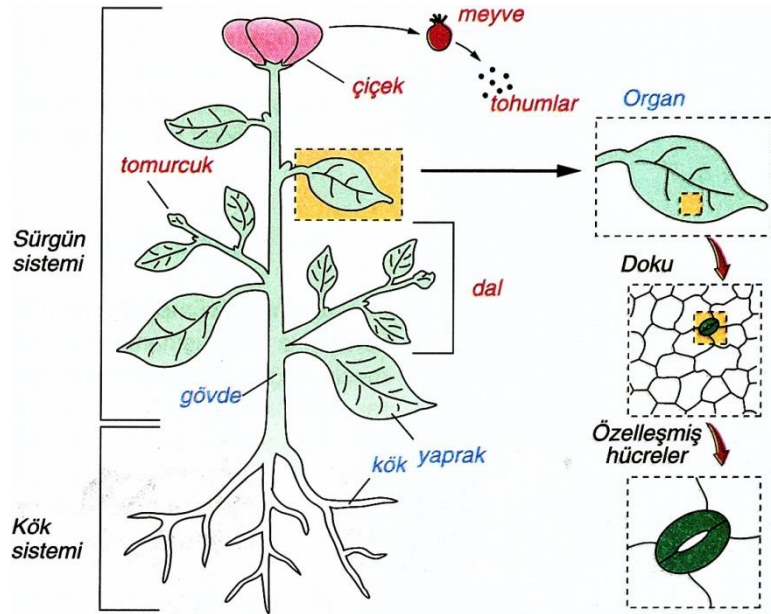


BİTKİLERİN YAPISI

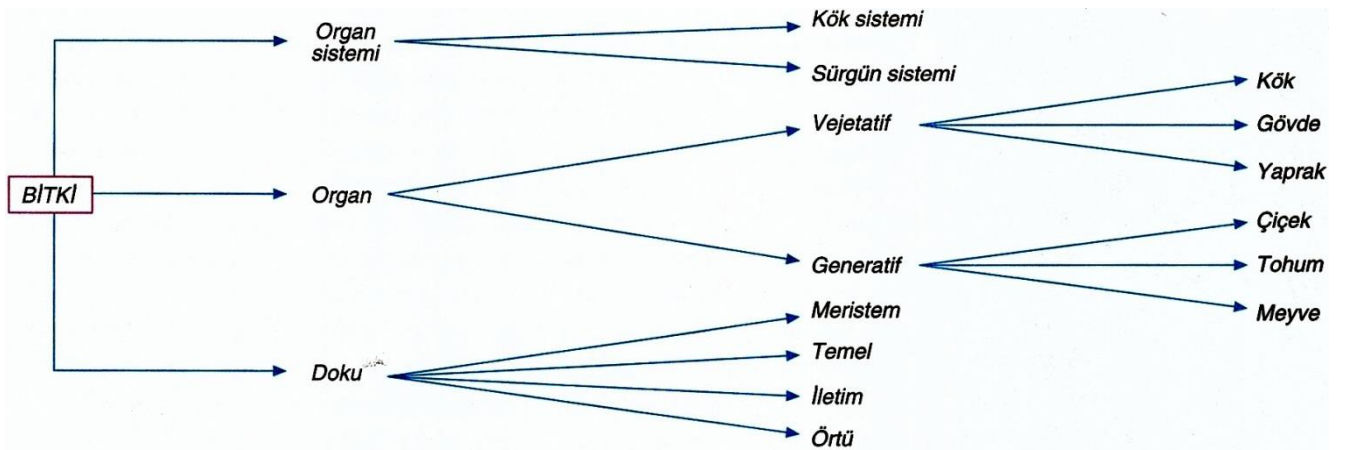
Tohumlu bitkiler bilinen yaklaşık 280.000 tür ile karasal bitkilerin en çeşitli ve en yaygın grubunu oluşturur. Tüm bitki türleri doğal seçim sayesinde içinde büyüdükleri ortamda yaşama ve üreme başarısını artıran fizyolojik ve morfolojik adaptasyonlar biriktirirler. Bu nedenle bitkiler büyüklük, şekil ve yapı bakımından önemli farklılıklar gösterirler. Örneğin çok küçük bir bitki olan su mercimeği, göl ve havuzların tüm yüzeyini kaplayacak şekilde yayılış gösterir. Su mercimeğinin küçük yapılı oluşu ve hücre aralarında hava tutması su üzerinde yüzmesini sağlar. Böylece yaprakları bol güneş ışığına ve havadaki karbondioksit kolayca ulaşır. Su mercimeği bitkisi büyümesi için gerekli koşulları kolayca elde etmeye uygun büyüklük ve yapıda olduğundan dünyada çok yaygın ve çok bol yetişir. Kuzey Amerika'nın batı ormanlarında bulunan dev sekoya ağaçları büyüklük ve yapı bakımından dikkat çekici farklılıklar gösteren başka bir örnek oluşturur. Sekoya ağaçlarının oldukça uzun boylu ve iri gövdeli yapısı çok çeşitli bitki türleri ile kaplı ormanlarda güneş ışığından yararlanabilmek için rekabet üstünlüğü sağlar. Ayrıca bu özellik onların birkaç bin yıl yaşamasına yardım eder. Doğadaki bitkilerin büyüklüklerinde ve yapılarında görülen çeşitlilikler, bitki büyümesindeki farklılıklar kadar, belirli organların, dokuların ve özelleşmiş hücrelerin varlığındaki çeşitlilik ile de açıklanır.

Bitkiler, kendisini oluşturan kısımların belirli bir şekilde düzenlenmesinden ve karşılıklı etkileşiminden doğan özellikleri taşırlar. Çok hücreli hayvanlarda olduğu gibi, bitkinin vücudu da farklı dokulardan meydana gelmiş organlardan oluşmuştur ve bu dokular farklı tiplerdeki hücre takımlarını kapsar. Karasal bitkiler temel ihtiyaçlarını birbirinden çok farklı iki ortam olan toprak ve havadan karşılarlar. Toprak su ve minerallerin, hava ise karbondioksitin ana kaynağıdır. Kaynakların iki farklı ortamdaki bu dağılımı karşısına karşı bitkiler tarafından geliştirilen evrimsel çözüm, bitki vücudunun iki ana sistem şeklinde farklılaşması olmuştur. Sonuçta, bir bitki vücudunda **kök** ve **sürgün sistemi** olmak üzere iki çeşit ana sistem gelişmiştir. Sürgün sistemi, bitkinin toprak üstü organları olan gövde ve yapraklardan oluşur. Toprak altında bulunan kök sistemi ise genellikle dallanmış bir veya daha fazla ana kökten meydana gelir.



Tohumlu bir bitkinin yapısına genel bir bakış: Bitkilerde özelleşmiş hücreler bir araya gelerek dokuları, dokular ise bir araya gelerek organları oluşturur.

Kök ve sürgün sistemini oluşturan kök, gövde ve yaprak **vejetatif organlar** olarak adlandırılır ve bitkinin büyüme, gelişme, korunma gibi yaşamsal faaliyetlerini sürdürürler. Vejetatif organların devamı olan çiçek, tohum ve meyve ise **generatif organlar** olarak adlandırılır ve bitkinin üreme işlevi ile ilgilidirler.



Tohumlu bir bitkinin yapısını oluşturan temel kısımlar

Anlaşıldığı üzere bir bitkinin vücudu yapısal seviyelerin hiyerarşik düzenlenmesinden oluşur. Belirli bir işlevi gerçekleştirmek üzere özelleşmiş organlar **organ sistemlerini**, yapı ve görev bakımından birbirini tamamlayan farklı dokular **organları**, bir veya daha çok çeşitteki hücreler ise bir araya gelerek **bitki dokularını** meydana getirir.

BİTKİSEL DOKULAR

Belirli öncü hücrelerin mitoz bölünmesi sonunda oluşan, ortak bir yapıyı oluşturmak ve bir işlevi yerine getirmek için birlikte çalışan, şekil ve yapı bakımından benzer hücrelerin oluşturduğu topluluğa **doku** adı verilir. Bitkisel dokular, ortak bir görevi yerine getiren birkaç çeşit hücrenin kendi aralarında düzenlenmesiyle doku sistemlerini meydana getirir.

Bitkisel dokular meristem doku, temel doku, iletim dokusu ve örtü doku olmak üzere dört grupta incelenir. Bir bitkiye yaşadığı sürece sınırsız büyüme yeteneği kazandıran ve doku sistemlerinin öncül hücrelerini üreten meristem dokular sürekli bölünme özelliği sayesinde diğer dokulardan ayırt edilir. Bununla birlikte, tüm bitki organları örtü doku, iletim doku ve temel doku olmak üzere üç farklı doku sistemi daha içerir. Bitki vücudunda süreklilik gösteren bu doku sistemlerinin, bitkinin farklı organlarında birbirleriyle konumsal ilişkileri, özellikleri ve düzenlenişleri bakımından bir takım farklılıklar görülür.

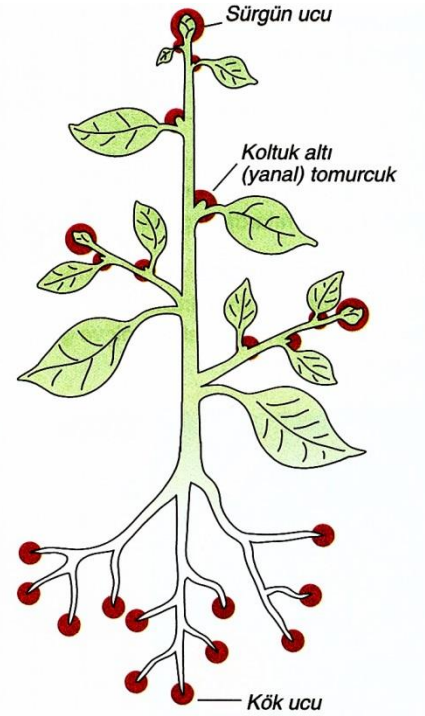
A- MERİSTEM DOKU

Bitkinin büyüme bölgelerinde bulunan meristem dokular sürekli bölünen, embriyonik kökenli ve farklılaşmamış hücrelerden oluşur. Bu dokular bitkinin boyuna ve enine büyümesini sağlar. Meristematik hücrelerin bölünmesi sonucu oluşan yeni hücreler farklılaşarak bitkinin büyüyen doku ve organlarını meydana getirir. Meristem doku hücreleri, metabolik açıdan aktif bir bitki hücresinin tipik özelliklerini taşır. Bu hücreler büyük çekirdekli, bol sitoplazmalı, küçük ve ince çeperlidir. Ayrıca az sayıda ve küçük koful taşıyan bu hücrelerin aralarında boşluk bulunmaz. Meristematik hücrelerin bölünme özelliğini sürekli olarak koruması bitkilerde büyümenin sınırsız olmasını sağlar.

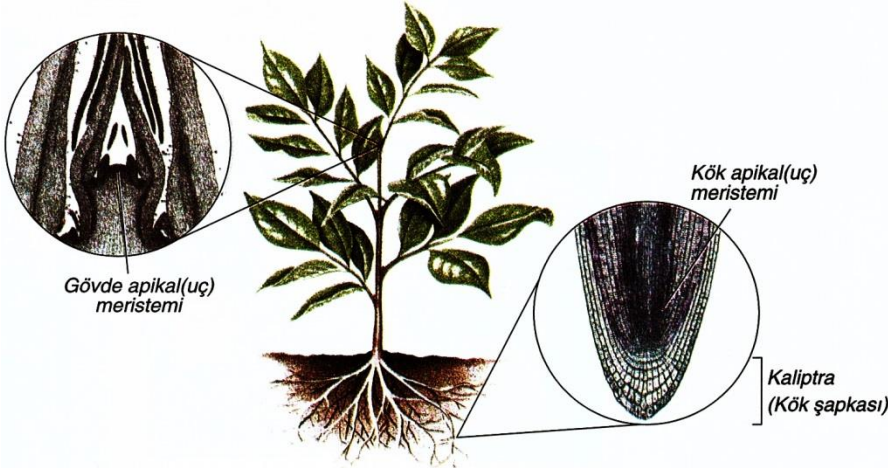
Meristem doku kökenlerine göre **birincil (primer) meristem** ve **ikincil (sekonder) meristem** olmak üzere ikiye ayrılır.

1. Birincil (Primer) Meristem:

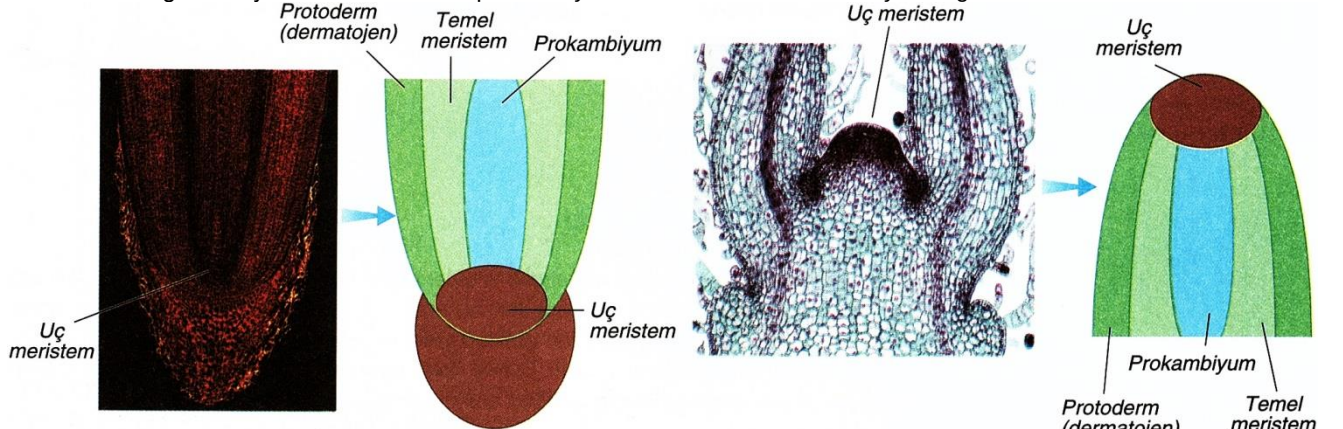
Kökenleri embriyoya dayanan ve embriyonik dönemden beri bölünme yeteneğini kaybetmemiş olan meristemlerdir. Bütün bitkiler **büyüme noktaları** olarak adlandırılan kök, gövde ve dal uçlarında **uç (apikal) meristemlere** sahiptir. Bu meristemler, "birincil (primer) büyüme" olarak adlandırılan bitkinin uzunluğuna büyümesi için hücre sağlar. Uç meristemler gövdede tepe tomurcuğu adı verilen gövde ucu kısmında bulunur. Tepe tomurcuğundaki uç meristemler gövdenin boyunu artırırken, kök uç meristemleri de köklerin uzunluğunu artırır. Kök ve gövde uçlarında bulunan uç meristemler, birincil meristem hücrelerini üretir ve aynı zamanda yaşlanan veya zarar gören hücrelerin yenilenmesini sağlar.



Birincil meristemler, bitkilerin boyca uzamasını sağlar. Bu meristemler, bitkinin sürgün uçlarında, koltuk altı tomurcuklarında ve kök uçlarında bulunur.



Uç meristemin bölünmesi sonucu iç içe geçmiş silindirler şeklinde üç hücre tabakası oluşur. Bu öncü doku tabakaları dıştan içe doğru; **protoderm** (dermatojen), **temel meristem** ve **prokambiyum** şeklinde sıralanır. Protodermden epidermis (örtü doku), temel meristemden korteks ve öz bölgesinde yer alan temel doku, prokambiyumdan ise iletim dokusu meydana gelir.



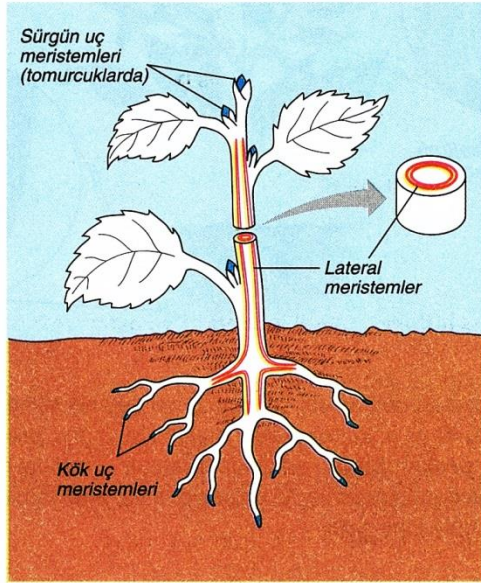
Tütün bitkisinin kök ucu boyuna kesitinde, uç meristem ve üç tip birincil meristem görülmektedir.

Coleus bitkisinin gövde ucu (tepe tomurcuğu) kesitinde, uç meristem ve üç tip birincil meristem görülmektedir.

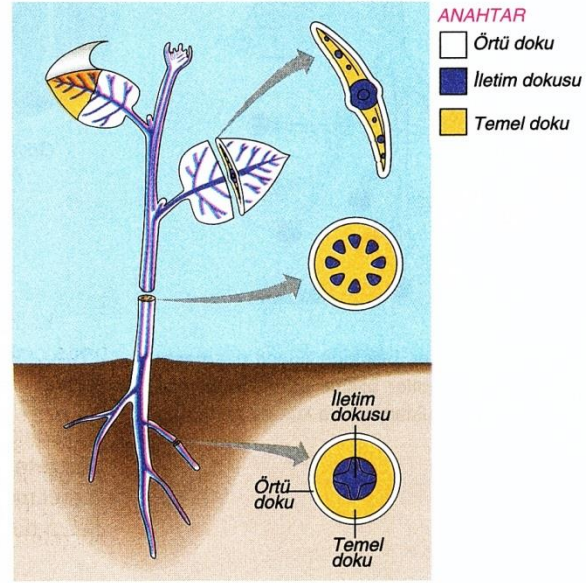
2. İkincil (Sekonder) Meristem:

Hormonların etkisiyle yeniden bölünme özelliği kazanan parankima hücrelerinden oluşur. İkincil meristemler, uzunlamasına büyüyen bir bitkinin kök ve gövde kısımlarında enine kalınlaşmayı sağlar. "İkincil (sekonder) büyüme" olarak adlandırılan enine kalınlaşma, tüm açık tohumlu bitkilerde ve dikotil odunsu bitkilerde görülür.

İkincil büyüme, kök ve gövdeyi silindirik şeklinde kuşatan hücre gruplarının bölünmesi sonucu gerçekleşir. **Lateral (yanal) meristem** adı verilen bu hücre grupları, kök ve gövde ucundan belirli bir uzaklıkta yani bir ölçüde yaşlı olan kısımlarda iş görür.



Bir bitkinin ana meristem bölgeleri: Birincil büyümede iş gören uç meristemler bitkinin boyca uzamasını sağlar. İkincil büyümeden sorumlu lateral meristemler ise kök ve gövde çapında artışı sağlar.



Üç doku sistemi: Bir bitkinin her bir organı temel, iletim ve örtü doku sistemlerine sahiptir.

Enine kalınlaşmadan **vasküler (demet) kambiyum** ve **mantar kambiyum** adı verilen iki lateral meristem sorumludur. Vasküler kambiyum, iletim dokularına yeni tabakalar ekleme görevi yapar. Mantar kambiyumu ise, epidermisin yerini alan, kök ve gövdenin korunmasını sağlayan mantar dokusunu oluşturur.

B- TEMEL DOKU

Temel doku, bitkinin metabolik işlevlerinin çoğundan sorumludur. Bu doku bitkinin bütün organlarında örtü ve iletim dokusu arasında kalan kısımlarını doldurur. Temel dokunun oldukça çeşitlilik gösteren işlevleri arasında organların içini doldurma, destekleme, depolama ve fotosentez yer alır. Temel doku sistemi parankima, kollenkima ve sklerenkima olmak üzere üç hücre tipinden oluşur.

1- Parankima Hücreleri

Parankima hücreleri bitkinin kök, gövde ve yaprak gibi organlarında bulunur. İnce ve esnek çeperlere sahip bu hücrelerde, sitoplazmanın kuşattığı büyük bir merkezi koful bulunur.

Parankima hücreleri tipik bitki hücreleri olarak tanımlanabilir. Çünkü bu hücrelerde özelleşme yani farklılaşma en azdır. Daha az özelleşmiş durumlarını koruyarak olgun parankima hücrelerine gelişirler ve genellikle hücre bölünmesi geçirmezler. Bununla birlikte, parankima hücrelerinin çoğu özel koşullar altında bölünme ve diğer bitki hücresi tiplerine farklılaşma yeteneklerini korurlar. Yani başka hücre tiplerini oluşturmak için meristematik özellik kazanabilir ya da daha fazla özelleşebilirler. Örneğin floemde şeker özsuyunun taşınmasında iş gören kalınlı boru elemanları parankima hücrelerinin özelleşmesi sonucu oluşur.

Parankima hücreleri bitkinin metabolik işlevlerinin çoğunu gerçekleştirir. Başlıca işlevlerine göre 4 grupta incelenirler:

- Özümlenme (asimilasyon) parankiması:** Özellikle yaprakların mezofil tabakasında bulunurlar ve kloroplast taşırlar. Bu tip parankima hücreleri, fotosentez yaparak organik maddelerin sentezlenmesinde görev alırlar.
- Depo parankiması:** Kök, gövde, tohum ve meyve gibi organlarda bulunan depo parankiması hücreleri nişasta, yağ, protein gibi besin maddelerini ya da su depo ederler.
- Havalandırma parankiması:** Bataklık ve su bitkilerinin kök ve gövdelerinde bulunan parankima hücreleri geniş hücre arası boşluklara sahiptir. Bu boşluklarda depo edilen hava bitkinin gaz alışverişine yardımcı olur.
- İletim parankiması:** Bu tip parankima hücreleri, iletim demetleri ile bitkinin diğer dokuları arasında su ve besin maddelerin alışverişine aracı olur.

2- Kollenkima Hücreleri

Kollenkima hücreleri yaprak saplarının ve genç gövdelerdeki epidermisin hemen altında bulunur. Örneğin kereviz sapı kesildiğinde veya yenildiğinde karşılaştığımız ipliksi yapılar çoğunlukla kollenkimadan oluşur. Kollenkima hücrelerinin çeperlerinde düzensiz kalınlaşmalar görülür. Kollenkima hücreleri, çeperdeki kalınlaşma bölgesine göre adlandırılır. Kalınlaşma köşelerde görülürse **köşe kollenkiması**, çeperin bir veya iki yüzünde görülürse **levha kollenkiması** adını alır. Kollenkima hücrelerinin çeperlerindeki kalınlaşmış bölgeler bitkiye dayanıklılık sağlar. İnce kalmış bölgeler ise hızlı büyüme sırasında hücrelere gerilme ve kıvrılabilme özelliği kazandırır.

Şeritler ya da silindirler halinde gruplanmış olan kollenkima hücreleri, sürgünlerin genç kısımlarını desteklemeye yardım eder. Ayrıca, işlevsel olgunlukta canlı ve esnek olan bu hücreler destekledikleri gövde, yaprak gibi yapılarla birlikte uzarlar.

3- Sklerenkima Hücreleri

Sklerenkima hücreleri bitkide destek elemanı olarak işlev görür. Bu hücrelerin çeperleri düzenli lignin birikiminden dolayı oldukça kalın ve serttir. Sklerenkima hücreleri, işlevsel olgunluğa ulaştıklarında canlılıklarını kaybederler ve sertleşmiş çeperleri bitkiyi destekleyen bir "iskelet" olarak kalır. Olgun sklerenkima hücreleri boyuna uzamanın durduğu bitki kısımlarında bulunur.

Sklerenkima hücreleri tümüyle destek sağlamak için özelleşmezler. Örneğin ksilemin su ileten elemanları olan trake ve trakeidler, hem destek hem de taşıma işlevi gören özelleşmiş sklerenkima hücreleridir. Bununla birlikte, **lif** ve **sklereid (taş hücresi)** olarak adlandırılan hücreler sadece destek sağlama işlevi için özelleşmiş sklerenkima hücreleridir. Bu hücrelerden ince, uzun, çeperleri kalın ve iki ucu sivri olan lifler, çoğunlukla gruplar halinde bulunur. Sağlam ve esnek olan bu liflerden bazıları ticari amaçlı kullanılır. Örneğin jüt lifleri halat yapımında, keten lifleri ise keten dokumacılığında kullanılmaktadır. Sklereidler ise, liflerden daha kısa ve düzensiz bir şekle sahiptir. Bu hücreler tohum kabuklarında, fındık, ceviz, badem gibi bitkilerin kabuklarında ve sert meyvelerin kabuk ve etli kısımlarında bulunurlar. Örneğin armut ve ayvanın yenen etli kısmının kumsu ve pürüklü yapısı küçük taş hücrelerinin oluşturduğu kümelerden kaynaklanır.

UYARI

Bir hücrenin yapacağı iş için belirli yapılara ve işlevlere sahip olmasını (özelleşme) sağlayan gelişme süreci, "**işlevsel Olgunluk**" terimi ile ifade edilir.

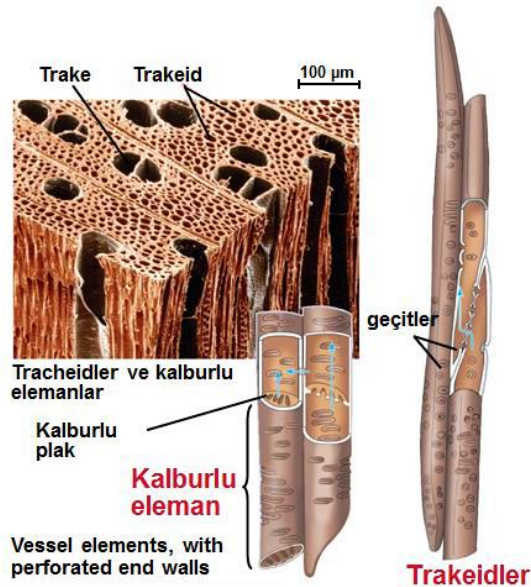
C- İLETİM DOKUSU

Bitki vücudunun her yanına yayılan iletim dokusu, bir bitkide köklerden başlayıp tüm gövde boyunca dalların, dalcıkların, yaprakların ve diğer organların içine girecek şekilde tümüyle birbirlerine bağlanarak madde taşınmasını sağlayan bir sistem oluşturur. Bitkilerde **ksilem (odun boruları)** ve **floem (soymuk boruları)** olmak üzere iki tip iletim dokusu bulunur.

1. Ksilem (Odun Boruları): Ksilem, su ve suda çözünmüş mineralleri köklerden gövdeye ve gövdenin bir uzantısı sayılan yapraklara doğru taşır. Ksilem dokusu çeşitli hücre tiplerinden oluşur. Bunlardan **trake** ve **trakeidler** uzun mesafeli su taşınımında doğrudan iş gören özelleşmiş hücrelerdir. Trake ve trakeidlere ek olarak ksilem dokusunda bulunan **parankima hücreleri** çeşitli besin maddelerini depolamada, **sklerenkima** hücreleri ise destek sağlamada iş görür.

Trake ve trakeidler uzamanın durduğu bitki kısımlarında oluşur. Bu hücreler, işlevsel olgunlukta canlılıklarını kaybeder. Bir trakeid ya da trake hücresinin sitoplazma ve çekirdeğinin parçalanması ile canlı iç kısmın bütünlüğü bozulur ve geride hücrenin lignin birikimi ile kalınlaşan sertleşmiş hücre çeperi (sekonder = ikincil çeper) kalır. Bunun sonucunda ise içinde suyun akabildiği cansız bir oluk meydana gelir. Trake ve trakeid hücrelerinin çeperlerinde tam kalınlaşma olmayıp çeperler **geçit** adı verilen kalınlaşmamış ince bölgelerle yer yer kesintiye uğrar. Geçitler, su ve suda çözünmüş maddelerin hem aşağıdan yukarıya hem de yanal olarak taşınmasını sağlar.

Trakeidler ince, uzun ve iki ucu sivri olan hücrelerdir. Sertleşmiş ve kalınlaşmış çeperleri ile trakeidler, su taşınımının yanı sıra destek sağlama işlevi de görürler. Trakeler ise trakeidlere göre daha geniş ve kısa, daha ince çeperli ve uçları daha az sivri olan hücrelerdir. Trakeler, uç uca geldiklerinde aralarındaki çeperleri (enine çeper) eriyerek, birçok hücreden oluşan **odun borularını** (ksilem boruları) meydana getirirler. Trakelerin uç çeperleri deliklidir ve bu delikler suyun odun boruları içerisinde serbestçe akmasına izin verir. Su, aynı zamanda odun borularında bulunan geçitler aracılığıyla komşu hücreler arasında yanal olarak da taşınır.



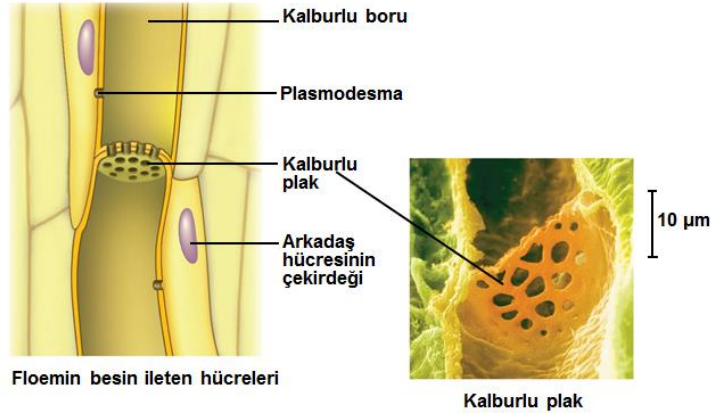
UYARI

Açık tohumlu bitkilerde ve damarlı (iletim demetli) tohumlu bitkilerde sadece trakeid bulunur. Kapalı tohumlu bitkilerde ise trakeidler ve trakeler ksilem dokusunun su taşınımında görevli hücreleridir.

2. Floem (Soymuk Boruları): Floem, olgun yapraklarda fotosentez ile üretilen organik besinleri ve bazı mineral iyonları köklere, gelişmekte olan genç yapraklara, bitkinin büyüme ve depo bölgelerine ve gövde sisteminin fotosentez yapmayan kısımlarına taşır. Floem dokusu da ksilem gibi çeşitli hücre tiplerinden oluşur. **Kalburlu boru elemanları, arkadaş hücreleri, parankima ve lif hücreleri** floem dokusu içinde bulunur. Bu hücrelerden parankima besin maddelerini depolamada, lif hücreleri destek sağlamada iş görür. Kalburlu boru elemanları ise uzun mesafeli madde taşınımında görev yapar.

Kalburlu boru elemanları ince çeperli ve işlevsel olgunlukta canlı hücrelerdir. Çeperlerinde ligninleşme yoktur. Her bir kalburlu boru elemanı uç uca eklenerek **kalburlu boru** adı verilen boyuna bir sütun oluşturmak için birbirlerine bağlanır. Kalburlu boru elemanları arasındaki uç çeperlerde delikler (porlar) bulunur. Deliklerin bulunduğu ince yüzeye **kalburlu plaklar** adı verilir. Bu delikler, kalburlu boru boyunca içinde sakkaroz, diğer organik bileşikler ve bazı iyonların bulunduğu floem özsuynun bir hücreden diğerine geçişini sağlar.

Kalburlu boru elemanları işlevsel olgunluğa ulaştıklarında çekirdek, merkezi koful ve ribozomlarını kaybederler. Bu yapıların bulunmaması floem özsuynun kalburlu borular içinden kolayca akmasını sağlar. Her bir kalburlu boru elemanının yanında **arkadaş hücresi** olarak adlandırılan ve iletim işlevi görmeyen hücreler bulunur. Arkadaş hücreleri "plazmodesma" adı verilen çok sayıda kanal ile kalburlu boru elemanlarına bağlanır ve bu kanallar aracılığıyla gerekli maddelerin aktarılmasını sağlar. Bir arkadaş hücresinin çekirdeği ve ribozomları sadece bulunduğu hücrede iş görmekle kalmayıp, aynı zamanda komşu kalburlu boru elemanı için bazı gerekli metabolik işlevleri de gerçekleştirir. Örneğin arkadaş hücreleri tarafından sentezlenen bir çeşit protein (P-proteini) kalburlu boru elemanlarına aktarılır. Bu protein, yaralanmış kalburlu boru elemanının kalburlu plak deliklerini bir tıkaç gibi kapatarak, floem özsuynun boşa akmasını önler. Bazı bitkilerde ise arkadaş hücreleri, olgun yapraklarda fotosentezle üretilen maddelerin kalburlu boru elemanlarına aktarılmasında önemli bir rol oynar.



UYARI

Bir kalburlu boruda madde taşınması aynı anda çift yönlü olarak gerçekleşmez.

D- ÖRTÜ DOKU

Örtü doku bitkinin tüm yüzeyini adeta deri şeklinde örten, bitkiyi su kaybına, çeşitli fiziksel ve kimyasal etkilere karşı koruyan dokudur. Odunsu bitkilerin genç kısımlarında ve otsu bitkilerde örtü dokusu **epidermisten** oluşur. Epidermis, genç bitkilerde kök, gövde ve yaprak gibi organların üzerini örter. Bu doku, büyüme noktalarındaki en dış tabaka olan protoderm hücrelerinin farklılaşmasından meydana gelir. Hücreleri genellikle tek sıralı dizilmiş olup, hücreler arası boşlukları bulunmaz. Canlı, büyük kofullu ve az sitoplazmalı olan epidermis hücrelerinde kloroplast yoktur.

Bitkinin toprak üstü kısımlarındaki epidermis hücrelerinin dış bakan çeperleri, iç ve yan çeperlerine göre daha kalındır. Bu kalınlaşmaya, epidermis hücreleri tarafından salgılanan kütin maddesinin birikmesi sonucu oluşan **kütikula** tabakası neden olur. Mumsu ve saydam yapıda olan kütikula tabakası, ışığı geçirirken, suyu geçirmez. Bu sayede bitkinin toprak üstü kısımlarından aşırı su kaybını önler. Ayrıca, bitkiye mekanik destek sağlar ve mikroorganizmaların saldırılarına karşı bitkiyi korur.

UYARI

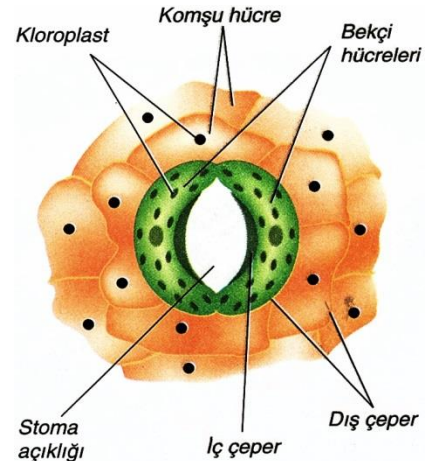
Bitkinin toprak altı organlarında (kök sistemi) kütikula tabakası bulunmaz.

UYARI

Kütikula tabakasının kalınlığı, bitkinin bulunduğu ortamla doğrudan ilişkilidir. Su kaybına bağlı olarak bu tabaka; kurak bölge bitkilerinde kalın, nemli (ılıman) bölge bitkilerinde ise incedir.

Epidermis hücrelerinin bazıları çeşitli görevleri gerçekleştirmek üzere özelleşirler. Epidermis hücrelerinin özelleşmesi sonucu stoma, tüy ve emergens gibi yapılar meydana gelir.

Stoma (gözenek): Yapraklarda ve genç bitki gövdelerinde epidermis **stoma** olarak isimlendirilen deliklere sahiptir. Stomalar bitkinin atmosfer ile gaz alış verişini sağlar ve suyun buhar halinde atılmasını kontrol eder. Başka bir ifadeyle, fotosentez için gerekli CO₂'nin atmosferden alınması, O₂'nin ve su buharının ihtiyaç fazlası miktarlarının bitkiden uzaklaştırılması stomalarla sağlanır. Stomalar, metabolik açıdan aktif, bol sitoplazmalı ve kloroplastlı hücrelerdir. Bir stoma, böbrek şeklinde iki **bekçi hücresi** (kilit hücre = ayar hücresi) ile bekçi hücrelerinin arasında bulunan **stoma açıklığından** (stoma poru) meydana gelir. Stoma bekçi hücrelerinin stoma açıklığına bakan çeperleri kalın, stoma açıklığına uzak olan çeperleri ise incedir. Çeperlerdeki bu kalınlık farkı, stomaların açılıp - kapanmasında önemli bir rol oynar. Stoma açıklığının ayarlanmasına bağlı olarak bitkinin su kaybı kontrol edilir.



UYARI

Bitkilerin toprak altı organlarında ve tamamen suya gömülü yaşayan su bitkilerinde stoma bulunmaz.

Bitkilerde su kaybı sadece stomalar ile sağlanmaz. Nem oranı yüksek olan ortamlarda yetişen bitkilerin, yaprak kenarlarında **hidatod** adı verilen açıklıklar bulunur. Bu açıklıklardan yapraklardaki fazla su **damlama (gutasyon)** yoluyla sıvı halde dışarı atılır. Damlama, toprak neminin yüksek ve terlemenin baskılandığı ya da düşük olduğu zamanlarda meydana gelir.

UYARI

Damlama olayı ile sıvı halde kaybedilen suyla birlikte bir miktar madensel tuzun da bitkiden uzaklaştırılması sağlanır.

Tüyler: Epidermis hücrelerinin dışarı doğru meydana getirdiği çıkıntılardır. Tüy hücreleri canlı, büyük kofullu ve az sitoplazmalıdır. Tüyler, ya bir hücreden ya da çok sayıda hücreden oluşur. Tek bir hücreden oluşan tüylere **basit tüy**, çok sayıda hücreden oluşan tüylere **bileşik tüy** adı verilir. Basit tüyler "boru", "meme" ve "iğne" şeklinde, bileşik tüyler ise genellikle "yıldız" ve "kalkan" şeklinde görülür.

Tüyler **örtü**, **savunma**, **salgı** ve **tırmanma** gibi farklı işlevleri gerçekleştirirler. Örneğin yaprakta bulunan örtü tüyleri, güneş ışığını geri yansıtarak yaprağın aşırı ısınmasını önler. Isırgan otunda bulunan savunma tüylerinden salgılanan yakıcı madde, hayvanlara karşı koruma sağlar. Nane gibi bitkilerde salgı tüyleri, uçucu ve hoş kokulu maddeler salgılayarak, sarmaşık bitkisindeki tırmanma tüyleri tutunma görevi yapar. Ayrıca, kök ucuna yakın yerlerde bulunan **kök emici tüyleri**, kökün yüzey alanını artırır ve topraktan su ve minerallerin emilmesine yardımcı olur.

Emergens (Diken) Emergensler de tüyler gibi epidermisin dışarıya doğru yaptığı çıkıntılardır. Ancak bu yapı tüylerden farklı olarak epidermisin altındaki dokuları da içerir. Emergensler, bitkilerin hayvanlara karşı kendini korumak ve savunmak amacıyla geliştirdiği yapılardır.

Çok yıllık bitkilerde, daha önceden oluşan kök ve gövde kısımları ikincil meristemlerin faaliyeti sonucu giderek kalınlaşmaya başlar. Kalınlaşmanın erken evrelerinde kök ve gödenin koruyucu dokusu olan epidermis parçalanır, kurur ve dökülür. Epidermisin yerini ise mantar kambiyumu tarafından üretilen yeni bir koruyucu doku alır.

Mantar kambiyumu dış kısma doğru mantar hücrelerini, iç kısma doğru da bazı parankima hücrelerini üretir. Mantar hücreleri, çeperlerinde **süberin** adı verilen mumsu bir madde biriktirir ve daha sonra ölürler. Mantar dokusu, bitkiyi hem fiziksel hasarlardan ve patojenlerden korur hem de mumsu yapısı sayesinde gövde yüzeyinden su kaybını engeller. Mantar kambiyumu, mantar dokusu ve parankima hücreleri hep birlikte **periderm** adı verilen tabakayı oluşturur. Periderm, kök ve gövde de örtü dokunun yerini alır ve ikinci bir koruyucu doku haline gelir.

Mantar tabakasına sahip gövdelerin içte kalan canlı hücreleri, dış ortamla gaz alış verişini **lentisel** (kovucuk) adı verilen yapılar sayesinde gerçekleştirirler. Gövdeyi saran mantar tabakası lentisellerin olduğu yerlerde kesintiye uğrar. Lentiseller, genellikle gövde üzerinde halkasal, oval veya çizgi şeklinde bulunur ve çıplak gözle görülebilir. Lentiseller, epidermiste bulunan stomalara karşılık gelirler.

STOMA	LENTİSEL
Epidermiste bulunur.	Peridermde bulunur.
Canlıdır.	Ölüdür.
Açılıp - kapanır.	Hep açıktır.
Fotosentez yapar.	Fotosentez yapamaz.
Gaz alış veriş ve terleme yapar.	Gaz alış veriş ve az miktarda terleme yapar.

Görev ve yapı bakımından birbirini tamamlayan temel, iletim ve örtü dokuları bir bitkiyi oluşturan kök ve sürgün sistemlerinde bulunur. Bu organ sistemleri bitkinin büyüme, beslenme, korunma gibi yaşamsal faaliyetlerini sürdüren organlara sahiptir. Bu organlardan kökler kök sistemini, gövde ve yapraklar ise sürgün sistemini oluşturur.

A- KÖK SİSTEMİ

Kök, tohumlu bitkilerin toprak altı organıdır. Bir bitki tohumunun çimlenme sürecinde embriyosundan oluşan ilk yapıya **radikula** (kök taslağı), radikulanın gelişmesi sonucu ortaya çıkan ilk köke ise **birincil kök (primer kök = ana kök)** adı verilir. Birincil kök, yerçekimi doğrultusunda gelişerek genç bitkinin toprağa bağlanmasını ve topraktan su ve mineralleri almasını sağlar. Bitki geliştikçe, birincil kök yerini topraktan faydalanma yüzeyini artırmak için, çok sayıda dallanmış kökçükten oluşan kök sistemine bırakır.

Kök sistemlerinin şekli bitki türleri arasında farklılıklar gösterir. Bu farklılıklar bitki türüne bağlı olarak birincil kökün ileride alacağı şekle göre ortaya çıkar. Tohumlu bitkilerde "kazık kök" sistemi ve "saçak kök" sistemi olmak üzere başlıca iki tip kök sistemi bulunur. Gelişmiş dikotiller ve açık tohumlu bitkiler kazık kök sistemine sahiptir. **Kazık kök** dikey yönde gelişmiş tek bir ana kök ile ana kökten çıkan çok sayıda dallanmış ve küçük yan kökten oluşur. Kazık kökler, bitkiyi toprağa sıkıca bağlamanın yanı sıra şeker pancarı, havuç ve şalgam gibi birçok bitkide besin maddelerini depo eder. Monokotil bitkilerde ise ana kök, kısa bir süre yaşar ve olgun bitkinin kök sistemi **saçak kök** şeklinde gelişir. Saçak kökler, dallanmış çok sayıda uzun ve ince köklerden oluşur. Saçak kökler, genel olarak toprak yüzeyine yakın yerlerde yayılarak bitkiyi sıkıca toprağa bağlar. Örneğin çimenlerin saçak kök sistemleri, toprağın üst tabakasını tutarak erozyonun önlenmesinde mükemmel bir yer örtüsü oluştururlar.

UYARI

Bir bitkinin birincil kök yapısı embriyo kökenli olup, radikuladan gelişir. Yan kökler ise, birincil kökün iç dokuları tarafından meydana getirilir.

Bazı bitkiler normal kök sistemlerine ek olarak, gövdeden veya bazen yapraklardan gelişen köklere sahiptir. Bu tür köklere **adventif (ek) kök** adı verilir. Örneğin mısırında aralarında bulunduğu bazı bitkilerin adventif kökleri çoğunlukla gövde tabanından çıkarak toprağın içine doğru gelişir. Mısır bitkisinin adventif kökleri, uzun olan gövdeyi desteklemeye yardım eder ve "destek kökler" olarak adlandırılır.

UYARI

Monokotil bitkilerin saçak kök sistemini oluşturan çok sayıda ince ve uzun kök, ana kök inaktif olduktan sonra gövde dokusundan gelişip ortaya çıkar. Bu nedenle saçak kök sistemini oluşturan kökler, adventif kök olarak kabul edilir.

Bitki kök sistemlerinin sahip olduğu kök tipi ne olursa olsun gerçekleştirdiği bazı temel görevleri vardır. Bunlar;

- Bitkiyi sıkıca toprağa bağlamak,
- Topraktan su ve mineral maddelerin alınmasını sağlamak,
- Su ve mineral maddelerin alındıkları yerden gövde ve yapraklara doğru taşınmasını sağlamak,
- Sitokinin ve giberellin gibi bazı bitki hormonlarını sentezlemek,
- Bitki için koruyucu özellikteki bazı sekonder bileşikler üretmek,
- Besin maddelerini depolamak

Karasal bitkilerin hemen hemen tümü, su ve minerallerin alınabilmesi için, çok geniş bir kök emme yüzey alanına ihtiyaç duyar. Bu nedenle birçok bitki türü, şaşılabilecek miktarda dallanmış kökten oluşan bir kök sistemine sahiptir. Örneğin uzunluğu bir metreden az olan çavdar bitkisinin kökleri, birbirlerine eklendiğinde 500 km uzunluğuna ulaşan bir hat oluşturabilir. Ortalama 14 milyon kökün eklenmesiyle oluşan bu uzun hat, yaklaşık 640 m²'lik yüzey alanına sahiptir. Bitkilerde su ve mineral emiliminin çoğu, çok sayıda küçük kök tüyünün bulunduğu kök ucuna yakın bir bölgede gerçekleşir. Kök tüyleri, kök yüzeyindeki bazı epidermis hücrelerinin dışarıya doğru uzayarak oluşturduğu tüp şeklindeki çok ince yapılardır. Köklerin yüzey alanını aşırı ölçüde artıran kök tüyleri, birçok kök için su ve minerallerin emildiği en önemli bölgedir. Ayrıca, kök tüyleri bitkinin toprak üstü kısımlarına alınan suyun mineral içeriğini kontrol ederek gerekli mineralleri seçip, zararlı olanların girişini engeller. Bu nedenle kök tüyleri, bitki köklerinin yararlı ve zararlı toprak minerallerini ayırt edebildiği en duyarlı ve önemli alanlardır.

Kök tiplerinin işlevlerini sürdürebilmesi ve büyümesi, şüphesiz bitki büyümesi için de önemlidir. Bu nedenle köklerin nasıl büyüdüğünü ve işlevlerini nasıl gerçekleştirdiğini anlamamızın başlıca yolu kök yapısını bilmektir.

KÖK YAPISI

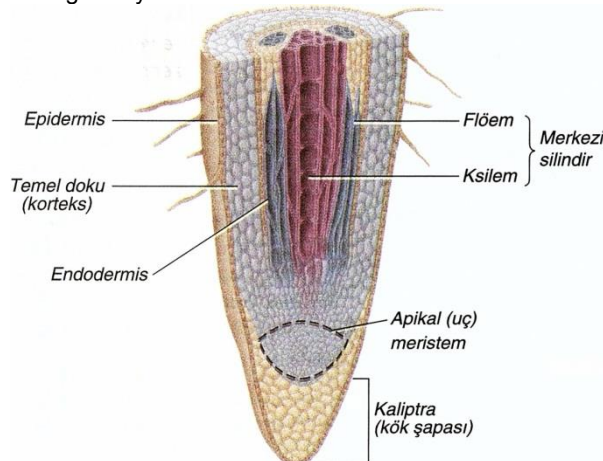
Tipik bir kök, dış yapıları ve iç yapıları olmak üzere iki aşamada incelenir.

a) Kökün Dış Yapısı Genç bir kökün dış yapısında genel olarak yan kökler (ya da adventif kökler), kök tüyleri ve kök ucu bölgesi bulunur. Ana kökten çıkan yan kökler toprak yüzeyine yakın kısımlarda yaşlı, kök ucuna yakın kısımlarda ise gençtir. Ana kök ve yan köklerin dış yüzeyi, epidermis tabakası ile örtülmüştür. Epidermis hücrelerinin uzantıları olan kök tüyleri, kök ucunun yakınındaki bir bölgede bulunur.

Kök ucu bölgesi koni şeklinde bir yapı gösterir. Bu bölgedeki uç meristemler bölünerek kökün uzunluğuna büyümesini sağlar. Kök ucu bölgesi, yüksük şeklinde bir yapı olan **kaliptra (kök şapkası)** ile örtülmüştür. Kaliptra, uç meristemi fiziksel olarak korur. Uç meristem tarafından oluşturulan kaliptra hücreleri, büyümekte olan kök ucu çevresinde kaygan ve yapışkan özellikte bir polisakkarit salgılar. Bu polisakkarit, toprağı gevşetip kayganlaştırarak, kök ucunun toprak içinde kolayca ilerlemesini sağlar. Ayrıca su ve minerallerin alınmasına yardımcı olma, kök ucu bölgesinin kurumasını önleme ve kökler için yararlı mikroorganizmalara elverişli bir ortam hazırlama gibi bir kaç önemli görevi daha vardır.

b) Kökün İç Yapısı: Kökün iç yapısı, kök hücrelerinin nasıl büyüdüğü ve özelleşerek farklı görevler yapan kök dokularına nasıl dönüştüklerini açıklar.

Otsu ve odunsu bitkilerin kök uçları hücrelerin bölündüğü, uzadığı ve özelleşerek farklı kök dokularına dönüştüğü büyüme noktalarıdır. Kök ucu bölgesindeki uç meristemin bölünmesi sonucu oluşan hücreler özelleşerek kökün üç birincil doku sistemini yani örtü doku, temel doku ve iletim dokusunu meydana getirir. Bu dokulardan epidermis, genç kökün en dış yüzeyinde, iletim dokusu, genç kökün merkezi kısmını merkezi silindiri (stele) bölgesinde yer alır. Temel doku ise, epidermis ve merkezi silindiri arasında kalan kök bölgesini yani korteksi doldurur.



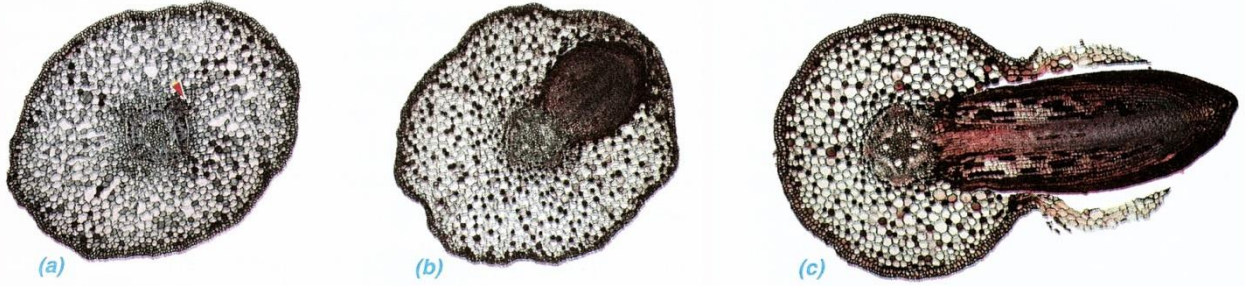
Monokotil ve dikotil bitkilerin genç köklerinden alınan enine kesitte dıştan içe doğru; epidermis, korteks ve merkezi silindiri kısımları görülür.

Epidermis: Daha önce de anlatıldığı gibi epidermis, kökü en dıştan saran örtü dokusudur.

Korteks: Epidermis ve merkezi silindir arasında kalan kök bölgesidir. Korteks parankima hücrelerinden oluşur. Parankima hücreleri, çoğunlukla nişasta depo eder ve toprak çözeltisinden köke giren minerallerin alınmasında aktif rol oynar.

Endodermis: Korteksin en iç tabakasını oluşturur. Tek sıralı hücrelerden oluşan en- dodermis tabakası, korteks ve merkezi silindiri birbirinden ayırır. Endodermis tabakası, minerallerin korteksten iletim dokusuna seçilerek girişi için son kontrol noktası olarak iş görür.

Merkezi Silindir (Stele): Kökün merkezi kısmında yer alan floem, ksilem ve bunları çevreleyen **perisikl**, merkezi silindiri oluşturur. Perisikl tabakası endodermisin iç, merkezi silindirin dış kısmında bulunur. Perisikl, meristematik özellik taşıyabilen ve tekrardan bölünmeye başlayabilen hücrelerden oluşan bir tabakadır. Gelişmiş bir kökte, yan kökler perisikl tarafından oluşturulur. Perisikl hücrelerinin bölünmesi sonucu oluşan bir hücre kümesinden köken alan yan kök, korteks içinde uzanarak ana kökün dışına yani yüzeye doğru çıkar. Oluşan yan kökün merkezi silindir ile ana kökün merkezi silindiri bağlantısını korur. Bu sayede, iletim dokusunun kök sisteminin tamamında devamlılığı sağlanır.



Söğüt bitkisinde yan kök oluşumu: (a) Perisikl hücreleri yan kök oluşumunu başlatmak için bölünmeye başlar (ok ile gösteriliyor). Oluşmaya başlayan yan kök korteks içinden geçerek büyür (b). Sonunda epidermisi yarıp dışarı çıkar (c).

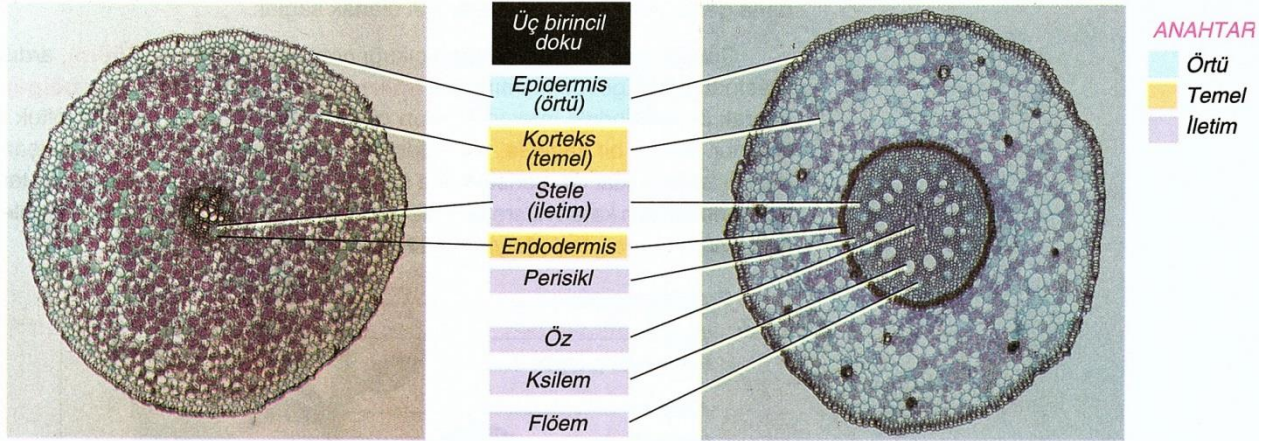
UYARI

Gövde ve yapraklarda perisikl tabakası bulunmaz. Yan dallar, sürgünler üzerindeki yanıl tomurcuklardan köken alır.

Genç bitkilerde, diziler halinde uzanan iletim dokuları iletim **demetleri** olarak adlandırılır. iletim demetleri, floem ve ksilem arasında enine kalınlaşmayı sağlayan meristematik hücrelerin bulunup bulunmamasına göre ikiye ayrılır.

1- Kapalı İletim Demeti: Floem ile ksilem dokuları arasında enine kalınlaşmayı sağlayan vasküler kambiyum bulunmaz. Bu tip iletim demeti, monokotil bitkilerin kök ve gövdelerinde bulunur.

2- Açık İletim Demeti: Floem ile ksilem dokuları arasında vasküler kambiyum bulunur. Bu tip iletim demetine, kök ve gövdede enine kalınlaşmanın görüldüğü dikotil ve açık tohumlu bitkilerde rastlanır.



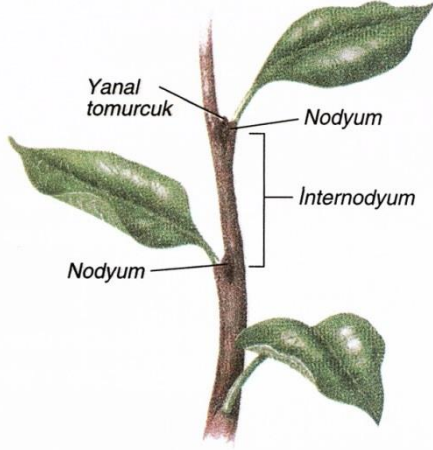
Bir dikotil kökün enine kesiti: Düğün çiçeği kökünden alınan bu enine kesitte, üç birincil doku sistemi ve merkezi silindirin yapısı ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Ayrıca, ksilemin yıldız şeklinde uzanan kolları ile flöem arasında, enine kalınlaşmayı sağlayan vasküler kambiyumun öncül hücreleri bulunur (Açık iletim demeti).

Bir monokotil kökün enine kesiti: Monokotil bir bitkinin kökünden alınan enine kesitte; örtü doku, temel doku ve iletim dokusu gösterilmiştir. Ayrıca, bu bitkinin iletim demetleri arasında enine kalınlaşmayı sağlayan vasküler kambiyum bulunmaz (Kapalı iletim demeti).

UYARI

Monokotil bitkilerin köklerinde, merkezi silindirin en iç kısmında **öz** bölgesi bulunurken, dikotil bitkilerin köklerinde yoktur. Monokotil bitkilerin köklerinde iletim demetleri öz bölgesini halka şeklinde kuşatır. Dikotil bitkilerin köklerinde ise ksilem hücreleri merkezi silindirin en iç kısmından başlayarak yıldız şeklinde iki veya daha fazla kol halinde uzanır. Floem hücreleri ksilem kolları arasında yer alır.

B- SÜRGÜN SİSTEMİ



Gövde üzerinde bir yaprağın çıktığı bölgeye nodyum, ardışık iki nodyum arasında kalan gövde kısmına ise internodyum adı verilir.

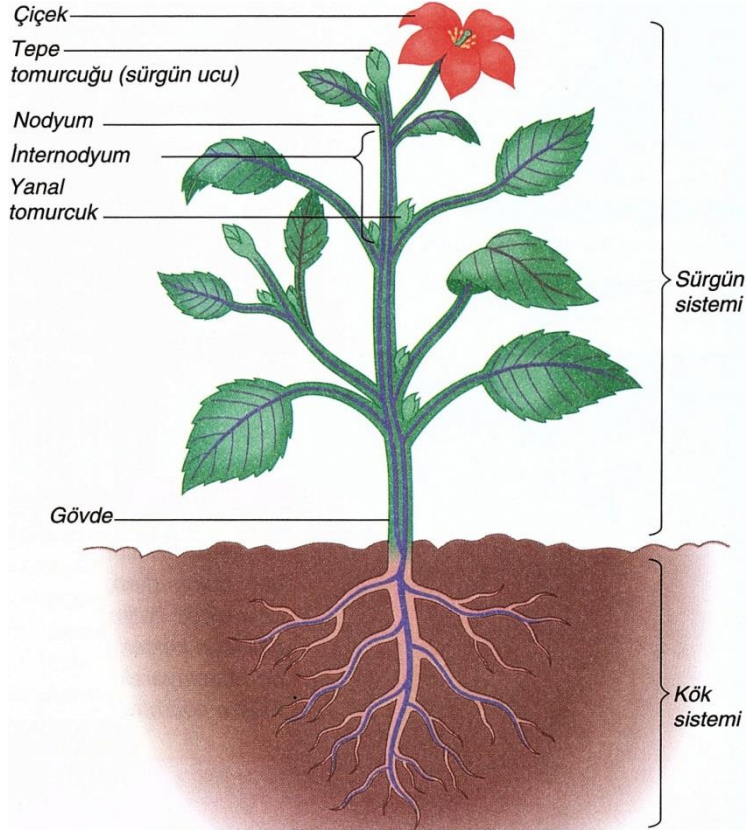
Bitkilerin toprak üstü organ sistemi olan sürgün sistemi gövde ve yapraklardan oluşur.

I- GÖVDE

Gövde, birçok bitki türü için yaşamsal öneme sahip bir organdır. Genel olarak gövdelerin üç önemli görevi bulunur. Bunlardan birincisi, bitkinin önemli organları olan dal, yaprak ve çiçeklerin oluşturulmasıdır. İkincisi, gövdede bulunan iletim dokuları bitkinin kök ve yaprakları arasında besin, su ve mineral taşırlar. Son olarak, yaprakların fotosentez için uygun bir konumda bulunmasını sağlayarak fotosentez olayının verimini artırır. Ayrıca, bazı gövdeler besin depolama (patates), fotosentez (kaktüs), eşeysiz üreme (çilek) ve tırmanma (asma) gibi birtakım görevler için de özelleşebilirler.

Gövdeler, uç meristemlerin bulunduğu **tepe tomurcuğu** adı verilen gövde ucu kısımlarından büyürler. Tepe tomurcuğundaki uç meristemlerin bölünmesi sonucu hem boyca uzama hem de yeni gövde dokularının oluşması sağlanır. Bir gövde, boyca uzarken genellikle dallanarak hem ağırlığını hem de yüzey alanını artırır. Bu davranış, bitkiye ulaşan güneş ışığının artmasını sağlarken, yaprak, çiçek ve meyve gibi organların da daha geniş yüzeylere tutunması için olanak sağlar.

Gövde üzerinde bir yaprağın çıktığı noktaya **nodyum (düğüm)**, ardışık iki nodyum arasında kalan gövde kısmına ise **internodyum (düğüm arası bölge)** denir. Her bir yaprak ile üzerindeki internodyumun oluşturduğu açıda bir yanal (koltuk altı) tomurcuk bulunur. Başka bir ifadeyle, yanal tomurcuklar nodyumlar üzerinde oluşan tomurcuklardır. Bu tomurcuklarda meristemlere sahiptir. Çünkü, bu meristemler tepe tomurcuğundaki uç meristemden kalan hücre kümeleridir. Yanal tomurcuklardaki meristemlerin bölünmesi ile bir süre sonra gövdede yaprak taşıyan dallar meydana gelir.

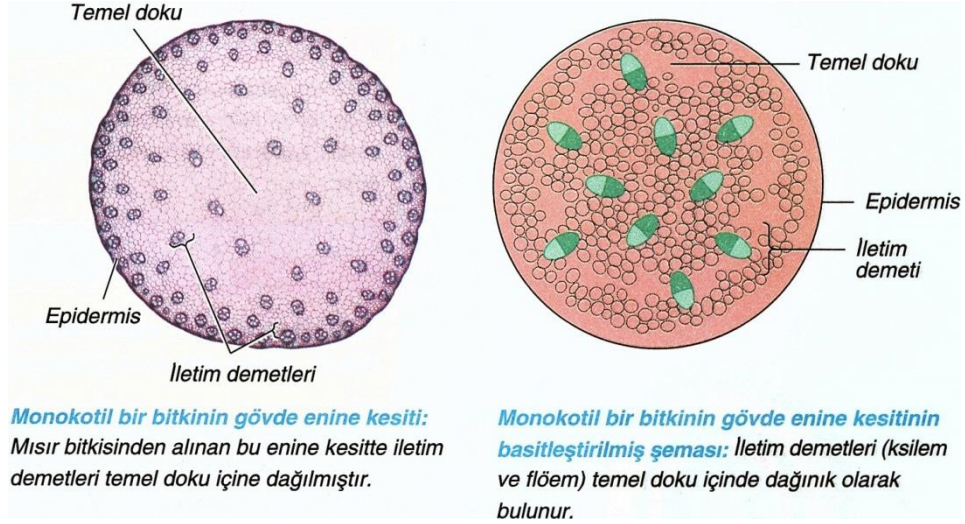


Dikotil bir bitkinin gövde yapıları gösterilmiştir.

Bitki türleri arasında gövdeler genel olarak iki tipte bulunur. **Otsu gövde** ve **odunsu gövde** olarak bilinen bu gövde tipleri arasında anatomik ve yapısal yönden birtakım farklılıklar vardır. Örneğin otsu gövdeler, odun ve kabuk taşımayan, narin yapılı, genellikle turgor basıncı ile dik duran bitki gövdeleridir. Otsu gövdeye sahip monokotil (tek çenekli) ve bazı dikotil (çift çenekli) bitkiler, yaşam döngülerini bir veya iki yılda tamamlar. Oysa, odunsu bitkilerin gövdeleri daha kalındır ve koruyucu bir kabuğa sahiptir. Odunsu gövdeye sahip açık tohumlu ve dikotil bitkilerin büyük bir çoğunluğu iki yıldan daha çok yaşar ve **çok yıllık** bitki olarak adlandırılır. Otsu gövdeye sahip bitkilerde sadece uzunluğuna büyüme gerçekleşirken, odunsu gövdeye sahip bitkilerde aynı zamanda enine kalınlaşma da gerçekleşir.

Gövdenin birincil dokuları kökün birincil dokuları ile benzer özellikler gösterir. Ancak, kök ve gövdede iletim dokularının düzenlenmesi bakımından bazı farklılıklar vardır. Bu farklılıkların anlaşılabilmesi için, önce iletim dokularının gövdedeki düzenlenmesi bilinmelidir. Otsu bitkilerin gövdeleri ile odunsu bitkilerin genç gövdelerinde, iletim dokuları ilk önce uç meristem tarafından oluşturulur. **Birincil floem** ve **birincil ksilem** olarak adlandırılan bu dokular, hem otsu hem de odunsu bitki gövdelerinde temel doku tarafından kuşatılmıştır. Ancak, iletim demetlerinin gövdede düzenlenmesine bağlı olarak, otsu ve odunsu gövde yapılarında da bazı farklılıklar görülür.

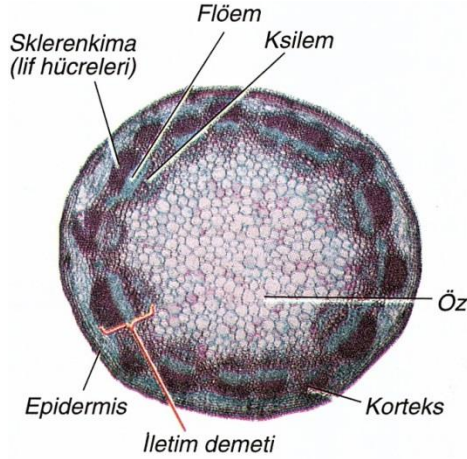
a) Otsu gövde: Monokotil bitkiler ve bazı dikotil bitkiler, otsu gövde yapısına sahiptir. En basit demet düzenlenmesine, monokotil bitkilerde rastlanır. Bu bitkilerde epidermis gövdenin dış yüzeyini örterken, iletim demetleri çoğunlukla gövdenin temel dokusu içine dağılmıştır. Bu nedenle, monokotil bitkilerin gövde yapısındaki korteks ile merkezi öz bölgesi arasında belirgin bir sınır bulunmaz.



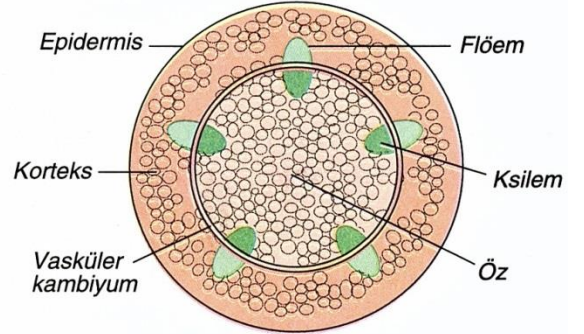
b) Odunsu gövde: Açık tohumlu bitkiler ve dikotil bitkilerin çoğunluğu odunsu gövde yapısına sahiptir. Bu bitkilerde odunsu gövde yapısının oluşması, ikincil meristem olan vasküler kambiyumun faaliyeti ile gerçekleşir. Vasküler kambiyum bölünerek dışa doğru **ikincil floemi**, içe doğru ise **ikincil ksilemi** oluşturur. İkincil iletim dokularının gövdede ardışık tabakalar halinde birikmesi, gövdenin enine kalınlaşmasını yani birincil yapıdan ikincil yapıya geçişini sağlar. Dolayısıyla, gövdenin birincil dokularının organizasyonu da değişir.

Gövdenin Birincil Dokuları: Örtü, iletim ve temel doku genç odunsu bir gövdenin birincil dokularını oluşturur. Epidermis gövdenin dış yüzeyini örterken, iletim dokuları iletim demetleri halinde ve halka şeklinde düzenlenmiştir. Bu halkanın iç kısmında öz, dış kısmında ise korteks bölgesi bulunur. Öz ve korteks bölgeleri temel doku sisteminin bir parçasıdır. İletim demetlerinin öze bakan kısmında birincil ksilem, kortekse bakan kısmında ise birincil floem bulunur. O halde, genç odunsu bir gövdenin birincil dokuları dıştan içe doğru;

Epidermis → Korteks → Birincil floem → Vasküler kambiyum → Birincil ksilem → Öz şeklinde sıralanmalıdır.



Dikotil otsu bir bitkinin gövde enine kesiti: Ayçiçeği bitkisinden alınan bu kesitte, iletim demetleri halka şeklinde düzenlenmiştir. Temel doku sistemi, dışta korteks içte ise iletim demetlerinin kuşattığı öz bölgesinden oluşur.



Dikotil otsu bir bitkinin gövde enine kesitinin basitleştirilmiş şeması: İletim demetleri (ksilem ve flöem) halka şeklinde düzenlenmiştir.

UYARI

Otsu ve odunsu bitkilerin gövde yapılarındaki temel doku, çoğunlukla parankima hücrelerinden oluşur. Bununla birlikte, kollenkima gövdeye sertlik kazandırırken, sklerenkima lifleri gövdeyi desteklemeye yardım eder.

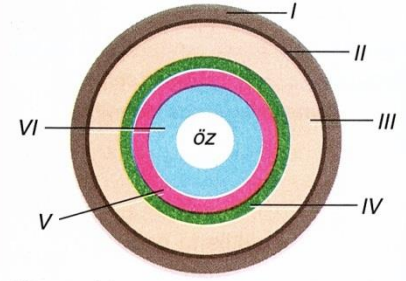
UYARI

Otsu gövdeye sahip dikotil bitkiler ile odunsu gövdeye sahip genç bitkilerde, birincil dokuların gövde yapısındaki düzenleniş şekli aynıdır.

Gövdenin İkincil Dokuları: Odunsu bitki gövdelerinde, enine kalınlaşmayla birlikte mantar kambiyumunun faaliyeti de başlar. Mantar kambiyumu, yaşlı gövdelerin dış kısmında epidermisin yerini alan yeni bir koruyucu dokuyu yani peridermi üretir. Daha öncede anlatıldığı gibi periderm, mantar kambiyumu ile mantar dokusundan oluşur.

Gövde çapının artmasıyla mantar kambiyumunun dışındaki tüm dokular yani ilk oluşan periderm ortadan kalkar ve yerine yeni peridermler üretilir. Mantar kambiyumundan yeni peridermler üretildikçe eski peridermler **dış kabuk** yapısına katılır. Bu arada, yeni peridermleri üreten mantar kambiyumu ise giderek korteksin daha iç kısımlarından oluşturulur. Enine kalınlaşma devam ettikçe korteks dokusu parçalanır. Dolayısıyla mantar kambiyumu, artık ikincil floemdeki parankima hücrelerinden gelişmeye başlar. En son oluşan ikincil floem dışındaki diğer ikincil floemler de ölür ve dış kabuğun yapısına katılır. Şeker taşınmasında iş gören ve en son oluşan ikincil floem ise **iç kabuğu** oluşturur.

Dolayısıyla **kabuk**; vasküler kambiyumun dışındaki tüm dokuları kapsayan, iç kabuk ve dış kabuk kısımlarından oluşan bir yapıdır. İç kabuk, en yeni ve canlı ikincil floemden oluşurken, dış kabuk en son oluşan peridermin dışındaki tüm ölü dokuları kapsar.



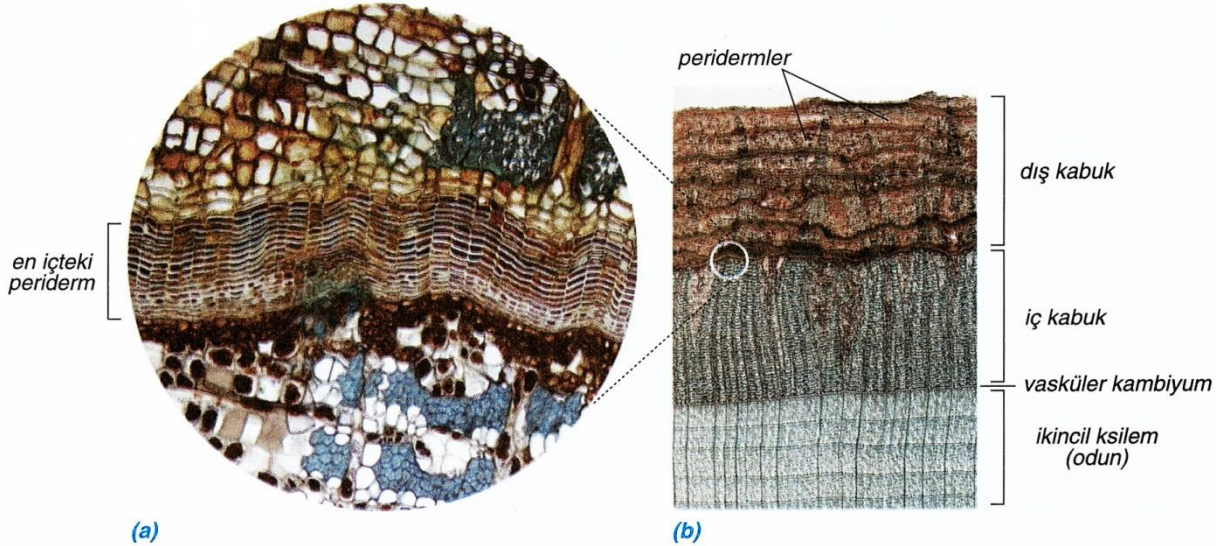
- I. Mantar doku
- II. Mantar kambiyumu
- III. Korteks
- IV. İkincil floem
- V. Vasküler kambiyum
- VI. İkincil ksilem

Odunsu bir bitkinin gövdesinde, ikincil büyüme sonucu oluşan dokuların düzenlenişini şematik olarak gösterilmiştir.

O halde, odunsu bir bitki gövdesinde en dış kısımdan başlayarak öz bölgesine kadar gelişen yapılar;

- 1- Az miktarda epidermis kalıntıları
- 2- Dış kabuk (ölü)
- 3- Mantar kambiyumu
- 4- İkincil floemden oluşan iç kabuk (canlı)
- 5- Vasküler kambiyum
- 6- İkincil ksilem tabakaları (odun)
- 7- Öz odunu (cansız odun)
- 8- Öz

şeklinde sıralanır.

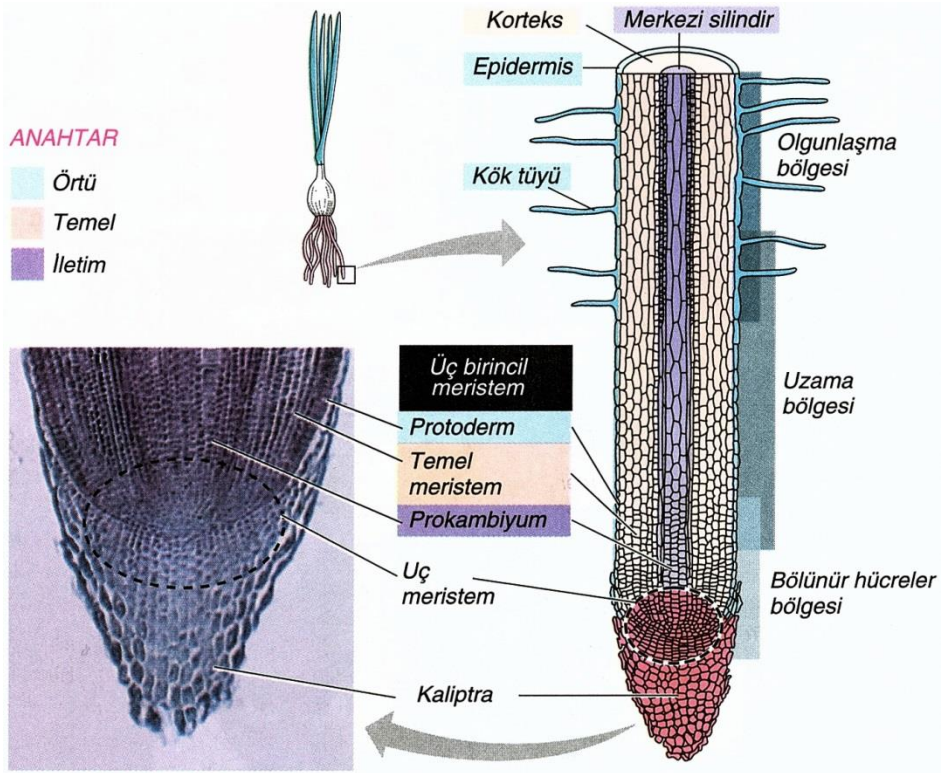


Periderm: (a) Yaşlı bir ıhlamur ağacı gövdesinde, daha sonra oluşmuş bir peridermin mikroskopta yakından görünüşü (net olarak görünen kısmın büyük bölümü mantardır; diğer tabakalar o kadar belirgin değildir). (b) İç kabuğun dış kısmında, değişik zamanlarda oluşan çok sayıda peridermin büyütülmüş görüntüsü (İç kabuk, ikincil floem içerir). İkincil ksilem (yani, odun), vasküler kambiyumun iç kısmında yer alır.

BİTKİLERDE BİRİNCİL VE İKİNCİL BÜYÜME

Bitkilerde büyüme tarzı, meristemlerin konumuna bağlıdır. Köklerin uçları ve gövdelerin tomurcuklarında bulunan uç meristemler bitkinin boyca uzaması için hücre sağlar. **Birincil (primer) büyüme** olarak adlandırılan bu uzama, köklerin toprakta yayılmasını ve sürgünlerin ışık ve hava ile daha fazla temas kurmasını sağlar. Bazı bitkilerde birincil büyümeyle birlikte, birincil büyüme sonucu oluşan köklerin ve sürgünlerin bir ölçüde yaşlı kısımlarında **ikincil büyüme** görülür. İkincil büyüme, lateral meristemlerin faaliyetleri sonucu kök ve gövde kısımlarında enine kalınlaşmayı ve kabuk oluşumunu sağlar. Tüm bitkilerde birincil büyüme gerçekleşirken, ikincil büyüme sadece odunsu gövdeli bitkilerde gerçekleşir. Bitkilerde birincil ve ikincil büyüme eş zamanlı olarak ancak bitkinin farklı kısımlarında meydana gelir. Kök ve gövde gibi bitkinin temel organlarında gerçekleşen bu iki büyüme şekli, bitkinin hem boyca uzamasını hem de enine kalınlaşmayla birlikte ikincil koruyucu doku olan kabuk oluşumunu sağlar.

a) Kökün Birincil Büyümesi: Kökte birincil büyüme, kök ucu bölgesindeki uç meristemlerin bölünmesi ile sağlanır. Kök ucunda ardışık olarak birincil büyüme gösteren ve aralarında kesin sınırlar bulunmayan üç farklı hücre bölgesi bulunur. Kök ucunun birkaç milimetrelilik kısmını kapsayan bu bölgeler, uçtan yukarıya doğru; **bölünür hücreler bölgesi**, **uzama bölgesi** ve **olgunlaşma bölgesi** olarak üçe ayrılır.



Kökte birincil büyüme: Bir soğanın kök ucunu gösteren bu boyuna kesitte birincil büyümenin gerçekleştiği üç bölge gösterilmiştir.

Bölünür hücreler bölgesi: Uç meristem bölünerek üç çeşit birincil meristem oluşturur. Aynı zamanda, kök ucunu örten kaliptra hücrelerini yeniler. Uç meristemin bölünmesi sonucu protoderm, temel meristem ve prokambiyum hücre tabakaları meydana gelir. Bu birincil meristemler daha sonra kökün birincil dokularına farklılaşırlar.

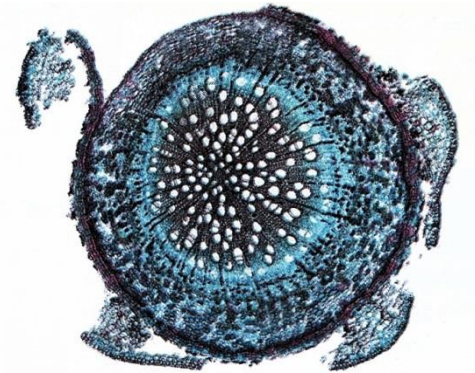
Uzama bölgesi Uzama bölgesi, bölünür hücreler bölgesi ile karışmıştır. Uç meristem tarafından oluşturulan küçük hücreler, uzama bölgesinde suyun hücre kofuluna emilmesiyle, daha çok uzunlamasına ve hızla büyürler. Bu sayede, kök ucunun ileri itilmesi yani kök uzunluğunun artması sağlanır. Bu arada, uç meristemin uzama bölgesinin en genç ucuna sürekli olarak yeni hücreler vermesi ile büyümenin sürdürülmesi sağlanır. Ayrıca uzama bölgesinde, kök hücreleri özelleşmeye yani kökün birincil dokularına farklılaşmaya başlar.

UYARI

Floemin kalburlu boru elemanları, prokambiyumun farklılaşmasından oluşan ilk hücre grubudur. Çünkü bu hücreler, meristematik hücrelere organik madde taşınmasını sağlar.

Olgunlaşma bölgesi: Kök hücreleri bu bölgede yapı ve işlevsel yönden özelleşmelerini tamamlar. Böylece kökün birincil uç doku sistemi olan örtü doku, temel doku ve iletim dokusu oluşur. Daha önce kök sisteminde yapıları anlatılan bu doku sistemleri, kendilerine özgü işlevleri yerine getirerek birincil kök yapısını meydana getirirler.

b) Kökün İkincil Büyümesi: İkincil büyüme, kökün birincil büyüme ile oluşan nispeten yaşlı kısımlarında gerçekleşir. İkincil büyüme ilk olarak merkezi silindirin ksilem kolları arasında bulunan yıldız şeklindeki vasküler kambiyumun faaliyeti ile başlar. Vasküler kambiyum bölünerek dışa doğru ikincil floemi, içe doğru ise ikincil ksilemi meydana getirir. Yeni ikincil ksilem ve ikincil floem tabakaları üretildikçe vasküler kambiyumun yıldız şeklindeki görüntüsü bozulmaya başlar. Halka şeklini alan vasküler kambiyumun iç kısmında ikincil ksilem tabakaları ile birincil büyümeden kalan birincil ksilem bulunurken, dış kısmında ikincil floem tabakaları ve birincil floem bulunur. Enine kalınlaşma devam ettikçe korteks dışa doğru itilir ve gerileme dayanamayan epidermis parçalanır. Mantar kambiyumu tarafından oluşturulan periderm ise ikincil örtü dokusu olarak epiderminin yerini alır. Kökün yaşlı kısımlarında oluşan periderm suya geçirimsiz olduğundan, su ve minerallerin emilimi kökün en genç kısımları tarafından sağlanır. Dolayısıyla, kökün yaşlı kısımları esas olarak bitkiyi toprağa bağlamada ve daha genç kökler ile gövde sistemi arasında su ve minerallerin taşınmasında iş görür. Sonuç olarak kök çok uzun yıllar içinde ikincil ksilem (odun) tabakalarının birikmesi ile odunlaşır. Vasküler kambiyumun dış kısmındaki dokulardan ise kalın ve sert bir kabuk oluşur.



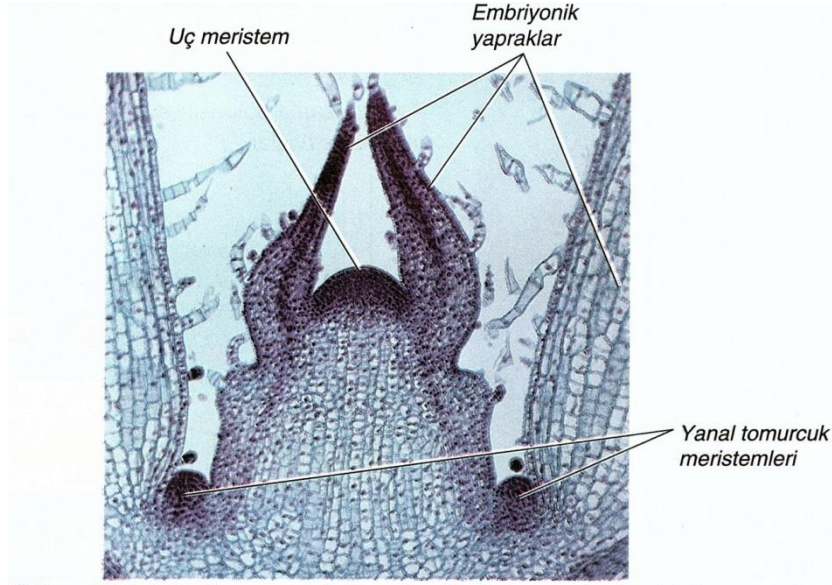
Bir yıllık büyüme sonunda, odunlu söğüt (Salix) kökünün enine kesiti: Vasküler kambiyum, iç tarafa doğru ikincil ksilemi; dış tarafa doğru da ikincil floemi üretir. Daha genç kökleri örten epidermis ve korteks (ki, bunların kalıntıları hala görülüyor), kökler yaşlandıkça yerlerini periderm hücrelerine bırakır.

UYARI

Perisikl hücrelerinin bölünmesiyle oluşan dış taraftaki hücreler mantar kambiyumunu, iç taraftaki hücreler ise vasküler kambiyumu oluşturur.

c) Gövdenin Birincil Büyümesi Gövdede birincil büyüme, gövde ucu tepe tomurcuğundaki kubbe şeklini almış uç meristem kütesinin faaliyeti ile gerçekleşir. Tepe tomurcuğundaki uç meristem, bir dizi embriyonik yaprak (primordiyum) tarafından kuşatılmıştır. Her bir embriyonik yaprağın çıktığı bölge olan nodyumlar, birbirine çok yakındır. Yani, tepe tomurcuğunda aslında bir dizi uzamamış internodyum bulunur. Gövde uzunluğundaki en büyük artış genç internodyumlardaki bölgelerin uzaması sonucu ortaya çıkar. Bu büyüme, internodyum bölgesindeki meristematik hücrelerin hem bölünmesi hem de uzaması sonucu gerçekleşir.

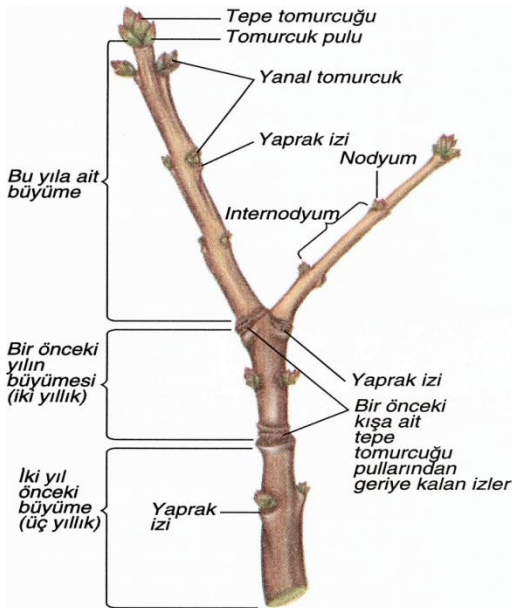
Tepe tomurcuğu mevsim koşulları elverdiğinde, yani daha çok ilkbaharda açtığı zaman tomurcuk pulları dökülür ve tomurcuk içindeki internodyumlar hızla uzamaya, dolayısıyla nodyumlar birbirinden uzaklaşmaya başlar. Bu sırada, embriyonik yapraklar bölünerek genç yaprakları oluşturur. Belirli bir süre sonra da, tepe tomurcuğunun yaprak koltuk altında bulunan yanal tomurcuk internodyumlarının uzaması sonucu gövde sisteminin dalları meydana gelir.



Coleus bitkisi sürgün ucunun boyuna kesiti: Bu boyuna kesit şeklinde, uç meristemin iki yanından çıkan embriyonik yapraklar büyümeyle birlikte genç yapraklara gelişir.

UYARI

Kök sisteminde yanal organ olan yan kökler, gövde sisteminin yanal organı olan dallardan farklı bir şekilde oluşur. Yan kökler, kökün iç dokusu olan perisikl hücrelerinden farklılaşırken, dallar ana gövdenin yüzeyindeki yanal tomurcuklardan gelişir.



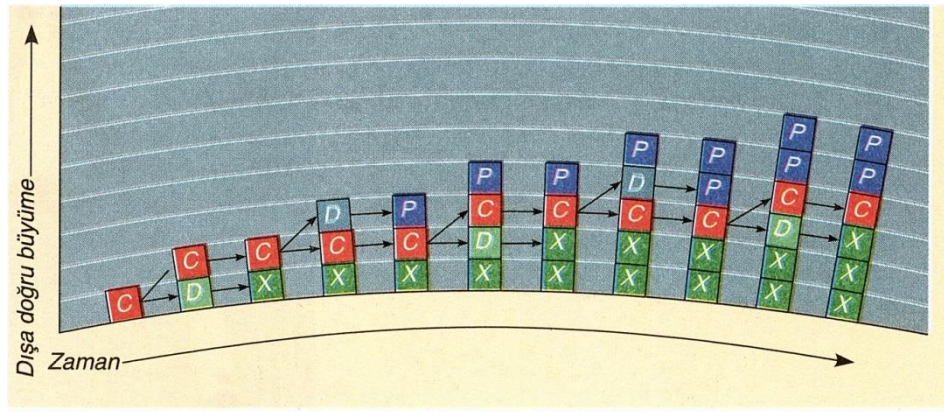
Bir kış sürgününün morfolojisi: Yaprak döken bir ağacın dal sürgününde birincil büyüme ve ikincil büyüme arasındaki ilişki görülmektedir.

Tepe tomurcuğunun uç meristemleri kök ucu meristemleri gibi iş görür. Gövde uç meristemleri de bölünerek protoderm, prokambiyum ve temel meristemleri oluşturur. Bu üç birincil meristem, uzama ve özellikle olgunlaşma bölgesinde gövdenin birincil dokularına farklılaşır. Daha önce gövde sisteminde yapıları anlatılan bu doku sistemleri kendilerine özgü işlevleri yerine getirerek gövdenin birincil büyümesini sağlarlar.

Odunsu bitkiler her büyüme mevsiminde, birincil büyüme ile gövdelerin genç uzantılarını oluştururken, ikincil büyüme ile bitkinin en yaşlı kısımlarını kalınlaştırır ve sertleştirir. Örneğin yaprak döken bir ağacın bir dal sürgününün ucunda, tomurcuk pullarıyla kuşatılmış uyku halindeki tepe tomurcuğu bulunur. Tomurcuk, ilkbaharda pullarını dökerek yeni bir birincil büyümeyi başlatır. Bunun sonucunda nodyumlar ve internodyumlar oluşarak uzamaya başlar. Her bir büyüme parçasında yaprakların sonbaharda dökülmesi sonucu, geride kalan **yaprak izleri** aslında nodyumları gösterir. Her bir yaprak izinin üstünde ise ya bir yanal tomurcuk ya da yanal tomurcuk tarafından oluşturulan bir sürgün bulunur. Sürgünlerin çok altında, bir önceki kış mevsiminde tepe tomurcuğunu kuşatan pulların geride bıraktığı halka şeklinde izler görülür. İşte odunsu bir bitkide her ilkbahar ve yaz mevsiminde, birincil büyüme ile sürgünlerin boyu uzar, ikincil büyüme sonucu da bir önceki yıl oluşan gövde kısımları kalınlaşır.

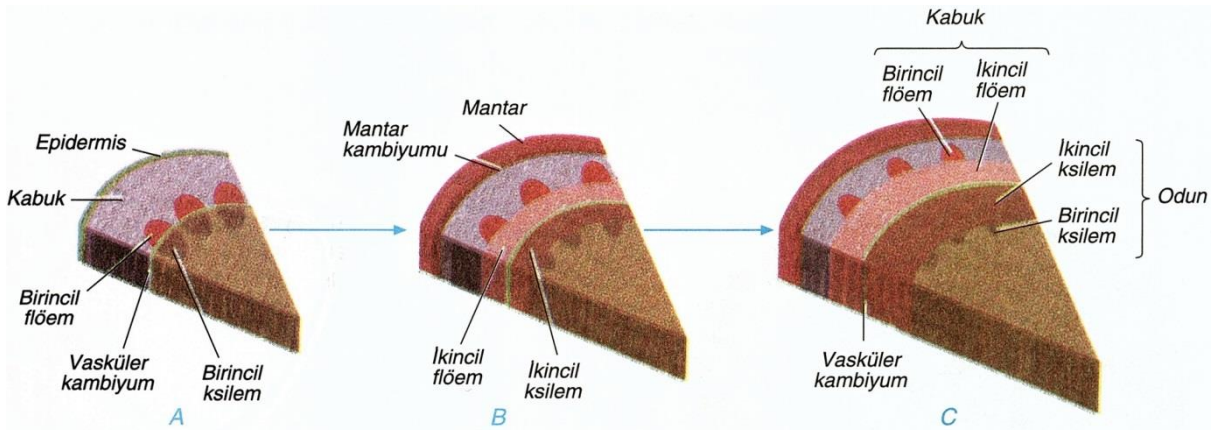
d) Gövdenin İkincil Büyümesi:

Gövdenin ikincil büyümesinde kökte olduğu gibi iki farklı lateral meristem görev yapar. Bunlardan birincisi ikincil ksilemi ve ikincil floemi oluşturan vasküler kambiyum, ikincisi ise epidermisin yerini alan ve gövdenin dış kısmında sert ve kalın bir örtü oluşturan mantar kambiyumdur. Henüz odunlaşmamış genç gövdelerin birincil ksilemi ve birincil floemi arasında vasküler kambiyum oluşur. Vasküler kambiyum bölünerek dışa doğru ikincil floemi, içe doğru ise ikincil ksilemi oluşturur. Vasküler kambiyum bölündükçe yeni oluşan ikincil floem var olan birincil floemi gövdenin dışına doğru iter. Böylece birincil floem vasküler kambiyumdan uzaklaşır. Benzer şekilde yeni ikincil ksilemler oluştuğça, vasküler kambiyum gövdenin daha iç kısmında kalmış olan birincil ksilemden giderek uzaklaşır. Böylece gövdede enine kalınlaşma meydana gelir. Vasküler kambiyum belirli dönemlerde bölündükçe bu kalınlaşma devam eder.



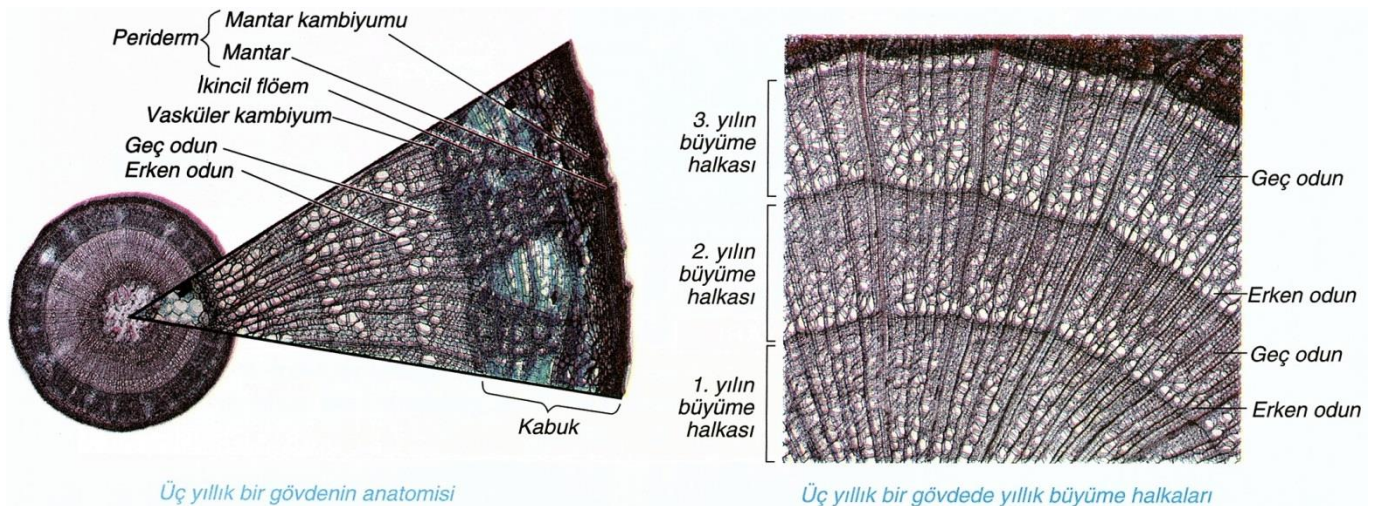
Vasküler kambiyum tarafından ikincil ksilem ve ikincil flöemin oluşturulması: Bu şekilde, bir vasküler kambiyum hücrenin aktivitesiyle gelişen dairesel hücre demetleri görülmektedir. Kambiyum hücresi (C) içte ikincil ksilemi (X) dışta ise ikincil flöemi (P) oluşturur. Kambiyumun bölünmesi sonucu oluşan hücrelerden biri başlangıç durumunu korurken (C), diğeri (D), konumuna göre ksilem ya da flöm hücrelerine farklılaşır. Böylece gövdenin enine kalınlaşması sağlanır.

Daha önceden de anlatıldığı gibi enine kalınlaşan gövdelerde epidermis dokusu dökülür. Bu dokunun yerini mantar ve mantar kambiyumu tarafından oluşturulan periderm tabakası alır. Vasküler ve mantar kambiyumunun faaliyeti sonucu olgunlaşmakta olan bir gövdede **odun** ve **kabuk** adı verilen iki bölüm oluşur. Vasküler kambiyumun iç kısmında kalan ksilem tabakaları odun, vasküler kambiyumun dış kısmında kalan flöm ve periderm tabakaları ise kabuk olarak adlandırılır.



Gövdenin enine kalınlaşması: Birincil ksilem ve birincil flöm arasında vasküler kambiyum oluşur (A). Vasküler kambiyum bölünerek içe doğru ikincil ksilemi, dışa doğru ikincil flöemi meydana getirir. Mantar kambiyumu ise gövdenin dış kısmında mantar dokuyu oluşturur (B). Bu olaylar sonucunda vasküler kambiyumun iç kısmında odun, dış kısmında ise kabuk meydana gelir (C).

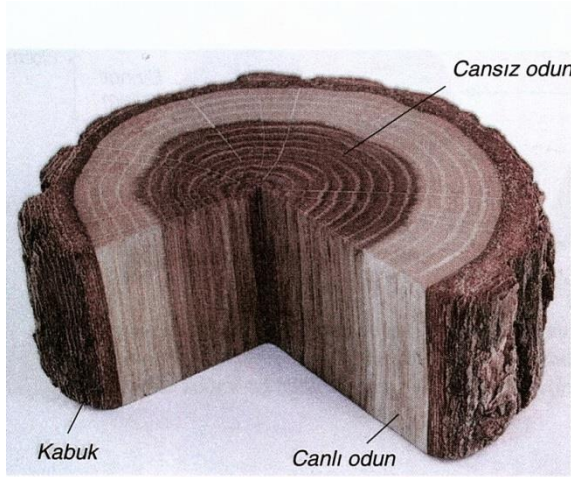
Ilıman bölgelerde ağaçlar genel olarak ilkbaharda büyümeye başlar ve büyüme sonbaharda durur. Bu sürece **büyüme mevsimi** adı verilir. Büyüme mevsiminin erken dönemlerinde üretilen odun hücreleri büyük ve ince çeperlidir. Bu hücrelere **erken odun** adı verilir. Daha çok ilkbaharda üretilen erken odunu, yaz sonlarına doğru üretilen, hücreleri küçük ve kalın çeperli olan **geç odun** izler. Koyu renkli geç odunların yoğunluğu, açık renkli erken odunların yoğunluğundan daha fazladır. Bu nedenle bir büyüme mevsiminde ilk oluşan erken odunla, daha sonra oluşan geç odun arasındaki geçiş az çok belirgindir. Ancak, halkalar arasındaki en belirgin geçiş sınırı bir önceki büyüme mevsiminin yoğun büyüme yapılı geç odunu ile bir sonraki büyüme mevsiminin gevşek yapılı erken odunu arasında tespit edilir. İşte bu belirgin geçiş yerlerine **yıllık büyüme halkaları** (yaş halkaları) adı verilir. Dolayısıyla bir ağacın yaşı yıllık halkaların sayılmasıyla tahmin edilir.



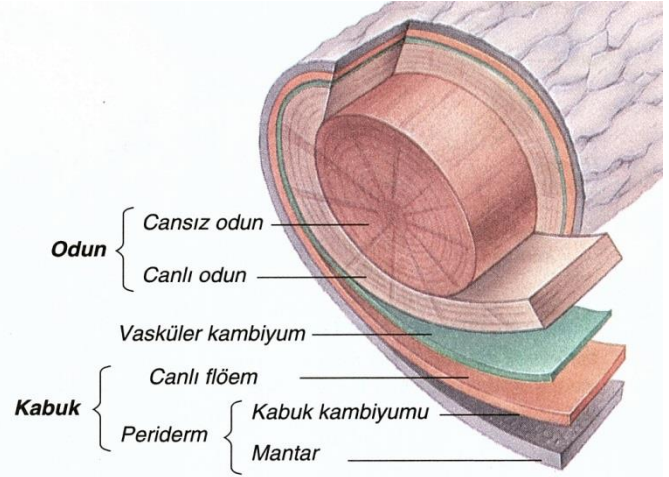
Üç yıllık bir gövdenin anatomisi

Üç yıllık bir gövdede yıllık büyüme halkaları

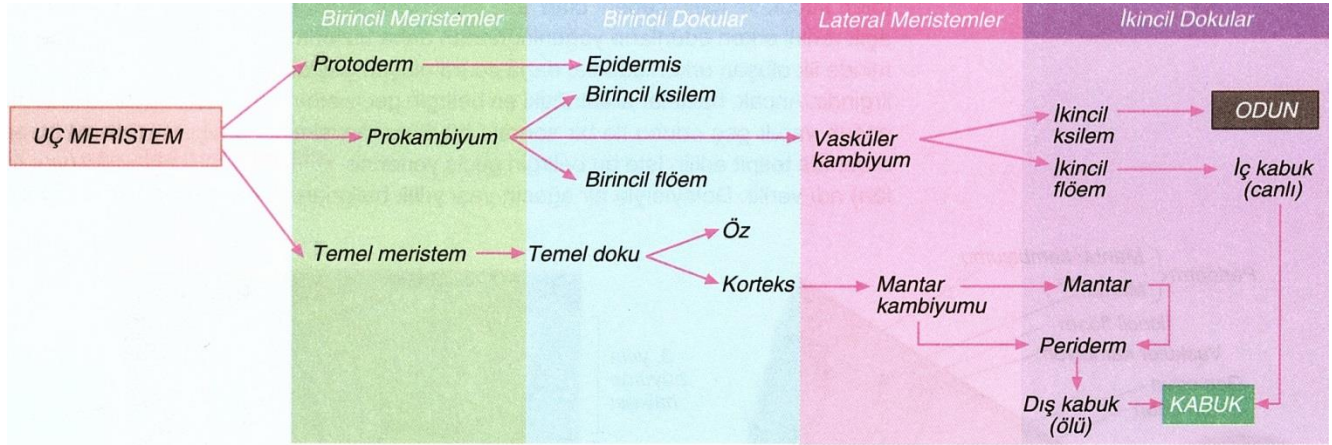
Uzun yıllar ikincil büyüme göstermiş yaşlı bir ağaç gövdesinin dış yüzeyini koruyucu kabuk örterken, merkezinde **cansız odun** ve **canlı odun** olmak üzere iki farklı ikincil ksilem ayırt edilir. Cansız (sert) odun; daha yaşlı, parlak renkli ve ligninleşmiş kalın çeperleri ile ağacı destekleyen merkezi bir sütun oluşturur. Su ve mineral taşınımında iş görmez. Bu oduna "öz odunu" da denir. Öz odunu parlak rengini hücre boşluklarını dolduran reçine ve diğer bileşiklerden alır. Bu maddeler öz odununu mantarlardan ve odun oyucu böceklerden korur. Canlı (aktif) odun ise; su ve minerallerin taşınmasını sürdürür ikincil ksilemdir. Canlı odun denmesinin nedeni, madde taşınımını sürdürmesinden kaynaklanır.



Ağaç gövdesi enine kesitinde koyu renkli öz odunu (cansız odun) ile açık renkli canlı odun kısımları görülmektedir.



Bir ağaç gövdesinin anatomisinde içten dışa doğru yer alan yapılar görülmektedir.



Kök ve gövde sistemlerinde birincil ve ikincil büyümenin genel özeti

UYARI

Kök ve gövde sistemlerinde bulunan birincil ve ikincil dokular aynı meristemlerden farklılaşırlar. Ancak, gövdeden farklı olarak tipik bir odunsu kökte merkezi öz bulunmaz.

II - YAPRAK

Yaprak, bitkinin metabolik açıdan en önemli organıdır. Yaprak, çoğu bitkide fotosentez ve terlemenin yapıldığı asıl organdır. Birçok bitki türü kendine özgü tipik yaprak şekline ve yaprak yapısına sahiptir. Yapraklardaki bu çeşitliliği, bitkinin kalıtsal yapısı ve yaşadığı çevreye bağlı olarak kazandığı adaptasyonlar sağlar. Ancak çoğu bitki türünde, yaprakların gerek morfolojisi gerekse anatomisi, fotosentez görevini bulunduğu koşullarda en verimli şekilde gerçekleştirecek ve su dengesini en iyi şekilde ayarlayacak özelliklere sahiptir. Örneğin çöl bitkileri, su stresinin çok olduğu koşullarda yaşar ve su kaybından kaçınmak zorundadır. Bu yüzden çöl bitkilerinin yaprakları ileri derecede indirgenerek dikene dönüşmüştür. Ayrıca bu bitkilerin gövde yüzeyi de kalın kütikula tabakası ile örtülüdür.

Gelişmiş tipik bir kapalı tohumlu bitkinin yaprağı üç kısımdan oluşur:

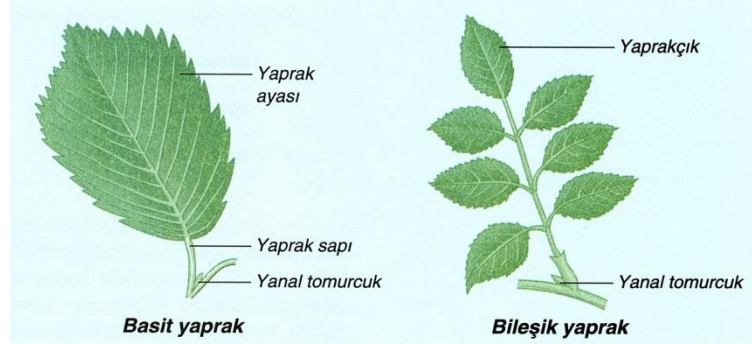
- Yaprak ayası (Lamina)
- Yaprak sapı (Petiyol)
- Yaprak tabanı (Bazıs)

Yaprak ayası, yaprağın yassılaştırmış, oldukça genişlemiş, ince ve yeşil kısmıdır. Yaprak ayasının şeklini ve genişliğini bitkinin ekolojik adaptasyonları ve kalıtsal özellikleri belirler. Yapraklar gövdedeki nodumlarından çıkarılır. **Yaprak sapı** yaprağı gövdedeki nodumla birleştirir. Yaprak sapı, gövdeden gelen iletim demetlerinin yaprağa uzanmasını sağlar. Ayrıca, yaprak ayasını gövdeden uzak tutarak, ışıktan en verimli şekilde yararlanılmasını sağlar. Monokotil bitkilerin çoğunda yaprak sapı bulunmaz ve yapraklar gövdeye doğrudan bağlı olduğu için **sapsız yaprak** olarak isimlendirilir. Yaprak sapının genişlemiş kısmı olan **yaprak tabanı** birçok monokotil bitkide gövde etrafını çevreleyerek **yaprak kınını** oluşturur.

Yaprak sapının gövdeye bağlandığı yer olan yaprak koltukları, gövdeyle belirli bir açı yapar. Yanal tomurcuklar (koltuk altı tomurcukları) yaprak koltuklarında gelişir. Büyüyen yanal tomurcuk, kendine ait bir tepe tomurcuğu, yaprakları ve yanal tomurcukları olan vejetatif bir dal oluşturur.

Yaprak morfolojisi bitki türleri arasında büyük değişiklik gösterir. Dolayısıyla bir yaprağın şekli, gövde üzerindeki düzenlenişi, damarlanma tipi ve kenar özellikleri bitkilerin teşhisinde ve sınıflandırılmasında kullanılır. Ancak yaprak morfolojisindeki değişimler daha çok yaprak ayasındaki çeşitlilik ile ilgilidir.

Bir yaprak parçalanmamış tek bir yaprak ayasına sahip ise **basit yaprak** adını alır. Eğer yaprak ayası iki veya daha fazla sayıda yaprakçıktan oluşuyorsa **bileşik yaprak** adını alır. Basit yapraklar düz, dişli veya loplu kenarlara sahiptir. Bileşik yaprakların ise "tüysü" ve "elsi" olmak üzere iki çeşidi vardır. Ayrıca basit yapraklar, bileşik yaprakları oluşturan yaprakçıklardan, yaprak sapının gövdeye bağlandığı yerde bir yanal tomurcuğu taşımasıyla ayırt edilir. Dolayısıyla bileşik yaprakların her bir yaprakçığının çıktığı noktalarda yanal tomurcuk bulunmaz.

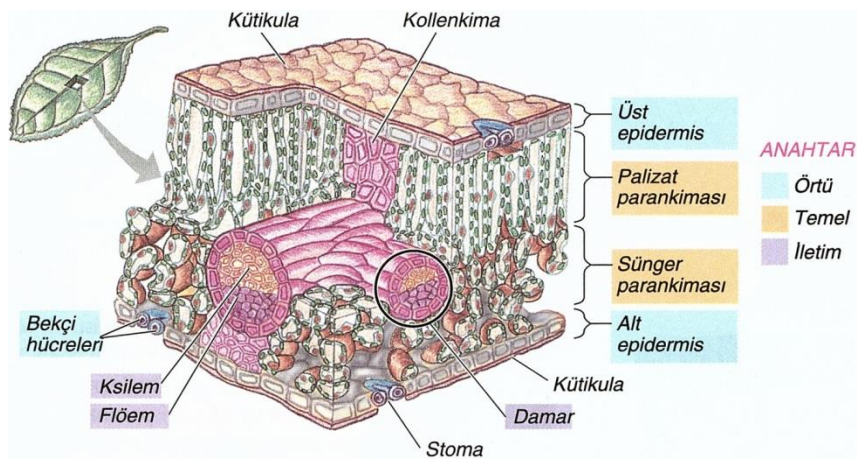


Bir yaprakta damarlanma, gövdeden ayrılan iletim demetlerinin yaprak sapı aracılığıyla yaprak ayasına gelerek çeşitli şekillerde dağılması sonucu ortaya çıkar. Bu sayede, kökten gelen su ve minerallerin yaprağın tüm hücrelerine, yaprakta sentezlenen fotosentez ürünlerinin de bitkinin diğer organlarına iletimi sağlanır. Bitki türleri arasında yapraklar, farklı damarlanma örnekleri gösterir. Örneğin buğdaygiller ve zambaklar gibi çoğu monokotil bitkide **paralel damarlanma** görülür. Bu tip damarlanmada yaprak ayası boyunca uzanan, hemen hemen aynı kalınlıkta paralel ana damarlar bulunur. Dikotil bitki yapraklarında ise **ağsı damarlanma** vardır. Ağsı damarlanmada, belirgin olarak kalın ana damardan veya ortak bir noktadan çıkıp, çok fazla dallanarak daha ince kollara ayrılmış damarlar bulunur. Bazı bitkilerde de ana damardan itibaren sürekli iki kola ayrılarak ilerleyen **çatalsı damarlanma** görülür.



Yaprak Dokularının Organizasyonu: Yaprakların anatomisi, kök ve **gövdeye** göre daha basit olup bitki türleri arasında değişiklik gösterebilir. Kapalı tohumlu tipik bir dikotil bitkinin yaprağında üç doku sistemi bulunur.

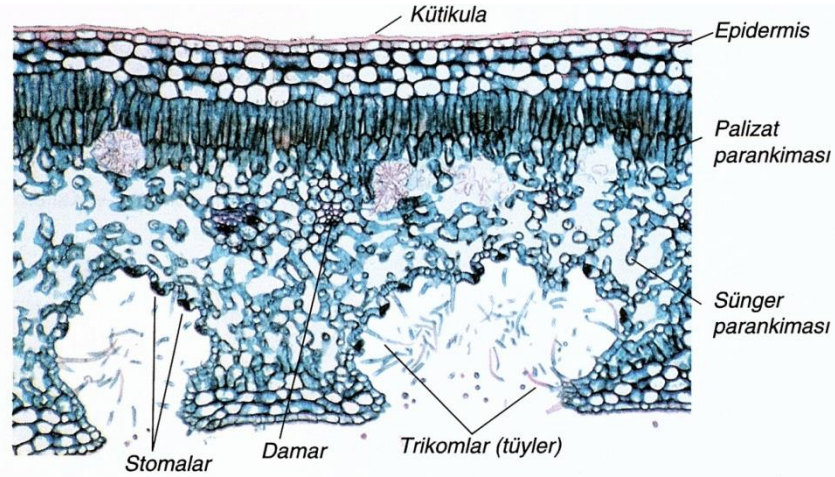
- 1- Örtü doku → Epidermis
- 2- Temel doku → Mezofil
- 3- İletim dokusu → Ksilem ve floem



Yaprak anatomisi: Üç boyutlu yaprak kesitinde üç doku sisteminin düzenlenişi görülmektedir.

Yaprığın alt ve üst dış yüzeyini örten epidermis, hücre arası boşlukları olmayan ve genellikle tek sıra hücreden oluşan koruyucu dokudur. Kendi derimiz gibi, yaprak epidermisi de yaprağı fiziksel hasarlara ve patojen organizmalara karşı korur. Bütün kara bitkilerinde, epidermis üzerindeki mumsu kütikula tabakası bitkinin su kaybını önleyen bir engel oluşturur. Kütikula tabakası genel olarak su sıkıntısı olan bitkilerde kalın, su sıkıntısı olmayan bitkilerde ise incedir. Epidermis tabakası yer yer **stoma** adı verilen açıklıklar tarafından kesintiye uğratılır. Stoma sistemleri, **bekçi hücreleri** adı verilen özelleşmiş epidermis hücreleri tarafından kuşatılmış küçük açıklıklardır. Stomalar, yaprak hücreleri ile çevredeki hava arasında gaz alış verişini sağlarlar. Ayrıca, bitkinin **terleme (transpirasyon)** adı verilen suyun buhar halinde atılması olayı stomalar yoluyla gerçekleşir. Stomalar, açılıp kapanarak terlemeyi kontrol ederler. Bitkiler, fotosentezi en verimli şekilde sürdürebilmek için geniş yaprak yüzeyine sahip olmalıdırlar. Ancak, yaprak yüzeyi geniş olunca terleme ile su kaybı kaçınılmaz olur. Ayrıca, bitkiler fotosentez için atmosferde oldukça düşük miktarlarda olan CO₂'ye ihtiyaç duyarlar. Bu nedenle, stomalardan mezofil hücrelerine ulaşan CO₂'nin suda çözünmüş olması ve mezofil hücrelerinin daima nemli olması gerekir. İşte mezofil hücreleri nemli ve stomalar da açıksa, hava ile temas eden su molekülleri buharlaşır. O halde, fotosentezin sürdürülebilmesi için köklerden alınan suyun önemli bir miktarının terleme ile uzaklaştırılması gerekir.

Stomaların yapraktaki miktarları, derinlikleri ve sıklık dereceleri bitkinin kazandığı ekolojik adaptasyonlarına bağlıdır. Genel olarak, yaprakları su üstünde yüzen sucul bitkilerde stomalar yalnızca üst epidermiste bulunurken, su altında kalan yapraklarda stoma bulunmaz. Kurakçıl bitkilerde ise stomalar çoğunlukla yaprağın alt epidermisinde içe doğru çökük halde girintiler yapar. Bu girintilerde çok sayıda trikom (tüy) bulunur ve bunlar stoma çukurluklarındaki hava akımını kesip, nem kaybını dolayısıyla terlemeyi en aza indirgerler.



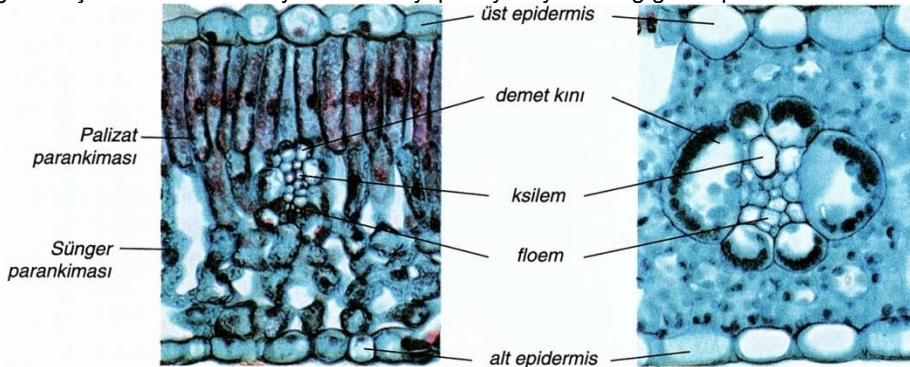
Kurakçıl zakkum bitkisinin yaprak enine kesiti: Kurak koşullara uyum sağlamış bu yaprak su kaybını azaltan kalın bir kütikula, çok tabakalı epidermis ve stoma çukurluğunda çok sayıda tüye sahiptir.

Bir yaprağın **temel dokusu** alt ve üst epidermisi arasında sıkışmıştır. Bu bölge **mezofil** olarak isimlendirilir. Temel doku, kloroplastlara sahip parankima hücrelerinden oluşmuş ve fotosentez için özelleşmiştir. Birçok dikotil bitki yaprağının mezofilinde birbirinden farklı **palizat** ve **sünger** parankiması olarak adlandırılan iki kısım bulunur. Palizat parankiması, bir ya da birden fazla tabaka şeklinde, genellikle hücreler arası boşlukları fazla olmayan silindirik hücrelerden oluşmuştur. Hücreleri bol kloroplastlı olup, fotosentezin en yoğun gerçekleştiği mezofil bölgesidir. Sünger parankimasında ise, hücreler seyrek dizilişli olup, düzensiz şekillere sahiptir. Hücreleri arasında geniş hava boşlukları bulunur. Bu hava boşlukları, stomalar aracılığıyla karbondioksit girişi ile oksijen ve su buharı çıkışı kolaylaştırarak, gaz alış verişini hızlandırır. Hava boşluklarındaki gazlar ve su buharı, palizat parankiması hücrelerine ya da stomalara iletilir.

UYARI

Monokotillerin mezofil bölgesinde bulunan hücrelerin şekilleri birbirine benzer. Dolayısıyla, palizat ve sünger parankiması tabakaları birbirinden belirgin olarak ayırt edilemez.

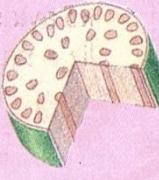
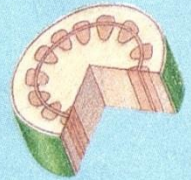
Bir yaprağın **iletim dokusu**, gövdedeki ksilem ve floemin devamıdır. Yani yapraklarda kolayca görülen damarlar, ksilem ve floem dokularını içerir. Yaprak damarları mezofilin her yanına dağılarak, ksilem ve floemin fotosentez yapan dokularla yakın temas kurmasını sağlar. Bu nedenle, yaprak damarları monokotil bitkilerde birbirine çok yakın ve paralel uzanırken, dikotil bitkilerde çok yoğun bir şekilde alt dallara ayrılarak tüm yaprak yüzeyini bir ağ gibi kaplar.



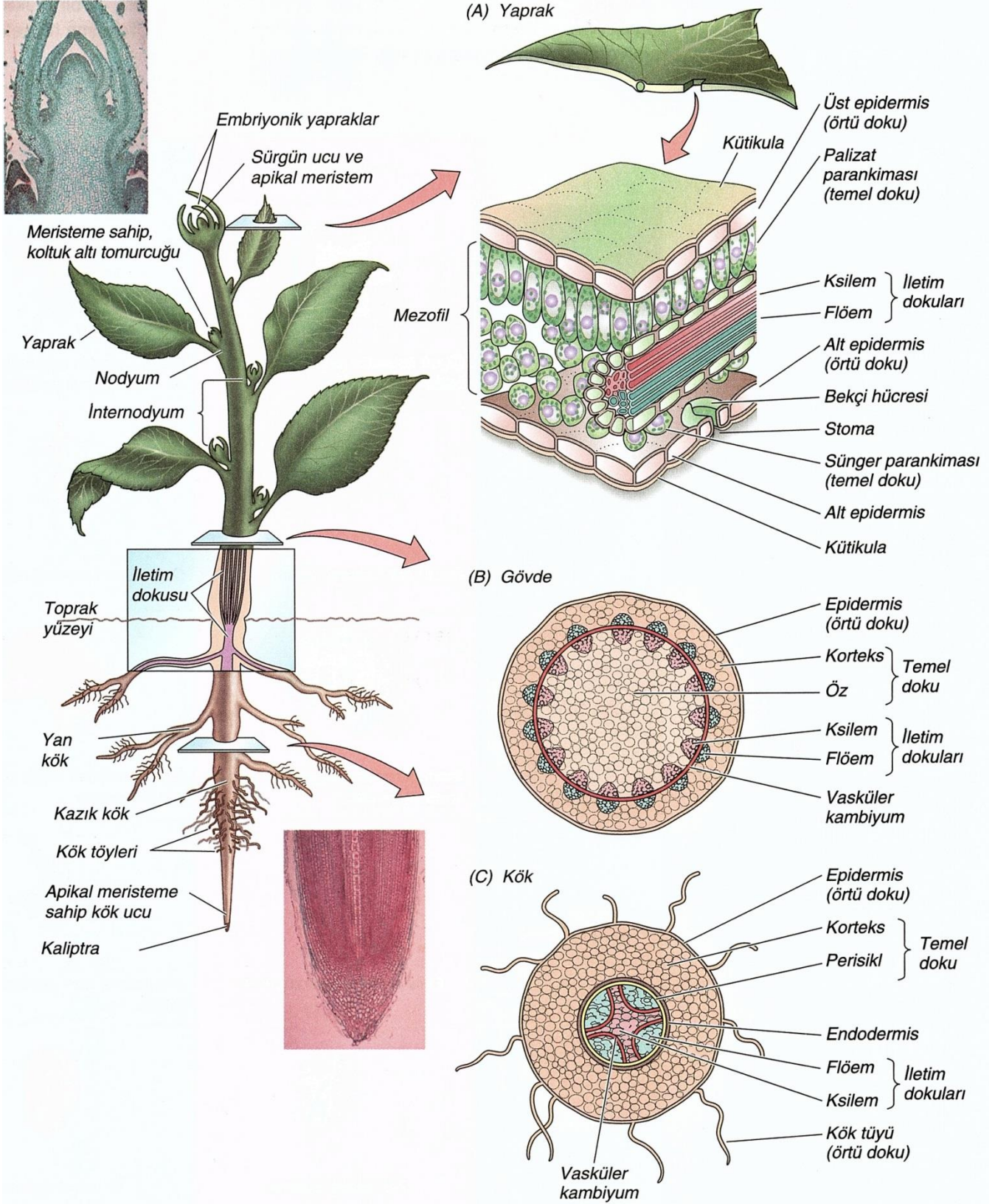
Gelişmiş, ileri yapılı bir dikotil bitki (leylak) yaprağının enine kesit şekli görülmektedir. Palizat ve sünger parankimaları belirgindir.

Bir monokotil bitki (mısır) yaprağının enine kesit şekli görülmektedir. Mezofil içindeki palizat ve sünger parankimaları belirgin değildir.

Yaprak damarları parankima hücrelerinden oluşan demet kını hücreleri tarafından sarılır. Demet kını hücreleri, damar içine madde giriş çıkışını kontrol eder. Birçok yaprakta bu hücreler belirgin uzantılar yardımıyla alt ve üst epidermisle bağlantılıdır. Bu uzantılar, tıpkı bir sütun gibi görev yaparak, çevresindeki hücrelere ek bir mekanik destek sağlar. Ayrıca, iletim dokusunun daha iyi geliştiği yerlerde, kollenkima hücreleri de yaprağın orta damarı boyunca destek işi görür.

	Monokotiller	Dikotiller
Çiçekler	 Çiçek kısımları çoğunlukla üçün katları şeklindedir.	 Çiçek kısımları çoğunlukla dört ya da beşin katları şeklindedir.
Kökler	 Saçak kök sistemi vardır.	 Çoğunlukla kazık kök sistemi vardır.
Gövdeler	 İletim demetleri dağınık bir şekilde düzenlenmiştir.	 İletim demetleri halka şeklinde düzenlenmiştir.
Yaprak damarlaması	 Paralel damarlanma görülür.	 Çoğunlukla ağsı damarlanma görülür.
Embriyolar	 Tek çenek bulunur.	 İki çenek bulunur.

Monokotil ve dikotil bitkilerin karşılaştırılması



Dikotil bir bitkinin yapısına genel bakış: Tipik bir dikotil bitkinin şematik görünümünde kök, gövde ve yaprak enine kesit şekilleri ile doku organizasyonları gösterilmiştir.