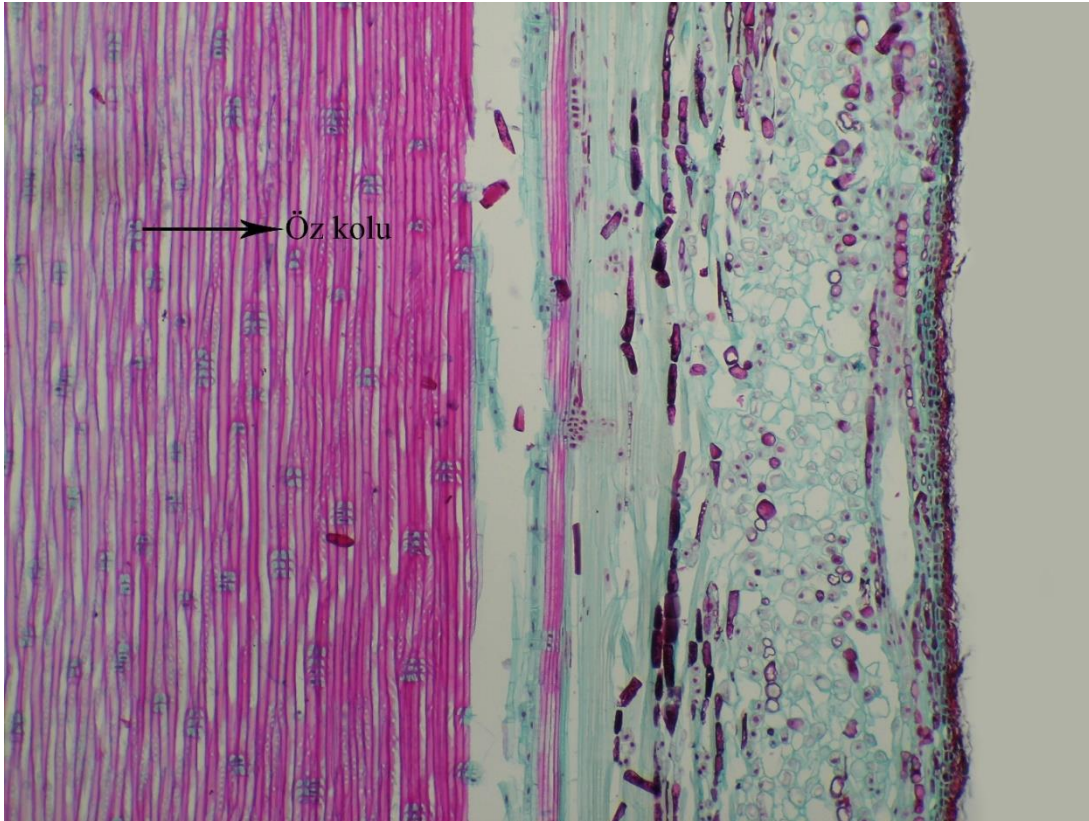
Materyal: *Pinus* sp., yaş halkaları (enine kesit)



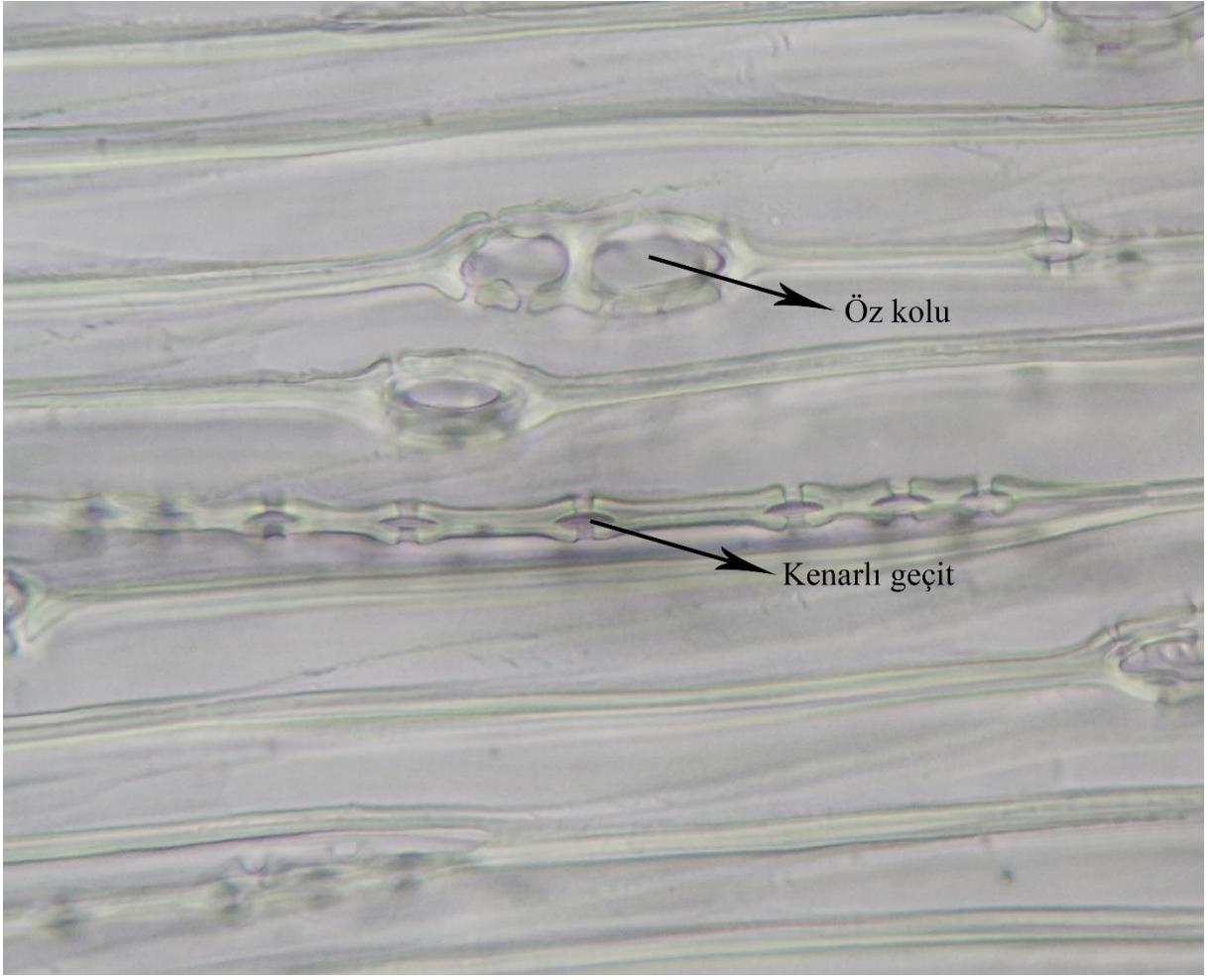
Materyal: *Pinus* sp. (boyuna radyal kesit)



Materyal: *Pinus* sp. (boyuna teğetsel kesit)



Materyal: *Pinus* sp. (boyuna teğetsel kesit)



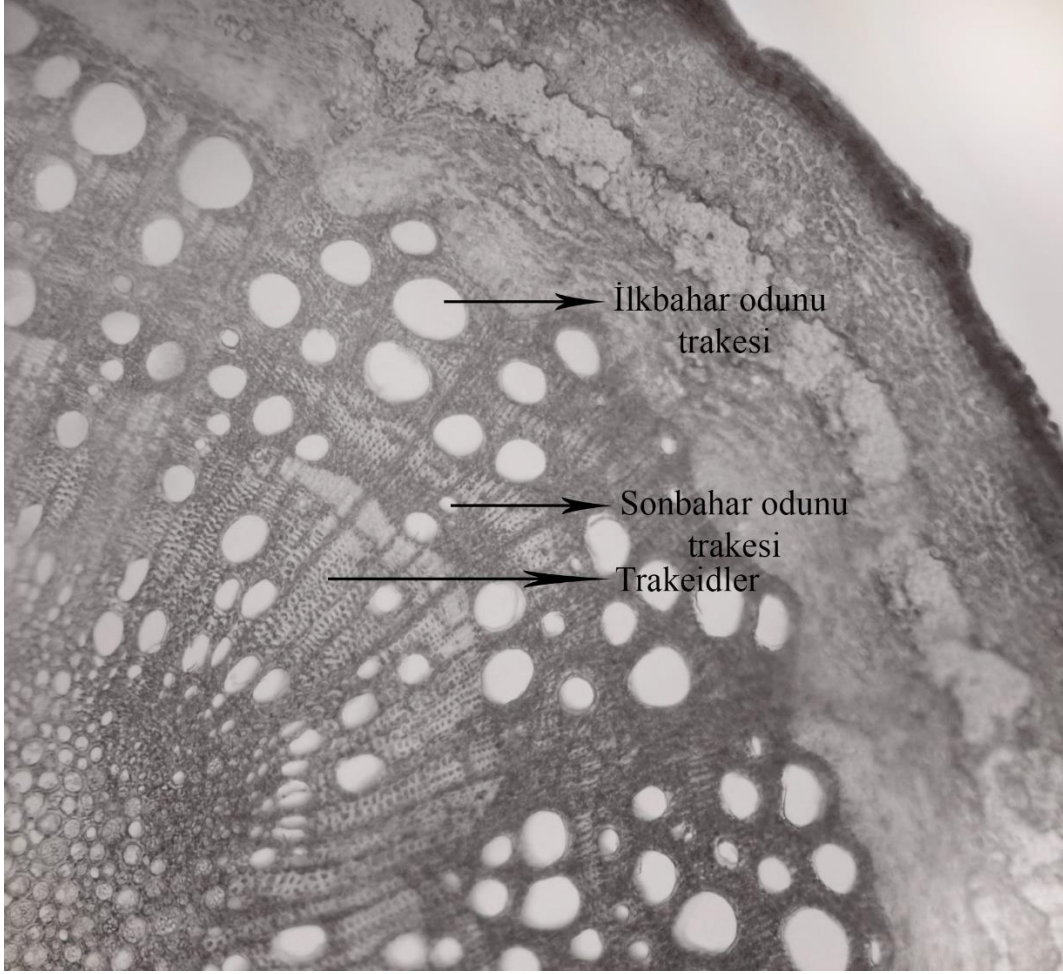
ANGIOSPERM ODUNU

Monokotil bitkilerde sekonder büyüme ancak nadir olarak görüldüğünden Angiosperm odunu olarak dikotiledon odunu incelenmektedir. Angiosperm odunu yapı bakımından Gymnosperm odunundan çok daha komplekstir. Bu karışık yapı, trake, trakeid, çeşitli tiplerde lifler ve odun parankiması gibi cins, şekil ve büyüklük bakımından farklı elementlerden ve bunların düzenleniş şekillerinden ileri gelmektedir. Bazı cinslerde yıl halkalarının sınırları kesin olduğu halde bazılarında çok belirgin değildir. Bu fark elementlerin farklı düzenlenişlerinden ileri gelmektedir.

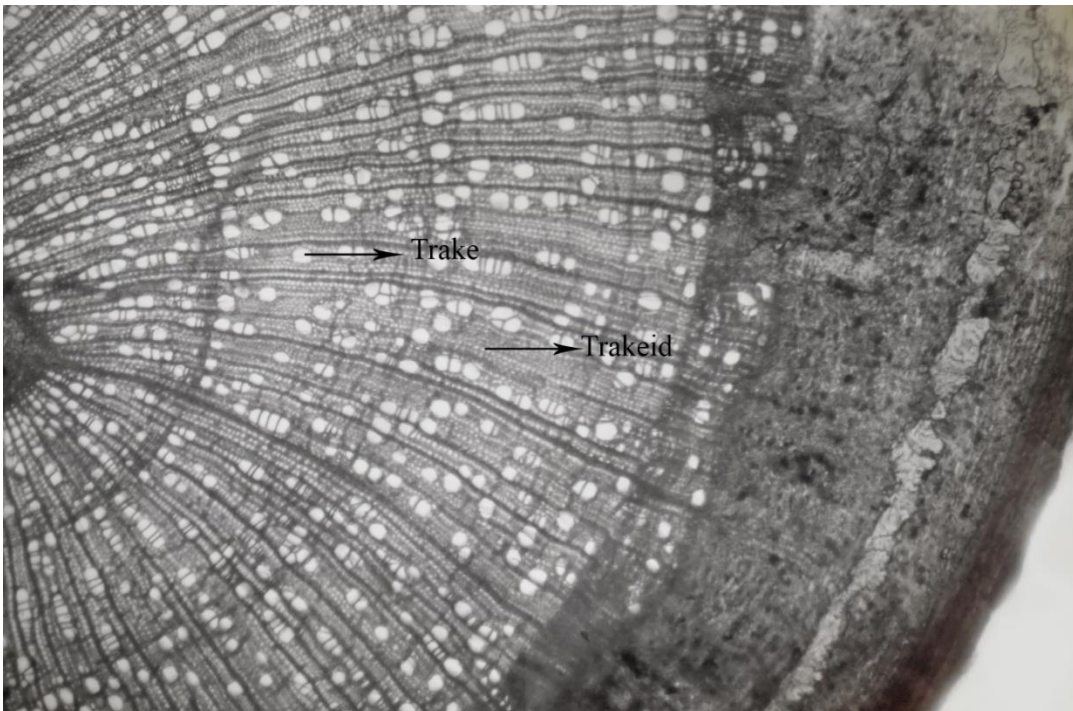
Dikotil odununda trakelerin düzenlenişi iki şekilde olmaktadır: Çapları eşit olan trakeler bütün yıl halkasına homojen olarak dağılmışsa **dağınık delikli odun** (*Populus*, *Tilia*, *Betula*); trakelerin çapları birbirinden farklı ise yani ilkbahar odunu trakeleri sonbahar odunu trakelerinden geniş ise **halkalı delikli odun** (*Fraxinus*, *Quercus*) adı verilmektedir. Bu iki belirgin tip arasında birçok ara tip de bulunmaktadır. Ortam koşulları ve bitki yaşı trakelerin düzenlenişini etkilemektedir.

Filogenetik görüşe göre, halkalı delikli odun dağınık delikli odundan daha ileri bir tiptir. Halkalı delikli odundaki trakelerin boyları dağınık delikli odundan daha uzundur ve su iletim hızı dağınık delikli odundan 10 misli daha fazladır. Genel olarak dağınık delikli odun halkalı delikli odundan daha sağlamdır. Bundan dolayı mobilya yapımında daha çok dağınık delikli odun tercih edilmektedir. Ksilem parankimasının miktarı ve dağılışı da odunun dayanıklılığına etki eder. Parankiması fazla olan odun genellikle daha az dayanıklıdır. Odunun sağlamlığında rol oynayan bir element de sonbahar odunudur (çünkü bu odunun yapısında çeper kalınlaşmaları fazladır). Dikotillerde odun ışınları yalnız parankima hücrelerinden oluşmaktadır.

Materyal: *Quercus* sp. (meşe), halkalı delikli odun (enine kesit)



Materyal: *Betula* sp. (huş), dağınık delikli odun (enine kesit).



PERİDERMA VE LENTİSEL

Epiderma kısa ömürlü olduğu için genellikle çok yıllık bitkilerde, sekonder büyüme sırasında epidermin yerini alan, onun koruyucu ve örtücü görevini yapan dokuya periderma adı verilmektedir.

Yapısal olarak periderm üç kısımdan meydana gelmektedir:

Fellogen (mantar kambiyumu), peridermi oluşturan lateral meristem

Fellem (mantar), dışa doğru fellogen tarafından meydana getirilen tabaka

Felloderm, korteks parankimasına benzeyen fellogenin iç türevlerinden oluşan tabaka

Periderm, sekonder büyüme ile kalınlık arttıran dikotillerde ve Gymnospermelerde genellikle kök, gövde ve dalların üzerinde yer alır. Yapraklarda mantar doku yoktur fakat bazı meyvalar üzerinde de gelişir. Aynı zamanda otsu dikotillerde özellikle gövde ve köklerin en yaşlı kısımlarında bulunur.

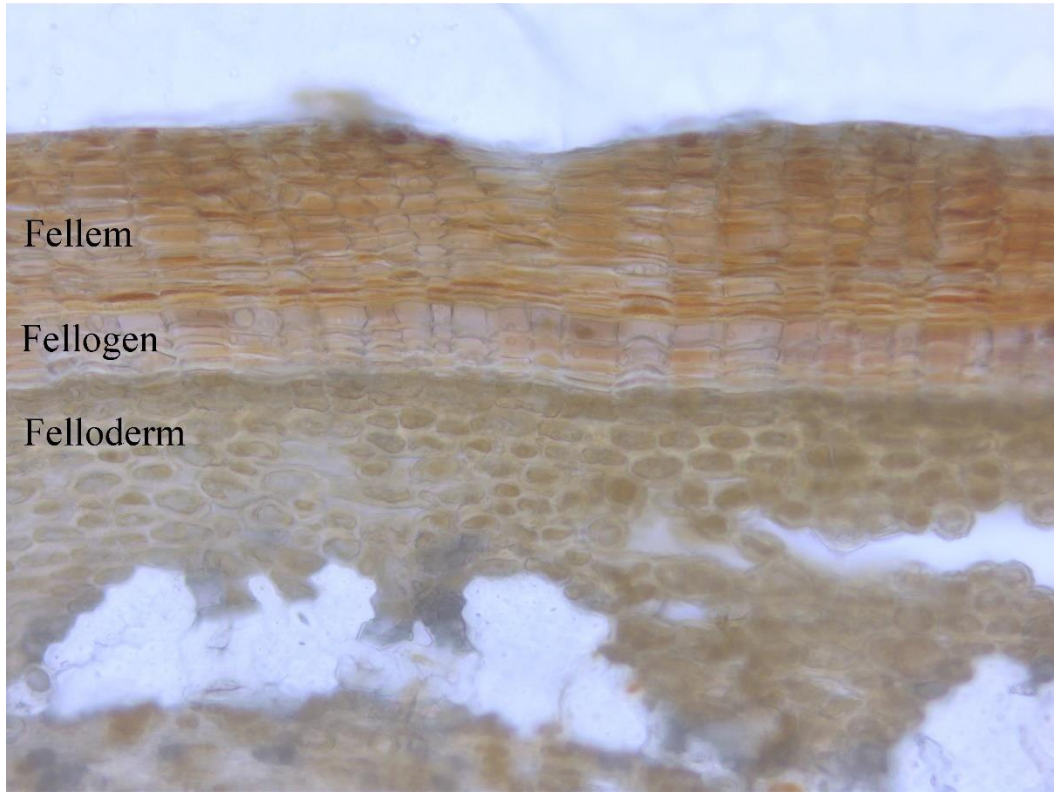
Periderm terimi, teknik olmayan bir terim olan kabuktan ayırt edilmelidir. Kabuk, eksenin vasküler kambiyumu dışındaki bütün dokuları içermektedir.

Odunlu bitkilerin büyük bir bölümünde, gevşek dizilmiş, hücrelerarası alanları fazla, mercek şeklindeki kabarcıkların oluşturduğu yapılara **lentisel** denir. Genellikle lentiseller gövde ve dallar gibi bitkilerin toprak üstü kısımlarında, köklerde ve seyrek de olsa meyva yüzeylerinde bulunur. Örneğin elma ve armut meyvalarının yüzeyi üzerinde küçük noktalar şeklinde yer alır.

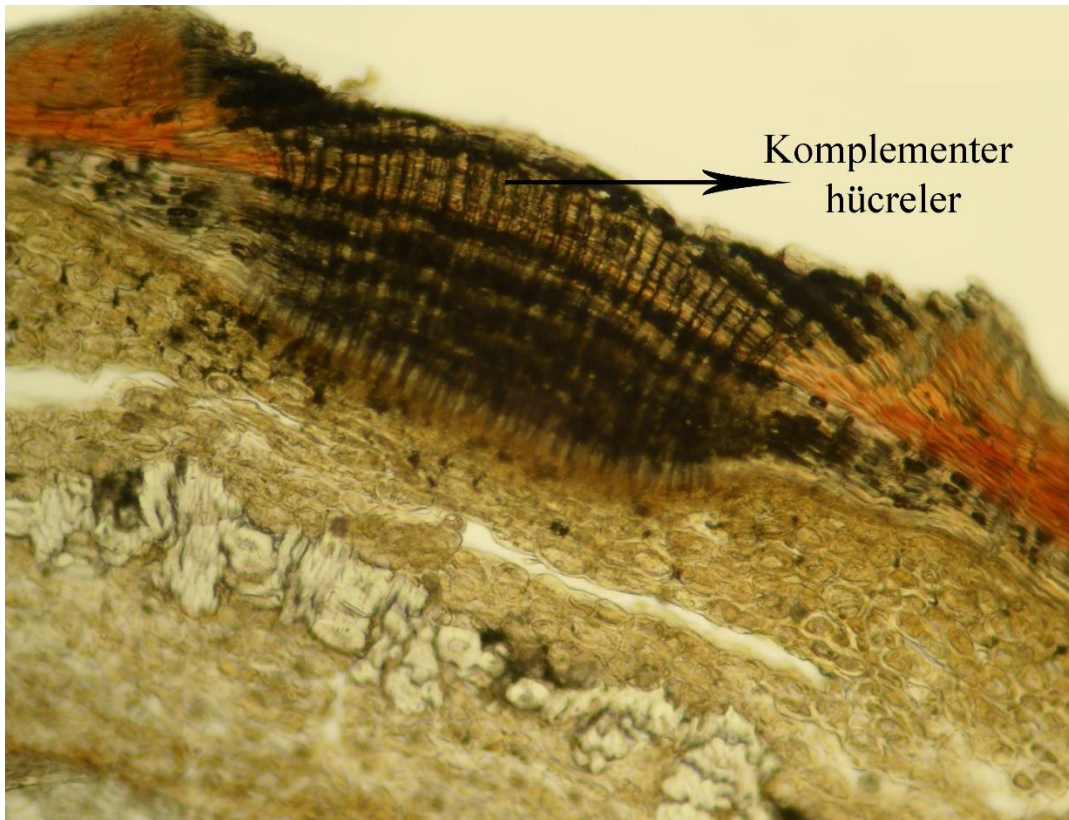
Lentiseller, peridermaya sahip bitkilerde stomanın yerini alır ve yapı bakımından peridermanın farklılaşmış bir kısmı olarak kabul edilir. Lentisel dokusunda hücrelerarası boşlukların varlığı ve gövdenin içlerine kadar bu alanların sürekliliği, hücrelerin nispeten gevşek sıralanışı, lentisellerin stomalar gibi gaz alışverişi ile ilgili olduğunu göstermektedir.

İlk gelişen lentiseller bir stoma ya da stoma grubu altında meydana gelir. Lentisel fellogeni stoma altında gelişir ve komplementer hücreler oluşmasıyla epidermis parçalanır. Stoma altındaki parankimanın ve lentisel fellogeninin etkinliğiyle dışarı doğru oluşan hücreler **komplementer hücreleri** meydana getirir. Komplementer hücrelere aynı zamanda aynı zamanda **tamamlayıcı hücreler** ya da **kapatıcı hücreler** adı da verilmektedir. Bu hücrelerin miktarının çoğalması epidermin parçalanmasına neden olur ve komplementer hücreler organ yüzeyinden dışarı doğru yükselir.

Materyal: *Betula* sp. (huş), periderma (enine kesit)



Materyal: *Betula* sp. (huş), lentisel (enine kesit)



KÖK

Kökün görevi bitkiyi toprağa bağlamak, topraktan su ve suda erimiş tuzların alınmasını ve bu maddelerin alındıkları bölgeden gövde tabanına kadar taşınmasını sağlamaktadır.

Kökün başlıca özellikleri klorofilsiz olması, yaprak gibi yanal organları taşımaması, epidermisinin stomasız ve kutikulsuz olmasıdır.

Çoğu dikotilin aksine monokotillerde primer kök bitkinin yalnız gençlik evresinde vardır ve gelişmenin biraz ilerlemesi ile primer ana kök kaybolarak onun yerini hipokotilden çıkan adventif kökler almaktadır.

Gövdesi sekonder büyüyen bitkilerin köklerinde de sekonder büyüme görülmektedir. Kambiyumun dışa doğru sekonder floemi, içe doğru ise sekonder ksilemi vermesi ile kökte kalınlaşma sağlanır. Tam yaşlı ve sekonder büyümesini tamamlamış bir kökün anatomik yapısı, yaşlı bir gövdeninkine çok benzer.

Kökün ince yapısı enine bir kesitte incelendiğinde, başlıca üç önemli bölge ayırt edilmektedir: Epiderma, korteks ve merkezi silindir. Kökün anatomik yapısı bitkiden bitkiye büyük değişiklikler göstermekle birlikte genellikle asal yapıyı dıştan içe doğru epidermis, eksodermis, korteks, endodermis, perisikl ve merkezi silindir oluşturmaktadır.

Bazı bitkilerin kök epidermisi altında gelişen **eksodermis**, suberinleşmiş çeperli koruyucu bir doku olarak farklılaşır. Bazı araştırmacılar gövdedeki subepidermal tabakalara hipodermis, köktekilere ise eksodermis demektedir. Eksodermisin kalınlığı birden birkaç tabakaya kadar değişebilmektedir.

Kök epidermisinden başlayıp merkezi silindire kadar uzanan **korteks** yalın bir yapıya sahiptir ve ince çeperli, fazla hücrelerarası boşluklu, parankimatik bir dokudur. Gymnosperm ve dikotillerde olduğu gibi sekonder büyüme gösteren bitkilerin köklerinde korteks erkenden dökülür. Sekonder büyümeyenlerde ise kök korteksi uzun süre korunmaktadır. Kök korteksi gövdeye göre daha geniş bir yer kaplamakta ve daha çok depo görevini üstlenmektedir.

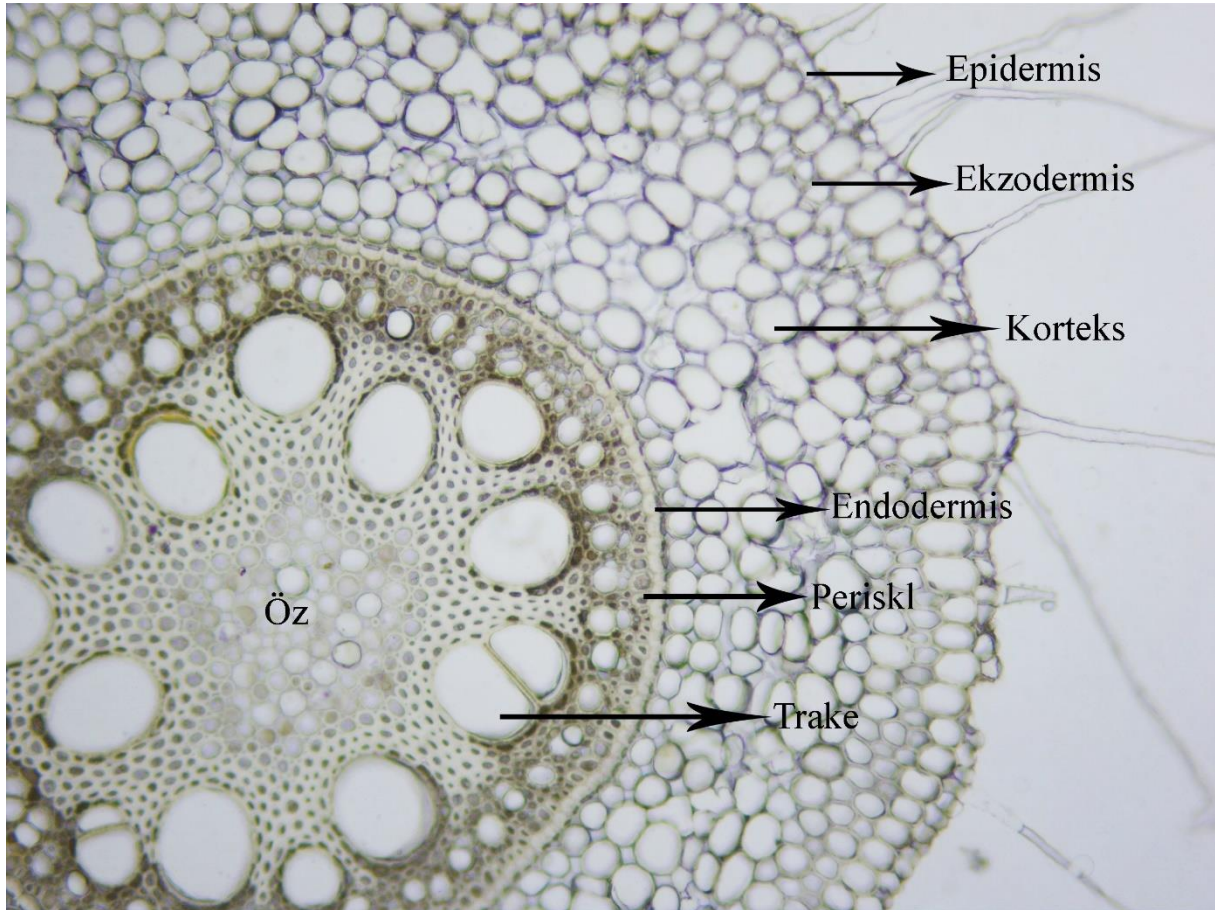
Korteksin en iç tabakası **endodermis** adını almaktadır. Endodermis genellikle tek tabakalıdır. Endodermis hücrelerinin çeperlerindeki kalınlaşma ile oluşan şerit şeklindeki yapıya **kapsari şeridi** denir. Çoğunlukla monokotillerde kalınlaşma üç çeperde meydana geldiği için hücrede nal biçiminde bir görüntü oluşmaktadır. Dikotillerde endodermis hücrelerinin çeperleri dört taraflı bir kalınlaşma göstermektedir. Bu şerit dış kısım ile merkezi silindir arasındaki madde alışverişini kontrol etmektedir.

Endodermis tabakasının iç kısmında kalan ve bilhassa iletim elemanlarının yerleşmiş olduğu bölgeyi kaplayan kısma **merkezi silindir** adı verilmektedir. Endodermisin hemen altında **perisikl** tabakası bulunmaktadır. Bu tabaka merkezi silindirin en dış tabakasını meydana getirir. Plazması bol, az çok yassı parankimatik hücrelerden oluşmaktadır. Perisikl denmesinin sebebi, bu tabakayı oluşturan parankima hücrelerinin bir çember oluşturacak şekilde sıralanmasıdır. Perisikl, başlangıçta ergin doku gibi davranmasına rağmen sonradan bölünme kabiliyeti kazanarak yan kökleri oluşturmaktadır. Bu yüzden bu tabakaya **perikambiyum** da denmektedir.

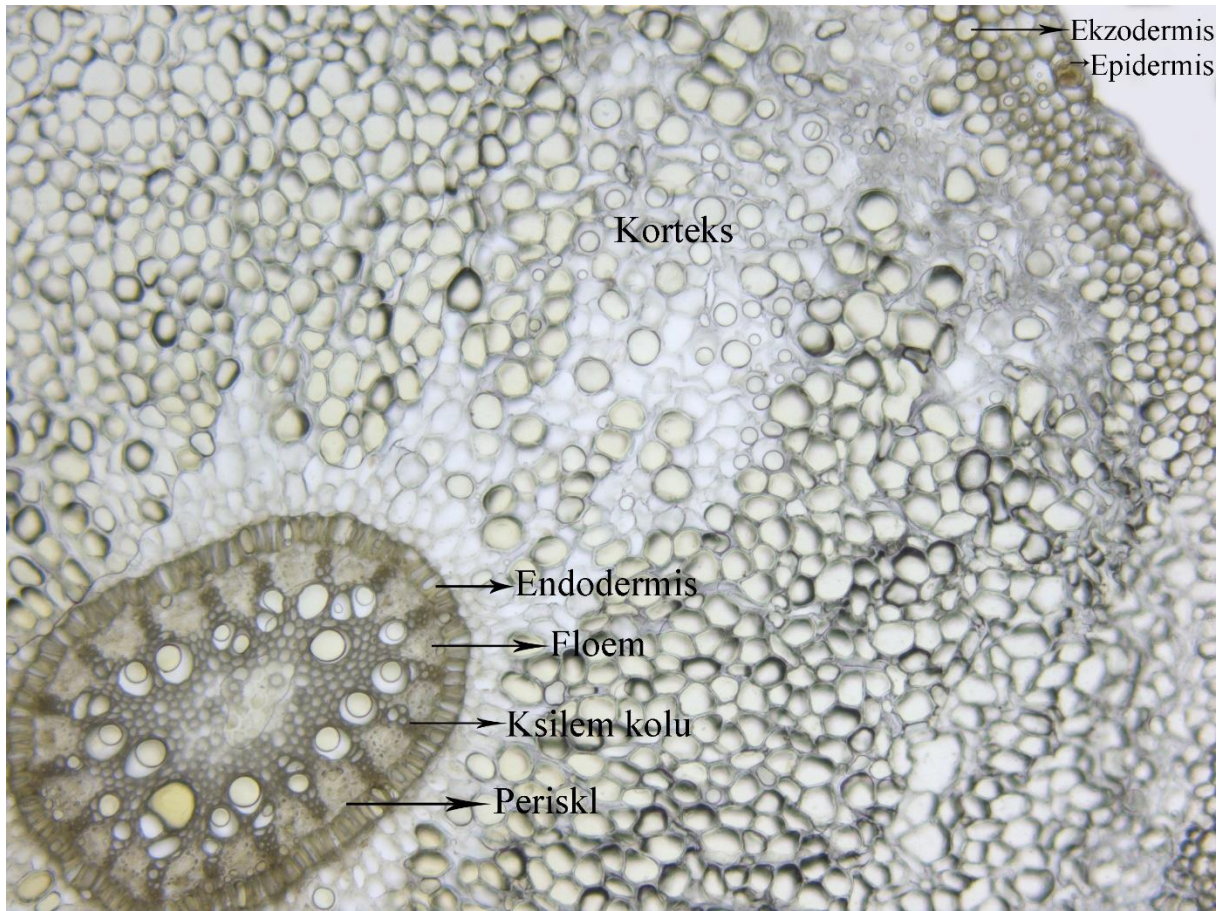
Dikotil köklerinde 4 veya en çok 8, monokotillerde ise 8'den fazla, en çok 24 ksilem kolu bulunmaktadır. Diark, triark

a. Monokotiledonlar

Materyal: *Zea mays* (kök, enine kesit)

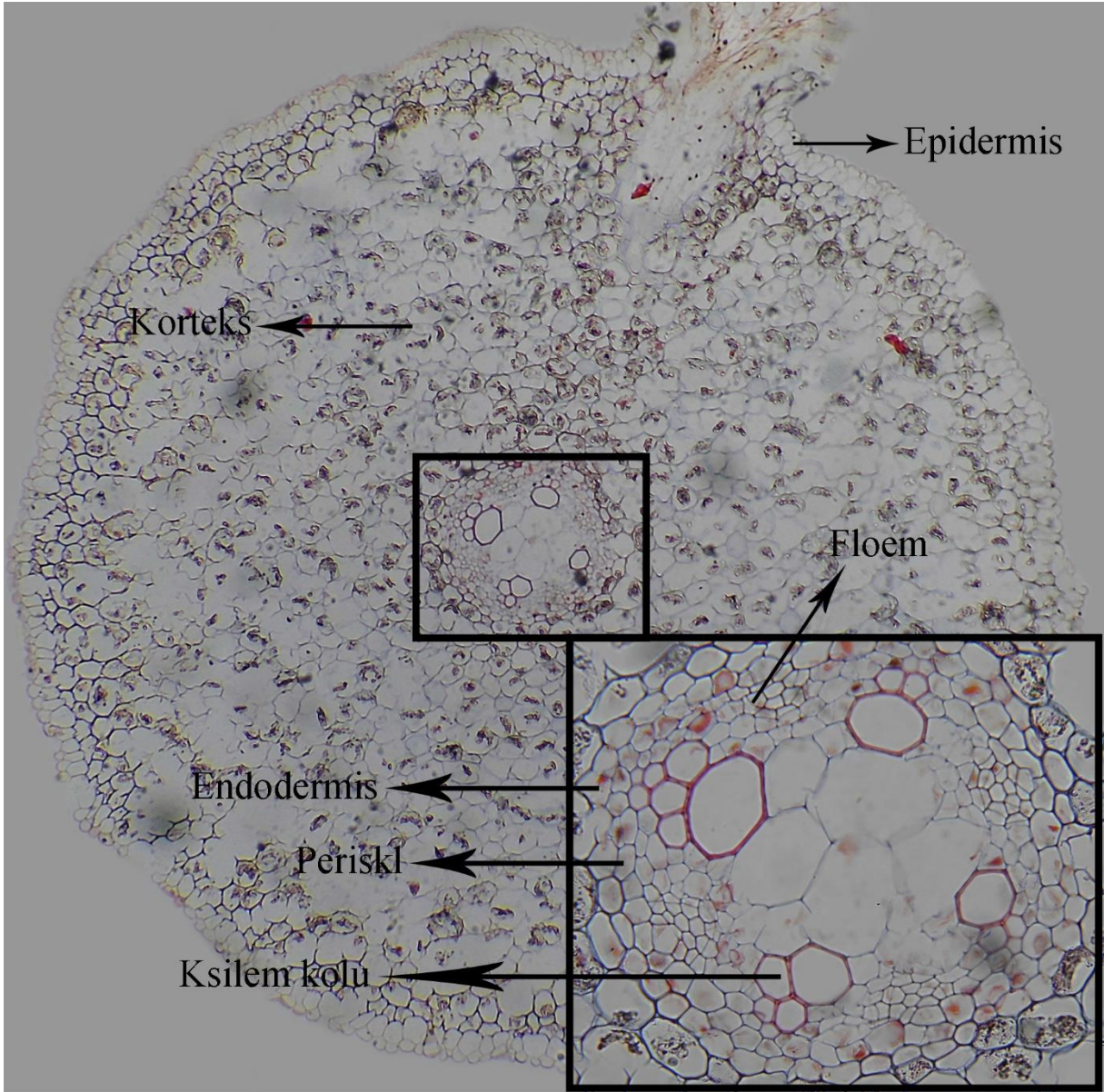


Materyal: *Iris* sp. (kök, enine kesit)

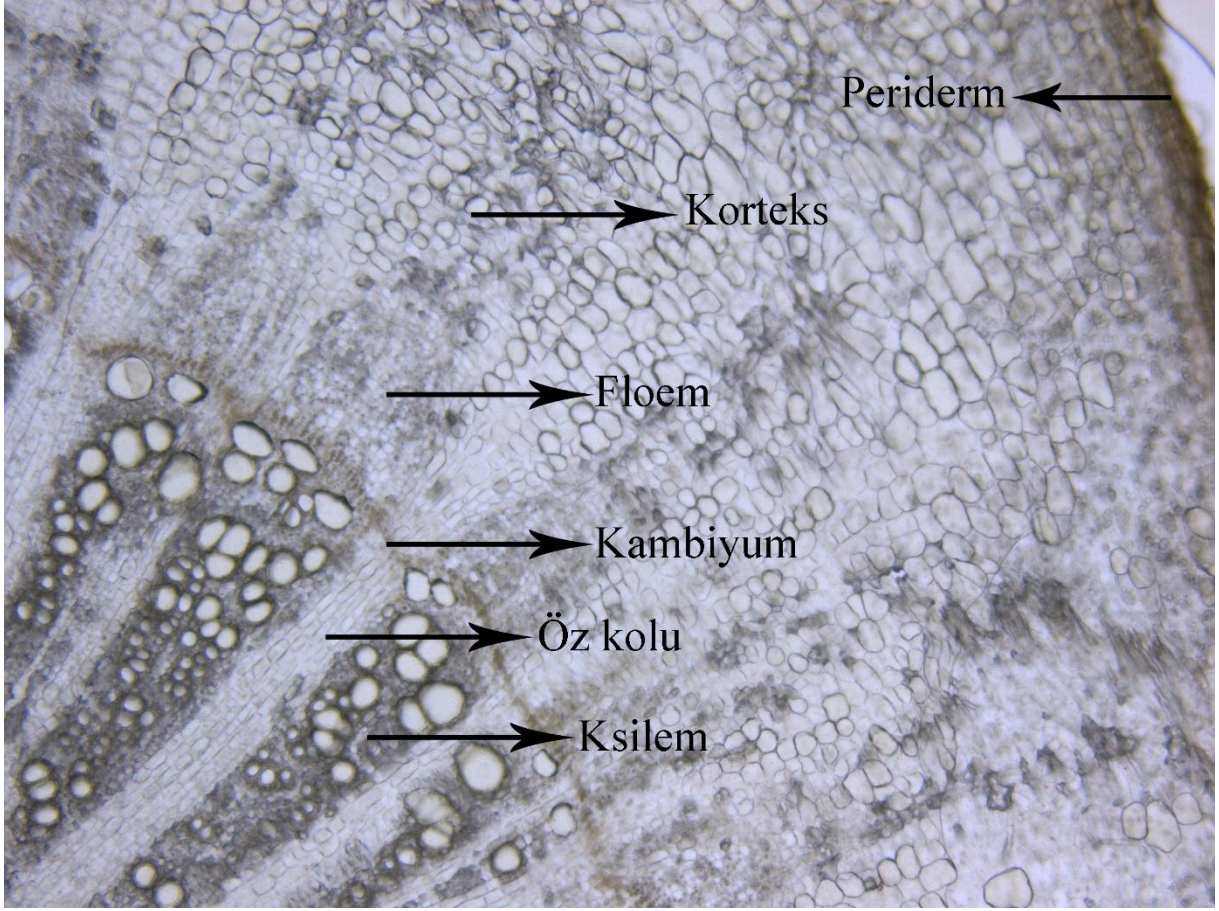


b. Dikotiledonlar

Materyal: *Clematis* sp., primer kök (kök, enine kesit)



Materyal: *Melilotus* sp., sekonder kök (kök, enine kesit)



GÖVDE

Bir bitkinin yaprak ve üreme organlarını taşıyan ve genellikle toprak üstünde yükselen kısmına **gövde** denir. Gövdeler genellikle yerçekimine ters olarak toprak üstünde dik bir şekilde ilerler. Bazıları toprak altında gelişerek rizom, soğan gibi yapıları oluşturur. Böylece bitkilerin gövdeleri kendi işlevinden başka görevi üstlenirse, örneğin yedek besin maddesi depo ederse yapısından değişiklikler olur. Bu durumda **gövde metamorfozları** oluşmaktadır.

Gövdenin primer yapısında deri doku (epidermis), temel doku (korteks ve öz) ve vasküler doku olarak üç doku ayırt edilmektedir.

1. Epidermis: Gövdenin en dış kısmında bulunan koruyucu görev yapan bir sınır tabakasıdır. Primer ve sekonder büyüme sırasında gövde kalınlığını arttırırken epidermis dış etmenlere karşı koruyucu olan mitotik etkinliğe sahip canlı bir dokudur. Gövde epidermisinde mitotik etkinlik sürekliliği periderm oluşunca sona ermektedir.

2. Temel Doku: Gövde korteksi epidermis ile vasküler sistem arasında uzanan çevresel bir bölgedir. Birkaç ya da birçok hücre sırasından oluşmuş, belirgin hücreler arası boşluklu parankima hücrelerinden oluşmaktadır. Korteks hücrelerinin bazıları ya da hepsi kloroplast içerebilir. Korteks hücrelerinde nişasta, tanin ve kristal de yer almaktadır. Destek sağlayan kollenkima dokusu kortekste bulunmaktadır. Epidermisin altında silindir ya da iplikler şeklinde yerleşmektedir. Kortekste sklereidler ve lifler (sklerenkima) de bulunmaktadır. Korteks öncelikle koruyucu bir tabaka olup, destek, fotosentez ve depo işlevleri daha çok sekonder görevleridir.

3. Öz: Gövdenin merkezini kaplayan bölgedir. Gövde özü parankimatik ve çok derinde geliştiğinden klorofilsizdir. Tekdüze, gevşek dizilmiş ve bol hücreler arası boşluklara sahip, genellikle izodiyametrik şekilli, ince selülozik çeperli hücrelerden oluşmaktadır. Nişasta, kristal ve tanin gibi ergastik maddeler de içerebilir. Özün dış sınırı vasküler dokularla çevrilmiştir. Birçok bitkinin öz hücreleri erken olgunlaşır, etraflarındaki meristematik dokular gelişince özü basınç altında bırakıp parçalarlar.

Vasküler sistem, Temel doku içinde sürekli, içi boş bir silindir oluşturur. Bu silindir parçalara ayrılmışsa vasküler demetler oluşmaktadır. Gövdede oluşan üç primer doku sistemi birbirinden kesin bir şekilde ayrılmıştır. Temel doku ve vasküler sistem arasındaki sınır bazen az belirgin bazen de belirsizdir. Bu sınır aşağı vasküler bitkilerin eksenlerinde ve tohumlu bitkilerin köklerinde iyi gelişmiştir. Genellikle şu dokular sınır tabakaları olarak kabul edilebilir:

Endodermis korteksin en iç tabakasını oluşturmaktadır. Aşağı vasküler bitkiler, bazı otsu bitkiler ve su bitkilerinin gövdelerinde endodermis tabakası bulunurken, tohumlu bitkilerde ise endodermis daha çok köklerde bulunmaktadır. Genç dikotil gövdelerinin en iç korteks tabakası çok sayıda büyük nişasta taneleri içermektedir. Bu tabaka nişasta kını olarak isimlendirilmekte ve endodermisle özdeş olarak düşünülmektedir. Bu tabaka yazın daha belirgindir, yaşlı gövdelerde ise nişasta biriktirmeyi azaltır. Genellikle nişasta kını, sürekli bir tabaka oluştururken, bazen de vasküler demetlerle kesintiye uğramaktadır. Nişasta kınının başlıca görevi, karbonhidrat iletme ve depo etmektir.

Perisikl, vasküler dokunun hemen dışında yer almakta ve vasküler dokunun bir kısmını oluşturmaktadır. Birçok aşağı vasküler bitkinin kök ve gövdeleri, yüksek bitkilerin ise yalnızca kökleri anatomik olarak perisikl içermektedir. Genellikle kökteki perisikl tabakasının karşılığını gövdede sklerenkima tabakası oluşturmaktadır. Birçok gövdede protofloemin, en iç korteks tabakasına bitişik yer almasına karşın dikotillerin bazı gövdelerinde vasküler silindirin çevresinde liflerden oluşmuş sklerenkima hücreleri sürekli bir tabaka halinde ya da demetlerin dışında yarım ay şeklinde floemi örten bir kın meydana getirmektedir.

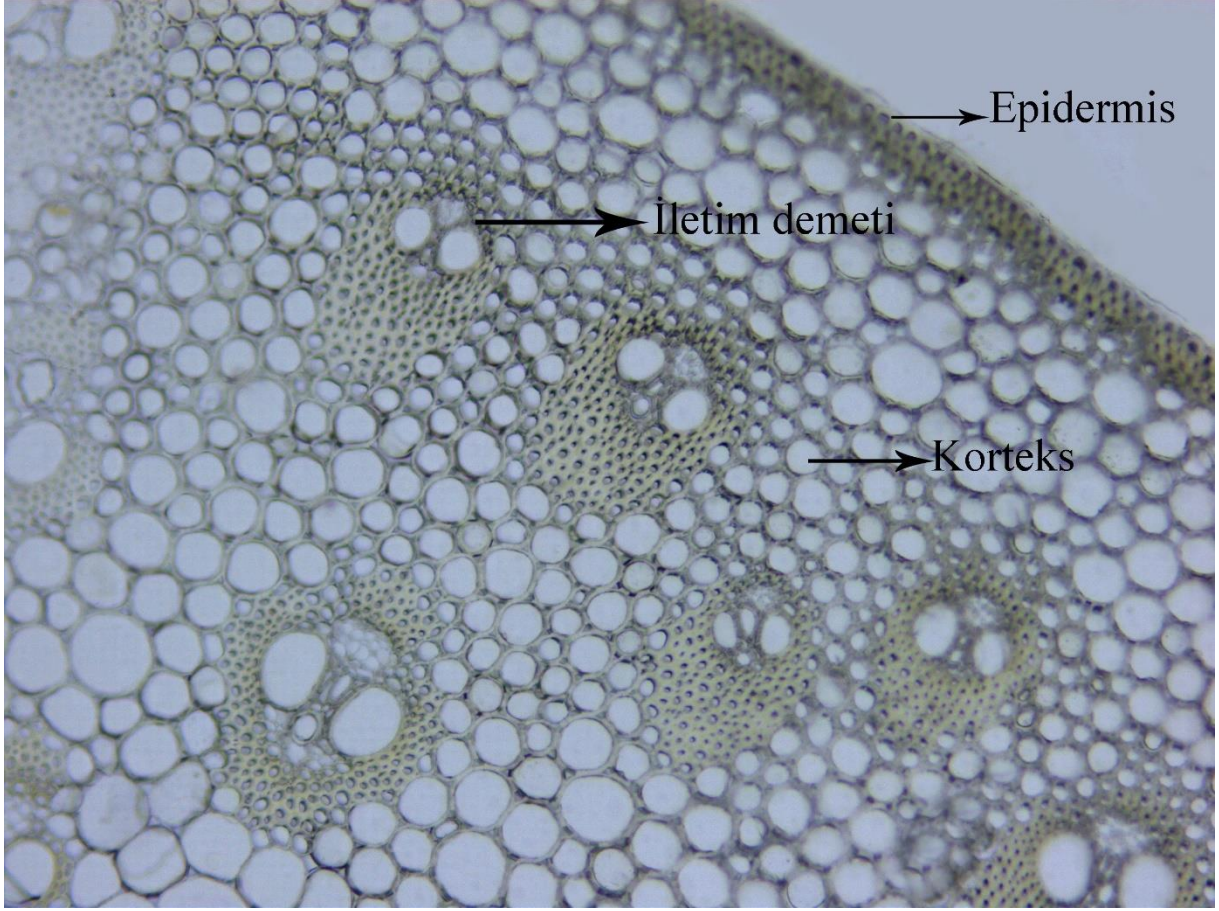
Gövde ve yaprağın **primer vasküler sistemini** vasküler demetler oluşturmaktadır. Bir yıldan fazla yaşayan bitkiler kambiyum etkinliği ile yapıya ek dokular katar. Buna **sekonder büyüme** denir. Sekonder büyüme sırasında vasküler kambiyum ile vasküler dokuların miktarındaki artış Gymnosperm ve uzun yaşayan dikotiller için karakteristiktir. Kambiyum etkinliği bakımından gövdede üç tip normal sekonder büyüme görülmektedir:

1. Bu tipte geniş öz ışınları ile ayrılmış dairesel dizilişli vasküler demetler vardır.
2. Bu tipte gövdede geniş öz ışınları ile ayrılmış kollateral demetler bulunmaktadır. Her öz ışınının meristematik dokusundan bir ya da birkaç küçük kaulin demet meydana gelir. Öz ışınlarının alanı gelişen küçük demetlerle daralmaktadır.
3. Genellikle ağaçlarda rastlanan bu tipte primer meristem sürekli doku haline geçerken kollateral demet dairesi yerine vasküler halka gelişmektedir.

Monokotil gövdelerinde vasküler sistem seyrek ve dağınık dizilişli demetlerden oluşmaktadır. İnternodyumlardan alınan enine kesitlerde vasküler demetler iki ana plana göre düzenlenmiştir: Bazı bitkilerde demetler dağınık dizilmiştir (örneğin, mısır, şeker kamışı, bambu). Merkezdeki demetler büyük, epidermise yakın olanlar ise küçüktür. Diğer bitkilerde ise iki daire üzerine sıralanmış demetlerden küçük olanlar çevrede birinci daireyi, büyükler de daha derinde ikinci daireyi oluştururlar (örneğin, buğday, yulaf, arpa, pirinç, çavdar).

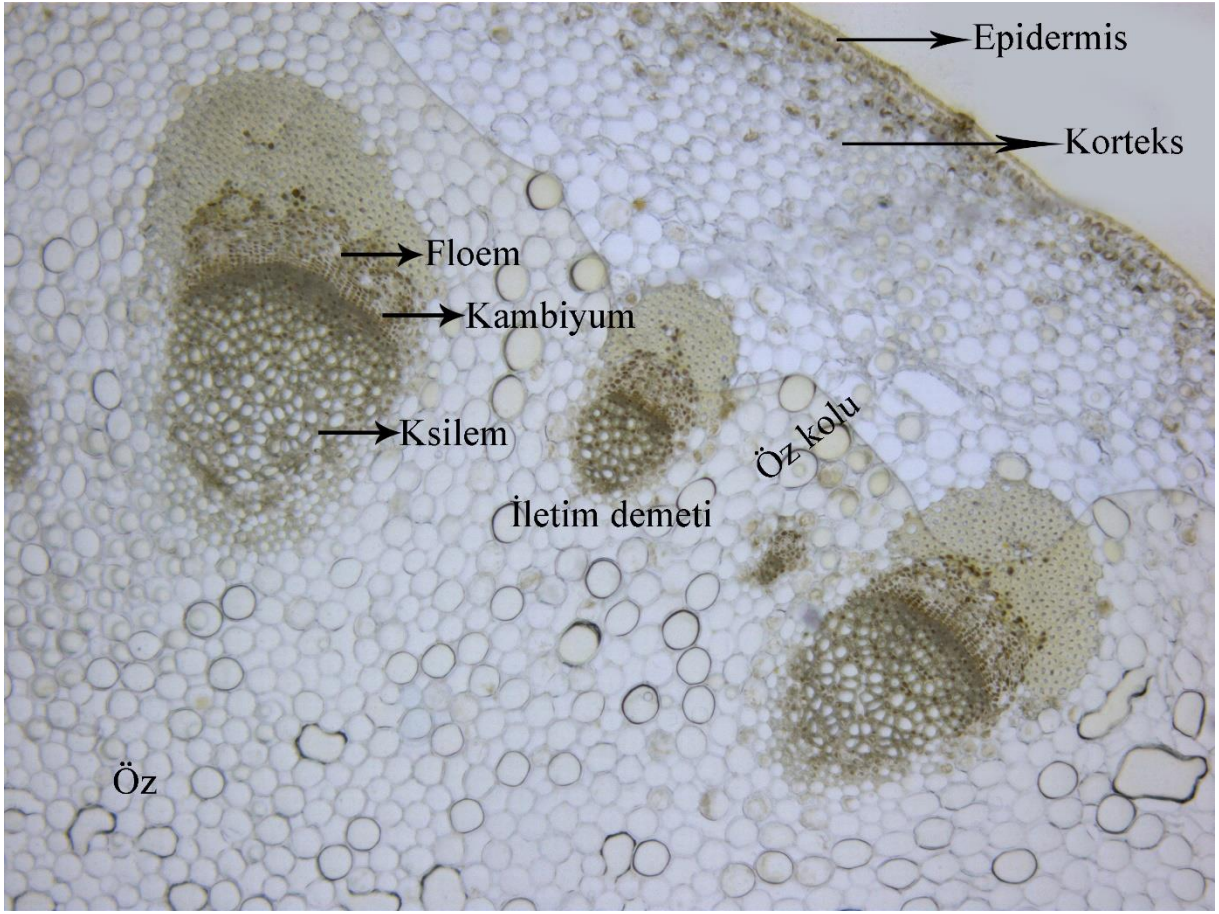
a. Monokotiledonlar

Materyal: *Zea mays* (gövde, enine kesit)

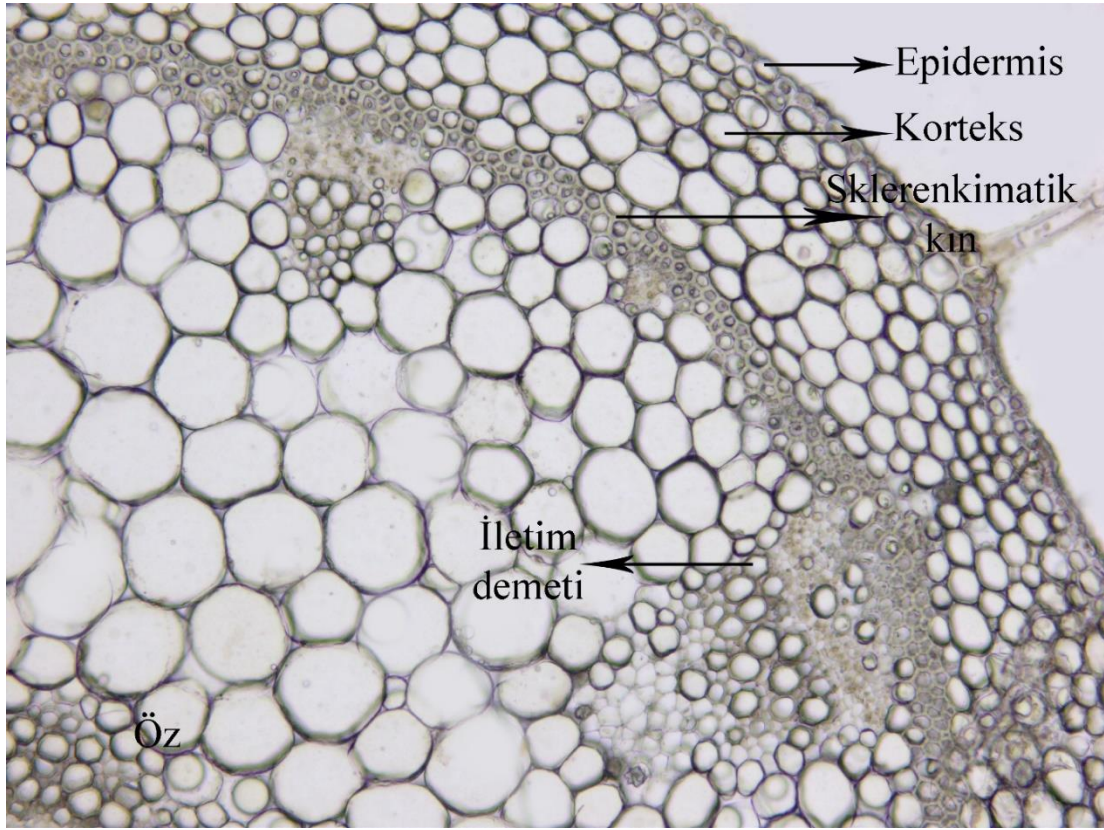


b. Dikotiledonlar

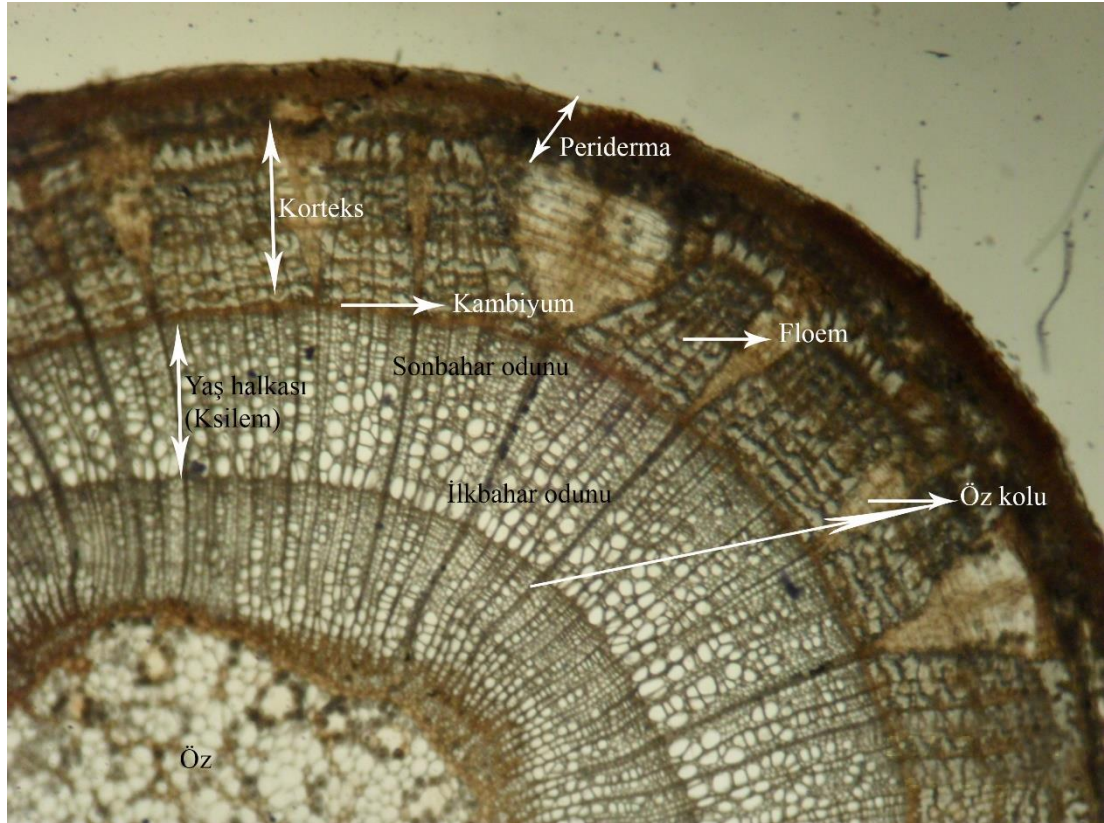
Materyal: *Helleborus orientalis*, primer gövde (gövde, enine kesit)



Materyal: *Pelargonium* (sardunya), primer gövde (gövde, enine kesit)

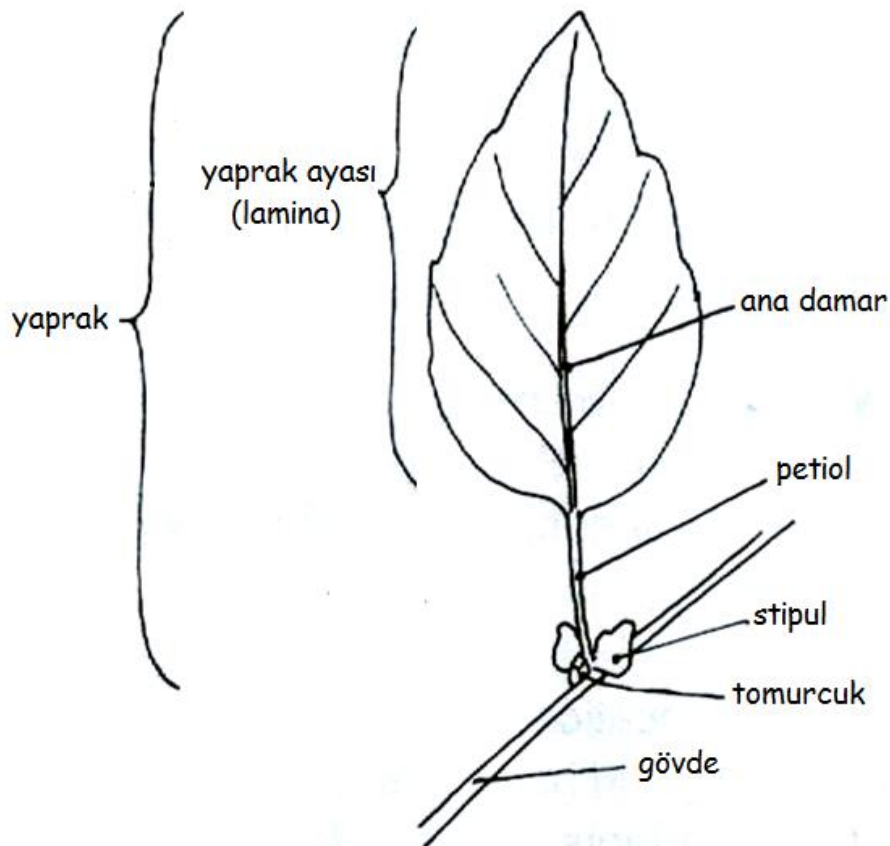


Materyal: *Tilia* sp. (ıhlamur), sekonder gövde (gövde, enine kesit)



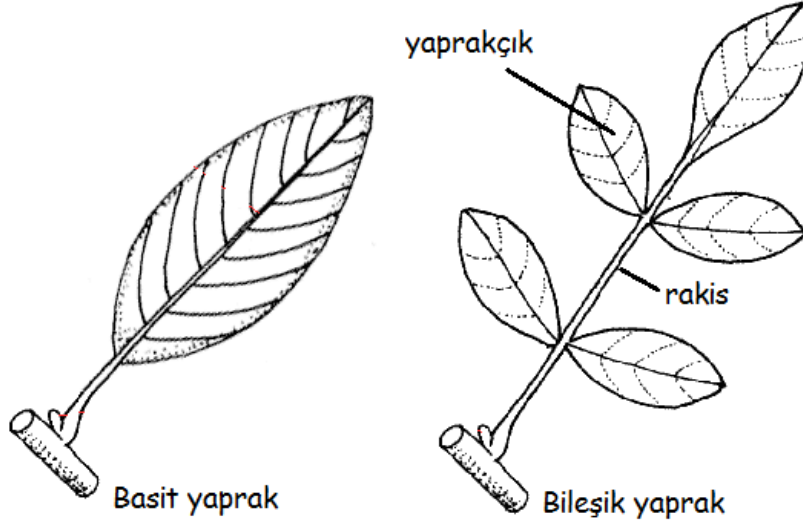
YAPRAK

Yaprak gövdenin yanal organlarından biridir ve gövde ile beraber sürgünü oluşturmaktadır. Yapraklarda geniş bir dış yüzey, bol miktarda hava boşluğu ve temel dokuda da çok sayıda kloroplast bulunmaktadır. Bu bakımdan yapraklar asimilasyonla yükümlüdür. Asal işlevi fotosentez ve terleme olduğundan bu göreve uygun geniş bir yüzeye sahiptir. Genellikle nodyumlara bağlı, gövde eksenine dik ve yassılaştırmış bir organdır. Genel olarak yaprak, **aya (lamina)**, **yaprak sapı (petiyol)** ve **kulakçıklar (stipul)** olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır.



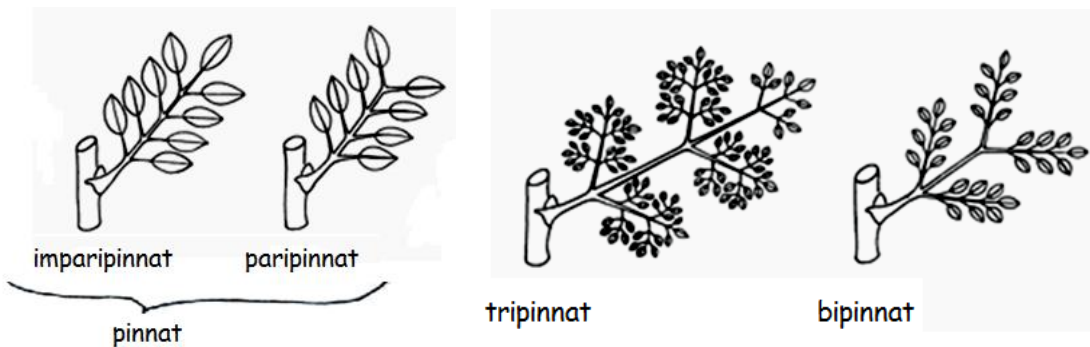
Angiosperm yaprakları morfolojik yapı bakımından büyük farklılıklar göstermektedir. Genel olarak bazis, petiyol ve laminadan oluşan yaprakların şekil ve yapı bakımından özellikleri yaprakları farklı tiplere ayırmak için kullanılmaktadır. Birçok dikotilde aya, yassılaştırmış bir yüzeye sahiptir. Yaprak ayasının doğrudan doğruya gövdeye bağlandığı yapraklara **sesil yapraklar** adı verilmektedir. Diğerlerinde ise yaprağı gövdeye bağlayan petiyol bulunmaktadır. Petiyolün gövde ile birleştiği noktada yaprak tabanı denilen kısımda genellikle kulakçıklar yer almaktadır. Genellikle stipullar yeşil yaprakçıklar şeklindedir ve fotosentetiktir. Fakat ana işlevleri genç ve gelişmekte olan yaprakları korumaktır. Birçok

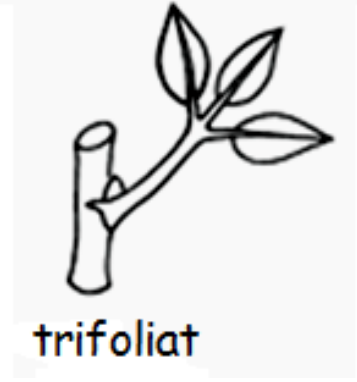
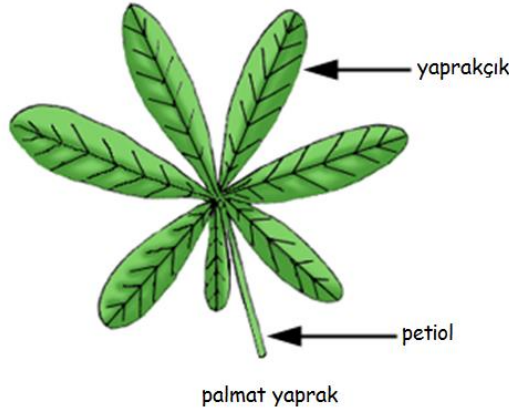
monokotilde ve bazı dikotillerde (Polygonaceae, Umbelliferae) yaprak tabanı genişleyerek gövdeyi sararak yaprak kınını oluşturmaktadır.



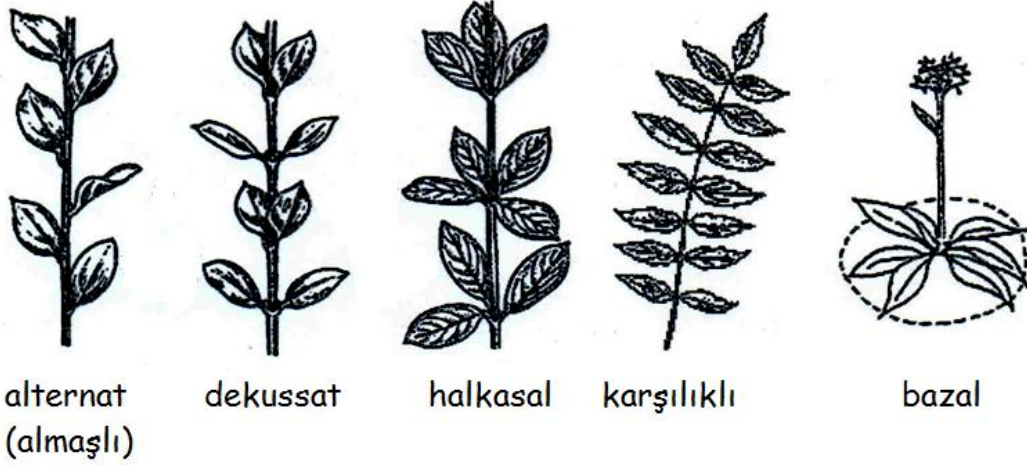
Yapraklar morfolojik olarak basit ve bileşik yapraklar şeklinde ikiye ayrılır. Basit yapraklar tek aya sahiptir, aya parçalanmamıştır. Basit yapraklar kenar şekillerine göre düz, dişli, loblu, vb.; ayanın genel şekline göre de oval, kalpsi, dils, vb. şekillerde sınıflandırılmaktadır. Bileşik yapraklarda iki veya daha fazla aya, diğer bir deyişle yaprakçıklar genel eksene (rakise) bağlıdır. Bileşik yapraklar şekilleri ve boyutları bakımından büyük değişiklikler göstermekte; sivri, dar, geniş, silindirik, yassı, iğnems, vb. şekillerde yaprakçıklar taşımaktadırlar.

Bileşik yapraklar





Yaprakların gövde üzerinde dizilişi



Yaprak yapı bakımından gövdedeki dokuların aynını içermektedir (epidermis, temel doku, vasküler sistem). Yapılarının oldukça benzer olmasına karşın yaprak ve gövde, büyüme ve dokuların bağıl dağılımı bakımından birbirinden farklıdır. Herhangi bir sekonder büyüme olmadığı için yaprak, zarar verici dış etkilere karşı kendi dokularını yenileme yeteneğindedir. Çok yıllık bitkilerde yaşlı yapraklar dökülür ve yeni yapraklar defalarca oluşur. Angiospermilerin foliyar yaprakları iç yapıları bakımından büyük değişiklikler göstermektedir. Bu farklı özellikler sistematik gruplarla ve bitkilerin değişik bölgelere adaptasyonu ile ilgilidir.

Epidermis

Angiospermilerin yaprak epidermisleri, tabaka sayısı, şekli, yapısı, stoma düzenlenişi, tüy ve özelleşmiş hücrelerin (silika ve mantar hücreleri, bulliform hücreler) varlığı bakımından değişiklik göstermektedir. Kara bitkilerinin epidermisleri kloroplast içermezken, su bitkilerinin epidermislerinde bol kloroplast bulunmaktadır.

Mezofil

Alt ve üst epidermis arasında yer alan, yaprağın temel dokusu, mezofil olarak isimlendirilir ve genellikle fotosentetik doku olarak özelleşmiştir. Canlı, çok sayıda hücreler arası boşluklu ve kloroplast içeren parankima hücrelerinden oluşmaktadır. Mezomorfik tipteki dikotillerde mezofil, palizat ve sünger parankiması olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Palizat parankiması, uzamış, silindir şeklinde ve genellikle üst epidermisin altında yer alan hücrelerden oluşmakta, bazen bir tabakadan da fazla olabilmektedir. Palizat parankiması çok sayıda kloroplast, çok az hücreler arası boşluk içermektedir.

Ilıman bölgelerdeki mezomorfik bitkilerde palizat parankiması yaprağın adaksiyal tarafında bulunmaktadır. Kseromorfik bitkilerde ise palizat dokusu yaprağın her iki tarafında da yer alırken sünger parankiması ya çok indirgenmiştir ya da hiç bulunmamaktadır. Kseromorfi ile ilişkili olarak palizat dokusunun miktarının artması dikotil ve monokotillerde izlenebilmektedir.

Eğer palizat dokusu yaprak ayasının bir tarafında, sünger parankiması ise diğer tarafında bulunursa bu tip yaprağa **dorsoventral** veya **bifasiyal yaprak** denir. Bu tip yapraklar belirgin bir dorsal ve ventral taraf içermektedir. Eğer palizat dokusu yaprağın her iki tarafında da bulunursa böyle yapraklar **izolateral** veya **ekvifasiyal** yaprak olarak isimlendirilmektedir. Bu tip yapraklar her iki taraflarında eşit yapıya sahiptir. Birçok kseromorfik bitkide ekvifasiyal yaprağın değişikliğe uğraması **sentrik** ya da **unifasiyal** yaprak olarak adlandırılmaktadır. Bunlar dar, silindirik ya da kılıçsı, alt ve üst yüzü ayırt edilmeyen, mezofili sürekli olan yapraklardır. Bu tip yapraklar monokotillerde gözlenmektedir.

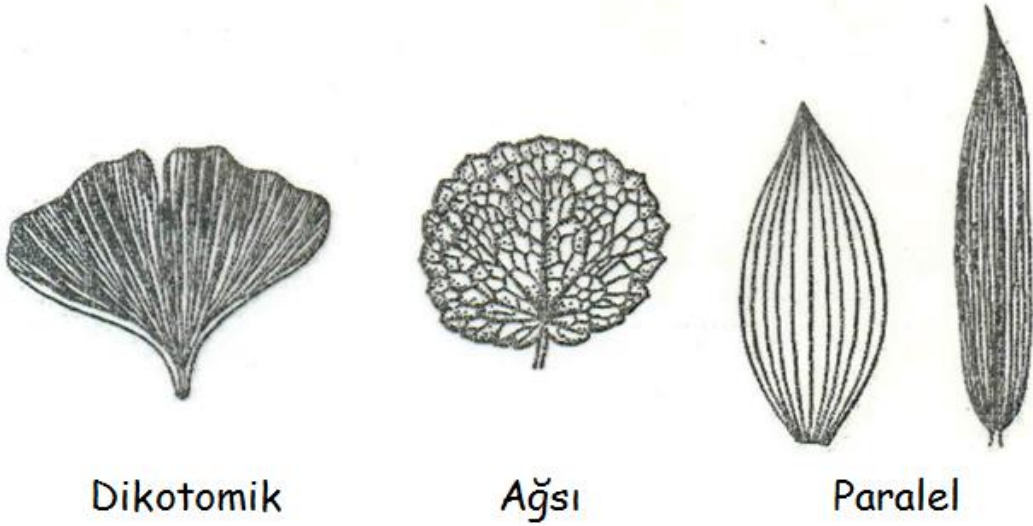
Sünger parankiması, genellikle palizat parankimasının altında yer alan, değişik şekillere sahip olabilen, hemen hemen izodiyametrik hücrelerden oluşmaktadır. Sünger parankimasında kloroplast sayısı az, hücrelerarası boşluklar fazladır. Bu hücreler arası boşluklar alt epidermis stomaları ile ilişkilidir ve palizat hücrelerine gaz iletimini sağlamaktadır.

Mezofilin palizat ve sünger parankimasına farklılaşma oranı bitkilere ve bölgelere göre değişmektedir. En iyi bilinen örnek, farklılaşma sırasında ışık etkisinde kalan yapraklarda çok tabakalı palizat ve sünger dokusunun gelişmesidir. Bu tip yapraklara **güneş yaprakları** adı verilmektedir. Az tabakalı palizat parankiması taşıyan, güneşten uzak bölgelerde yetişen yapraklara da **gölge yaprakları** denir. Kseromorfik yapraklar mezomorfik yapraklardan daha fazla gelişmiş palizat dokusuna sahiptir.

Vasküler Sistem

Vasküler demetlerin düzenlenişi (venasyon, damarlanma), yapraklara karakteristik bir görünüş vermektedir. Burada damar deyimi vasküler bir demet ya da demet grubu yerine kullanılmaktadır. Bir yaprak bir, iki ya da daha fazla damara sahip olabilmektedir.

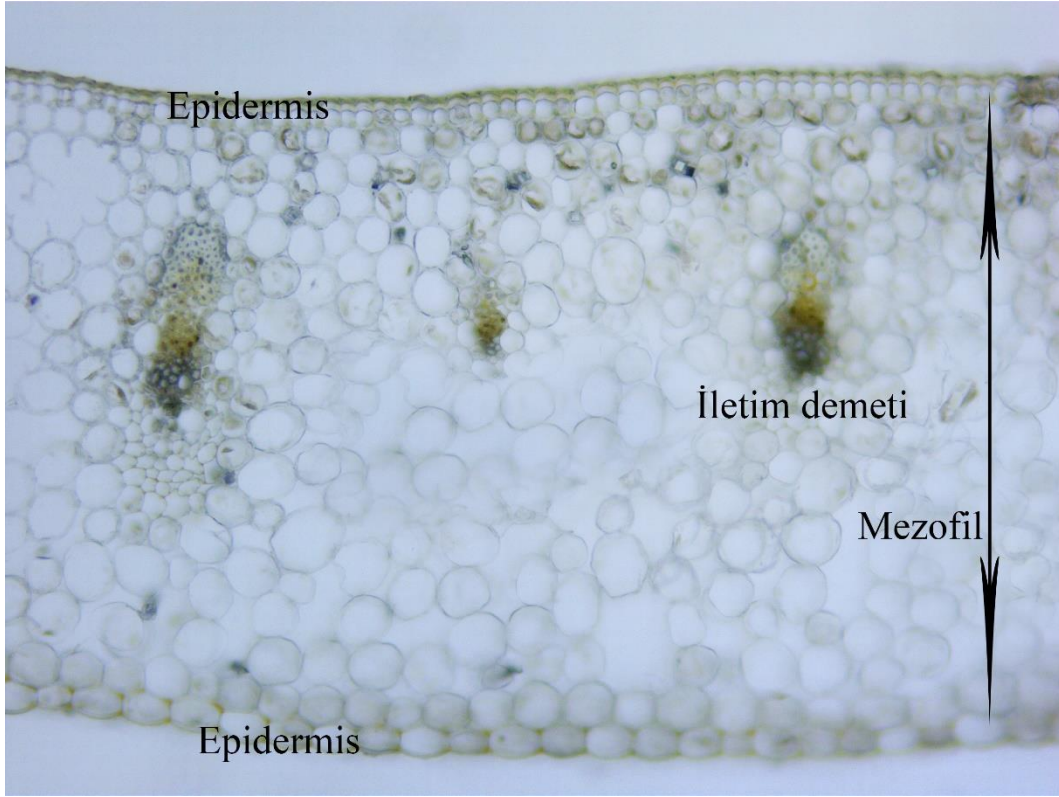
Angiospermelerde **retikulat (ağsı)** ve **paralel** olmak üzere iki tip venasyon görülmektedir. Dikotillerde yaygın olan ağ şeklindeki venasyonda, çeşitli büyüklükte vasküler demetler, aralarında yanıl anastomozlar yapan ağsı bir yapı oluşturmaktadır. Buna karşın monokotillere özgü olan paralel damarlı yapraklarda oldukça tekdüze boyuttaki demetler paralel düzenlenmekte, fakat tepede ya da ayanın her iki kenarında düzen ortadan kalkmakta ve demetler birbirine karışmaktadır. Paralel damarlar aya boyunca küçük damarlarla yanıl olarak birbirlerine bağlanmaktadır. Bazı dikotillerde (*Plantago*, *Tragopogon*) paralel venasyon, bazı monokotillerde (Araceae, Orchidaceae) ise ağsı venasyon görülmektedir. Ağ şeklinde ve paralel venasyon **kapalı venasyon** olarak da isimlendirilmektedir. Çünkü damarlar birbirleriyle yanıl olarak anastomozlar yaparak kapalı bir sistem oluşturur. Ginkgo ve bazı eğreltiotlarında çatallanan **dikotomik venasyon** görülmektedir. Bu tipte de olduğu gibi ayrılan damar uçları serbest çatallanırsa buna **açık venasyon** denir.



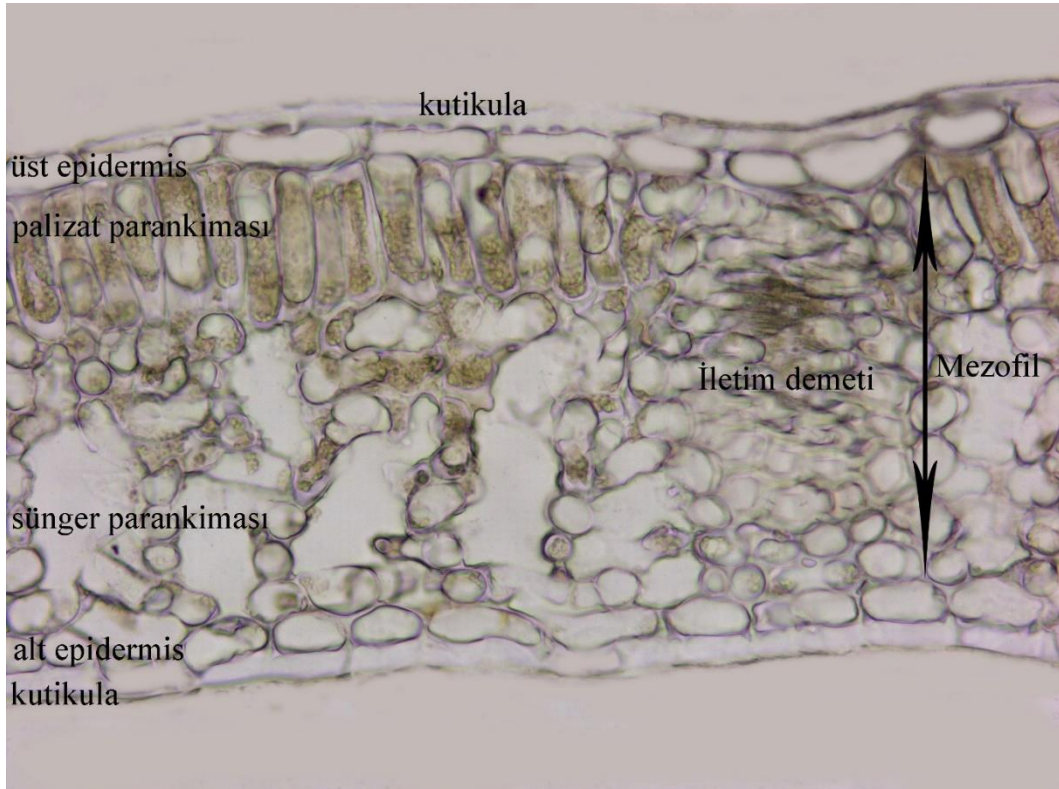
Dikotiledon yapraklarının büyük ve küçük damarları genellikle az sayıda kloroplast içeren, sık dizilmiş parankima hücrelerinden oluşan bir tabaka ile çevrilmiştir. Bu tabakaya **demet kını** denir. Demet kını hücreleri genellikle kloroplast taşımaktadır. Demet kınları parankimatik ya da sklerenkimatik olabilmektedir. Bazı bitkilerde demet kınlarının hücre çeperlerinin süberinleşmesi bu hücrelerin endodermis şeklinde işlev gördüğünü göstermektedir.

Monokotil yaprakları çoğunlukla dar bir aya ve kın şeklinde farklılaşmıştır. Damarlanma genellikle paraleldir.

Materyal: *Iris* sp., unifasiyal yaprak (yaprak, enine kesit)



Materyal: *Helleborus orientalis*, bifasiyal yaprak (enine kesit)



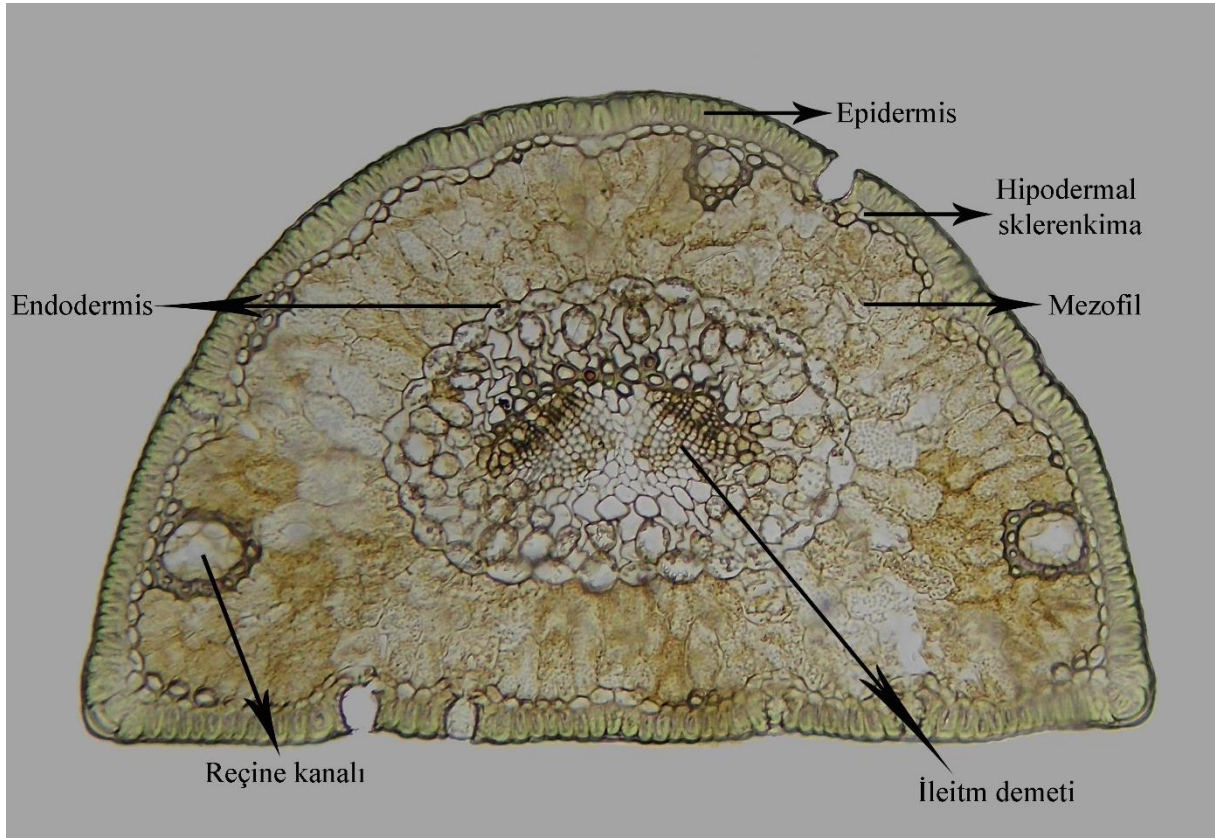
Gymnosperm Yaprakları

Gymnospermilerin kseromorfik yapraklarının en önemli özelliği yaprakların küçük ve indirgenmiş dış yüzeye sahip olmasıdır. Koniferlerin basit damarlanma gösteren iğne tipi yaprakları enine kesitte yarım daire şeklindedir. Epidermis fazla kütinleşmiştir. Epidermis altında yer alan hipodermis hücreleri de kalın çeperlere sahiptir. Çok sayıdaki stomalar, yaprağın ya tek ya da her iki tarafı üzerinde bulunabilir.

Mezofil hücreleri lümenine doğru içsel uzantılara sahiptir (kollu palizat parankiması). Çam ve diğer bazı Koniferlerde mezofil, palizat ve sünger parankiması şeklinde farklılaşmamaktadır. Gymnosperm yaprakları mezofilde reçine kanallarına da sahiptir.

Çam yapraklarında vasküler demetleri çeviren ve **transfuzyon dokusu** adı verilen bir doku bulunmaktadır. Transfuzyon dokusu vasküler demetler ve mezofil arasında madde iletimi ile görevlidir.

Materyal: *Pinus* sp., Gymnosperm yaprağı (enine kesit)



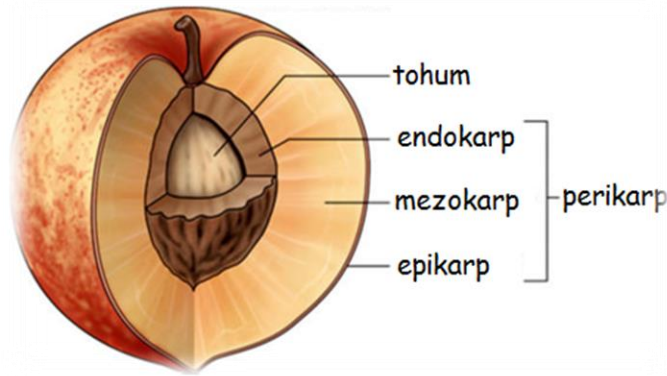
MEYVA

Genellikle ovaryumun döllenmesi sonucunda karpel dokusunun gelişmesi ile meydana gelen organa **meyva** denir. Meyva tohumları koruyarak gelecek nesilleri garanti altına almayı amaçlayan bir yapıdır. Bunu embriyonun gelişmesi ve tohum oluşumu izler. Ovaryumdan gelişen meyvalar **gerçek meyvalardır**. Bazı durumlarda diğer çiçek parçaları da meyva oluşumuna katılır ki, bu tip meyvalara da **yalancı meyva** adı verilir.

Genel olarak meyva döllenmeden sonra gelişir fakat birçok durumda bazı bitkilerin meyvaları döllenme olmadan ve tohum oluşmadan da gelişebilir (muz, çekirdeksiz turunçgiller, üzüm). Bu olay **partenokarpi** olarak isimlendirilir.

Bir ovaryum meyveyi meydana getirirken ovaryum çeperi de meyva çeperini yani **perikarpı** meydana getirir. Perikarp morfolojik olarak üç tabaka şeklinde farklılaşır:

- 1. Ekzokarp (Epikarp):** En dış tabakadır. Ovaryumun en dış kısmından oluşmaktadır.
- 2. Mezokarp:** Orta tabakadır. Çok tabakalıdır ve karpel parankimasından oluşmaktadır.
- 3. Endokarp:** Meyvenin en iç kısmıdır. Tek tabakalıdır. Karpelin iç kısmından oluşmaktadır.



MEYVA TİPLERİ

Meyvalar oluşum biçimlerine ve morfolojik yapılarına göre farklı tipler altında gruplandırılabilir. Oluşum bakımından basit, bileşik, agregat, gerçek ve yalancı meyvalar ayırt edilebilmektedir. Basit meyva bir tek yumurtalıktan meydana gelen meyvadır (erik, kiraz gibi). Bileşik meyva ise aynı çiçek veya çiçek durumunda bulunan birçok yumurtalıktan oluşmaktadır (ahududu, çilek gibi). Elma, armut basit yalancı meyvalara, çilek, dut, incir ise bileşik yalancı meyvalara örnek olarak verilebilir.

Meyvalar çeşitli özelliklerine göre, farklı şekillerde gruplandırılabilir. Bu gruplandırmalar yapaydır ve çeşitli araştırmacılara göre de değişmektedir.

I. Basit meyvalar: Basit meyva bir tek yumurtalıktan meydana gelen meyvadır.

1. Kuru Meyvalar: Perikarp, parankima ve bol miktarda sklerenkima hücrelerinden yapılmıştır. Çoğunlukla sert ve kurudur. Bu tip meyvalar ya olgunlukta kendi kendine açılıp tohumlarını atarlar ya da sertleşmiş perikarp açılmadan kalır ve tohumlar değişik şekillerde serbest kalır.

A. Açılan Kuru Meyvalar

Folikül: Apokarp ginekeumlu bitkilerde bağımsız pistillerden oluşan meyvadır. Meyvanın olgunlaşmasıyla perikarbin parankimatik ve sklerenkimatik dokuları kurur ve gerilim azalır. Sonuçta karpellerin birleşme yeri bir yarıkla açılarak tohumlar etrafa saçılır. Örneğin, *Helleborus*.



Legümen: Açılan kuru meyvaların en iyi bilinen örneği birçok Fabaceae üyesinde bulunan legümen (bakla) tip meyvadır. Tek karpelden yapılmış ve üst durumlu ovaryumdan türevlenmiştir. Legümen olgunlaştığı zaman karpelin hem birleşme yerinden hem de sırt kısmından açılır (iki yarıkla). Örneğin, bezelye, fasulye.

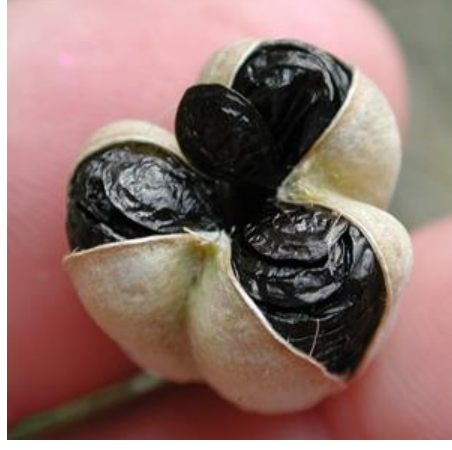


Kapsül: Çok sayıda karpelden yapılmış, sinkarp ovaryumdan meydana gelen meyvalardır. Birçok familyada rastlanır. Kapsüller ikiden fazla hatla açılmaktadır. Kapsüller çeşitli şekillerde açılabilir ve buna göre de çeşitli isimler alırlar.

- a. Septisid kapsül:** Meyva, karpellerin birleşme yerinden açılır. Örneğin, *Colchicum* (çiğdem), yüksükotu.



- b. Lokulusid kapsül:** Karpellerin sırt tarafından yarılarak açılır. Örneğin, *İris* (süsen).



- c. Dentisid kapsül:** Karpeller tepe kısmında bulunan kısa diş şeklindeki yarıklarla açılır. Örneğin, *Dianthus* (karanfil).



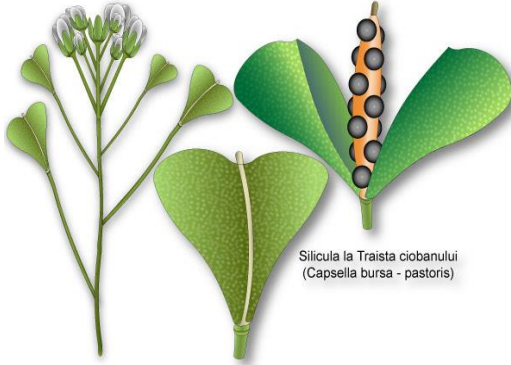
- d. Porosid kapsül:** Kapsül porlarla açılır. Örneğin, *Papaver* (gelincik, haşhaş).



e. **Piksid kapsül:** Kapsül bir kapakla açılır. Örneğin, *Anagallis* (farekulağı).



Silikva-Silikula: Kapsül tipi meyvanın özel şekilleridir. Daha çok Brassicaceae familyasına özgüdür. Kenarları birleşmiş iki karpelden yapılan bu tip meyva yalancı bir bölme ile iki bölüme ayrılır. Kuru meyvada iki karpel kapak şeklinde ayrılıp, tohumları taşıyan yalancı bölmeden ayrılır. Meyvanın boyu eninin üç katından fazla ise **silikva**, az ise **silikula** adını alır.



B. Açılmayan Kuru Meyvalar: Olgunlaştıklarında ancak perikarpın çürümesi veya hayvanların yardımı ile açılırlar.

Aken: Alt durumlu ovaryumdan meydana gelen, tek tohumlu akende perikarp sıkıca tohumu sarsada, testadan ayrılabilir. Örneğin, *Helianthus annuus* (ayçiçeği), Compositae familyası.



Karyopsis: Üst durumlu ovaryumdan oluşan tek tohumlu karyopsiste perikarp testayla ayrılmayacak şekilde sıkıca birleşmiştir. Bu tip meyva Gramineae'de yaygındır. Örneğin, *Triticum* (buğday).



Nuks: Çoğunlukla tek lokuluslu bir ovaryumdan türevlenen çok sert perikarplı, tek tohumlu bir meyva tipidir. Örneğin, *Corylus* (findık).



Şizokarp: Sinkarp ovaryumdan oluşan bu tip meyvada karpeller birleşme hattı boyunca birbirinden tamamen ayrılır. **Merikarp** denilen ve genellikle bir tohum ihtiva eden bu tip meyvalar nuks gibi kapalı kalır. Merikarplar olgunlaşınca birbirinden ayrılır fakat dallanmış karpofor ile ilişkilerini sürdürür. Örneğin, *Apium* (kereviz).



Samara: Kanatlı bir akendir. Örneğin, *Acer* (akçaağaç), *Fraxinus* (dişbudak).



Loment (Kırılan legümen): Tek karpelden oluşmuş ve üst durumlu ovaryumdan türevlenmiştir. Ancak legümenlerden farklı olarak olgunlukta açılmaz



2. Etli Meyvalar: Bu tip meyvalarda karpeller etli ve suludur. Perikarp, sukkulent parankima hücrelerinden oluşmaktadır.

Drupa (Eriksi meyva): Ekzokarp ve mezokarp etli bir yapıda iken endokarp çok serttir ve tohumu kuşatır (çekirdek). Endokarp sklereidlerden oluşmuştur. Örneğin, zeytin, şeftali, vişne, kayısı, kiraz, erik.



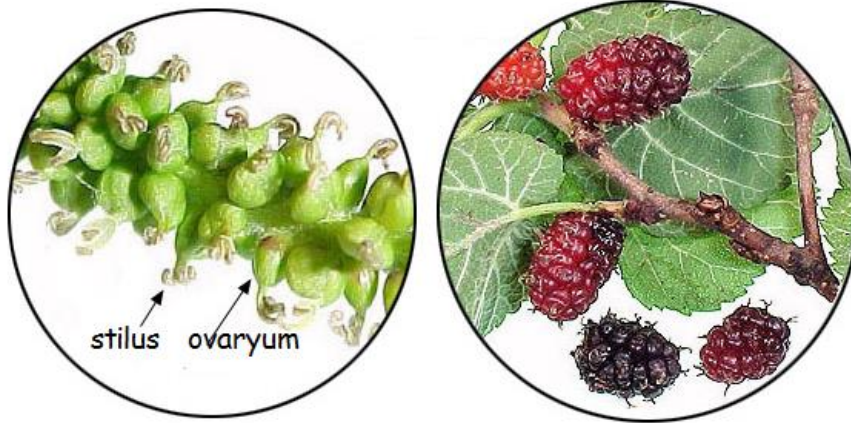
Bakka (Üzümsü meyva): Sulu perikarplı bir etli meyva tipidir. Tüm perikarp etli bir yapıya sahiptir. Örneğin, üzüm, limon, kabak, domates.



II. Agregat meyvalar: Çok pistilli (apokarp ginekeumlu) bir çiçekte pistillerin her biri ayrı ayrı bir meyva verir. Fakat bütün bu tek meyvalar aynı çiçekten meydana gelmiş oldukları için bir topluluk halinde kalırlar. Bu meyva topluluğuna **agregat meyva** adı verilmektedir. *Fragaria* (çilek)'da çiçek eksenini etlenip şişmiştir ve ayrı pistillerden meydana gelmiş olan küçük akenler reseptakulumun yüzeyinde bulunmaktadır. *Rubus* (böğürtlen)'ta birçok küçük drupa kuru bir eksen üzerinde bulunmaktadır. Her bir meyvada karpeller etlenmiştir.



III. Bileşik meyvalar: Sık bir çiçek durumunun her bir çiçeğinden meydana gelen meyvalar, olgunlaştıkları zaman bir arada sık bir meyva durumu halinde bir bütün teşkil ederse bu meyva topluluğuna **bileşik meyva** adı verilmektedir.



Yalancı meyvalar

Meyvanın yapısına karpellerden (ovaryumdan) başka çiçek ekseni, brakte, periyant gibi kısımlar da katılmaktadır. Çeşitli tipleri vardır:

Pseudokarp: Çiçek ekseni etlenip şişer. Yüzeyinde küçük noktalar halinde akenler serpiştirilmiş olarak bulunmaktadır. Örneğin, *Fragaria* (çilek).



Sikonium: Çiçek sapı veya ekseni şişkinleşmiş ve çanak şeklini almıştır. Örneğin, *Ficus carica* (incir).



Sorosis: Çiçek durumunda periyant etlenerek drupa tipindeki meyvaları sarar. Örneğin, *Morus* (dut).



Pom: Çiçek eksenini etlenmiş ve drupaları sarmıştır. Örneğin, elma, armut.

