

Keyifli Okumalar Dileriz

Binlerce kategoride milyonlarca PDF e-kitap, ders kitapları, dergiler ve romanlara platformumuz üzerinden ücretsiz ulaşabilirsiniz.

RESMİ WEB SİTEMİZ

<https://rantey.org>

Yedek ve Duyuru Kanallarımız

Sitemize erişim engeli gelmesi veya adres değişikliği durumunda aşağıdaki kanallardan güncel giriş adresine erişebilirsiniz:

- Telegram: <https://t.me/birkitapbir>
- WhatsApp Kanalımız : <https://whatsapp.com/channel/0029VbDHv8uE50Us4lvMoc0Y>

BİTKİ MORFOLOJİSİ

Yazan:

Prof.Dr. M.Cihat TOKER

II.Baskı

Ankara Üniversitesi

Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü

Ankara, 2004

ÖNSÖZ

Bitki Anatomisi botanik biliminde temel derslerden biridir. Çalışma konusu olarak bitkileri seçen bilim insanlarının çalıştıkları bitkisel materyalin iç ve dış yapısını tanımları lazımdır. Dolayısı ile botanik biliminde ve bitkisel materyalle çalışan diğer bilim dallarında (örneğin; ziraat, eczacılık v.b.) çalışanlara bu konuda gerekli bilgileri vermek bu kitabın yazılış amaçlarından biridir.

Kitapta bitkiler aleminin büyük bir grubunu oluşturan tohumlu bitkilerin (Spermatophyta) vejetatif organlarının (Gövde, Yaprak, Kök) iç ve dış yapıları hakkında temel bilgiler verilmeye çalışılmıştır. Bu büyük bitki grubunun generatif organlarından, Pinaceae, Dikotiledon ve Monokotiledon çiçeklerinin genel yapıları verilmiş, meyve ve tohum ile ilgili bilgiler ise Angiosperm'lerle sınırlı kalmıştır. Angiosperm'lerin ve diğer bitki gruplarının sistematik yapılarında ve teşhislerinde generatif organlar önemli rol oynadığından, bitki sistematigi derslerinde bu organlar daha detaylı olarak incelenmektedirler.

Kitabın hazırlanmasında hocam Prof. Dr. Sayın Haydar Bağda'nın bana aktardığı ders notları ve bu konuda yazılmış temel kitaplardan yararlanılmıştır. Bu bilgiler özetlenip güncelleştirilerek özellikle Bitki Morfolojisi dersini alan öğrencilerimizin yararlanacağı bir şekle dönüştürülmeye çalışılmıştır.

Kitabı okuyuculara ve öğrencilere yararlı olması dileği ile sunarım..

Prof.Dr. M.Cihat TOKER

II.Baskı Ankara Şubat 2004

Kitabın hazırlanmasında beni devamlı teşvik eden ve yardımları
olan eşim Prof.Dr.Ecz. Gülnur Toker'e ve aileme..

İÇİNDEKİLER

ORGANOGRAFI (ORGANLAR BİLİMİ),.....	1
A- BÜYÜME(YAŞAMA) ORGANLARI, VEJETATİF ORGANLAR,.....	1
GÖVDE,.....	3
Gövdenin iç yapısı (gövdenin anatomisi),.....	5
Gövdenin primer yapısı,.....	5
Epidermis,.....	6
Korteks,.....	6
Merkezi silindir,.....	7
İletim demetlerinin elemanları ve tipleri,.....	7
Konsetrik iletim demeti,.....	7
Radiyal iletim demeti,.....	8
Kollateral iletim demetleri,.....	8
Stele tipleri,.....	9
Prostele,.....	9
Sifenosteale,.....	10
Haplostele,.....	10
Aktinosteale,.....	10
Plektosteale,.....	10
Ektofiloik sifenosteale,.....	10
Amfifiloik sifenosteale,.....	10
Düğümün anatomisi,.....	11
Dikotiledonlarda iletim demetlerinin düzeni,.....	14
Monokotiledonlarda iletim demetlerinin düzeni,.....	14
Öz,.....	15
Özel gövdeler,.....	16
Depo gövdeler,.....	17
Gövdenin sekonder yapısı,.....	17
Kambiyum,.....	17
Kambiyal hücre tipleri,.....	19
Fusiform kambiyum hücreleri,.....	19
Işın kambiyum hücreleri,.....	19
Kambiyum tipleri,.....	19
Tabakalı kambiyum,.....	20
Tabakalı olmayan kambiyum,.....	20
Kambiyumda hücre bölünmesi,.....	20
Mevsimsel kambiyal aktivite,.....	21
Gövdede sekonder kalınlaşma,.....	21
<i>Aristolochia</i> (lohusaotu) tipi gövde kalınlaşması,.....	21
<i>Helianthus-Ricinus</i> (ayçiçeği-hintyağı) tipi gövde kalınlaşması,.....	21
<i>Tilia</i> (ıhlamur) tipi gövde kalınlaşması,.....	22
Gövdenin sekonder yapısı,.....	22
Koruyucu doku (periderma),.....	23
Korteks(kabuk),.....	23
Primer korteks,.....	23
Sekonder korteks,.....	23
Merkezi silindir,.....	24
Gymnosperm odunu,.....	25
Angiosperm odunu,.....	27
Dendrokronoloji,.....	30
Odunun yapısı ve mikroskobik özellikleri,.....	31
Histolojik özellikler,.....	31
Kimyasal özellikler,.....	31
Odunun ağırlığı,.....	31
Sağlamlık,.....	32
Dayanıklılık,.....	32
Esneklik,.....	32
Gövdede anormal sekonder gelişmeler,.....	32

Dikotiledonlarda anormal sekonder gelişme,.....	32
Monokotiledonlarda anormal sekonder gelişme,.....	33
Gövdenin dış yapısı (Morfolojisi),.....	35
Tomurcuk,.....	37
Gövdede dallanma,.....	37
İkili (dikotom) dallanma,.....	38
Ana eksenden ayrılan yan dallarla dallanma,.....	38
Monopodial dallanma,.....	38
Simpodial dallanma,.....	38
Su ve atmosferik neme adaptasyon,.....	40
Su bitkileri (Hidrofit),.....	40
Nemli habitat bitkileri (Higrofit),.....	40
Kurak habitat bitkileri (Kserofit),.....	40
Sıcaklığa adaptasyon,.....	40
Sıcak bölge bitkileri (termofit),.....	41
Mevsimleri olan iklime uyum sağlamış olan bitkiler,.....	41
Hayat formları,.....	41
Fanerofitler,.....	41
Kameofitler,.....	41
Hemikriptofitler,.....	41
Kriptofitler (veya Geofitler),	42
Terofitler,.....	42
Işığa adaptasyon,	43
Lianlar,.....	43
Epifitler,	43
Değişik besin ortamlarına adaptasyon,.....	43
Halofitler ve mangrovlar,.....	43
Yarı ve tam heterotrofik kormofitler,.....	44
Parazit ve yarı parazitler,.....	44
Karnivor bitkiler,.....	45
Gövde metamorfozları,.....	46
Stolon (sürünücü gövde),.....	47
Rizom (toprak altı gövde),.....	47
Tuber (yumru gövde),.....	47
Korm (sert soğan),.....	47
Bulb (soğan),.....	47
Sukkulent (etli gövde),.....	47
Yapraksı gövde,.....	47
Diken gövde,.....	48
Sülük gövde,.....	48
Sarılcı gövde,.....	48
YAPRAK,	49
Vejetatif yaprağın oluşumu,.....	49
Yaprak oluşumunun başlangıcı,.....	49
İlk gelişme,.....	50
Yaprak ekseninin gelişmesi,.....	50
Laminanın orijini,.....	50
Laminadaki dokuların oluşması (histogenesis),.....	52
Yaprağın iç yapısı (anatomisi),.....	52
Epidermis,	52
Mezofil,	54
Palizat parenkiması,.....	54
Sünger parenkiması,.....	55
Damarlar,.....	55
Yaprakta iletim demetlerinin son bulması,.....	56
Gimnosperm yaprakları,.....	57
Absisyon,.....	58
Yaprağın dış morfolojisi,.....	59
Gerçek yapraklar (torofiller),.....	59
Kotiledonlar,	59

Alçak yapraklar (katafiller),.....	59
Yüksek yapraklar (hipsofiller),.....	60
Basit yapraklar,.....	62
Birleşik yapraklar,.....	62
Basit damarlanma,.....	65
Çatalsı damarlanma,.....	65
Paralel damarlanma,.....	65
Ağsı damarlanma,.....	65
Pinnat (tüysü) damarlanma,.....	65
Palmat (elsi) damarlanma,.....	65
Heterofili,.....	66
Anizofili,.....	67
Yaprakların gövde üzerinde dizilişleri,.....	67
Yaprak metamorfozları,.....	70
Tomurcuk pulları,.....	70
Diken yapraklar,.....	70
Depo yapraklar,.....	70
Sülük yapraklar,.....	70
Kapan yapraklar,.....	70
Üretken yapraklar,.....	70
Çiçek yaprakları,.....	70
KÖK,	72
Kökte büyüme bölgesi,.....	72
Kökün uzaması,.....	72
Kökün anatomisi,.....	75
Kökün primer yapısı,.....	75
Yüksük,.....	75
Koruyucu doku,.....	76
Epidermis,.....	76
Eksodermis,.....	77
Korteks,.....	78
Endodermis,.....	78
Merkezi silindir,.....	79
Mikorrhiza,.....	80
Nodüller,.....	81
Kökte primer yapıdan sekonder yapıya geçiş,.....	82
Kökün sekonder yapısı,.....	82
Koruyucu doku,.....	83
Korteks (kabuk),.....	83
Kambiyum,.....	83
Merkezi silindir,.....	83
Kökte anormal sekonder büyüme,.....	83
Kökten gövdeye geçiş,.....	84
Kökün morfolojisi,.....	86
Ana kök (primer kök),.....	87
Yan kökler (sekonder kök),.....	87
Adventif kök (ek kökler),.....	87
Kök metamorfozları,.....	88
Yumru kök,.....	88
Kontraktıl kök (çekme kökü),.....	88
Diken kök,.....	88
Haustorium (emeç veya sömürme kökleri),.....	88
Üretken kök,.....	88
Hava kökleri,.....	88
Su kökleri,.....	89
B-GENERATİF (ÜREME) ORGANLARI,	90
ÇİÇEK,	90
Çiçeklerde eşey dağılımı.....	90
Gymnosperm çiçeği.....	91
Angiosperm çiçeği,.....	91

Gramineae çiçeği,.....	94
Angiosperm çiçeğinin genel anatomik yapısı,.....	94
Sepal ve petal,.....	94
Çiçek renkleri,.....	96
Stamen (erkek organ),.....	96
Polen,.....	98
Karpel (dişi organ),.....	99
Hipogin (üst durumlu) çiçek,	100
Perigin (orta durumlu) çiçek,.....	100
Epigin (alt durumlu) çiçek,.....	101
Pistilin histolojisi,.....	101
Ovul (tohum taslağı),.....	101
Çiçeğin morfolojisi,.....	101
Çiçek diagram ve formülleri,.....	101
Infloresans (çiçek durumları),.....	102
Rasemus çiçek durumları,.....	102
Yan eksenli dallanmayanlar,.....	102
Rasemus (salkım),.....	102
Spika (başak),.....	102
Spadiks (çomak,koçan),.....	103
Amentum (tutıl),.....	103
Basit umbella (şemsiye),.....	103
Kapitulum (başakcık veya topaç),.....	103
Korimbus (yalancı şemsiye),.....	103
Yan eksenli dallananlar (birleşik rasemuz),.....	103
Panikula (birleşik salkım),.....	103
Birleşik umbella,.....	103
Birleşik korimbus,.....	103
Birleşik başak,.....	103
Kimöz çiçek durumları,.....	103
Drepaniyum (orak),.....	103
Ripidyum (yelpaze),.....	103
Botriks (sarmal),.....	103
Sinsinus,.....	103
Dikasyum,.....	103
Pleikasyum,.....	104
MEYVE,	105
Kuru meyveler,.....	105
Tek karpelden oluşan meyveler,.....	105
Folükül,	105
Legümen,.....	105
Sinkarp meyveler,.....	105
Silikva ve silikula,.....	105
Kapsül,.....	106
Lokusid kapsül,.....	106
Septisid kapsül,.....	106
Dentisid kapsül,.....	106
Porisid kapsül,.....	106
Piksid kapsül,.....	106
Septifragal kapsül,.....	106
Açılmayan kuru meyveler,.....	106
Akene,	106
Cipsela,	107
Nuks veya nut,.....	107
Karyopsis,.....	107
Samara,	107
Şizokarp meyveler,.....	107
Etli meyveler,.....	107
Bakka (bery),	108
Drupa,	109

Agregat (birleşik meyva),.....	109
İğit (yalancı meyva),.....	109
Perikapın histolojik yapısı,.....	110
Kuru meyvelerin perikarbt,.....	110
Folükül,.....	110
Legümen,	110
Silikva ve silikula,.....	111
Kapsül,.....	111
Cipsela,	111
Karyopsis,	111
TOHUM,	113
Tohumun anatomisi,.....	113
Tohumun morfolojisi,.....	116
Besi dokulu tohumlar,.....	116
Besi dokusu bulunmayan tohumlar,.....	116
Tohumun çimlenmesi,.....	117
Epigeik çimlenme,.....	117
Hipogeik çimlenme,.....	117
Tohum ve meyvelerin taşınması,.....	118
Hayvanlarla dağılma (zookori),.....	118
Endozookori,	118
Mirmekokori,.....	118
Epizookori,.....	118
Rüzgarla dağılma (anemokori),.....	118
Su ile dağılma (hidrokori),.....	118
Kendi kendine dağılanlar (otokori),.....	118
Faydalanılan kaynaklar,.....	119
İNDEKS,	122

ORGANOĞRAFI (ORGANLAR BİLİMİ)

Belli bir canlılık ödevi gören vücut parçasına **organ** denir. Canlılarda yaşama ve üreme olmak üzere iki çeşit canlılık faaliyeti vardır. Buna bağlı olarak organlar;

A- Büyüme (Yaşama) organları, vejetatif organlar,

B- Üreme (Çoğalma) organları, jeneratif organlar,

olmak üzere ikiye ayrılır.

Üreme organları bitki gruplarına göre değişiklikler gösterir ve bu sebeple bitki sistematigi dersinde daha detaylı incelenir. Morfoloji dersinde ise tohumlu bitkilerden angiospermilerin üreme organları genel olarak incelenir.

A-BÜYÜME (YAŞAMA) ORGANLARI, VEJETATİF ORGANLAR.

Gelişmiş yüksek bitkilerde vejetatif organları gövde, yaprak ve kök oluşturmaktadır. Bazı araştırmacılar yaprağı, gövdenin yan organı olarak kabul ederler ve vejetatif organları gövde ve kök olarak bildirirler. Biz vejetatif organlar olarak gövde, yaprak ve kökü kabul etmekteyiz.

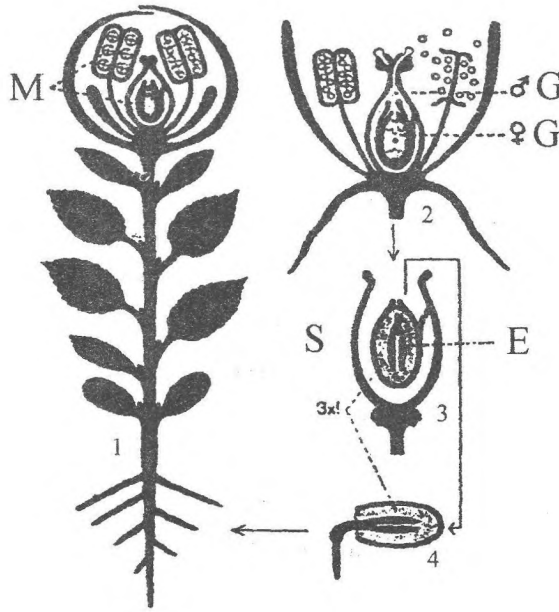
Alg, liken, yosun, mantar gibi gerçek kök ve gövdesi olmayan bitkiler de vardır. Bu ilkel bitkilerde gövde diye birbirine benzeyen, organize olmamış hücrelerden yapılmış olan yapıya genel olarak **tal** denir. Bu tip gövdeleri olan bitkiler **Thallophyta** grubunda, gerçek gövdesi olan bitkilere ise **Cormophyta** grubunda toplanmıştır. **Pteridophyta**'da (eğretilerde), **Gymnospermae**'lerde (açık tohumlularda) ve **Angiospermae**'lerde (kapalı tohumlularda) gerçek gövde, yaprak ve kök vardır. Bu organlar kendilerine özel çeşitli yapıdaki doku ve hücrelerden oluşmuşlardır. Genelde büyüme noktalarındaki primer meristemler bu organları meydana getiren dokulardır. Daha sonra organların büyüme ve gelişmeleri primer meristemlerle beraber hareket eden kambiyum ve interkalar meristemler tarafından sağlanır.

Yüksek bitkilerin genel yapıları: Yüksek bitkiler denince, bitkiler alemindeki iletim demeti ihtiva eden bitkiler anlaşılır. Bu bitkiler dört phylum da toplanır;

1. **Phyllum Psilopsida** (hemen hepsi fosildir).
2. **Phyllum Lycopsida** (yosunlar).
3. **Phyllum Sphenopsida** (atkuyrukları)
4. **Phyllum Pteropsida** (eğretiler, açık ve kapalı tohumlu bitkiler)

Bunlardan kapalı tohumlu bitkiler diye adlandırdığımız Angiospermae, dünya üstünde tabii ve kültür olarak yetişen, en çok türü bulunan, evrim bakımından en ileri bitki grubudur.

Bitkiler genelde tohumun çimlenmesi ile ortaya çıkarlar yani hayat devirlerinin başlangıcı olarak tohumu kabul edebiliriz. Tohum, tohum kabuğu ile korunmuş, içinde gelecekteki bitkinin kaynağı olan, çift kromozom takımlı hücrelerden oluşan, embriyo ve bunun gelişmesi için gerekli besinlerin depolandığı dokuları taşıyan bir bitki organıdır. Embriyoda gövde büyüme bölgesi (**plumula**), kök büyüme bölgesi (**radikula**), besin maddelerinin depolandığı besin doku (**endosperm**) veya aynı ödevi yapan çenek yapraklar (**kotiledon** veya **kotiledonlar**) vardır. Uygun şartlarda tohum çimlenir. Kök ve gövde büyüme bölgelerindeki ve civarlarındaki hücreler hızlı bir şekilde bölünerek ürerler. Bu üremenin sonucunda ortaya çıkan ve sonradan değişime uğrayan hücrelerden dokular oluşur. Bu dokuların meydana getirdiği ilk organlar

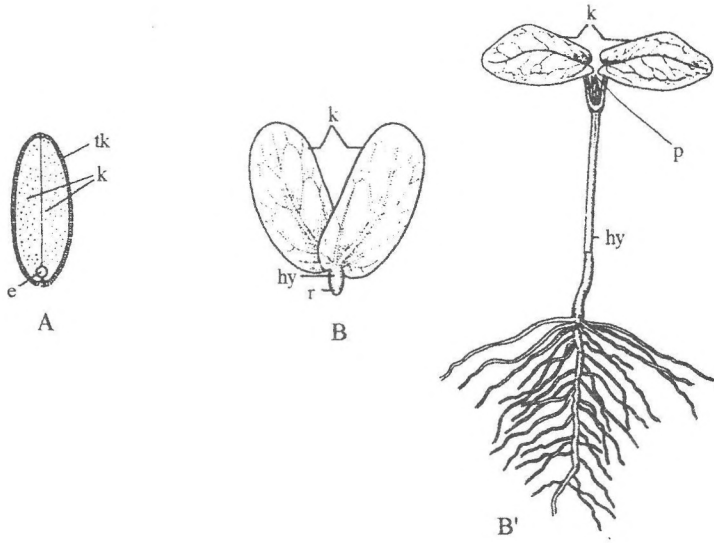


Şekil 1. Tohumlu bitkilerde hayat devri (şematik). G- Gametofit devre, S- Sporofit devre, M- mayoz bölünme ile oluşmuş haploid çekirdekler, ♀G- yumurta hücresi, ♂G- sperm hücresi, 3x!- triploid endosperm, E- embriyo, 1- çiçekli tam bitki, 2- açmış ve döllenme yapmış hermafrodit çiçek, 3- embriyolu tohum, 4- çimlenmiş tohum. (Strasburger,1976)

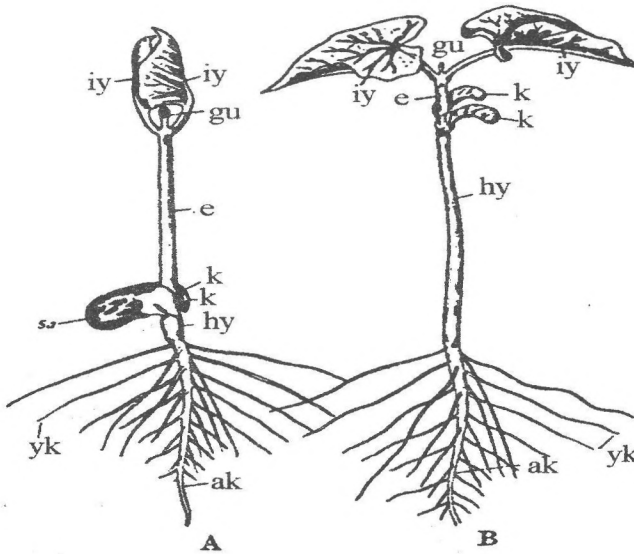
tohumun dışına taşarlar, bu olay **çimlenme** dir. Sonuçta da genç bitkicik yani fide oluşur. Bu esnada kök daima toprağa doğru (yeryüzünün merkezine doğru), gövde ise aksi yönde (havaya doğru) gelişir (jeotropizma). Gelişme ilerledikçe hücrelerdeki değişim artar ve organlara özel değişmez dokular ortaya çıkar yani bitki erginleşir. Bu safha vejetatif gelişme (gametofit) safhasıdır. Erginleşen bitkide generatif (sporofit) devre yani üreme devresi ortaya çıkar. Bazı meristemler vejetatif organ yerine jeneratif organ oluşturur. Tohumlu bitkilerde bu yapı çiçektir. Çiçekte koruyucu yapraklar ve erkek ve dişi eşey organları vardır. Dişi organda yarım kromozom takımlı yumurta hücresi ve erkek organda da yine yarım kromozom takımlı sperm hücresi oluşturulur. Tozlaşma sonucunda yani spermi taşıyan polen tanelerinin, içinde yumurta hücresi bulunan dişi organa ulaşması ile, yumurta ve sperm hücreleri birleşir ve tam kromozom takımlı ilk hücre yani zigot oluşur. Bu da dişi organ içinde peş peşe birçok bölünmeler geçirir ve değişime uğrayan hücrelerle embrioyu oluşturur. Bu esnada dişi organ ve kısmen civarındaki dokular da tohuma dönüşürler. Böylece bitkinin hayat devri tamamlanmış olur (şekil 1). Bazı bitkiler bir yıllık dört mevsim içinde hayat devirlerini tamamlar ve ölürlər, nesillerini tohumları ile sürdürürler. Bunlara **annual bitki** veya **tek yıllık bitki** denir. Bazı bitkiler ise vejetatif organları ile çok yıllık hayat sürerler yalnız belirli mevsim ve yıllarda çiçek açıp tohum üretir ve çoğalırlar. Bunlara da **perennial bitkiler** veya **çok yıllık bitkiler** deriz.

GÖVDE

Yaprak ve üreme organlarını taşıyan, genellikle toprak üstünde bulunan bitki eksenine gövde denir. Embriyoda kotiledonların ortasında veya kotiledonun yanında bulunan ilk tepe tomurcuğu, plumulanın sürmesi ile oluşmaya başlar. Gimnospermlerde kotiledonlar çok sayıdadır ve çimlenme ile toprağın dışına çıkarlar ve fotosentezle ototrof beslenmeyi sağlarlar. Angiospermlerin bir grubunda iki adet kotiledon vardır, bunlara **dikotiledonlar** (şekil 2), bir grubunda da tek kotiledon vardır, bunlara da **monokotiledonlar** denir. Bu gruplarda kotiledonlar çimlenme sırasında toprak altında kalır veya toprak üstüne çıkar. Kotiledonlar çimlenme sırasında toprak altında kalıyorsa **hipogeik çenekler**, toprak üstüne çıkıyorlarsa **epigeik çenekler** diye adlandırılırlar (şekil 3). Genç bitkicikte oluşan ilk yapraklarla kotiledonlar arasında kalan gövdeye **epikotil** denir.



Şekil 2. Dikotiledon embriyosu, A. tohumun içinde, B-B'. çimlenmiş tohumda, tk- tohum kabuğu, e- embriyo, k- kotiledonlar, p- plumula, r- radikula, hy- hipokotil. (Troll,1948 den değiştirilerek)



Şekil 3. *Phaseolus coccineus* 'ta hipogeik (A) ve *P. vulgaris* 'te epigeik (B) çenekler. tk- tohum kabuğu, k- kotiledon, ep- epikotil, iy- ilk yapraklar, gu- gövde ucu, hy- hipokotil, ak- anakök, yk- yankök.(Rauh, 1950)

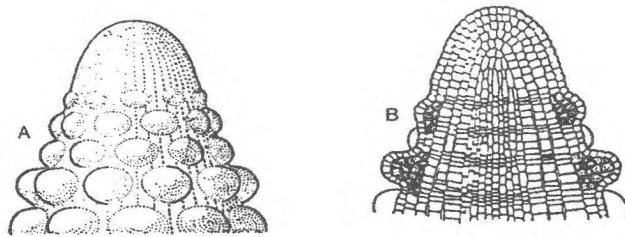
Plumuladan itibaren bölünme özelliğini kaybetmeyen, gövde ucundan yani primer meristemlerden oluşan dokuların tümü gövdenin primer yapısını oluşturur. Daha ileriki safhalarda ortaya çıkan kambiyumun verdiği dokular ise sekonder yapıyı oluştururlar.

Gövdenin iç yapısı (gövdenin anatomisi):

Gövdeyi oluşturan dokuların mikroskopik yapıları bu başlık altında incelenir.

Gövdenin primer yapısı:

Gövdenin primer yapısı, tepedeki protoderm, primer meristem ve temel meristem dokularından gelişen hücrelerden oluşur. Dalın en ucundaki 0-0.02 mm lik bölge embriyonal bölgedir(şekil 4). Bunun altındaki 0.02-0.04 mm lik bölge embriyonal bölgede oluşup, geride kalan hücrelerin farklılaştıkları bölgedir. Bundan sonra prokambiyum ve floem başlangıçlarının olduğu bölge görülür. Uçtan uzaklaştıkça değişime uğramış hücrelerden oluşan ksilem başlangıçları, daha sonra da destek doku başlangıçları görülür. Bu başlangıçların altında ise artık tam oluşmuş primer yapıdaki gövde vardır. Tek yıllık bitkilerde tüm gövde boyunca, çok yıllık bitkilerde ise, gövde ucunda türlere göre değişmek şartı ile 0.04 mm ila 25 mm lik bölgede, daha doğrusu enine genişlemenin başladığı bölgeye kadar primer yapı görülür.



Şekil 4. Tepe ucunda embriyonal bölge ve yaprak başlağıları A- tepe ucunun dış görünüşü, B- boyuna kesitte tepe ucu.(Strasburger,1971)

Gövde üzerinde yaprak veya yaprakları olduğu kısımlara **düğüm (nod)**, bunlar arasında kalan gövde kısımlarına ise **düğüm arası (internod)** denir. Düğüm arası bölgelerin uzunlukları türlere göre değişiklikler gösterir. Bazı bitkilerde düğüm

arası bölgeleri, normal kabul edilecek uzunlukta iken, rozet şekilli bitkilerde (*Cichorium*, *Taraxacum*) yok denecek kadar kısalmıştır. Düğüm ve düğüm arası bölgelerden alınca enine kesitler histolojik bakımdan farklı görüntüdedir. Primer ve sekonder yapı, düğümler arasındaki bölgelerden alınan kesitlerde incelenir. Tamamen oluşmuş primer yapıları bir gövdeden enine kesit alırsak şu dokuları görürüz (şekil 5);

Epidermis:

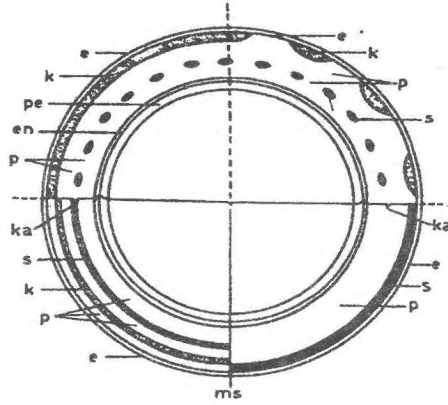
En dışta bitkiyi koruyan bir sıra hücreden oluşmuş epidermis bulunur. Bazı bitki türlerinde epidermiste canlı veya ölü tüyler, emergensler, stomalar, idioblastlar, üstünde ise kütin mantar, mum tabakası v.s. bulunur.

Korteks:

Epidermis ile merkezi silindir arasında silindir şeklinde yer alan, yapısı bitkilere göre değişen çok sıralı özek doku hücrelerinden oluşmuş korteks (kabuk) kısmı vardır. Kortekste, iletim demetleri görülmez. Fakat bazı monokotiledonlarda olduğu gibi iletim demetleri hemen epidermisin altında görülür. Bu tip gövdelerde korteks yoktur. Korteks çoğunlukla renksiz, bir kaç sıra veya daha çok sıralı parenkima hücrelerinden yapılmıştır. Bazen toprak dışında bulunan gövdelerde, korteksin dış tabakasındaki hücrelerde kloroplast bulunur. Kortekste parankima hücreleri daha çok besin depo etme ödevini görürler. Bu durum özellikle toprak altı gövde korteksi hücrelerinde görülür. Kortekste salgı hücreleri de vardır. Gövde gerek yaprak ve dalların ağırlığına, gerekse hava hareketleri v.b dış etkenlere maruz kaldığı için destek amacı ile kortekste şerit, tabaka ve gruplar halinde kollenkima ve sklerankima hücreleri ihtiva eder. Bu destek doku grup veya tabakaları, hemen epidermanın altında olabildiği gibi korteksin iç kısımlarında da bulunur.

Korteksin en iç kısmında pek çok gövdede kolayca ayırdedilemeyen merkezi silindirle arasında bir sınır oluşturan **endodermis tabakası** vardır Bu tabaka toprak altı gövdelerinde ve su bitkilerinin gövdelerinde daha açık görülebilir. Bu tabaka hücre arası boşluğu bulunmayan bir sıra canlı hücreden oluşur. Endodermis hücrelerinin çeperlerinde lignin, süberin gibi maddeler şerit ve tabaka şeklinde birikim yapabilir. Bu birikimlere **kaspari şeridi (casparian strips)** denir. Özellikle dikotiledonların toprak üstü gövdelerinde bu hücrelerde büyük ve çok miktarda nişasta taneleri bulunduğundan nişasta tabakası da denir. Bu nişasta tabakası dahil epidermise kadar olan dış bölgeye

korteks denir. Bu nişasta tabakasının iç kısmından merkeze kadar olan kısımda merkezi silindir kısmı denir.



Şekil 5. Dört farklı tipte gövdenin primer yapısı. e-epidermis, k-kollenkima, p-parenkima, s-sklerankima, en-endodermis, pe-periskl, ms-merkezi silindir, ka-kabuk (korteks) (Yakar-Tan ve Bilge,1976)

Merkezi silindir:

Korteksin en son tabakası olan endodermisin altında merkezi silindirin en dış tabakası olan **periskl** bulunur. Periskl bir veya birkaç sıra hücre tabakasından oluşur. Bu hücreler sklerenkimatik olabilir, Örn: kabak (*Cucurbita pepo*) gövdesinde görüldüğü gibi.

Merkezi silindirin en önemli oluşumu yapraklarla kök arasındaki iki yönlü iletimi sağlayan **iletim demetleridir**.

İletim demetlerinin elemanları ve tipleri : İletim demetleri floem ve ksilem adı verilen iki farklı hücre grubundan oluşur (tablo I). Floemde iletimi sağlayan elekli boru hücreleri ve yardımcı hücreler olarak arkadaş hücreleri, parenkima ve sklerankima hücreleri vardır. Ksilemde ise iletimi trakeid ve trake hücreleri yani boru hücreleri sağlar ve demetin bu kısmında yardımcı parenkima ve sklerankima hücreleri bulunur.

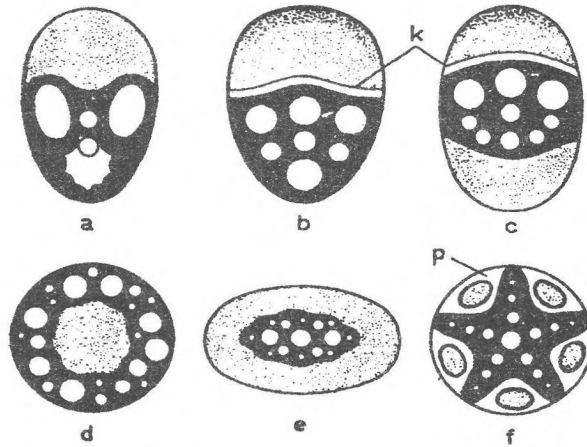
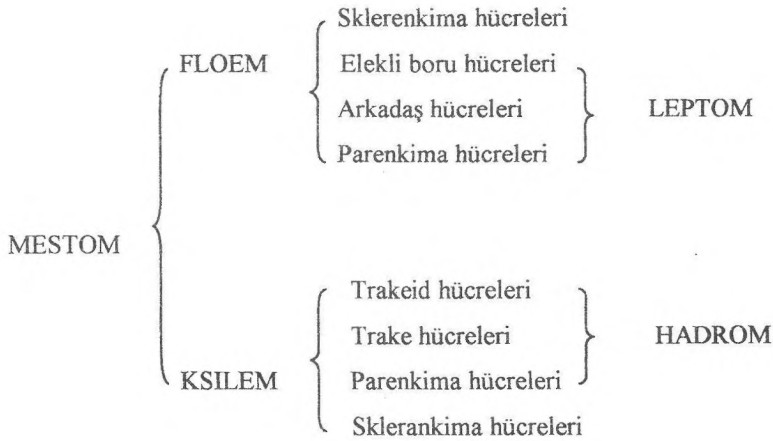
Ksilem ve floemi oluşturan hücrelerin gövdede çeşitli şekillerde gruplaşmaları ile iletim demeti tipleri ortaya çıkar;

A- Konsentrik iletim demeti: Demette ksilem ve floem bir birini saran halkalar şeklinde yer alırlar. İçte ksilem, dışta bunu halka şeklinde saran floem varsa bu demete **hadrosentrik demet** (şekil 6-e), tersine içte floem var ve bunu ksilem halka şeklinde sarıyorsa bu demete de **leptosentrik demet** denir (şekil 6-d). Pteridofitlerde (Eğreltilerde) hadrosentrik, bazı toprak altı gövdelerinde ve bazı monokotiledon türlerinde leptosentrik demetler görülür.

B- Radyal iletim demeti: Ksilemler kollar halinde olup gövde çapı yönünde sıranmışlardır. Floemler bunların arasında yer alırlar (şekil 6-f). Bu tip demeti özellikle köklerin primer yapısında ve *Lycopodium* (kibrit otu) gövdelerinde görürüz.

C- Kollateral iletim demetleri: Demetlerde ksilemle floem üst üste bulunurlar. Genel tipte ksilem içte floem dışta yer alır. Tohumlu bitkilerin gövde primer

Tablo I. İletim demetlerini oluşturan hücreler



Şekil 6. Primer yapıda iletim demeti tipleri. a- kapalı kollateral i.d. b- açık kollateral i.d. c- açık bikollateral i.d. d- leptosentrik i.d. e- hadrosentrik i.d. f- radyal i.d. (floemler noktalı, ksilemler siyah, k- kambiyum, p- parenkima). (Yakar-Tan ve Bilge, 1976)

yapısında bu tip demetler bulunur. Floemin dışta, ksilemin içte olduğu demet tipine **kapalı kollateral iletim demeti** denir (şekil 6-a). Bu demet tipi monokotiledon grubunda görülür. Floemle ksilem arasında, demet içinde kambiyum bulunursa, bu tip demete **açık kollateral iletim demeti** denir (şekil 6-b). Tek yıllık otsu dikotiledonlarda, ve çok yıllık dikotiledonların primer yapısında görülür. Cucurbitaceae familyasındaki bitkilerde (*Cucurbita pepo*, *Bryonia* sp.) ve Zakkumun (*Nerium* sp.) primer yapısında görülen özel tipteki iletim demetinde açık kollateral demetin ksileminin altında ikinci bir floem daha vardır. Bu tipe de **açık bikollateral iletim demeti** denir (şekil 6-c).

İletim sistemi filogenetik problemlerin çözümünde önemli rol oynar. Dolayısı ile ister fosil olsun ister yaşayan olsun bütün bitkilerde detaylı olarak incelenmiştir. Van Tieghem ve Douliot (1886) tarafından bitki gövdesinin yapısının izahı için “**stellar teori**” ileri sürülmüştür. Bu teori bir çok araştırmacı ve özellikle Tracheophyta’nın anatomisi üzerinde çalışan araştırmacılar tarafından çok daha geliştirilmiştir. Bu teoriye göre, temel anatomik yapı bakımından kök ve gövde birbirlerine çok benzerler. Her ikisinde de merkezde bulunan ve **stele** adı verilen yapı, korteks adı verilen yapı tarafından çevrilir. Stelenin en dışında yani korteksle arasında periskl hücre tabakası bulunur. Bunun içinde iletim demetleri ve en ortada öz bölgesi bulunur. İster tipik ve isterse anormal olsun, bir çok bitkide gövdenin yapısında, merkezi silindirde veya kortekste yer alan iletim demeti vardır. Merkezi silindirde iletim demeti bulunan familyalar daha çoktur. Dikotiledon familyalarının çoğunda merkezi silindirde iletim demetleri görülür (örn: *Amaranthaceae*, *Chenopodiaceae*, *Orobanchaceae*, *Berberidaceae*, *Cucurbitaceae*, vb.). Kortekste iletim demetlerine daha az rastlanır (örn: *Melastomaceae*, *Proteaceae*, *Araliaceae* ve *Calycanthaceae*).

Bitkilerdeki iletim demeti veya demetleri ve bunlarla ilişkili dokuların oluşturduğu sisteme, kısaca merkezi silindire **stele** denir.

Stele tipleri: Primer iletim demetlerinin dizilişi ve düzenleri, türler hatta aynı türün fertleri arasında farklılıklar gösterebilir. Bu yapı evolüsyon sırasında kazanılmış bir karakterdir. Her bitki türünde kök ve tepe ucunun altında, farklılaşma bölgesinde oluşan demetler, türün fenotipine göre dizilirler. Tohumlu bitkilerde steleyi iki esas tipe ayırılır (Smith, 1950; Foster and Gifford, 1959: ve diğerleri).

1- Prostele: Ksilemden yapılmış katı bir merkez ve onu çeviren floemden oluşmuştur.

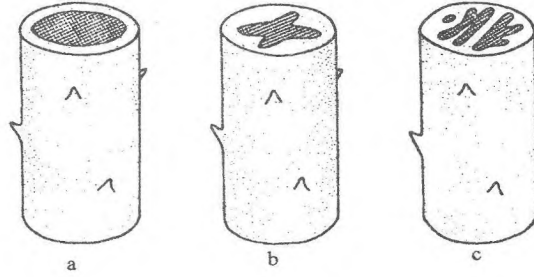
2- Sifenostele: Ortada öz bulunur, özü silindir şeklinde katı bir ksilem ve onuda yine halka şeklinde floem çevirir.

Ontogenetik ve filogenetik olarak prostele daha ilkindir ve sifenostelenin, prostelede evrimleştiği tahmin edilmektedir. Prostelenin üç tipi vardır (şekil 7).

I-Haplostele; en basit tip olup, ksilem ortada düzgün bir silindir şeklindedir. *Rhynia* ve *Selaginella*’ da görülür.

II-Aktinostele; Ksilem ortada yıldız şeklindedir. *Psilotum*’da görülür.

III-Plektostele; Ksilem boyuna bölünmelere uğramış olduğundan ortada parçalı olarak görülür. *Lycopodium*’ da görülür. Örneklerden de anlaşılacağı gibi prostele tiplerini Lycopside’nin (ilkel pteridophytlerde) türlerinde görmekteyiz.



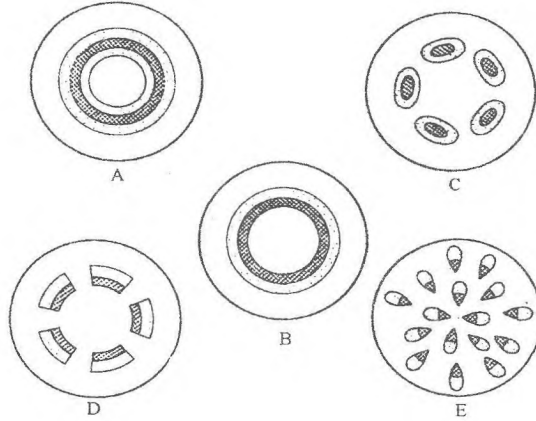
Şekil 7. Prostele tipleri; a- haplostele, b- aktinostele, c- plektostele. (Fahn, 1974)

Sifenosteleyi, ksilemin durumuna göre ikiye ayırırız (şekil 8);

I. Ektofiloik sifenostele; Ksilem halka şeklindedir ve floem onu dıştan çevirir.

II.Amfifiloik sifenostele; Halka şeklindeki ksilemi, floem yine halkalar şeklinde hem dıştan hemde içten çevirir. Endodermis de bu iletim sistemini dıştan ve içten çevirerek öz ve korteks dokularından ayırır. *Adiantum* ve *Marsilea* bitkilerinde bu tip iletim sistemi görülür. Sifenosteleda iletim demetleri ağ gibi birbirleri ile bağlantı yaparak merkezi silindirde, kökten tepeye kesintisiz bir yapı oluştururlar (şekil 9). Sifenostelenin çok daha gelişmiş tiplerinde, enine kesitte primer yapıdaki iletim demetleri halka şeklinde dizilmiş ayrı ayrı demetler şeklinde görülürler. Demetler arasındaki bölgeler parankimatik hücrelerle doldurulmuştur. Bu parankimatik yapılar yaprağa ayrılan damar demetlerinin üstündeki ana demetin içinde yer alırlar ve bu bölgelere yaprak boşluğu ve yaprak izi denir (şekil 10). Amfifiloik sifenosteleda

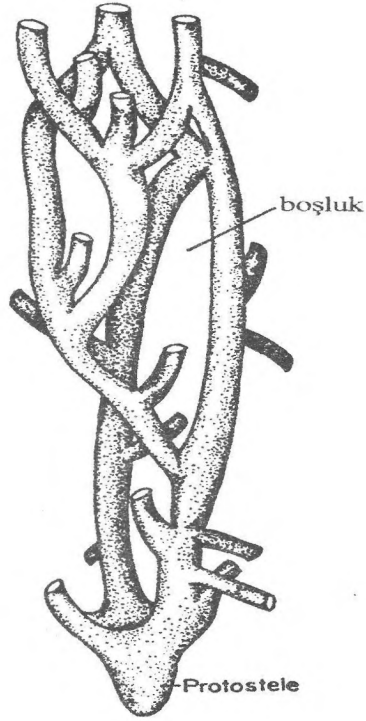
yaprak boşlukları arası fazla açık olduğundan halkalar tam görülebilir. Bu görünüşte olan amfifiloik sifenosteleye **solenoste** de denir (şekil 8-A). Şayet amfifiloik sifenosteleda yaprak izleri birbirlerine yakın olursa, enine kesitte damarları demetler şeklinde görürüz. Bu tip steleye **diktiyoste** denir (şekil 8-C). Bu durumda damar demetleri silindirik bir ağ oluşturacak şekilde birbirleri ile temastadırlar (şekil 9) ve her demet, ortada ksilem ve onu saran floemden oluşmuştur, yani konsentrik yapıdadır.



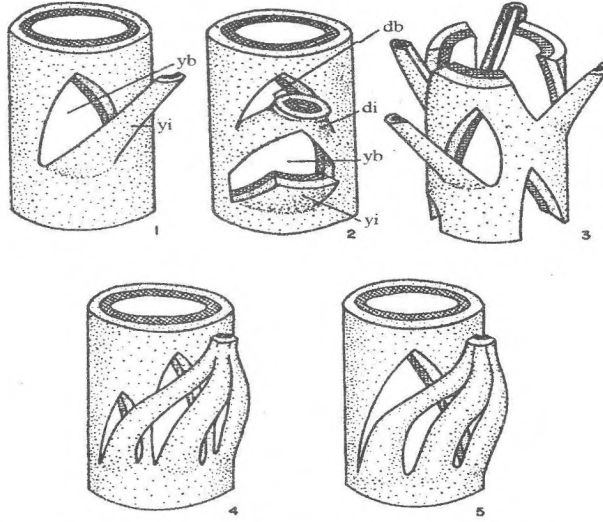
Şekil 8. Enine kesitte sifenoste tipleri; A- amfifiloik sifenoste (solenoste), B- ektofiloik sifenoste, C- diktiyoste, D- östele, E- ataktoste. Ksilemler- kareli; Floemler- noktalı. (Fahn,1974)

Bu tip demetlerin görüldüğü steleye **meriste** denir. Kollateral demetler taşıyan östele, ektofiloik sifenostelenin evrimini ile oluşmuştur (şekil 8-D). Gelişmiş dikotiledon familyalarında görülen açık bikollateral damar demetlerinde böyle bir durum söz konusu değildir. Bu demetler özel bir gelişimle oluşmuşlardır. Diktiyosteleda olduğu gibi östeleda da demetler içten birbirleri ile bağlantılı olup gövdede ağımsı bir yapı oluştururlar. Monokotiledonlarda görülen, dağınık damar demetlerinden oluşmuş steleye, **ataktoste** denir (şekil 8- E).

Düğümün anatomisi: Angiospermlerde, özellikle dikotiledonlarda, primer merkezi silindir yani düğüm arası bölgeleri (inter nod), yapraklara ayrılan birkaç damar demetinin bulunduğu düğüm bölgelerinde (nod) birbirleri ile birleşirler. Burada görülen ve her yaprak için oluşan boşluklar, boşluk sayısına göre **unilaküner** (şekil 10-1), **trilaküner** (şekil 10- 4) ve **multilaküner** diye adlandırılırlar. Düğümün



Şekil 9. Gövdede iletim demet ağının üç boyutlu görünüşü. (Fahn, 1974)



Şekil 10. Sifenosteleda yaprak , yandal boşlukları ve izleri. 1- tek yandal izli unilaküner düğüm, 2- yaprak ve yandal boşluk ve izleri bir arada olan unilaküner düğüm, 3- birbiri üstüne gelen boşluklardan dolayı gövdede oluşan ağımsı yapı, 4- üç yaprak boşluklu trilaküner düğüm, 5- üç yaprak boşluklu unilaküner düğüm. yb- yaprak boşluğu, yi- yaprak izi, db, dal boşluğu, di- dal izi. (Fahn, 1974)

anatomik yapısı sistematikte gövde, yaprak ve çiçek karşılaştırmalı morfolojilerinde anahtar durumdadır. Önceleri angiospermelerde trilaküner nodlu bitkilerin, unilaküner nodlu bitkilere nazaran daha ilkel oldukları ileri sürülmüştür (Sinnott, 1914). Daha sonra gymnosperm ve angiosperm nodları üzerinde yapılan çalışmalarda bu görüşün doğru olmadığı ortaya çıkmıştır. Bir çok araştırmacı, pteridophytada bir çok türde, Cordiales'te, Bennettiales'te, *Ginkgo*, *Ephedra* da gövdeden ayrılan yaprakların unilaküner boşluklar yaptıklarını göstermişlerdir. Benzer şekilde dikotiledonlarda da iki yaprak izli unilaküner nodlar gözlenmiştir. Bu bilgilerin ışığında şu sonuçlar ortaya çıkmaktadır; (1) Ranales'in birçok türünde unilaküner düğüm ikelliğin işaretidir ve Pteropsida'nın ilkel gruplarında bu yapının görülmesi, evrimle değişim olduğunu göstermektedir, (2) diğer bazı dikotiledon türlerinde, örneğin; Leguminosae, Anacardiaceae ve diğer familyaların türlerinde görülen unilaküner düğüm, trilaküner düğümün indirgenmesi ile oluşmuştur, (3) Epacridaceae, Chloranthaceae gibi bazı dikotiledon familyalarında, evrim sırasında unilaküner düğümden, trilaküner düğüme dönüşüm olduğunu gösteren işaretler vardır.

Primer gövde boyunca seyreden iletim demetlerinde düğümlerde ve düğüm aralarında anatomik yapı bakımından farklılaşma görülür. Düğümlerde iletim demetleri, yapraklara ve yan dallara ayrılan demetlerden dolayı daha kompleks yapıdadır. Bazı otsu bitkilerde dikine seyreden iletim demetleri enine seyredenlerle düğümlerde birleşirler. Dolayısı ile iletim demetlerinin histolojik yapısı düğümlerde değişime uğrar. Hücre boyları aynı demetin düğüm arası bölgelerinde görülenlerden daha kısadır. Öz değişiklik gösterir. Düğümün öz bölgesinde daha çok kollenkima ve sklerenkima hücreleri görülür. Sekonder yapıya geçmiş gövdelerde bu farklar ortadan kalkar.

Görevinin gereği olarak iletim demeti, kök ucundan, tepe, yandal ve yaprak ucuna kadar kesiksiz olmalıdır. Bazı bitkilerde (İlkel bitkilerde) bir iletim demeti gövdeye özel olup (**Kaulin demet**) doğrudan kökten tepeye uzanır. Bundan farklı olan demetler, yine bundan çıkarak yapraklara ayrılan yaprak demetleridir. Bu demetler oldukça küçük ve basittir. Yaprak demetleri kaulin demetle basit bir şekilde birleşirler.

Pteropsida (eğretiler, gymnosperm ve angiosperm) gövdedeki damar demetlerinden yapraklara ayrılan damar demetleri oldukça gelişmiştir. Gövdedeki demetten ayrılan, yaprak demetinin gövdedeki ayrılma bölgesine **yaprak izi** denir (şekil 10-1). Gymnosperm ve angiosperm de gövdedeki primer iletim sistemi üzerinde yaprak izleri görülür. Gövdedeki demetten ayrılan yaprak izinin hemen üst kısmında ana

demette bir boşluk oluşur. Bunada **yaprak boşluğu** denir. Bu boşluk iletim demetinin devamlılığını bozmaz, alttan ve üstten kapanarak devamlılığı sağlar. Şayet alınan kesitler bu bölgelerden geçerse, kesitte interfaziküler sahalar görülür. Yan tomurcuklardan gelişen yan dallarda da ana eksenden ayrılıp gelen damarlar vardır. Bunlarda gövde üzerinde **yandal izi** ve **yandal boşlukları** bırakırlar (şekil 10-2).

Dikotiledonlarda iletim demetlerinin düzeni: Dikotiledonlarda primer yapıda iletim demetlerinin düzeni ve tipleri türlere göre değişiklikler gösterir. Bu değişiklikler türlerin evrimleri ile ilgilidir. Enine kesitte iletim demeti, gövdenin ortasında tam silindirdir, parçalı silindirdir ve dairesel dizili demetler şeklinde görülür. Evrimle demetler gittikçe inceler, önce halka şeklindeki bu yapıda, ışınal yönde yaprak ve yan dal boşlukları oluşur. Daha sonra tanjantal yönde parçalanmalar ve incelmeler oluşur. Silindirik şeklindeki iletim dokusu, bu şekildeki boyuna bölünmelerle, birçok dikotiledon bitkide görülen, boyuna seyreden düzgün dairesel dizilmiş iletim demetlerini oluşturur.

Gymnospermelerde ve dikotiledonlarda sekonder yapıdaki iletim dokusu birbirinin aynı olup primer yapılarından tamamen farklıdır. Ksilem ortada silindirik şeklindedir ve floemde bu yapıyı yine silindirik şeklinde sarar.

Monokotiledonlarda iletim demetlerinin düzeni: Genel olarak monokotiledonlarda iletim sistemi gövdede temel doku içinde dağınık demetler halindedir. Dikotiledonlarda dağınık demetleri, Nymphaeaceae'nin bir kaç türünde, Ranunculaceae ve Berberidaceae'nin otsu türlerinde görebiliriz.

Palmiyelerde yapılan çalışmalarda (Zimmerman ve Tomlinson 1965, 1966) demetlerin kökten tepeye kadar devamlı olduğu, bunlardan ayrılan kolların yapraklara devam ettiği gösterilmiştir. Boyuna seyreden bu damar demetleri (minor, intermediat ve major demetler) aralıklarla yaprak açıklıkları verirler. Minor demetlerde major demetlere nazaran daha sık damar açıklıkları görülür (şekil 11-a).

Liliales'de iletim sistemi palmiyelerdeki ile aynıdır. Diğer monokotiledonlarda mesela; Dioscoreaceae'de iletim sistemi daha komplike ve palmiyelerden tamamen farklıdır.

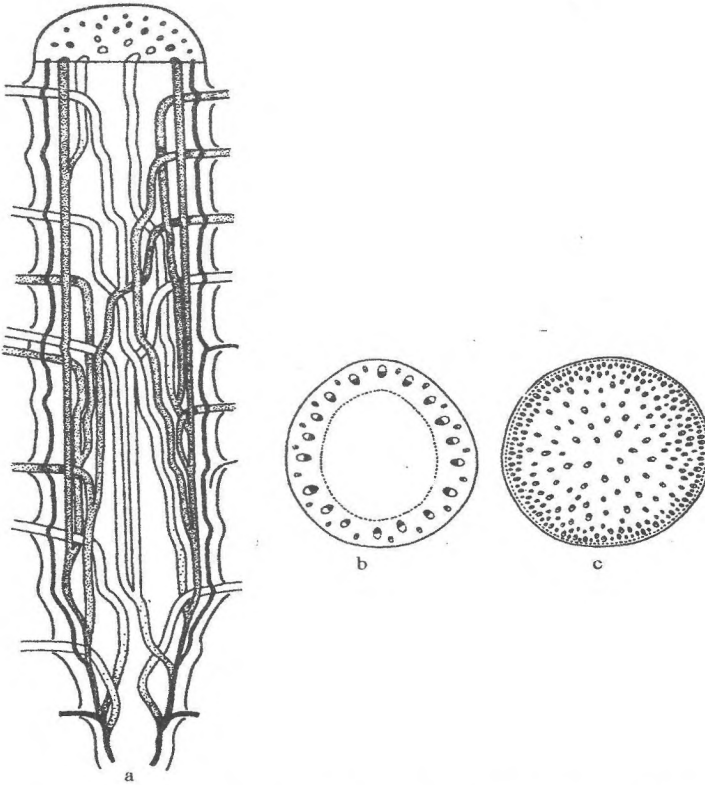
Gramineae'lerde iletim demetleri kapalı kolleteral tipte olup etrafları sklerenkimatik bir hücre tabakası ile çevrilmiştir. Gramineae'lerde iletim demetlerinin dağılımında iki farklı tip vardır;

1.tip: İletim demetleri gövdede iki halka şeklinde dizilidir (şekil 11-b). *Triticum* (buğday), *Hordeum* (arpa), *Oryza* (pirinç) ve *Avena* (çavdar) da görülür.

2.tip Enine kesitte iletim demetleri bütün gövdede dağınık olarak dizilmişlerdir (şekil 11-c). *Sorghum* (darı), *Zea* (mısır) ve *Saccharum* (şekerkamışı) da görülür.

Öz:

Gövdenin merkezinde bulunan ve etrafı iletim demetleri ile çevrili olan dokudur. Uzun süre öz bölgesi **medula** diye adlandırılmıştır. Bundan dolayı, bu bölgenin demetler arasındaki uzantılarına medular ışınlar yani öz ışınları denmektedir. Bazı türlerde öz bölgesinde birbirleri ile zayıf ilişkileri olan ince çeperli parankima hücrelerinden oluşmuş bir doku vardır (*Sambucus*, mürver). Bazı türlerde bu hücrelerin çeperleri lignin birikimi ile kalınlaşmıştır. Ayrıca öz bölgesinde sklereid hücreleride görülebilir (*Hoja*, mum çiçeği). Özde, sklerankima hücrelerine oldukça seyrek rastlanır, olduklarında da özün dış kısmında görülürler ve iletim demetleri ile ilişkilidirler.



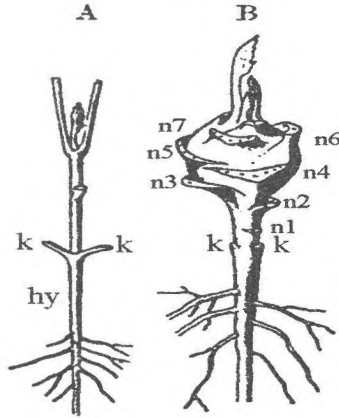
Şekil 11. **a**-Mısır (*Zea mays*) da iletim demetlerinin boyuna görünüşü, **b**- enine kesitte iki sıralı demet dizilişi, **c**- enine kesitte dağınık demet dizilişi. (a Kumazawa, 1961, b,c, Troll, 1948)

Gövde gelişimi sırasında, öz bölgesindeki hücreler erkenden değişime uğrar ve değişmez doku hücrelerine döner. Bu esnada özün dışındaki hücreler meristematik faaliyetlerini sürdürürler ve gövdeyi genişletirler. Sonuçta bu genişlemeye ayak uyduramayan özdeki hücreler parçalanır ve içinde kopan hücrelerin parçaları bulunan gövde ortası boşlukları oluşur. Bu yapıyı otsu tek yıllık bitkilerde (*Cucurbita pepo*, kabak) ve özellikle Gramineae familyası bitkilerinde görürüz.

Özel gövdeler:

Bitkiler yaşadıkları ortamlara uyum sağlamak üzere değişikliklere uğrarlar (adaptasyon). Bunların en önemlileri çöl, tuzcul ve su ortamına uyumdur.

Çöl ve tuzcul çok yıllık bitkilerde gövdede yapraklar Chenopodiaceae'de olduğu gibi çok çok küçülmüştür veya bu bitkiler uzun kurak mevsim başlamadan önce, yapraklarını dökerler. *Artemisia* sp., *Reanmiria* sp., *Gymnocarpos fruticosus* ve *Atriplex* sp.'de dökülen yaprakların yerini kurak mevsimlerde çok küçük ve daha kseromorfik yapraklar alır. Diğer bazı türlerde fotosentez görevini kloroplast ihtiva eden petioller ve genç yeşil gövdeler yapar. Bazı türler kurak mevsimde yan dallarında dökerler ve mevsimi minimum gövde büyüklüğünde geçirirler. Hatta bunların bir kısmında kurak sezonun sonunda bütün gövde kurur ve yağışlı mevsimde yeni bir gövde üretilir.



Şekil 12. Kohlrabi'de (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*) yumru gövde. A- fide, B- olgun bitki, k- kotiledon, hy- hipokotil n1-n7- nod sırası (Rauh,1950)

Çöl bitkilerinin bir kısmında fotosentez görevi gövdenin korteks hücrelerinde yapılır, diğerlerinde bu fotosentetik dokuya ilaveten su depo parankiması dokusunda

gelişmiştir. Çöl bitkilerindeki sukkulent gövde, korteks ve öz bölgesinde oluşan su depo parankimasının sonucudur.

Su ortamına adaptasyonda, suyun güneş ışıklarını engellemesi sonucu gövdede, gölge bitkilerindeki yapıya benzer bir gelişme olur. Su içindeki gövdede kloroplast miktarlarında çoğalma olurken, epidermisin dışındaki kutikular yapı incelir. Gövde içindeki dokularda hücre arası boşluk sistemi gelişir. Hatta hava kanallarına dönüşür.

Depo gövdeler:

Bu tip gövdeler, çok miktarda içleri depo maddeleri ile dolu ilave parankima hücreleri taşıdıklarından dolayı oldukça kalındır. Gövdenin depo organı haline dönmesi primer ve sekonder meristematik faaliyetin sonucunda olur. Genelde bu faaliyet 3. ve 5. nodlar arasında olur ve bitkiye özel şişman gövdeler oluşur (şekil 12). *Hordeum bulbosum*'da, yumru gövde en alt internodda oluşur. Bulb denilen yapı ortaya çıkar. Depo gövdeler aynı zamanda gövde metamorfozlarıdır.

Gövdenin sekonder yapısı:

Tepenin dışında olan ve kalınlaşmayı sağlayan büyümeye sekonder büyüme ve bu esnada meydana gelen dokulara sekonder dokular denir. Bu dokular bitkinin sekonder yapısını oluşturur. Sekonder dokular, sekonder meristemler (kambiyum ve fellojen) tarafından üretilirler. Sekonder meristemlerin meydana getirdikleri dokularla bir kaç metrelik çapa erişen gövdeler vardır. Yan dallar ve köklerde de sekonder yapı görülür.

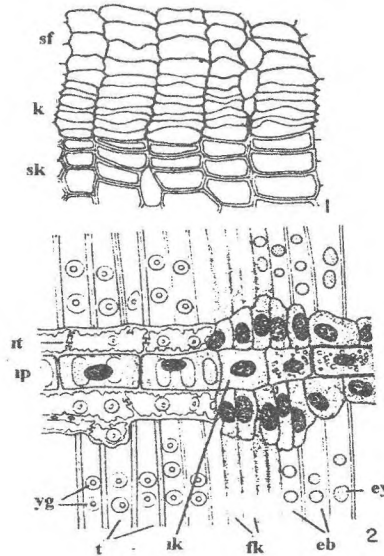
Dikotiledonların ve gymnospermilerin iletim dokularındaki sekonder yapı karakteristiktir. Bazı monokotiledonlardada, iletim dokuları primer yapılarını tamamladıkları halde tekrar gelişim gösterebilirler. Fakat bu bitkilerdeki sekonder olarak faaliyet gösteren kambiyum karakter ve yapı bakımından farklıdır. Fosil olan pteridofit'lerde sekonder yapı var olmasına rağmen, yaşayan türlerinde çok nadirdir. Bazı monokotiledonlarda da belirgin bir gövde kalınlaşması vardır. Örneğin *Palmae* sp. görülen bu tip kalınlaşma primer yapıda olmaktadır ve hiç bir zaman gelişmiş bir dikotil bitkinin çapına erişemez.

Kambiyum:

Kambiyumun ürettiği sekonder dokular dikotiledonlar ve gymnospermiler için karakteristiktir. Kambiyum bir lateral meristemdir. Kabuk (korteks) ile odun (sekonder

ksilem) arasında bulunur ve kök ve gövdede silindir şeklinde yer alır. Hatta kambiyumu sekonder yapı gösteren petiollerde ve yaprak damarlarında bile görürüz.

Dikotiledonlarda ve gymnospermlerde prokambiyumdan meydana gelen iletim demetlerinin içinde (floem-ksilem arasında) meristematik özelliklerini koruyan **demet içi kambiyumu (fasiküler kambiyum)** vardır. Demet içi kambiyumu seviyesinden başlayıp iki demet arasındaki parankimatik hücreler zamanla meristematik özellikler kazanır ve **demet arası kambiyumu (interfasiküler kambiyum)** oluşur ve gövde ile kökü halka gibi saran duruma geçer ve tümü kambiyum adını alır. Buradan da anlaşılacağı gibi kambiyum sekonder karakterli, bir meristematik dokudur. Bu kambiyum üreyerek sekonder floemin ve sekonder ksilemin elemanlarını verir. Büyüme periyodu esnasında değişime uğramamış yeni hücrelerin bulundukları bölgeye kambiyal bölge veya kambiyal zon denir. Enine kesitlerde bu bölgedeki hücreler ışınal olarak üstüste dizilmiş hücreler halinde görülürler. Kambiyumun aktif olduğu zamanda bu bölgede ince çeperli ışınal dizilişte bir çok hücre sırası görüldüğü halde, kambiyumun faal olmadığı zamanda bu bölgede bir veya birkaç sıra hücre görülür. Boyuna kesitte iletim elemanlarını üreten kambiyum hücreleri ince uzun, ışın hücrelerini üretenler ise küçük hücreler şeklinde görülürler (şekil 13).



Şekil 13. Enine (1) ve radyal (2) kesitte kambiyum hücreleri. sf- sekonder floem, sk- sekonder ksilem, k- kambiyum, ip- ışın arenkiması, it- ışın trakeidi, ik- ışın kambiyumu hücreleri, yg- yakalı geçit, t- trakeid, fk- fusiform kambiyum hücreleri, eb- elekli boru hücreleri, ey- elek yüzeyi. (1,Fahn1974, 2, Haberlandt, 1918)

Kambiyal hücre tipleri: Kambiyum bölgesinde boyuna kesitlerde iyi ayırt edilen iki tip hücre görülür (şekil 14).

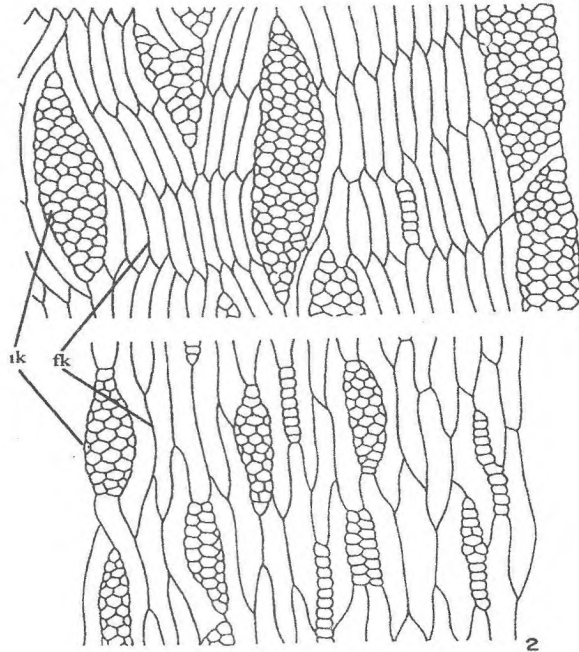
1-Fusiform kambiyum hücreleri: Uçları sivri ince uzun hücrelerdir. Örneğin; *Sequoia sempervirens* de fusiform kambiyum hücrelerinin maksimum uzunluklarının 8.7 mm'ye ulaştığı görülmüştür.

2-Işın (Ray) kambiyum hücreleri: Birinci tipten oldukça kısa ve eşit çok kenarlı hücrelerdir.

Her iki tip hücrede, genç gövdelere nazaran yaşlı gövdelerde boyut bakımından daha büyüktürler. Doku içinde boyuna seyreden trake, trakeid, elekli boru hücreleri, sklerankima ve parankima hücreleri, fusiform kambiyum hücrelerinin bölünmesi ile oluşurlar.

Kambiyum hücreleri yoğun sitoplasmalı, organelleri, çekirdekleri olan, sitoplasmalarında çok miktarda küçük vakuoleri olan, ince sellüloz çeperli hücrelerdir. Hücre çeperlerinde içlerinden plasmodesmatolar geçen geçitler görülür. Yan çeperleri (radial), içe ve dışa bakan (tanjantal) çeperlerinden daha kalındır.

Kambiyum tipleri: Tanjantal kesitte iyi görülen iki tip kambiyum ayırt edilir (şekil 14).

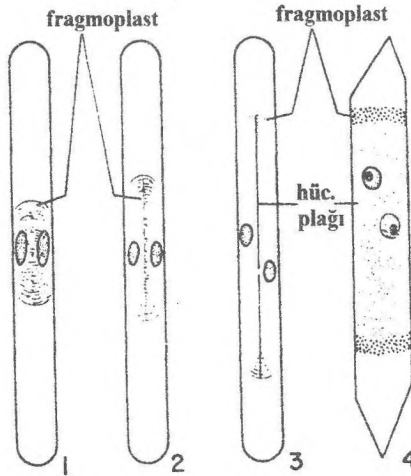


Şekil 14. Tabakalı (1) ve tabakalı (2) olmayan kambiyum. ık- ışın kambiyumu hücreleri, fk- fusiform kambiyum hücreleri. (Fahn,1974).

1-Tabakalı kambiyyum: Fusiform kambiyyum hücreleri uçları aynı hizaya gelecek şekilde sıralanmışlardır. *Tamarix* ve *Robinia* 'da ideal şekli ile görülür.

2-Tabakalı olmayan kambiyyum: Fusiform kambiyyum hücreleri, ince uçları birbirine geçecek şekilde, tabakalanma göstermeden dizilmişlerdir. Bu tip kambiyyum daha çok filogenetik olarak ilkel tiplerde görülür.

Kambiyyumda hücre bölünmesi : Floem ve ksilem, kambiyyum hücrelerinin tanjantal (periklinal) yönde bölünmesi ile oluşurlar. İletim dokusu kambiyyumun iki tarafında yer alır. Ksilem elemanları iç tarafta, floem elemanları dış tarafta yer alırlar. Kambiyyum hücrelerinin bölünmesinde bir sınır yoktur. Bir kambiyyum hücresi bir çok defa bölünebilir. Fakat bir süre sonra bölünen hücre, meristematik kabiliyetini kaybeder ve ksilem veya floem hücresi haline geçer.



Şekil 15. Radyal kesitte kambiyyumda hücre bölünmesi. (Bailey, 1920'den değiştirilerek)

Bölünen kambiyyum hücrelerinde, kromozomlar kutuplarda toplandıktan sonra teşekkül eden fragmoplastlar, hücrenin uzun eksenini boyunca hareket ederek yeni hücre zarını teşekkül ettirirler (şekil 15). Bu sebeple kambiyyum hücrelerinin bölünme süreleri uzundur. Örneğin; Conifer'lerde kambiyyum hücreleri her 4-6 günde bir bölündükleri halde, apikal meristem hücrelerinin her 8-18 saatte bir bölündüğü tespit edilmiştir.

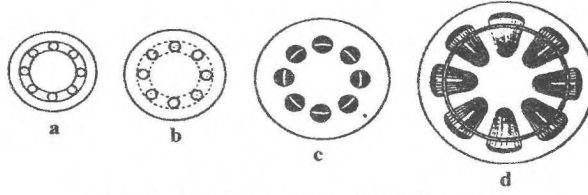
Mevsimsel kambiyal aktivite: Kambiyum aktivitesinde belli periyodlarda, şiddet bakımından farklılıklar görülür. Bu farklılıklar iç ve dış faktörlerden ileri gelir. Bazı bitkiler hayatları boyunca kesintisiz kambiyal aktivite gösterirler. Kambiyum hücreleri bu süre boyunca devamlı bölünürler. Bu tip aktiviteyi tropik bölgelerde yetişen bitkilerde görürüz. Fakat bütün tropik bitkiler bu tip aktiviteye sahip değildir. Örneğin; Hindistan'ın tropik yağmur ormanlarındaki bitkilerin %75'i, Amazon'un tropik yağmur ormanlarındaki bitkilerin %43'ü ve Malezya ormanlarındaki bitkilerin %15' i devamlı büyüyen bitkilerdir.

Ilıman bölgelerdeki bitkilerde, kambiyum aktivitesi elverişli olmayan şartlarda durur. Bu durum sonbaharda, ekseriyetle yazın sonunda başlar ve ilkbahara kadar devam eder. İlkbaharda kambiyum tekrar aktif duruma geçer. Kambiyumun aktif duruma geçtiği şu şekilde anlaşılır: 1. Kambiyum hücreleri enine şişerler. 2. Hücrelerde bölünmeler görülür. Bu sırada kambiyum hücrelerinin radyal çeperleri oldukça incelmıştır. Bu sebeple ilkbaharda, kabuk kambiyum bölgesinden koparak kolayca sıyrılır. Bu sıyrılma daha sonrada görülür, fakat sıyrılma ksilem bölgesinden olur. Çünkü yeni teşekkül eden ksilem hücrelerinin çeperleri daha kalınlaşmamıştır.

Gövdede sekonder kalınlaşma: Primer yapıdaki gövde enine kalınlaşacağı zaman önce demet içi kambiyumu faaliyete geçer. Sonra da demet arasındaki parankima hücreleri üreme kabiliyeti kazanarak kambiyum hücrelerine dönüşür. Böylece gövdeyi saran halka haline geçen kambiyum üreyerek sekonder kalınlaşmayı sağlar. Bu halka kambiyum üreyerek dışa floemi içe ksilemi verir. Halka kambiyum teşekkülü ve sekonder kalınlaşmanın başlaması üç tipte olur:

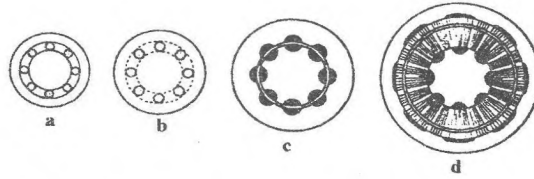
1- *Aristolochia* (lohusaotu) tipi gövde kalınlaşması: Bazı otsu bitkilerde kambiyum üretmesi sadece demet içinde bulunan kambiyumda olur. Demet arası kambiyumu daha sonraları demet içi kambiyumundan başlayarak tamamlanır (şekil 16). Primer öz kolları merkeze kadar ulaşırken, sekonder öz kolları merkeze kadar ulaşmaz. Gövdenin sekonder yapısı geniş özışınları ile birbirinden ayrılmış parçalı olarak görülür. Örnek; *Aristolochia* (lohusa otu) ve *Vitis* (asma) gövdeleri.

2-*Helianthus-Ricinus* (ayçiçeği-hintyağı) tipi gövde kalınlaşması: Önce demet içi kambiyumu üretir. Kısa bir süre sonra demet arası kambiyumu teşekkül eder ve kambiyum gövdede halka halini alır. Eski demetler gittikçe genişleyerek bir çoğalma gösterirken, bunların arasında yer yer yeni demetler meydana gelir (şekil 17).



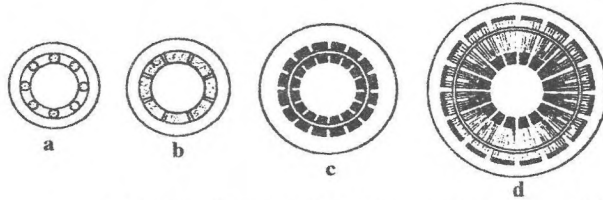
Şekil 16. *Aristolochia* tipi gövde kalınlaşması.

Primer yapıda parçalı görülen gövde, tam gelişmiş sekonder yapıda devamlı bir silindir şeklindedir. Örnek; *Helianthus* (ayçiçeği), *Ricinus* (hintyağı), *Sambucus* (mürver), *Salix* (söğüt), *Prunus* (kayısı).



Şekil 17. *Helianthus-Ricinus* tipi gövde kalınlaşması

3-Tilia (ıhlamur) tipi gövde kalınlaşması: Keten ve özellikle ağaçlar gibi çok yıllık bitkilerde görülür. Gövde daha genç devrede iken kambiyum gövdeyi halka şeklinde sarar. İnterfasikular bölgeler çok daralmıştır, bu sebeple sekonder kalınlaşma başlarken, tüm gövdede ksilem ve floem gelişmesi olur (şekil 18). Primer öz ışınları merkeze ulaştığı halde sonradan meydana gelen sekonder öz ışınları merkeze ulaşmaz. Örnek; *Tilia* (ıhlamur), *Nicotiana* (tütün), *Veronica*, *Syringa* (leylak), *Linum* (keten).

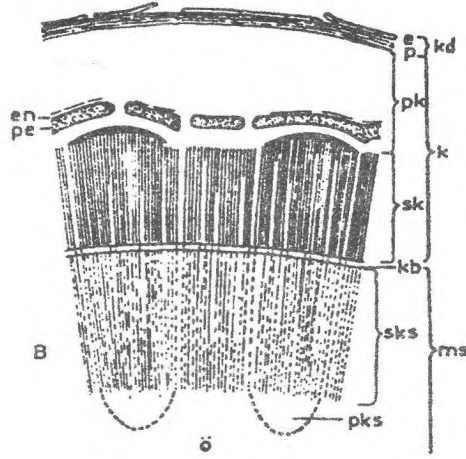


Şekil 18. *Tilia* tipi gövde kalınlaşması. (Strasburger,1971)

Gövdenin sekonder yapısı:

Sekonder yapı gösteren gövdeden enine kesit alınırsa, primer yapıda olduğu gibi, koruyucu doku (mantar), korteks (kabuk) ve merkezi silindir kısımları görülür

(şekil 19). Yanlış burada kortekse sekonder floem dahildir. Merkezi silindir ise kambiyumdan daha içte olan kısımdır.



Şekil 19. Gövdenin sekonder yapısı şematik. e, epidermis artığı, p, periderm, kd, koruyucu doku, k, korteks, en, endodermis, pe, periskl, sk, sekonder korteks, kb, kambiyum, sks, sekonder ksilem, pks, primer ksilem, ö, öz, ms, merkezi silindir. (Yakar-Tan ve Bilge, 1976)

Koruyucu doku (Periderma):

Kambiyum dışındaki primer dokular (primer korteks), kambiyum faaliyeti sonucu meydana gelen dokular tarafından dışa doğru itilir ve bu genişleme sonucu epidermis parçalanır. Sekonder yapıda epiderminin yerini mantarlaşmış çeperli hücrelerin oluşturduğu doku yani periderma alır.

Korteks (Kabuk):

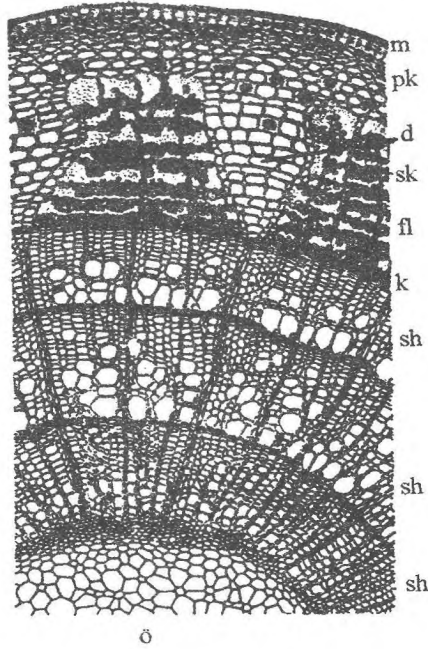
Primer yapıdaki korteksle sekonder yapıdaki korteks birbirinden farklıdır. Sekonder yapıda korteks kambiyumla, periderm arasında kalan kısımdır ve ikiye ayrılır:

1-Primer korteks: Primer dokuların tümüdür. Bunlar dıştan içeri doğru, primer korteks, primer floem, endodermis ve periskldır. Gövdenin kalınlaşması sırasında, her seferde daha iç tabakalarda oluşan peridermden dolayı, yaşlı gövdelerde primer korteks tamamen yok olur ve görülmez.

2- Sekonder korteks : Kambiyumun dışarı doğru verdiği sekonder floemdir. Sekonder yapıda, primer yapıdaki endodermis ve periskl kopmuş parçalar halindedir. Parçalanmış bu kısımların arasında kalan hücreler bölünerek, bazı bitkilerde sklerankima hücrelerine döner ve böylece gövdeyi çeviren sklerenkima halkası oluşur.

Primer floem, etrafındaki dokular tarafından ezildiği için iz halinde kalır veya hiç görülmeyebilir. Farklılaşmış (sklerankimatik) periskl yoksa, primer ve sekonder korteks birbirinden ayırd edilemez.

Sekonder kortekste, elekli boru hücreleri, arkadaş hücreleri, floem parankiması ve sklerankiması hücreleri vardır. Salgı hücreleri ve reçine kanalları da bulunabilir. Sekonder kortekste, odunda görebileceğimiz sene halkalarına rastlanmaz. *Tilia*'da görüldüğü gibi sklerankima demetleri ardışık sıralanmalar gösterirlerse de bu sene halkası değildir (şekil 20). Genellikle sekonder kortekste öz kollarına rastlanır. Bu öz kollarının hücreleri, canlı parankima hücreleridir. Bunların görevi gövdenin radyal yönde beslenmesi için gerekli madde iletmektir. Kortekste bazı öz ışınları genişleyerek kabukta son bulur. Bunlara **dilatasyon** denir. Yine kortekste, besin maddeleri depo edildiği gibi, çeşitli salgı hücre ve dokuları vardır.



Şekil 20. Üç yıllık *Tilia cordata* (ıhlamur) gövdesinin enine kesiti. m- mantar tabakası, pk- primer korteks, sk- sklerankima, fl- floem, d- dilatasyon, k- kambiyum, sh- sene halkası , ö- öz.(Kny. Tablosundan)

Merkezi silindir :

Kambiyumdan merkeze kadar olan kısımdır. Kambiyum faaliyeti ile içeri doğru meydana gelen sekonder ksileme odun da denir. Primer ksilem merkezde iz halinde kalır. Sekonder ksilemde, trake, trakeid, parankima ve sklerankima hücreleri

vardır. Parankima hücreleri genellikle öz ışınlarını oluştururlar. Sekonder kalınlaşma ve odun oluşumu gimnospermiler ve angiospermilerle, dikotiledonlarda görülür. Monokotiledonlarda normal sekonder kalınlaşma görülmez.

Gimnosperm odunu :

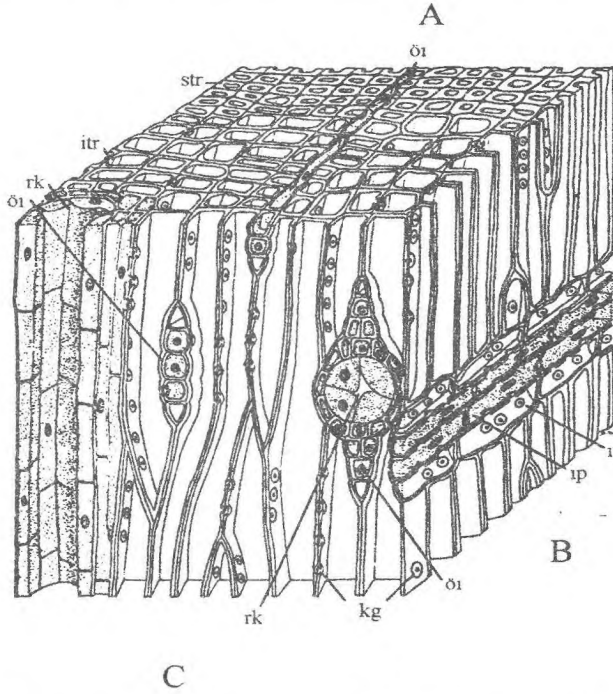
Genellikle tipik kenarlı geçit taşıyan trakeidlerle az sayıda parankima hücresinden yapılmıştır. Trakeidler kambiyumda meydana geldikleri radyal sıralanmayı muhafaza ederler. Yani görünüşleri düzenlidir (şekil 21). Bu trakeidlerin çeperlerindeki kenarlı geçitler oldukça büyüktür ve sadece radyal çeperlerde bulunur. *Pinus* (çam) odununda parenkimaya yalnız öz ışınlarında ve reçine kanallarında rastlanır. Reçine kanalları parankima hücrelerinden oluşan bir kanalla öz ışınlarına bağlanır. *Juniperus* (ardıç), *Thuja* (mazı) gibi bitkilerde odunda parankima hücrelerine de rastlanır.

Enine kesitte gimnosperm odununda çıplak gözle bile görülen sene halkaları vardır. Mevsim farkları, bitkinin hayat faaliyetlerine büyük ölçüde etki eder. Bitkinin en faal olduğu devre ilkbahardır. Bitki ilkbaharda çok miktarda su iletimine ihtiyaç gösterir. Dolayısı ile ilkbaharda meydana gelen trakeidlerin çapları geniş ve çeperleri incedir. Odunda bu tip trakeidlerin meydana getirdiği açık renkli halkaya ilkbahar odunu denir. Yazın başlaması ile çevredeki su miktarı azalır ve bitkinin faaliyetinde bir azalma görülür. Bu devrede kambiyumdan daha küçük çaplı ve kalın çeperli trakeidler oluşur. Bunların meydana getirdikleri koyu renkli halkaya da yaz odunu denir. Odun oluşumu sonbaharda sona erer. Ertesi ilkbaharda teşekkül eden geniş trakeidli odun, sonbaharın koyu renkli ve küçük çaplı hücreleri üstünde açık renkli olarak gözükür. Böylece bir açık renkli ve bunu takip eden bir koyu renkli halka bir sene halkasını oluşturur. Gimnospermelerde öz kolları oldukça sıktır. Öz kollarında besin maddeleri depo edilir. Bu besin maddesi çoğu zaman nişastadır.

Boyuna tanjantal kesitte, kesitin isabet ettiği mevsimin trakeidlerinin boyuna kesitleri ve bu trakeidlerin yan ve birleşme çeperlerindeki kenarlı geçitlerin enine kesitleri görülür (şekil 21). Kesitteki reçine kanalları, öz ışınları mercekler şeklindedir.

Boyuna radyal kesitte, trakeidlerin boyuna kesitleri görülür. İlkbahar odununda boruların çapları geniş, çeperleri ince iken, yaz odununda çapları daralır ve çeperleri kalınlaşır. Uçuca birleşme bölgelerinde kenarlı geçitler vardır. Öz ışınlarının enine kesitleri görülür. Gimnospermelerde öz ışınları sadece parankima hücrelerinden (**homosellüler öz ışını**) veya parankima ve trakeidlerden (**heterosellüler öz ışını**)

oluşur. Genellikle öz ışınının dış hücreleri, çeperleri lignin birikimi ile kalınlaşmış ışın trakeidlerinden, ortası ise ışın parenkima hücrelerinden oluşmuştur (şekil 21).



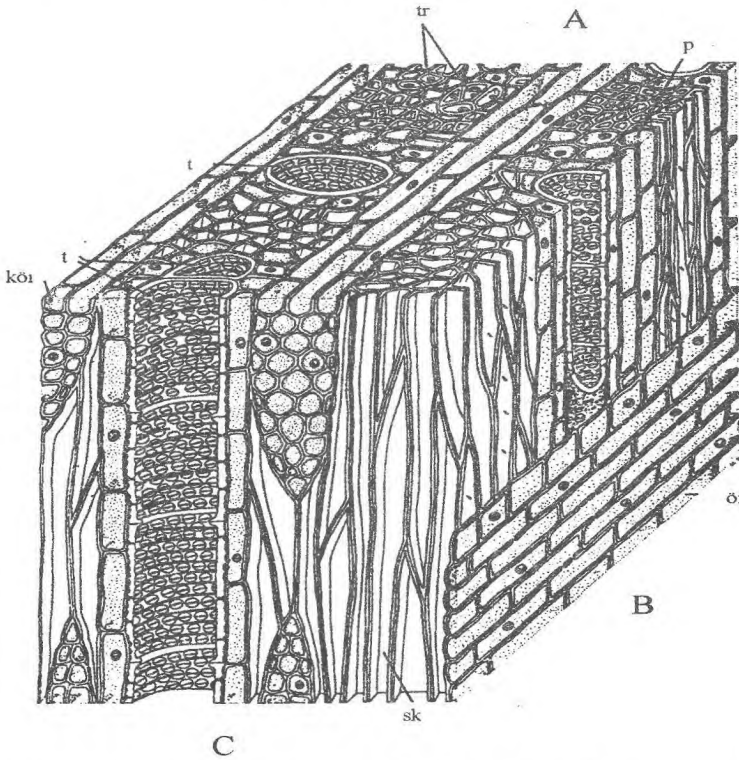
Şekil 21. *Pinus* (Çam) odununun enine (A), boyuna radyal (B) ve boyuna tanjantal (C) kesiti. itr, ilkbahar trakeidleri, str, sonbahar trakeidleri, ö1, öz ışını, it, ışın trakeidi, ip, ışın parenkiması, rk, reçine kanalı, kg, kenarlı geçitler, (Fahn,1974)

Odunun dış kısmına **canlı odun**, canlılık faaliyetinin görülmediği iç kısımda **ölü odun** denir. Canlı odundaki ışın parenkiması hücreleri canlı olup, çekirdek ve protoplazmaları vardır. Ölü odundaki ışın parenkiması hücreleri ise, koyu renkli, reçine depo etmiş ölü hücrelerdir. Pek çok gimnosperm odununda reçine kanalları enine ve boyuna seyreden sistemler şeklindedir. Kanalların kenarında reçine salgılayan bez epiteli hücreleri vardır. Çeşitli konifer türlerinde bu bez epitel hücrelerinin çeper kalınlaşmaları farklıdır. Kalın çeperli epiteller genellikle bir mevsim salgı yaptıktan sonra faaliyetlerini durdururlarken, ince çeperliler uzun süre faaliyetlerini devam ettirirler. *Abies* (göknar) ve *Cedrus* 'ta (sedir) kalın çeperli, *Pinus* 'ta (çam) ince çeperli epitel hücreleri vardır. Bazı koniferlerin sekonder ksilemlerindeki reçine kanalları, yaralanma, sıkışma, don gibi incinmeler sonrasında reçine salgılar. *Pinus*, *Picea* (ladin), *Larix* (melez) ve *Pseudotsuga* (Duglas göknarı) gibi türlerde odunun oluşumu sırasında ortaya çıkarlar. *Cupressus* (selvi) gibi bazı türlerde ise reçine kanalı oluşumu görülmez.

Angiosperm odunu:

Angiospermiler, dikotiledon ve monokotiledon olmak üzere, iki büyük gruptan oluşurlar. Monokotiledon grubunda normal sekonder kalınlaşma ve odun teşekkülü görülmez. Dikotiledonlarda da tek yıllık otsu ve çok yıllık odunlu türler vardır. Dolayısı ile angiosperm odunu denildiğinde sekonder kalınlaşma gösteren çok yıllık dikotiledonlar anlaşılır.

Dikotil odununda, eleman olarak trakeidlerin yanında trakeleri, çok miktarda parenkima hücrelerini ve sklerankima hücrelerini görürüz. Bu elemanların odunlardaki dizilişleri, çapları, şekilleri ve tipleri çok değişiktir. Gimnospermlerdeki gibi yeknesak görüntü yoktur. Kambiyumdan, ilkbaharda ince çeperli büyük trakeidler ve trakeler oluşurken, yaz ve sonbaharda daha çok kalın çeperli küçük trakeidler, az sayıda nispeten küçük trakeler oluşur, böylece açık ve koyu renk olarak görülen sene halkaları teşekkül eder (şekil 22). Tropik bölgelerde yetişen odunlu bitkilerde sene halkaları görülmez. Sene halkalarını ılıman bölgede yani bariz yaz ve kış şartlarının görüldüğü bölgelerdeki



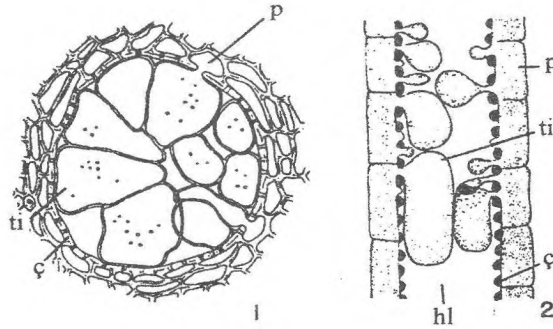
Şekil 22. Dikotiledon odununun şematik üç boyutlu görüntüsü. A- enine kesitte, B- boyuna radyal, C- boyuna tanjantal kesitte. tr, trakeidler, p, parenkima, t, trake, köi, ksilem özışını, sk, sklerankima, öi, özışını, (Fahn, 1974)

odunlu bitkilerde görülür. Buna karşılık *Tamarix aphylla* da olduğu gibi bazı bitki türlerinde bir yılda iki sene halkası oluşabilmektedir.

Dikotiledon odundaki elemanların tipleri, dizilişleri ve büyüklükleri türlere göre çok değişir. Örneğin; *Quercus*'da (meşe) sekonder ksilem, trakeler, trakeidler, lif trakeidler, libriform lifler, jelatinli lifler, odun parenkiması ve çeşitli büyüklükteki ışınlardan oluşur. Buna karşılık bazı dikotiledonların sekonder ksilemleri sınırlı tipte hücreden oluşur. Örneğin Juglandaceae'nin bir çok türünde, odunda trakelerin ve parenkimanın dışında, sadece lif trakeidler vardır.

Sekonder ksilemde iki tip parenkima hücresi vardır. Birincisi fuziform kambiyal hücrelerden oluşan, **aksiyal parankima hücreleri**, ikincisi ise kambiyumda küçük hücreler halinde görülen ışın kambiyumu hücrelerinden oluşan **ışın parenkiması hücreleri** dir. Aksiyal parankima hücreleri odunun içinde dağınık olarak bulunurlar. Odundaki bütün parankima hücrelerinde bol miktarda depo maddelerine rastlanır. Depo edilen maddeler; nişasta, yağlar, tanen, reçine, antiseptik maddeler, çeşitli kristal halindeki maddelerdir.

Pek çok bitkide, ksilem inaktif duruma geçince veya trakelerde incinme yaralanma olunca özellikle trakelerin civarındaki parankima hücreleri şişer ve trakelerin geçitlerinden geçerek boru hücrelerinin içlerini doldurur. Bu olaya **Tiloses** denir (şekil 23). Tek bir hücrenin içinin dolmasına ise **Tilosis** denir.

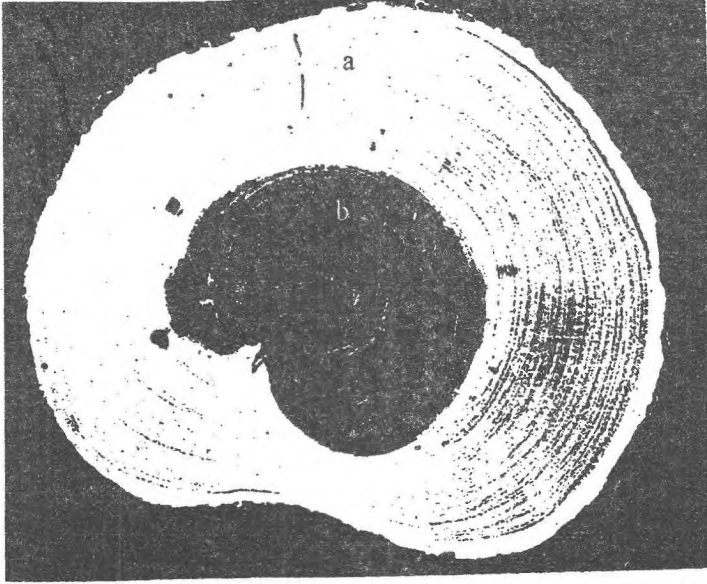


Şekil 23. Trakelerde enine (1) ve boyuna (2) kesitte tiloses, p, parenkima hücresi, ti, tilosis, ç, trake çeperi, hl, hücre lümeni. (Strasburger, 1971)

Gövdenin kalınlığı arttıkça, ksilem ışınlarının (öz ışınları) sayısı artar. Işınlardan boyu enine kesitlerde, genişlikleri ise tanjantal kesitlerde görülür. Işınlardan oluştukları hücre sayılarına göre adlandırılırlar. Tek hücre dizisinden oluşan ışınlar **uniseriat**,

yanyana iki hücre sırasından oluşan ışınlara **biseriat** ve iki hücre sırasından fazla sıralı ışınlara ise **multiseriat** öz ışınları denir.

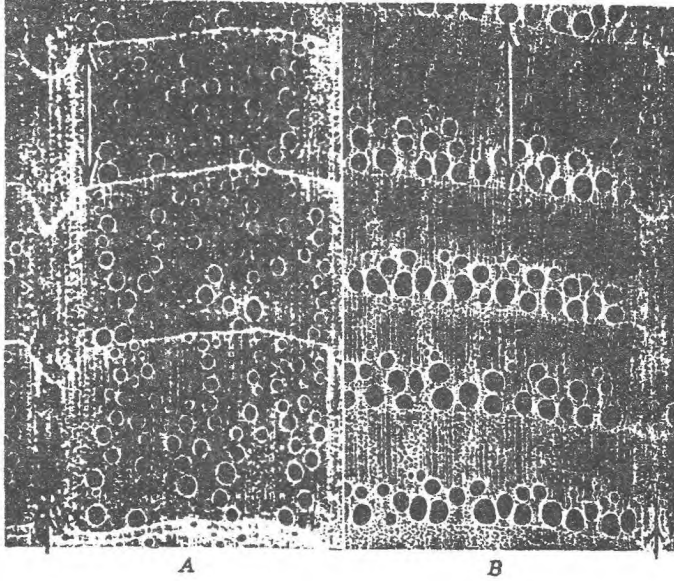
Sekonder ksilemin dış kısmı yani kambiyuma yakın kısmı, su iletiminde aktiftir. Bu bölgeye **canlı odun (alburnum)** adı verilir. Pek çok bitkide sekonder ksilemin iç kısmında yani öze yakın kısımlarında su iletimi tamamen durmuştur. Burada canlı hücre kalmamıştır. Hücrelerin protoplazmaları yok olmuş, depo maddeleri bu hücrelerden alınarak canlı kısma nakledilmiştir. Hücrelerde karakteristik olarak tiloses görülür. Özellikle trakeler tilosesle tamamen kapatılmıştır. Odundaki parankima hücrelerinin çeperleri ligninleşerek kalınlaşmıştır. Hücrelerin lümenlerinde, suda çözünmeyen katı yağ, reçine, tanenik ve aromatik yapıda bileşikler depolanır. İçte bulunan ve değişime uğramış aktif olmayan sekonder ksileme **ölü odun (duramen)** adı verilir. İçinde genellikle depo edilen maddelerin koyu renkli olmasından dolayı ölü odun kolayca ayırđedilir (şekil 24).



Şekil 24. *Acacia radiana*' da canlı (a)ve ölü (b) odun.(Fahn,1974)

Sekonder ksilemde, büyüme halkasındaki trakelerin düzeni, türlerin tayininde rol oynayan önemli bir karakterdir. Trakeler hemen hemen aynı çapta veya çapları büyüme halkası içinde ilk bahardan yaza doğru azalarak devam ediyorsa ve bütün odunda (aynı zamanda sene halkasında) dağınık olarak bulunuyorlarsa bu tip oduna **dağınık delikli odun** denir (şekil 25-A). Örneğin; *Acer* (akçaağaç) türleri, *Populus alba* (ak kavak), *Acacia cyanophylla* (akasya), *Olea europea* (zeytin) ve *Eucalyptus* (sıtma

ağacı)türlerinde olduğu gibi. Odunda farklı çaplarda trakeler varsa, ilkbaharda oluşan trakeler çok büyük, ince çeperli ve odunda belirgin görünüyorsa yani sene halkalarında, ilkbahar kısmındaki trakeler hakimse, bu tip oduna, **düzgün delikli odun** denir (şekil 25-B). Örneğin; *Fraxinus* türleri, *Quercus robur*, *Q. ithaburensis*, *Robinia pseudoacacia*, *Pistacia atlantica*’ da olduğu gibi.



Şekil 25. A- Dağınık delikli odun, B- Düzgün delikli odun. (Esau,1962)

Dendrokronoloji: İlk defa Douglas (1936) güneş lekelerinin bitkilerdeki etkilerini incelerken bitki gövdelerindeki sene halkalarındaki farklar ilgisini çekmiştir. Sene halkalarındaki farklılıklar özellikle anatomi çalışmaları yapan araştırmacıların da dikkatini çekmiş ve bunların çevresel faktörlerle ilişkileri araştırılmıştır. Yağış, kuraklık, yangın hatta volkanik faaliyetler gibi birçok çevresel faktör, halka kalınlıklarında değişikliklere sebep olmaktadır. Odundan alınan enine kesitlerdeki veya canlı ağacın gövdesinden çıkartılan karotlardaki sene halkalarının genişliklerine ve yapılarındaki farklılıklara bakarak o senenin iklimi ve çevre şartlarını tahmin etme bilimine **dendrokronoloji** denir. Yapılan araştırmalarda, sene halkası analizleri yani dendrokronoloji, klimatolojik tarih ve arkeolojik tarihi incelemede bir alet olarak kullanılmaktadır. Dendrokronoloji, yarı kurak (semiarid) ve kurak (arid) şartlar gibi, suyun sınırlı olduğu büyüme şartlarında, özellikle kuzey yarım kürede, düşük ve ılıman

iklim bölgelerinde çok kullanışlıdır. Sene halkalarına bakarak çok isabetli tahminler yapılabilmektedir. Buna karşılık toprak suyunun yeterli olduğu bölgelerde sene halkaları arasında farklar oluşmamaktadır.

Çevre faktörlerinde görülen olağan dışı her hangi bir olay, bozuk halka gelişimine sebep olmaktadır. Örneğin aşırı yağış, geniş halka oluşumuna, kuraklık, halkanın dar veya tamamen yok olmasına sebep olmaktadır. Odundaki halkalara bakarak geçmiş senelere ait klimatolojik tahminler yapılabilmektedir. Arkeolojik tarihleme çalışmalarında ise **çapraz tarihleme metodu** uygulanır. Herhangi bir yörede, evlerde kullanılan kütük ve tahtalardan, kazılardan çıkarılan tahta materyalden, alet olarak kullanılan odunlu materyalden alınan parçalardaki sene halkaları, o bölgede bulunan en yaşlı ağaçtan alınan karottaki sene halkaları ile karşılaştırılır ve benzer sene halkalarına bakarak yaşları belirlenir. Bazı bölgelerdeki canlı ağaçların yaşları, alt kısımlarında binlerce seneye ulaşabilir. Örneğin Kuzey Amerika'da bulunan *Sequoiadendron*'un altta 5-6 m çapa erişen gövdesinde 3500 sene halkası, California'da bulunan, *Pinus aristata* 'da 4600 sene halkası sayılmıştır. Bunlara bakarak günümüzden 3500-4600 sene geriye kadar dendrokronolojik tahminler yapılabilmektedir.

Odunun yapısı ve mikroskobik özellikleri: Farklı türlerin odunlarının farklı özellikte olması, onların kullanılma alanlarında etkiler. Farklılıklar, ksilem dokusunun histolojik ve kimyasal yapısındaki farklardan ileri gelir.

Odunu histolojik özellikleri: Trakelerin bulunuşu, dağılışı, sklerankimanın olması veya olmaması, varsa oranı, hücre çapları, çeper kalınlıkları, hücre boyları, şekilleri, hücrelerin uçlarının şekilleri, bağlanmaları, öz ışınlarının genişlikleri ve hücre sayıları, tilosesin olması veya olmaması gibi özelliklerdir.

Odunun Kimyasal özellikleri: Odunu kimyasal yapısı da kullanımında önemli rol oynar. Kimyasal özellikleri çeperdeki sellüloz, lignin, süberin gibi maddelerin, hücre içinde depolanan sakızlar, reçineler, tanenli maddelerin bulunması ve miktarları oluşturur.

Odunun ağırlığı: Sekonder ksilemde hücre çeperini oluşturan maddelerin yoğunluğu hemen hemen bütün bitkilerde eşittir ve takriben $d = 1,53$ dür. Odundaki ağırlık farkları çeperlerin kalınlıklarından ve lümenlerinde biriken maddelerde ileri gelir. Örneğin, *Diopyros* gibi hücre çeperleri kalın, lümenleri küçük, çok sayıda sklerankima hücresi ihtiva eden bitki odunları ağırdır. *Populus* ve *Tilia* 'da olduğu gibi sklerankima hücreleri az sayıda olan, hücre çeperleri ince, geniş lümenli olan, bol

parankima hücreleri olan odunlar hafif odundur. Odunun yoğunluğu, 0,04'ten (Leguminosae'den *Aeschynomene*), 1,4'e (Rhamnaceae'den *Krugiodendron*) kadar değişir. Çok hafif bir odun olan balsa (*Ochroma*) odununun yoğunluğu 0,1 ila 0,16 arasındadır. Endüstride uçak, cankurtaran sandalı, model uçan yapımına kadar pek çok yerde kullanılır.

Odunda sağlamlık: Sağlamlıkta etkili karakterler, histolojik olarak; sklerankima ve trakeid hücrelerinin çokluğu, sitolojik olarak; hücrelerin çeperlerindeki sellüloz mikrofibrillerin diziliş yönleri ve çokluğudur. Çok sayıda sklerankima ve trakeid hücreleri bulunan odunlar, bu hücrelerde hücrenin enine eksenine paralel yöndeki mikrofibrillerin çokluğu, o odunun sağlamlığını artırır.

Odunda dayanıklılık: Dayanıklılık, odunun çürümeye karşı olan direncidir. Odunda bulunan kimyasal birleşikler, çeperde ve lümeninde birikmiş bulunan reçineler, katı yağlar, tanenli birleşikler, bakteri ve mantar faaliyetlerini engeleyerek çürümeyi önler. Tilosesde trakeidlerin içinde mantar misellerinin ilerlemesini, su ve oksijen naklini engellediği için çürümeye direnci artırır. *Sequoia*, *Catalpa*, *Robinia*, *Maclura* ve *Castanea* gibi ağaçların odunları dayanıklı, *Populus*, *Acer*, *Tilia* ve *Carya* odunları dayanıksızdır. Ölü odun, canlı oduna göre daha dayanıklıdır. Odunun rengi ile dayanıklılık arasında tam bir bağlantı olmamasına rağmen, koyu renkli odunlar, renklenme burada biriken antiseptik maddelerden geliyorsa daha dayanıklı olabilirler. Dayanıklılık sonradan yapılan müdahalelerle de artırılabilir. Örneğin telefon, telgraf direklerinde olduğu gibi, kesilip temizlenen ağaçlar, antiseptik sıvılar içine konur ve bu maddeler oduna emdirilerek dayanıklılık artırılır. Bu işleme **odunu enpregne etme** denir.

Odunda esneklik: Odunun kıvrılma ve bükülmelere karşı direncidir. Histolojik olarak uzun lif hücrelerine sahip olan ve homojen görünümlü odunlarda daha yüksektir. Odundaki su miktarında esnekliği artırır. Buna karşılık odun işlenip tahta veya kalas haline getirildiğinde, kuruma sırasında olan su kaybından dolayı istenmeyen bükülmeler olabilir.

Gövdede anormal sekonder gelişmeler:

Dikotiledonlarda anormal sekonder gelişme: Bazı gimnosperm ve dikotiledon bitki gövdelerinde yukarıda gördüğümüz bilinen gelişmeden farklı sekonder gelişme görülür. Bu gelişmeye **atipik** veya **anormal sekonder gelişme** denir. Tipik ve atipik gelişmeler birbirlerinden çok kesin sınırlarla ayrılmaz. Fakat anormal gelişmeler sırasında bu gelişmeyi oluşturan, yapısal detaylar birbirinden farklıdır.

Bazı bitkilerde halka kambiyumu normal bir şekilde oluşur. Fakat bu kambiyumun halka çevresinde ürettiği ksilem ve floem dokuları eşit değildir. Örneğin, bazı bölgelerde hızlı ve yoğun olarak ksilem üretirken az floem üretir. Sonuçta ksilemler loblar şeklinde oluşurken, floemler aralarına girer. Bu olayın bir çok kere tekrarı ile gövdede anormal kalınlaşma ortaya çıkar. Bu tip gövde kalınlaşması tipik olarak Loganiaceae'den *Strychnos*'ta, Asclepiadaceae'den *Leptadenia*'da ve Acanthaceae' den *Thunbergia*'da görülür.

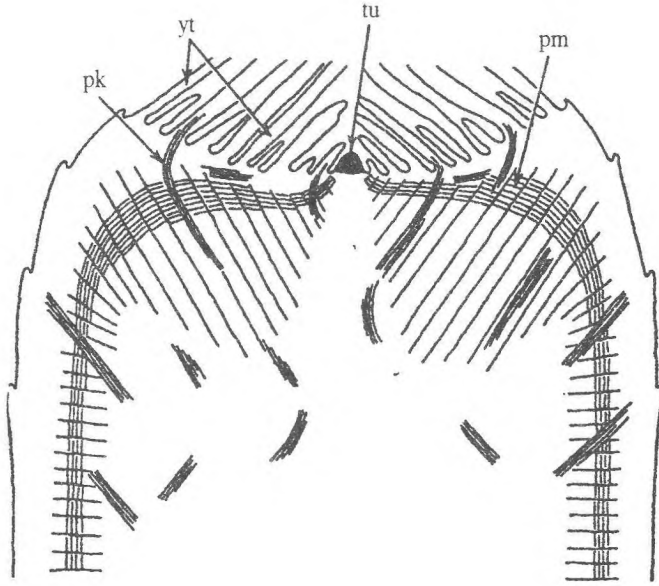
Bir kısım bitkilerde, kambiyum kısmen veya tamamen anormal bir şekilde oluşur. Örneğin, Chenopodiaceae, Amaranthaceae, Nyctaginaceae, Menispermaceae ve *Gnetaum*' da olduğu gibi, sekonder gelişme normal demet içi kambiyumu ile başlar. Fakat bir süre sonra dıştaki floem bölgesinde yeni kambiyal dokular oluşur ve bunlarda yine dışa floem içe ksilem dokusu üretirler. Bu olay bir çok kere tekrar ederek gövdede anormal kalınlaşmaya sebep olur. Bir önceki kambiyumun yavru hücresi, bir sonraki kambiyumun ana hücresi olur. Bu tip gövdelerin enine kesitlerinde bir birini takip eden ksilem ve floem tabakaları, sene halkalarını andırır şeklinde dizilmişlerdir.

Bazen kambiyumdan uzak mesafelerdeki parankimatik dokuların yoğun bir şekilde bölünüp çoğalması ile anormal gelişmeler olur. Begoniaceaedden *Bauhinia*' da olduğu gibi, normal ksilem gelişimi olurken, öz parankiması ve ksilem parankiması hücrelerinin ani çoğalması ile, ksilem değişik büyüklükte parçalara ayrılır ve gövdede anormal sekonder kalınlaşma olur.

Anormal kalınlaşmalar çeşitli taksonomik gruplar arasında değişik oranlardadır. Bazen bütün familyada, bazen bir türde bazende çok küçük gruplarda anormal kalınlaşmalar görülebilir. Bu durum genellikle fizyolojik adaptasyonla yakından ilişkilidir. Genellikle anormal sekonder gelişme, tırmanıcı bitkilerde, lianlarda (tropik ormanlarda ağaçlar üstüne sarılarak yaşayan bitki grubu), gövdeleri rizom, korm ve tuber şeklinde depo organına dönen bitkilerde görülür.

Monokotiledonlarda anormal sekonder gelişme: Monokotiledon gövdelerinde normal sekonder kalınlaşma görülmez. Fakat *Palmae* ve *Musa*' da olduğu gibi, aksiyal organlarda, yani gövdede yoğun ve hızlı bir primer gelişme ile ağacımsı gövdeler oluşur. Monokotiledonlardaki bu gelişmede apikal meristemle beraber, geniş olan tepe bölgesinin yanlarında bulunan primer kalınlaşma ve uzamayı sağlayan meristemin faaliyeti rol oynar (şekil 26). Apikal meristem gövdenin çok küçük bir kısmını oluşturur. Primer gövdenin kalan kısmı kalınlaşmayı sağlayan özel yan meristem

tarafından oluşturulur. Bu meristem tepede yaprak primordiyalarının altında bulunur, periklinal bölünmelerle, antiklinal hücre grupları oluşturur. Bu meristemin doğurduğu hücreler, değişerek prokambiyal yapılar arasındaki parankima hücrelerini oluştururlar. Gövdede önce genişleme, sonrada internodal uzama olur.



Şekil 26. Monokotiledonlarda kalınlaşmayı sağlayan tepe bölgesinin şematik şekli. tu, tepe ucu, yt, yaprakların tabanı, pk, prokambiyum, pm, primer kalınlaşmayı sağlayan meristem.(Eckardt,1941)

Otsu ve odunsu Liliflorae (*Aloe*, *Sansevieria*, *Yucca*, *Agave*, *Dracaena*) ve diğer monokotiledon grupları arasında görülen anormal sekonder gelişme, primer meristemin devamı olan ve yine kambiyum diye adlandırılan meristemle sağlanır. Bu kambiyumun özelliği, gövde gelişmesini tamamladıktan sonra faaliyetine son vermesidir. Kambiyum, primer iletim demetlerinin dışındaki parankima dokusunda (kortekste veya bazen perisklda) oluşur. Faaliyete geçtiğinde, genellikle içe doğru çok, dışa doğru az hücre üretir. İçe doğru üretilen hücreler, parankima ve iletim demetlerini verecek hücreler şeklinde değişime uğrarken, dış hücreler parankima hücreleri şeklinde değişime uğrarlar. İlk oluşan demetler, yani primer demetler dağınık dizilişte iken, kambiyumun faaliyeti ile sonradan oluşan demetler, parankima dokusu içinde yer alırlar ve azçok radyal diziliş gösterirler. Yine de primer ve sekonder kısımlardaki temel yapı aynıdır, parankima ve iletim demetlerinden oluşmuştur. Sekonder olarak ortaya çıkan

demetlerde gövde boyunca devamlılık gösterir ve yapraklara ayrılır. Bu devamlılık monokotiledonlar ve dikotiledonlar arasındaki en büyük benzerliktir.

Gövdenin dış yapısı (Morfolojisi):

Gövde genellikle toprak üstünde bulunan, çoğunlukla dallanma gösteren, yaprak ve üreme organlarını taşıyan, bitki organıdır. Sadece toprak altı, su içi gövdeleri olduğu gibi, bazı toprak altı, toprak üstü, su içi ve su dışı gövdeleri aynı bitkide bir arada bulunabilir. Gövdenin en basit şeklini kara yosunlarında görürüz. Bu gövde birbirine benzeyen farklılaşmamış hücrelerden oluşur ve **tal (thalle)** adını alır. Bu bitkiler **Thallophyta**, iletim demetlerine sahip gerçek gövdeleri olan bitkiler ise **Cormophyta** grubunda toplanır. İletim demetlerine sahip ilk gövde, yani gerçek gövde eğreltilerde (**Pteridophyta**) görülür. Daha gelişmiş gerçek gövdeyi ise tohumlu bitkilerde (**Spermatophyta**) görürüz. Gerçek gövdeleri iç ve dış yapılarını bir arada göz önüne alarak şöyle sınıflandırırız:

1-**Odunlu bitki gövdeleri** (bazı pteridofit, gimnospermiler, dikotil ağaçlar, ağaçsı bazı monokotiller).

2-**Otsu bitki gövdeleri**

a- **Otsu gövdeli dikotiledonlar** (*Solanum* v.b.)

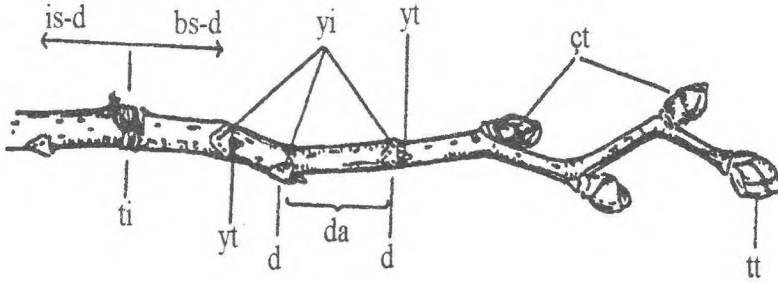
b- **Otsu gövdeli monokotiledonlar** (*Triticum* v.b.)

3- **Gövde metamorfozları** (Genel gövde özelliği göstermeyen gövdeler)

Pek çok gövdede ortak yapı, düğümler (nod) ve düğümler arası (internod) bölgelerdir. Gövde tepe denin uç kısmından oluşur. Tepenin en ucundaki meristematik bölgede bir biri ardına gelecek şekilde **yaprak başlangıçları (yaprak primordiyaları)** ve **yan dal başlangıçları (yan dal primordiyaları)** oluşturulur. Bu yapılar, ufacık diskler, yumrular şeklindedir ve her biri bir veya birkaç yaprak ve yan dal oluşturabilir. Primordiya topluluklarının bulunduğu bu bölgelere **düğüm (nod)** denir. Tepe ilerledikçe geride kalan, her primordiya topluluğunun arasındaki kısa gövde kısmı gelişerek, bu toplulukları birbirinden ayırır. İki düğüm arasında kalan bu gövde kısımlarına ise **düğümler arası bölge (internod)** denir. İnternodların uzaması interkalar meristem faaliyetinin sonucudur. Çevre şartlarına veya gövde tipine bağlı olarak, interkalar meristem faaliyet süresi çok veya az olur, bunun sonucunda da uzun ve kısa

düğüm arası bölgeler oluşur. Bazı bitkilerde interkalar meristem teşekkül etmez, rozet bitkilerde olduğu gibi, yapraklar bir arada üstüste oluşur. Gövde ucundaki ve geride kalmış olan büyüme bölgeleri, faal olmadıkları zaman pulsu yapraklarla sıkı bir şekilde çevrilerek korunurlar, buralara **tomurcuk** denir. Uygun olmayan dönemlerde gövde üzerindeki ve uçtaki tomurcukların üstünü sıkı bir şekilde üstüste gelen pulsu yapraklar örter ve dışlarında mumsu bir madde kaplar. En uçtaki tomurcuğa **tepe tomurcuğu**, yanlardakilerde **yan (lateral) tomurcuklar** denir. Yan tomurcuklar yaprak saplarının koltuğunda yer alırlar. Yaprak dökten ağaçlarda yan tomurcuğun altında dökülen yaprağın izi görülür. Yaprak izi ile yan tomurcuğun bir arada olduğu bölgeye **düğüm (nod)** denir. Tomurcuklar sürecekleri vakit, tomurcukları saran pulsu yapraklar dökülür ve yerlerinde izleri kalır. Gövdede sekonder gelişme düğümler ve düğümler arası bölgede birlikte olur. Şekil 27' de yapraklarını dökmüş iki yıllık bir dalda bu kısımları görmekteyiz. Fakat çok gelişmiş sekonder gövdelerde düğümler ve düğüm arası bölgeler ayırdedilemez.

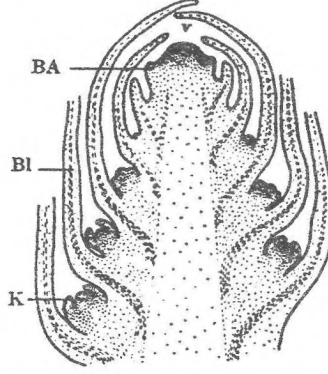
Dış yapı bakımından gövde çubuk şeklindeki bitki ekseni olup, bundan çıkan, genellikle büyümesi sınırlı ve az çok yassı şekilli olan yapılara da yaprak denir. Toprak üstü gövdelerde yapraklar yeşil renklidir. Gövde, yapraklarla kök, depo organları arasında iki yönlü iletimde rol oynar ve içinde yedek besin maddesi depo edebilir.



Şekil 27. Yapraklarını dökmüş iki yıllık bir dalın dış görünüşü. tt, tepe tomurcuğu, çt, çiçek tomurcuğu, yt, yan tomurcuk, yi, yaprak izi, d, düğüm, da, düğüm arası, ti, tepe tomurcuğunun izi, bs-d, bir senelik dal, is-d, iki senelik dal. (Yakar-Tan ve Bilge, 1976)

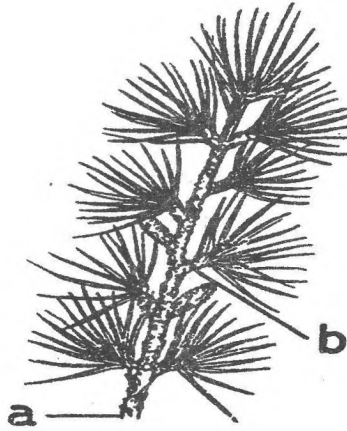
Çok yıllık (perennial) otsu bitkilerin çoğunda, fotosentez yapan toprak üstü gövdenin yanında, üzerinde körelmiş yapraklar ve adventif kökler bulunan toprak altı gövde de vardır. Bu gövdenin görevi depo, dinlenme ve uygun olmayan mevsimlerde yaşamı devam ettirmektir.

Tomurcuk: Gövde üstünde bulunan, pulsu yapraklarla çevrilerek korunmuş küçük büyüme bölgeleridir (şekil 27-28). Tepe bölgesinin altında yaprak primordiyalarını ve yandal başlangıçlarını oluştururlar ve genellikle yaprakların koltuklarında yer alırlar.



Şekil 28. Tepenin altında tomurcuklar. V, büyüme bölgesi, BA, yaprak başlangıcı, Bl, genç yapraklar, K, yandal başlangıçları.(Strasburger, 1971)

Gövdede dallanma: Dallanma tepe ve yan tomurcukların faaliyeti sonucunda oluşur. Bu tomurcuklar bir büyüme mevsimi içinde kısa bir faaliyet süresinden sonra büyümelerini durdururlarsa gövde üzerinde **kısa sürgünleri** oluştururlar. *Cedrus* (sedir) ve *Pinus* (Çam) larda ibre yaprakların çıktığı sürgünler kısa sürgündür. Büyümesine, büyüme mevsiminin sonuna kadar devam eden tomurcuklar ise **uzun sürgünleri** oluştururlar (şekil 29).



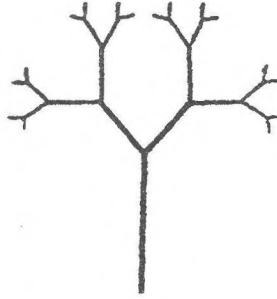
Şekil 29. *Cedrus*'ta (sedir) (a) uzun ve (b) kısa sürgün (Heilborn ve Akdik,1946)

Gövdeler dallanarak hacim ve yüzeylerini artırırılar. Tallophyta'da olduğu gibi, Cormophyta'da da gövdede dallanma iki şekilde olur:

A-İkili (dikotom) dallanma:Tepe tomurcuğunun ikiye bölünmesi ile oluşan iki yeni tepe ucunun aynı anda üremesi ile oluşur. Likopodiyum'larda ve bunlara yakın olan bazı pteridofit'lerde ideal şekli ile görülür (şekil 30). Bu tip dallanma evrim bakımından ilkel bitki gruplarında hakimdir.

B-Ana eksenden ayrılan yan dallarla olan dallanma: Bu tipide pteridofitlerde özellikle *Equisetum* 'da ve tohumlu bitkilerin (spermatophyta) çoğunda görürüz. Bu dallanmayı da ikiye ayırırız.

1- **Monopodial dallanma:** Gövde devamlı tepe tomurcuğunun faaliyeti ile gelişir. Ana eksen yan dallara hakimdir (şekil 31-A). Bu tarz dallanmanın sonucunda, *Cedrus* (sedir), *Pinus* (çam), *Populus* (kavak) gibi sivri ağaçlar oluşur (şekil 32-A).

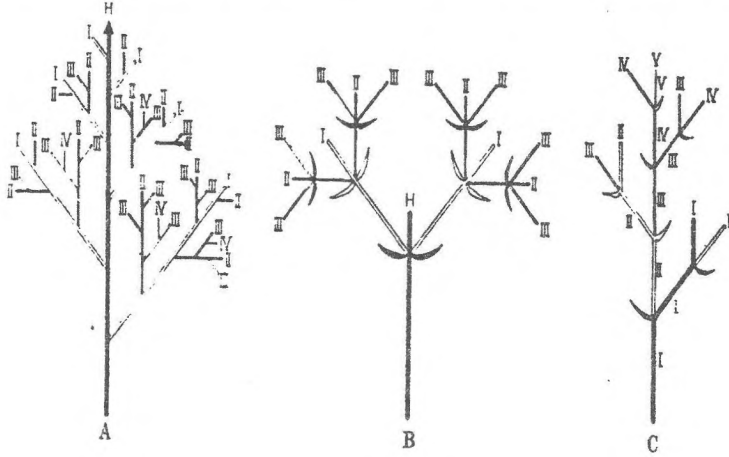


Şekil 30. İkili (dikotom) dallanma.

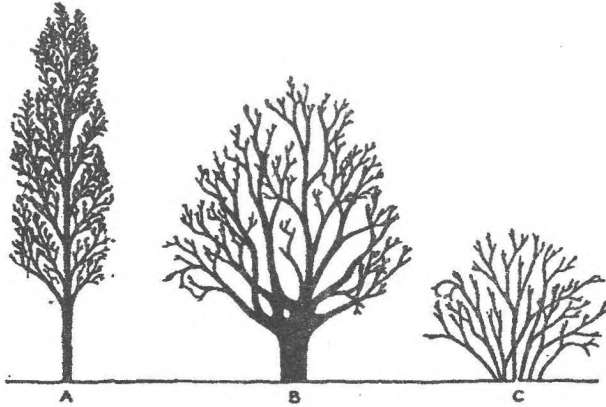
2- **Simpodial dallanma:** Yan dal oluşuktan sonra ana eksen faaliyetini durdurur; Yan eksenlerden biri (**monokazyum**) (şekil 31-C), yan eksenlerden ikisi (**dikazyum**) (şekil 31-B) veya daha fazlası (**pleikazyum**) gelişerek ana eksenin yerini alırlar. *Castanea* (kestane), *Tilia* (ıhlamur), *Juglans* (ceviz), *Prunus* (kayısı) gibi pek çok top ağaç bu tip dallanmalarla oluşur(şekil 32-B).

Dallanma şayet hemen toprak seviyesinde veya biraz daha altında olursa, **ağaççıklar** (*Coryllus*, fındık) ve **çalılar** (*Rubus*, böğürtlen) oluşur (şekil 32-C).

Vejetatif organlar özellikle gövdeler her zaman genel tariflerinde belirtilen görünümde olmazlar, çeşitli şekillerde değişikliğe uğrarlar. Organların dış görünüşleri ve iç yapıları genellikle gelişme devrelerine ve çevre şartlarına göre değişikliklere, yani adaptasyona uğrar. Örneğin, aynı iklim kuşağının birbirinden farklı iki bölgesindeki bitkiler pek çok bakımdan benzerlikler gösterirken (görünüşleri benzer), farklı iklim



Şekil 31- Şematik dallanma tipleri: A-monopodial dallanma, B,C-simpodial dallanma; B- dikazyum, C-monokazyum, H- ana eksen, I, II, III, IV, V, dereceli yan dallar.



Şekil 32- Farklı ağaç tipleri. A- sivri ağaç, B- top ağaç, C- ağaçcık veya çalı

kuşaklarındaki benzer vejetasyonlar farklı görünüşe sahiptirler. Adaptasyon esnasında organın dış görünüşü hatta yaptığı görev bile değişir. Bu organ ancak tipik karakterleri ile tanınır (Örneğin gövde olduğu üzerinde tomurcuk taşıması ile anlaşılır).

Cormophyt'lerin morfolojik ve fizyolojik olarak adaptasyon yaptıkları çevre faktörleri; su, sıcaklık, ışık ve besin tuzlarıdır. Ekolojik tercih türün hayatta kalma kabiliyetine, değişik türlerle rekabet edebilmesine, evrimine ve elenmesine göre ortaya çıkar. Sonuçta her tür, belli ekolojik çevrede, bu çevredeki su, sıcaklık, ışık ve besin tuzları gibi faktörlere, fizyolojik ve morfolojik yapılarını uydururarak yaşarlar.

A-Su ve atmosferik neme adaptasyon:

1-Su bitkileri (Hidrofit): Bu bitkiler, ya tamamen su içine gömülü olarak (sabit), ya yapraklarını suyun dışına çıkararak, yada suyun içinde yüzerek yaşarlar. Yapıları bu yaşam şartlarına göre değişime uğramıştır (hidromorfi). Turbalara benzeyen amfibi bitkilerin, gövdelerinin alt kısmı ve kökleri suyun içindedir. Hidrofitler, CO₂, O₂ ve mineral tuzlarının tamamını doğrudan sudan alırlar. Yüzücü bitkilerin bir kısmı hayatları boyunca kök taşımazlar (örn: *Urticularia*, *Lemna triseculata*, *Ceratophyllum*).

2-Nemli habitat bitkileri (Higrofit): Nemli atmosfer içinde ve devamlı ıslak toprak üstünde yaşayan bitkiler (örn: sulak bölge bitkileri, tropik yağmur ormanı bitkileri). Bu bitkiler hızlı transpirasyonla (terleme) su dengelerini sağlarlar.

3- Kurak habitat bitkileri (Kserofit): Zaman zaman çok kurak çevre şartlarına tabi olan bitkilerdir. Su kaybına karşı özel sitolojik, histolojik ve morfolojik yapılar oluşturmuşlardır. Çok büyük ve gelişmiş kökleri vardır. Yaprakları, gövdeleri indirgenmiş ve hatta gövdeleri yassılaştırmıştır (*Ruscus aculeatus*, *Opuntia* sp.). Gövde ve yapraklar dikene dönüşür (*Berberis vulgaris*). Bir çok kseromorf gövde su kaybına karşı, gövdelerinde su depo dokusunu geliştirmişler ve sukkulent gövdeleri oluşturmuşlardır (Cactaceae, *Euphorbia* sp., *Stapelia* ve diğer Asclepiadaceae türleri gibi). Çöl ve step bölgelerinde yetişen bitkiler bu gruba girer.

B-Sıcaklığa adaptasyon:

Sıcaklığın etkisi genellikle su temini ile yakından ilgilidir. Aşırı sıcak çöl ortamları bitki yetişmesine tamamen engel olurken, 0 °C nin altındaki sıcaklıklar da donma sureti ile suyu hareketsizleştirdiğinden yine yüksek bitkilerin yaşamasını engeller.

1-Sıcak bölge bitkileri (Termofil): Genel olarak bitkiler 55 °C nin üstündeki sıcaklıklarda yaşayamazlar. Termofil Cyanophyceae ve bazı bakteriler 80 °C sıcaklıktaki su kaynaklarının içinde yaşayabilmektedirler. Yüksek bitkiler ise, yüksek sıcaklıklara dayanabilmek için küçük yapraklı, sıcağı yansıtan beyaz tüylü (*Lauca dendron*), kalın çeperli epidermisleri olan, parlak yüzeyli (*Laurus nobilis*, defne) yapılar oluştururlar.

2- Mevsimleri olan iklime uyum sağlamış olan bitkiler (Tropofil): Morfolojik yapı ve fizyolojik olarak yıllık mevsim şartlarına uyum sağlamış bitkilerdir.

a- Odunlu bitkiler: Ilıman ve tropik bölgelerde yetişen, çok yıllık ağaç şeklindeki bitkilerdir.

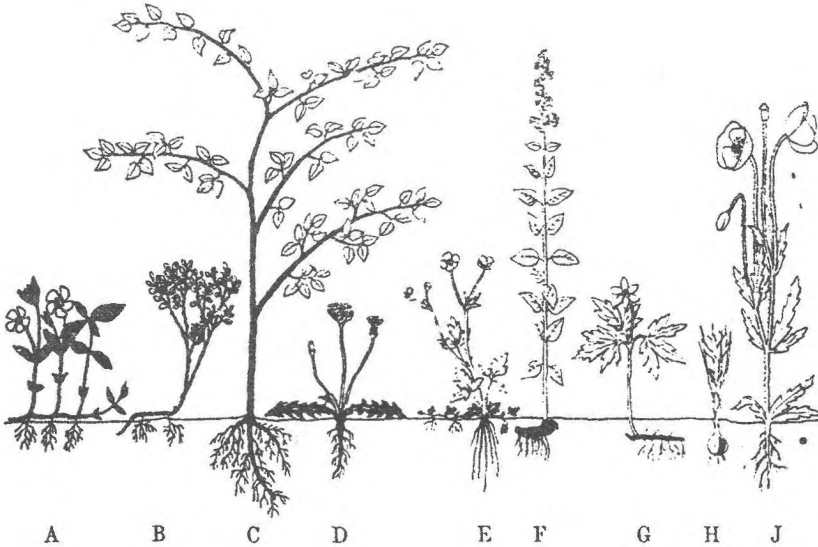
b- Tek yıllık otlar: Mevsimleri olan iklimler tek yıllık bitkiler için ideal yaşam şartlarını sağlarlar.

3- Hayat formları: Cormophyta, Raunkiaer (1934) tarafından, gövdenin yaşam süresine, elverişsiz şartlarda (kış veya kurak yaz) yaşamın devamını sağlayan uykudaki tomurcukların gövde üzerindeki yerlerine göre, beş hayat formuna ayrılmıştır. Vejetasyondaki hayat formlarının temsil oranları iklime ve yere bağlıdır.

I- Fanerofitler (Ph- MM,M,N): Uykudaki tomurcuklar gövde üstünde yerden 50 cm ve daha yüksektedir (şekil 33-C). Her zaman yeşil ve yaprak döken bütün büyük odunlu bitkiler, çalılar ve tırmanıcı bitkilerin büyük kısmı bu gruptadır. Aynı zamanda nemli tropiklerdeki büyük dik otlar ve epifitlerde bu gruba dahil edilirler.

II- Kamofitler (Ch): Uykudaki tomucuklar, toprak yüzeyinden 10 ila 50 cm yüksekte yer alırlar (şekil 33- A,B). Bu iklimde kar tabakası içinde kalan tomurcuklar dondan korunurlar. Kuzey tundura ve alpin bölgelerde yetişen bir çok yatık ve sürünücü odun gövdeli bitkiler, okyanus kıyılarındaki Ericaceae'ler (örn: *Calluna*, *Erica tetralix*) ve yastık bitkiler de kamofittir.

III- Hemikriptofitler (H): Uykudaki tomurcukları toprak yüzeyinde veya çok yakınındadır (şekil 33-D-F). Ot şeklindeki bitkiler (bir çok Gramineae), biennial ve



C- Işığa adaptasyon:

Işığa adaptasyon genelde Cormophyta'nın iki grubunda (lianeler ve epifitlerde) görülür.

1- Lianler (tırmanıcı bitkiler): Bu bitkiler, kuvvetli destek ödevini gören ince gövdeleri ile diğer bitkilere, kaya ve duvarlara tırmanarak bitkinin yapraklarını gölge olan bölgelerden, gün ışığının bol olduğu üst seviyelere çıkarırlar. Bu tırmanma, bazı bitkilerde gövdeden çıkan kanca şeklindeki yan dallarla (*Solanum dulcamara*), sert tüylerle (*Gallium aparine*, *Humulus lupulus*), kısa dikenlerle (*Rosa* sp., *Rubus* sp.) ve uzun dikenlerle (*Lycium*, *Bougainvillea*) olmak üzere çeşitli şekillerde olur. Kökün yardımı ile tırmanmada, negatif fototropizma etkisi altında gelişen adventif köklerle tırmanma gerçekleşir. *Hedera* ve *Araceae* familyası bitkilerinde olduğu gibi, kök karakterli pozitif haptotrofik tutunma organları ile de tırmanma olur. *Humulus* ve *Phaseolus* 'ta ise gövde ucunun dalgalanması ile sarılarak tırmanma olur.

Tırmanıcı bitkilerde internodlar genellikle uzundur. İletim demetlerindeki elemanlar (trake, trakeid ve elekli boru hücreleri) oldukça uzundur. Çoğunlukla gövdede anormal sekonder gelişmeler görülür.

2- Epifitler: Kökleri toprakta olan tırmanıcı bitkilerin aksine, bu gruptaki bitkiler toprakla temasta olmadan gelişirler. Yüksek ağaçların yeterli ışık alan üst kısımlarındaki gövdelerinin üstünde koloniler oluştururlar. Bu ağaçlar epifitlere bir alt yapı oluştururlar, hatta kısmen beslenmelerine yardım ederler. Bundan dolayı bir çok epifit parazit bitki olarak kabul edilir. Bu gruba dahil olan *Viscum* gibi birkaç epifit hakiki parazittir. Bu bitkiler konukcu bitkinin gövdesine haustoriyum denen emici köklerini salarak beslenirler. Haustoriumlar konukcu gövdesinde ksileme kadar ulaşırlar, buradan su ve mineral maddeleri alır, yeşil yapraklarında da fotosentez yaparak beslenirler.

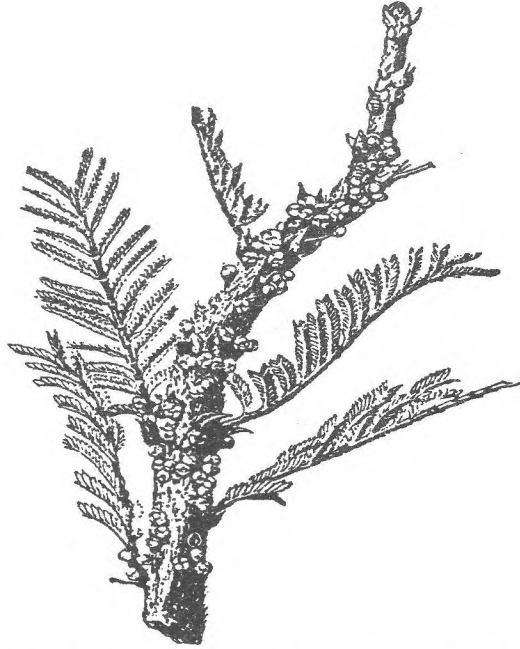
D-Değişik besin ortamlarına adaptasyon:

1- Halofitler ve Mangrovlar: Büyük okyanusun ortalama binde 3.5 oranında tuz konsantrasyonuna sahip kıyılarında, steplerdeki tuz tavalarda ve çöl bölgelerinde yetişen bitkiler halofitlerdir. Bu ortamlarda yaşayan bitkiler toprak, su problemlerine ilave olarak, anormal miktardaki mineralin zararlı etkisi, yüksek osmotik basınç, yüksek miktarda yağış veya tam tersi, yoğun kuraklık gibi problemlerle de karşı karşıyadır.

Tropikal bölgelerde deniz kıyısında gelgit alanında yetişen, tipik odunlu bitkilerden oluşan topluluklar **mangrov** olarak adlandırılırlar. Bu bitkiler de yüksek tuz konsantrasyonunun etkisindedirler. Ayrıca kök sistemleri havasızlık gibi ilave bir faktörede adapte olmuştur. Yüksek tuz konsantrasyonuna, yüksek osmotik değerlerle, havasızlığa ise suyun dışına çıkardıkları hava kökleri ile karşı koyarlar.

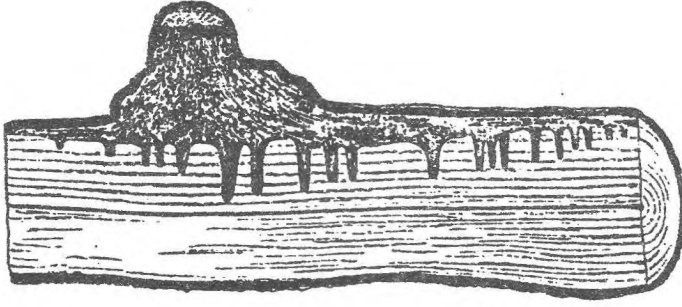
2-Yarı ve tam heterotrofik kormofitler:

a- Parazit ve yarı parazitler: Tallophyta'da olduğu gibi, Cormophta'da da besin kaynağına göre özelleşmiş bitkiler vardır. Konukcu bitkiden beslenme şekillerine ve derecesine göre bunlarda, kısmen veya tamamen ototrofik beslenme organlarını kaybetmişlerdir. Bu bitkiler **parazit bitkiler (holoparazitler)** olarak adlandırılırlar. **Yarı parazitler**, tam parazitlerden yeşil renkli olmaları ile ayırdedilirler. Bir çok tropik parazitte (örn: Rafflesiaceae) vejetatif organlar dışarıdan görülmez. Bunlar konukcu bitki üzerinde birden enteresan çiçekler çıkararak belirirler (şekil 34).



Şekil 34. Leguminosae'den bir ağaç dalı üstünde parazit *Pilostyles ulei* çiçekleri.(Goebel levha)

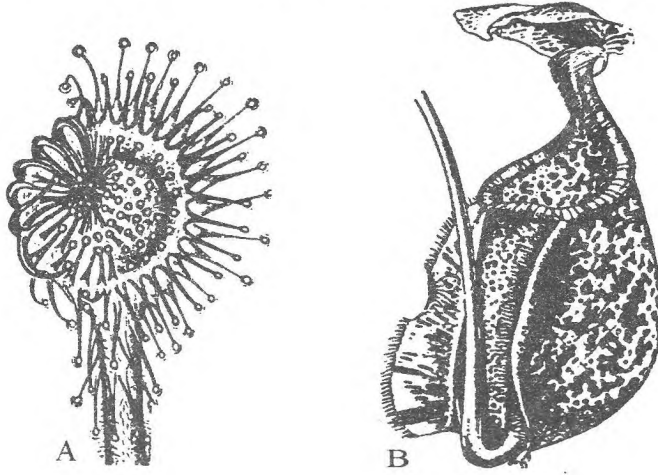
Bunlardan *Rafflesia arnoldii* 'nin çiçeğinin çapı 1m ye ulaşır ve en büyük çiçek olarak bilinir. Bu bitki konucusu Sumatra' nın endemik bitkilerinden olan *Cissus* (Vitaceae) tur. *Cuscuta europaea* , Avrupa'da yaygın bir parazit bitkidir. Sarı renkli gövdesinin üzerinde pul şeklinde yaprakları vardır. Yine parazit bir bitki olan *Orobanche* 'nin tohumları, toprak altında konukcu bitkinin kökleri ile temas etmeden çimlenmez. Çimlendiğinde bitkinin bir kısmı toprak üstüne çıkar. Bu kısım kuşkonmazı andıran parlak sarı, kırmızı bir gövde ve ametist mavisi yapraklardan oluşur. Çok bilinen bir yarı parazit bitki ise *Viscum* 'dur. Kavak, ıhlamur, elma, şeftali gibi bitkilerin üzerinde, özellikle yeşil yaprakları ile belirgin olarak görülür. Konukcusunun gövdesine saldıgı haustorial kökleri ile ksileme ulaşır ve buradan su ve besin tuzlarını alarak beslenir (şekil 35).



Şekil 35- *Viscum* bitkisinin haustorial kökleri.(Heilborn ve Akdik,1946)

b- Karnivor bitkiler: Mineral maddeler, özellikle azot bakımından fakir topraklar (bataklık ve volkan külleri) üstünde yetişen bitkilerdir. Yeşil yaprakları ile normal fotosentezlerini yaparlar. Özellikle böcekler olmak üzere, küçük hayvanları, özel organları ile yakalamak üzere adaptasyona uğramış bitkilerdir (şekil 36). Yakaldıkları bu hayvanları sindirerek azotlu madde ihtiyaçlarını karşılarlar. Örneğin *Drosera*, yapraklarının üstünde bulunan emergensler ile üstüne konan böceği sıkıştırarak yakalar ve sindirir. Bu emergenslerde damarlar vardır ve emergenslerin uç kısımlarında, parlak renkli yapışkan bir salgı salan ve bal kokusu yayan bez dokusu vardır. *Pinguicula* 'da da yaprakların üst yüzünde yapışkan başlı salgı tüyleri vardır ve bunlarla küçük böcekleri yakalayarak sindirir. Avrupa'da durgun sulara gömülü olarak yaşayan *Urticularia* adlı türün yaprakları böcek yakalamak üzere özelleşmiştir. Kıvrılmış ve vazo şeklini almış olan yeşil renkli bu yaprakların, içleri ise su ile doludur. Su seviyesinde olan uç kısımlarında tek yönlü açılan bir kapak vardır. Bu kısma bir böcek temas ettiğinde

kapak açılır ve içeri akan suyun akıntısı ile böcek içeri sürüklenir. Yaprığın iç yüzünde epidermiste salgı bezleri vardır ve salgılarını içerideki suya salarlar. İçeri giren böcek bu suda ölür ve çözülür. Bitkide buradan gerekli organik maddeleri alır.



Şekil 36- Böcek kapan bitkilerden iki örnek, A, *Drosera* tutucu yaprak, B, *Nepenthes* kapan yaprak..

Tropiklerde yetişen böcek kapan bitkilerde bu mekanizmalar çok daha gelişmiştir. Örneğin; Carolina'nın nemli, kumlu otlaklarında yetişen, *Dionaea* (venüs tuzağı)' da yaprak laminası iki parçalıdır. İç yüzde bulunan harekete duyarlı tüylerle böcek konunca uyarılan yaprak ikiye katlanarak böceği yakalar. Epidermisteki salgı bezlerinden salgılanan enzimlerle böcek sindirilir. *Nepenthes*, *Cephalotus*, *Sarracenia* ve yakın akrabası *Darlingtonia*' da yapraklar sürahi şeklini (ascidiform) almış olup, kapan gibi çalışırlar. Ağız kısımları parlak renkli olup kaygandır. Bu renklere kapılıp gelen böcekler, kaygan yüzeyden kayarak içerideki sıvıya düşerler ve burada sindirilirler.

Vejetatif organların, yukarıda bahsedilenler gibi çeşitli çevre şartlarına adaptasyonu ile bu organların metamorfozları ortaya çıkar.

Gövde metamorfozları:

Organlar esas görevlerinden başka bir görev yapmak üzere, şekil değişikliklerine uğrarlarsa bu olaya metamorfoz denir. Gövdelerde başka ödevler görmek üzere, normal

gövdeden farklı görünüm alarak, gövde metamorfozlarını oluştururlar (şekil 37). Üstlerinde tomurcuk bulunması, bunların gövde olduğunu gösterir.

a- Stolon (Sürünücü gövde): Toprak yüzeyine paralel uzanan, düğüm araları uzun, düğümlerinde indirgenmiş pulsu yapraklar bulunan ince yapılı gövdelerdir. *Fragaria vesca* (çilek) gövdesi bu tipe misaldir.

b-Rizom (Toprak altı gövde): Çok miktarda yedek besin depo eden, toprak altında yatay uzanan, altından çok sayıda adventif (ek) kök çıkaran, üstünden mevsimlik toprak üstü gövdeleri veren, silindirik biçimindeki gövdelerdir. Rizom gövdeler bitkiye çok yıllık olma özelliğini kazandırır. Bu gövdelerde tepe ve yan tomurcuklar vardır. Örnek: *Iris* sp (süsen).

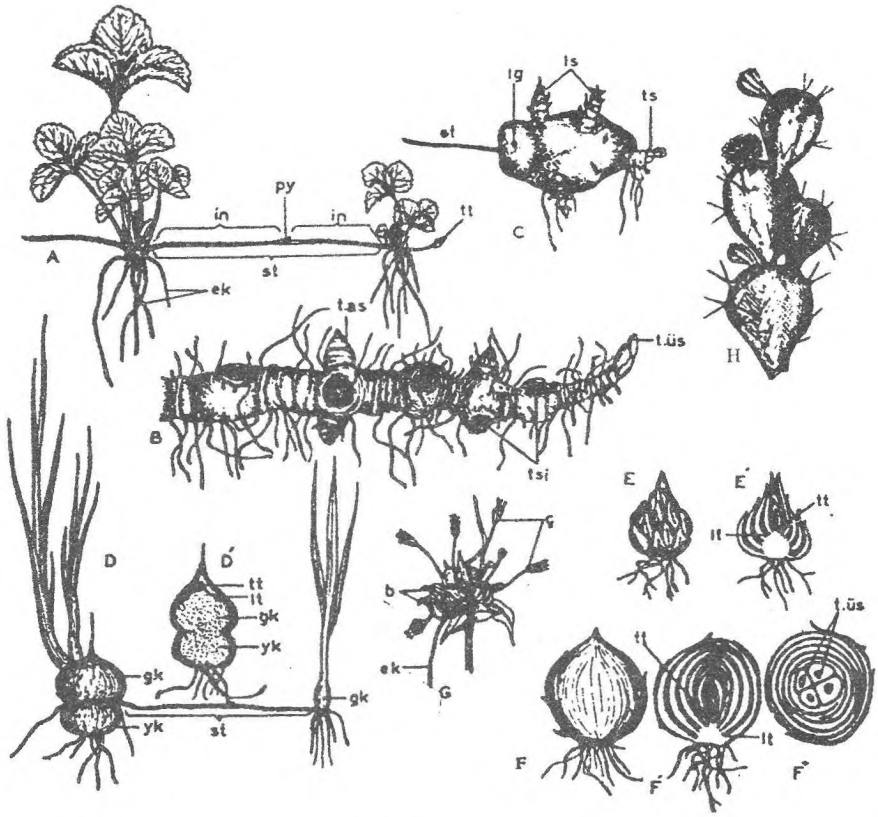
c-Tuber (Yumru gövde): Toprak altında bulunan, besin maddesi depo eden, kısa ve şişkin gövdelerdir. Bunlar ek kök taşımazlar ve devamlı sürgün vermezler, ayrıca kısa ve şişkin olmaları da rizomlardan kolayca ayrılmalarını sağlar. Örnek: *Solanum tuberosum* (patates yumrusu).

d-Korm (Sert soğan): Toprak altında bulunan, besin maddesine zengin, dik durumlu, kısa kalın gövdelerdir. Kalınlaşmış gövdenin etrafında taban kısımları incelmış zar halini almış yapraklar vardır. Ayrıca kormun alt kısmından, ince saçak şeklinde ek kökler çıkar. Örnek: *Ranunculus bulbosus* (dügün çiçeği), *Colchicum* ve *Crocus* (çiğdem).

e-Bulb (Soğan): Üst kısmında besin maddesi ile zengin yapraklar, alt kısmında ince ek köklere sahip disk şeklinde toprak altı gövdelerdir. Örnek: *Lilium* (zambak) ve *Allium cepa* (kurusoğan).

f-Sukkulent (Etli gövde): Gövde etlenerek, su deposu haline gelecek şekilde metamorfoza uğramıştır. Tuzcul ve çöl ortamında yetişen bitkilerde görülür. Örnek: Cactaceae familyası bitkileri ve *Salicornia*.

g-Yapraksı gövde: Üzerindeki yapraklar körelmiş olduğundan, yaprağın asimile ödevini görmek üzere, gövde yaprak şeklini almıştır. Örnek: *Opuntia* ve *Ruscus*.



Şekil 37. Çeşitli Gövde Metamorfозları; A- *Fragaria* (çilek) da stolon, B- *İris* (süsen) de rizom, C- *Solanum tuberosum* (patates) te tuber, D- *Gladiolus* (glayör) de korm ve kesiti (D'), E- *Lilium* (zambak) ta pullu bulb ve kesiti (E'), F- *Allium cepa* (soğan) da gömleklili bulb ve kesiti (F'- boyuna kesit, F''- enine kesit), G- bir tip *Allium*'da bulbil oluşumu, H- *Opuntia* (kaynanadili) da sukkulent gövde. st- stolon, py- pulsu yaprak, ek- ek kök, in- internod, tt- tepe tomurcuğu, lt- lateral tomurcuk, tas- toprak altı sürgünü, t.üs- toprak üstü sürgünü, tsi- topraküstü sürgün izi, lg- lateral göz, ts- terminal sürgün, ls- lateral sürgün, gk- genç korm, yk- yaşlı korm, ç- çiçekler, b- bulbiller.(Yakar-Tan ve Bilge,1976)

h- Diken gövde: Koruma görevini yapmak üzere, uzun ve kısa sürgünler diken şeklinde metamorfoza uğramıştır. Gövdedeki yaprakların koltuğunda dikenli dallar vardır. Örnek: *Phyrcantha* (ateş dikenli).

i-Sülük Gövde: Kısa sürgünlerin kısa kıvrılmış bir hal almaları ile sülük gövdeler oluşur. Bunlar tutunma ve dayanma ödevini görürler. Örnek: *Vitis* (asma).

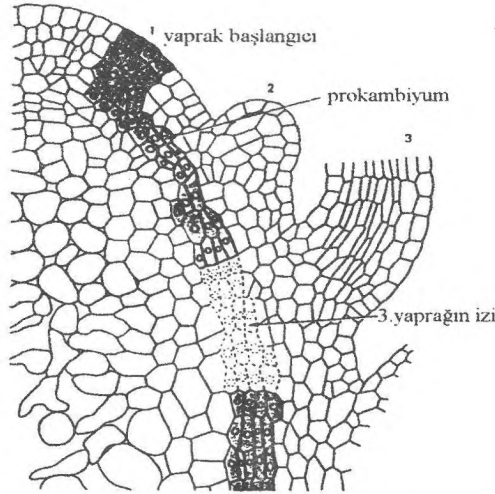
j-Sarılcı Gövde: Uzun sürgünler metamorfoza uğramış ve sülük gövde gibi tutunma ödevini görmektedirler. Örnek: *Humulus lupulus* (şerbetçi otu).

YAPRAK

Yaprak ve gövde arasında teorik ve pratik olarak tam bir ayırım yapmak oldukça güçtür. Pteropsida'da (yüksek bitkiler Pteridophyta ve Spermatophyta) yaprak filogenetik olarak gövdeden oluşan bir dal sistemi olarak kabul edilmektedir. İletim sisteminin yapısı aynı gövdedeki iletim demeti gibidir. Bazen yaprak ve gövde korteksinde fotosentetik ve normal parankimatik dokular birarada görülebilmektedir.

Vejetatif yaprağın oluşumu:

Yaprak oluşumunun başlangıcı: Yaprığın ilk ortaya çıkışı tepe ucunun (apeks) yan kısmında bulunan bir grup hücrenin periklinal bölünmesi ile olur (şekil 38). Yaprak primordiyası oluşumuna katılan tepedeki hücre sayısı ve sırası türlere göre farklılıklar gösterir. Örneğin birçok çim bitkisinde, tepedeki yüzeysel hücreler (tunikanın dış sıraları) hızla bölünerek primordiyayı oluşturur. Hemen arkasından daha alt tabakalardaki hücreler bu oluşuma katılır. Yaprığın büyük kısmını bu dış hücreler oluşturur.



Şekil 38. Tepe ucunda yaprak primordiyası ve bundan yaprak oluşumu. 1-yaprak primordiyasının başlangıcı, 2- yaprak primordiyası, 3- gelişmekte olan yaprak

Çim bitkilerinin aksine, diğer monokotiledonlarda ve hemen hemen bütün dikotiledonlarda, ilk bölünme yüzeyi birkaç sıra altındaki hücrelerde olur. Dolayısı ile

yaprağın iç yapısının oluşumuna dış tabaka iştirak etmez. İç tabakalardaki hücrelerin ard arda bölünmesi ile yaprak primordiyaları ortaya çıkar. Dış tabaka sadece yaprak protodermini oluşturur.

Gimnospermelerde de angiospermelerde olduğu gibi yaprak primordiyaları türlere göre değişik şekillerde, yani daha çok dış veya daha çok iç tepe tabakalarının faaliyeti ile oluşur.

En yaygın olan primordiya oluşum şekli, yüzeyin altındaki hücre gruplarının faaliyeti ile olandır. Bu durumda yaprak oluşumu, tunika ve korpusun tunikaya komşu iç tabakaları tarafından gerçekleştirilir. Yinede ergin yapraktaki dokuların bu tabakaların hangisinden kaynaklandığını söylemek zordur.

İlk gelişme: Başlangıç hücrelerinin devamlı bölünmeleri ile gövde tepesinde yaprak primordiyası küçük çıkıntı veya küçük kubbe şeklinde belirir (şekil 38). Bu çıkıntının dış kısmı **protoderm** tabakası, içi **temel meristem** ve tepenin iç kısmına bakan kaide kısmı ise **prokambiyum**dur.

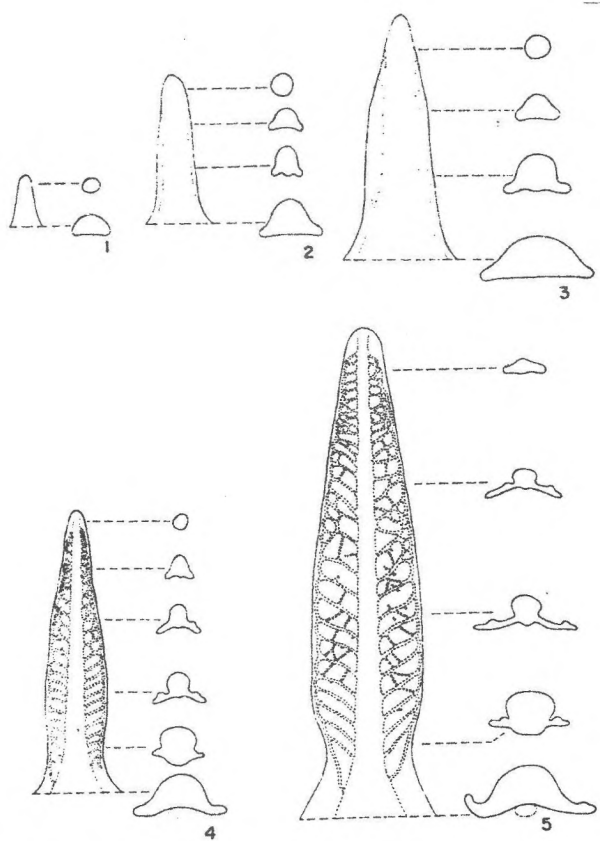
Yaprak ekseninin gelişmesi: Bir çok dikotiledonda ve gimnospermde primordiya eksenin gelişmesi ile basit yaprağın laminası veya birleşik yapraklarda ana eksen ve yaprakcıklar oluşur. Hızla gelişen primordiyanın üst kısmı kubbe şeklini alırken alt kısmı düz kalır (şekil 39-1,2). Yaprak primordiyasının uç kısmı gövde tepesi gibi görev yapar, fakat tohumlu bitkilerde yaprak ucu çok kısa süre sonra histolojik olarak değişme ve olgunlaşma işaretleri verir. Bazı bitkilerde gelişmenin erken safhalarında, örneğin primordiya 1mm uzunluğa eriştiğinde uç büyümesi durur, hücre bölünmesi ve büyümesi gerideki hücreler tarafından (interkalar meristem) sağlanır. Eğreltilerde uç büyümesi ile interkalar büyüme uzun süre beraber devam eder. Yaprağın uzaması, genişlemesi ve kalınlaşması aynı anda olur. Yaprağın kalınlaşmasını üst kısımda yer alan, tanjantal yönde bölünen kambiyum benzeri bölge sağlar.

Laminanın orijini: Genç yaprağın genişleme ve kalınlaşması sırasında üst kenardaki hücreler hızla bölünmeğe devam ederler. Basit yapraklarda bu hızlı bölünme ile iki tarafa doğru yaprağın kanat şeklinde açılması sağlanır (şekil 39-3,4,5). İki tarafa doğru açılan laminanın enine kesitinde, uç kısımlarda iki tarafından protoderm tarafından çevrilmiş birkaç sıra temel doku hücresi görülür. Laminayı oluşturacak hücreler buradaki **kenar** ve **kenar altı başlangıç** hücreleridir (şekil 40 ve 41). Kenar başlangıcı genç laminanın dış kısmındaki hücrelerdir. Genel olarak angiospermelerde bu başlangıçlar yalnız antiklinal yönde bölünürler, alt ve üst yüze yeni protoderm hücreleri üretirler. Bazı monokotiledonlarda ve *Rhododendron* türlerinde burada periklinal

bölünmelerde görülür ve temel meristemede yeni hücreler katılır. Bazı bitki gruplarında bütün lamina bu başlangıçtan gelişir. Kenar altı başlangıçlar bütün yönlerde bölünür. Böylece genç laminanın iç kısımlarına yeni hücreler katılır.

Pinnat veya palmat birleşik yapraklarda, üst kenar meristem genç yaprakcığın ana eksenini oluştururken, bu eksenin üstünde de yan yaprakcıklar iki sıra papillar çıkıntı şeklinde görülürler. Ana eksenin ucundaki yaprakcık ise ana eksenin uç kısmından gelişir.

Loblu yaprakların gelişmesi, yaprak kenar meristemini farklı şiddette faaliyeti ile oluşur. Lobun oluşacağı bölgede kenar meristeminde hızlı bölünme olurken, girinti bölgesinde ya hiç bölünme olmaz veya çok az olur.



Şekil 39. Değişik gelişme safhalarında *Nicotiana tabacum* yaprak primordiyasının boyuna ve enine kesitinin şematik görünüşü. 1, genç tepe şeklinde primordiya. 2, kenarda lamina başlangıcı. 3, orta damar oluşumu. 4, 5 mm boyundaki primordiyada ilk damar demeti sisteminin oluşması. 5, daha gelişmiş yaprak (Avery, 1933 den alınmıştır).

Delikli yapraklardaki delikler ise, erken ontogenik devrede dokudaki birkaç hücrenin ölmesi ile oluşur. Ölen hücrelerin bulunduğu bölgede gelişme olmaz ve yaprak ayasında bu bölgede delik oluşur.

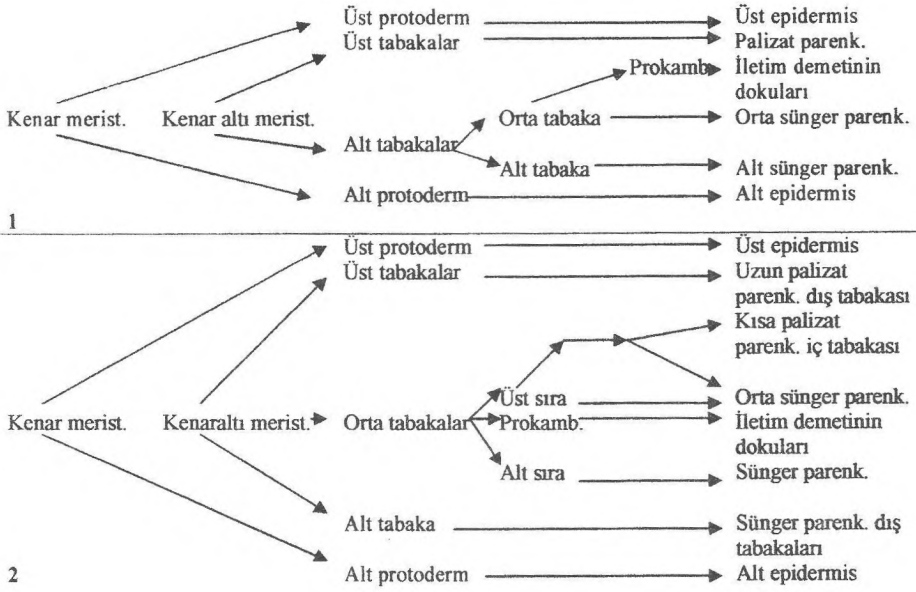
Laminadaki dokuların oluşması (histogenesis): Kenar meristemin gelişmesi, tepe gelişmesinden çok daha uzun sürer. Avery (1933) *Nicotiana tabacum*'da yaprak normal büyüklüğüne yaklaştığında bile yaprağın taban kısımlarında yan meristem gelişmesinin devam ettiğini gözlemiştir. *Cercis siliquastrum*'da yaprak boyu 2-2.5 mm'e ulaştığında yan meristem gelişmesi durur. Bundan sonra laminanın gelişmesi, laminadaki çeşitli hücre tabakalarının (plate meristem) bölünmesi ile sağlanır. Bu bölünmelerle yaprakta kalınlaşma olmaz fakat yaprak ayasının genişlemesi sağlanır. Bu şekilde çoğalan hücreler yaprakta değişimle epidermis hücrelerine, palizat, sünger parenkiması hücrelerine, iletim dokusu hücrelerine dönüşürler ve ergin yaprak ortaya çıkar. Şekil 40 ve şekil 41'de çeşitli bitki yapraklarında bu dokuların hangi başlangıçlardan oluştukları şematik olarak görülmektedir.

Yaprağın iç yapısı (anatomisi):

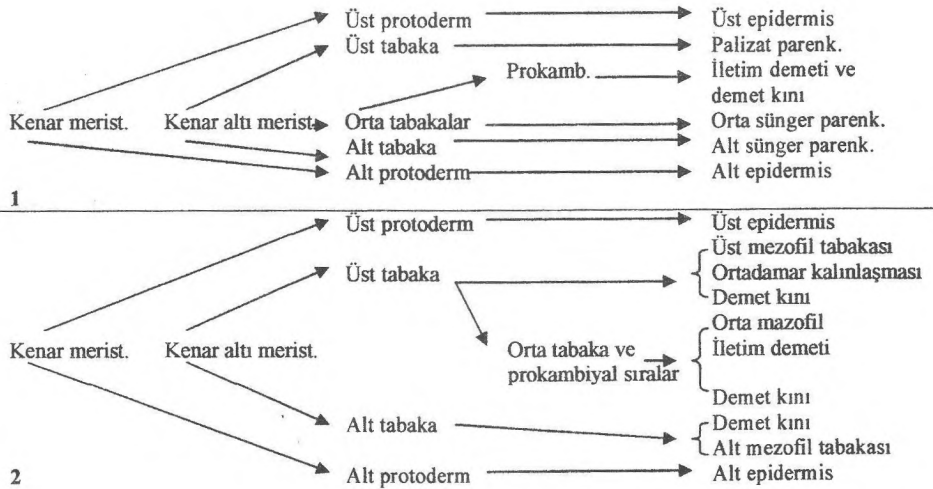
Yaprağın içindeki hücreler çok sayıda kloroplast taşırlar ve ışığı en fazla alacak şekilde sıralanmışlardır. Gaz alışverişini sağlamak için çok miktarda hücre arası boşluklarına sahiptirler. Fotosentez için gerekli suyu getirmek ve sentez edilen organik maddeleri götürmek için gelişmiş bir iletim demeti sistemi vardır.

Ergin bir yapraktan enine kesit alırsak, alt ve üst yüzde epidermis tabakaları ve ortada parankimatik bir doku olan mezofili görürüz (şekil 42).

1- Epidermis: Yaprağın bütün dış yüzü tipik bir epiderma dokusu ile örtülüdür. Epidermiste, farklı tipte stomalara, tüylere, emergenslere ve hidatodlara rastlanır. Yaprakta stomalar hem alt hem üst yüzde, alt yüzde ve sadece üst yüzde bulunabilir. Fakat alt epidermisteki stoma sayısı daha fazladır. Bu tip yapraklara "**Amfistomatik yaprak**" denir. Stomalar yaprağın sadece alt yüzünde toplanmışsa bu tip yapraklara da "**Hipostomatik yapraklar**" denir. *Nymphaea* (nilüfer) gibi yapraklarının alt yüzü su ile temasta olan bitkilerde stomalar üst epidermiste toplanmıştır. Bu tip yapraklara da "**Epistomatik yapraklar**" denir.

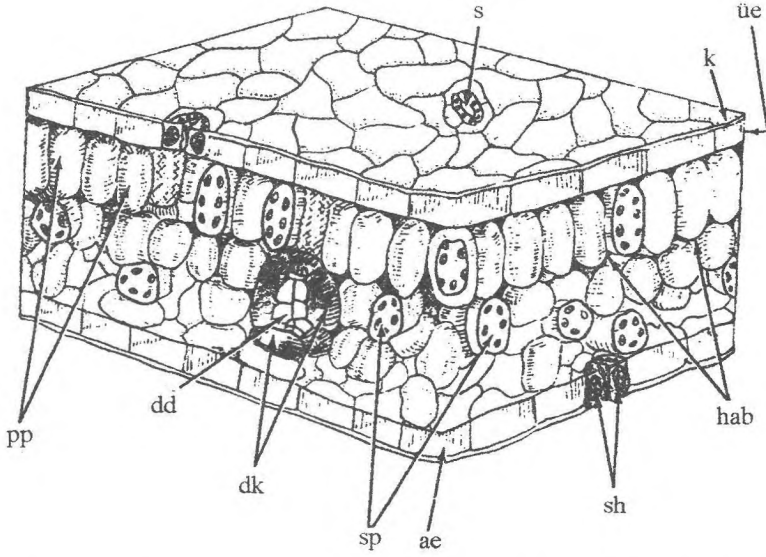


Şekil 40. Yaprak laminasındaki dokuların oluşumunun şematik gösterimi. 1. *Carya buckleyi*, 2. *Pelargonium zonale* (Foster, 1936 den alınmıştır).



Şekil 41. Yaprak laminasındaki dokuların oluşumunun şematik gösterimi. 1. *Nicotiana tabacum* (Foster, 1936 den alınmıştır), 2. *Oryza* (Kaufman, 1959 dan alınmıştır).

Stoma sayıları bitki türlerine göre değişir. Kurakçıl bitkilerde 1mm^2 de 10 ila 50 adet stoma olduğu halde, *Spirea* adlı bitkide 1mm^2 de 1300 adet stoma sayılmıştır. Epidermiste tüyler de vardır. Epidermisin dış yüzünde kütin birikimi görülür. Epidermis hücreleri tek veya çok sıralı olabilir. Çok sıralı olduğunda, en dıştaki sıraya **epidermis**, alttaki sıralarada **hipodermis** denir.



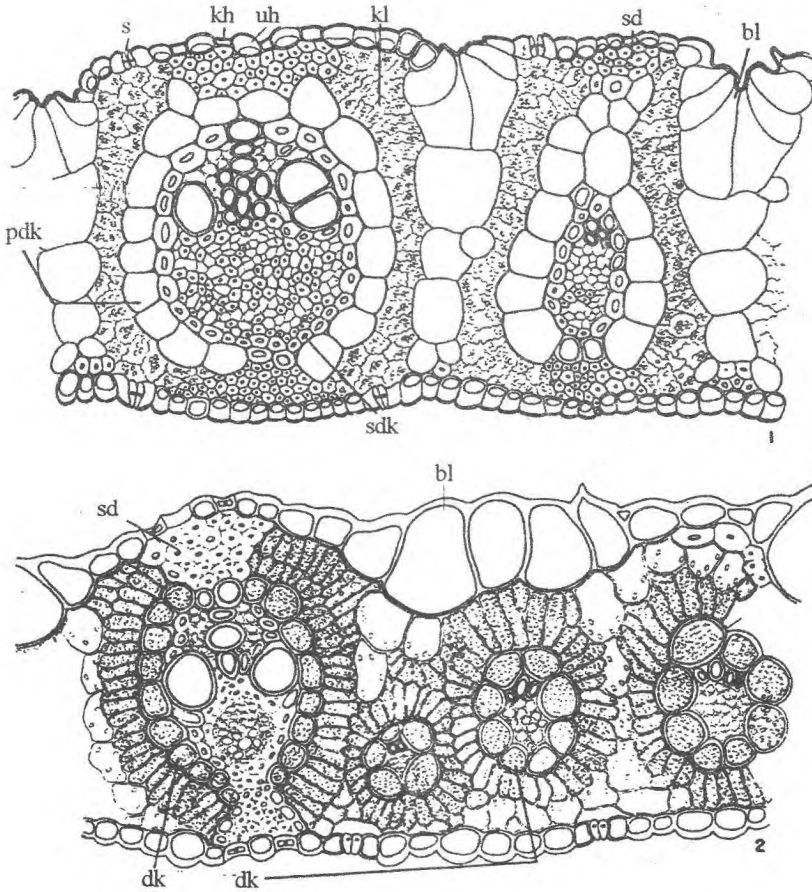
Şekil 42- Yaprığın üç boyutlu şematik iç yapısı; s, stoma, k, kutikula, üe, üst epidermis, pp, palizat parankiması, dd, damar demeti, dk, demet kını, sp, sünger parankiması, ae, alt epidermis, sh, stoma hücreleri, hab, hücre arası boşluk.

2-Mezofil: Epidermisler arasında bulunan mezofil, ince çeperli parankimatik hücrelerden oluşur. Palizat ve sünger parankiması olmak üzere iki tip hücreden oluşur.

Palizat parankiması: Bir veya birden fazla sıralıdır. Çoğunlukla üst, bazende hem alt, hem üst epidermisin altında bulunur. Enine kesitte yaprak yüzeyine dik ve silindirik şeklinde hücrelerden oluştuğu görülür. Bu dokunun hücre arası boşlukları yoktur. Sıra ve sayıları yaprağın aldığı ışık miktarına göre değişir. Gimnospermlerde ve Gramineae’larda palizat parankimasına rastlanmaz. Pinus gibi dar yapraklarda, mezofildeki hücrelerde çeperler içeri doğru girintiler yaparak, kloroplastların oturdukları yüzeyleri artırır.

Sünger parankiması: Hücrelerinin düzenli bir şekilleri yoktur. Gevşek diziliş gösterirler ve bol miktarda hücre arası boşluklarına sahiptirler. Hücreleri kolludur ve kolları ile temas ederek ağımsı bir görünüm gösterirler. Buna kollu sünger parankiması da denir.

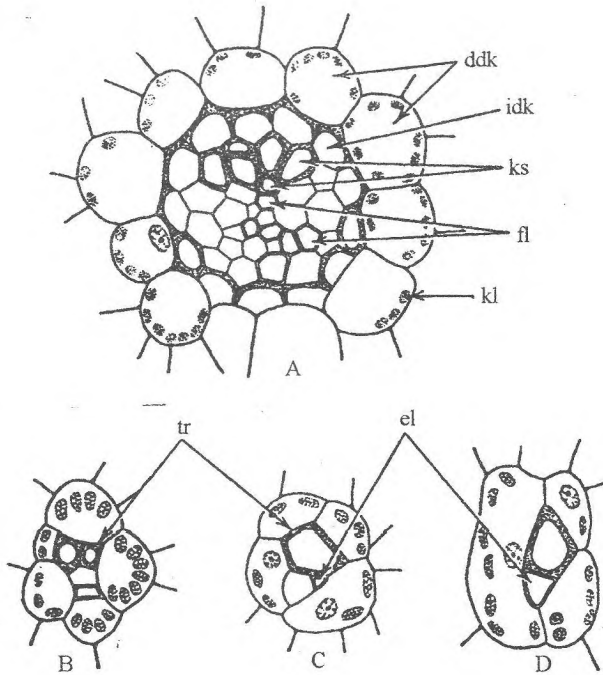
Damarlar: Damarlar bir veya birden fazla iletim demetinden meydana gelmişlerdir. Çok ince bir ağ sistemi oluşturarak yaprağın içine dağılmışlardır. İnce damarlar mezofilin içine gömülü olduğu halde, ana damarlar alt üst epidermisin arasını tamamen kaplarlar ve dışarı çıkıntı bile yaparlar. Gövdede ksilem içte, floem dışta



Şekil 43- Çayır bitkilerinin yapraklarında demet kını; 1, *Desmostachya hippinata* da dıştaki parenkimatik, içteki sklerankimata iki sıralı demet kını 2, *Hyparrhenia hirta* da tek sıralı, kloroplastlı demet kını.s, stoma, kh, kısık hücre, uh, uzun hücre, kl, klorenkima, sd, sklerankimata demeti, bh, buliform hücreler, pdk, parenkimatik demet kını, sdk, sklerankimata demet kını, kdk, kloroplastlı demet kını.(Fahn,1974)

bulunurken yaprakta, ksilem üstte, floem altta yer alır. İletim demetlerinin alt ve üst yüzeylerinde sklerankima ve kollenkima demetlerine rastlanır. Bazı bitkilerde iletim demetlerinin etrafında özel yapıda ve özel kloroplastlı ve nişasta depo eden, bir sıralı hücre topluluğu vardır. buna **demet kını** denir (şekil 43). Demet kınına bir çeşit endodermis de diyebiliriz. Bu hücrelerin çeperleri de kalınlaşmıştır. Hatta bazı türlerde iki sıralıdır ve bu sıralardan içte olanının çeperleri iyice kalınlaşmıştır (sklerankima gibi).

Yaprakta iletim demetlerinin son bulması: Demetler dallanıp küçüldükçe daha basit hale gelirler. Önce ksilemlerde trakeler kaybolur. Su iletimi ağsı ve spiralli süsler gösteren trakeidlerle sağlanır. Floemde elekli boru hücreleri inceler, arkadaş hücreleri kaybolur. En ince damarlar, spiral süslü trakeidlerle, iletim yönünde uzamış iletim parankimasından oluşur ve sonunda diğer dokular içinde kaybolurlar (şekil 44).

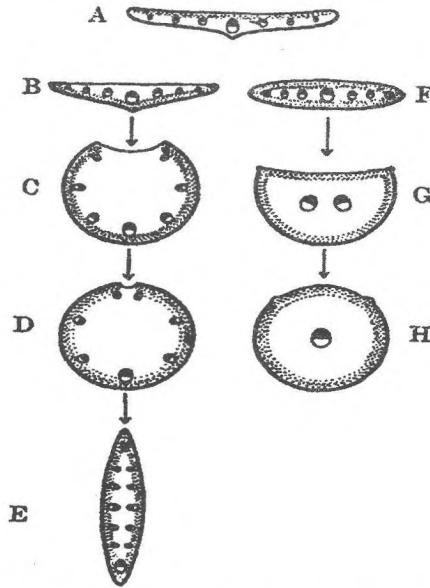


Şekil 44- Yaprakta iletim demetlerinin son bulması; A, kalın damar demeti, B,C,D, gittikçe incelen damar demetleri. ddk, dış demet kını, idk, iç demet kını, ks, ksilem, fl, floem, kl, kloroplastlar tr, trakeid, el, elekli boru hücresi.(Esau, 1962)

Yapraklar alt ve üst yüzüne bakan dokulara göre de adlandırılırlar. Yaprığın alt ve üst yüzüne bakan dokular farklı ise bu tip yapraklara **bifasiel yaprak** denir. Alt ve üst yüze bakan dokular benzer ise **ekvifasiel yaprak** olur. Alt ve üst yüzü ayırd edilemeyen yuvarlak silindirik gibi yapraklara **unifasiel yaprak** denir. Şekil 45'te yaprakların alt ve üst yüze bakan dokulara göre sınıflandırılması ve aralarındaki ilişkiler görülmektedir.

Bazı büyük bitki gruplarında yapısal özellikler gösteren yapraklar vardır (şekil 46).

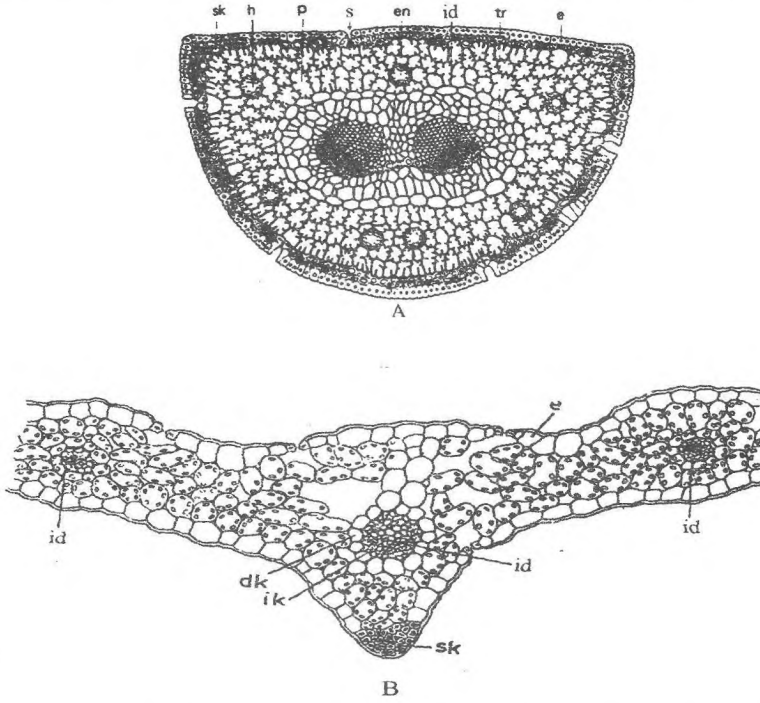
1- Gimnosperm yaprakları: Çoğunlukla iğne ve ibre tipinde yapraklardır. Epidermis hücreleri büyüktür ve çeperleri kalınlaşmıştır. Stoma hücreleri küçük olup, epidermis hücrelerinin alt kısımlarındadırlar, yani çukurlar içine yerleşmiştir. Hücre çeperleri içeri doğru girintiler yapmış palizat parankiması çamlar için karakteristiktir. Sünger doku belirgin değildir. İletim dokusu azdır. Bir, iki adet damar demeti vardır.



Şekil 45. Yaprığın alt ve üst yüzüne bakan dokulara göre sınıflandırılması ve aralarındaki ilişkiler. A , normal bifasiel yassı, B, ters bifasiel, C, D, silindirik unifasiel, E, unifasiel yassı, F, ekvifasiel yassı, G, ekvifasiel iğnemi, H, ekvifasiel silindirik.(Troll und Rauh, 1950)

2- Gramineae yaprakları: Dar şeritsi yapraklardır. Özellikle epidermis hücre çeperlerinde silis birikimi vardır. İletim demetleri dallanmaz, yaprağı boyuna paralel

olarak kat ederler. Mezofilde sünger ve palizat parankiması diye iki tabaka ayırt edilemez. Yine de üst epidermisin altındaki hücre tabakası az çok muntazamdır.

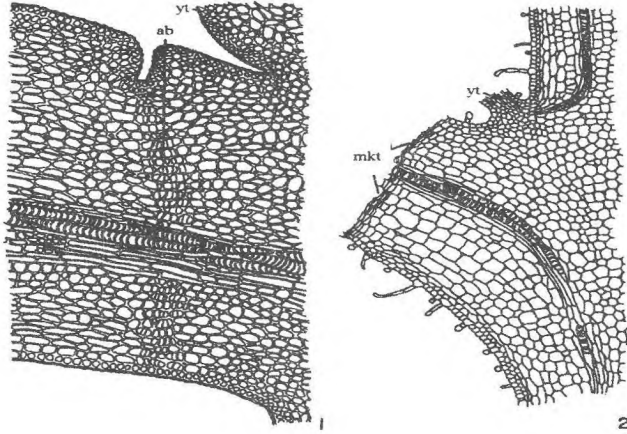


Şekil 46- Enine kesitte gimnosperm (A) ve monokotil (B) yaprağı. id, iletim demeti, tr, geçiş dokusu, en, endodermis, m, mezofil, h, reçine kanalı, e, epidermis, s, stoma, sk, hipodermal sklerankima, dk, dış demet kını, ik, iç demet kını, p, özümleme parenkiması.

Absisyon:

Yıllık büyüme periodu gösteren çok yıllık bitkilerde, özellikle odunlu çok yıllık bitkilerde sonbaharda yapraklar kurur ve dökülür. Bu dökülme olayına **absisyon** denir. Yaprak sapının gövdeye birleştiği yerde çok ince bir mantar hücre tabakası oluşur. Buraya da **absisyon bölgesi** denir (şekil 47). Sonbaharda absisyon bölgesi teşekkül etmeden önce yaprakta bulunan organik maddeler bozulur ve kolay taşınır şekerlere dönüşür ve bu maddeler gövdeye geri taşınır. Bunun sonucunda yapraklarda geride kalan maddelerden dolayı sonbaharda görülen renklemeler olur (Sarı, turuncu, kırmızı, kahverengi). Bundan sonra yaprak sapındaki absisyon bölgesinde bazı hücreler bölünme kabiliyeti kazanarak mantar kambiyumuna dönüşür. Bu kambiyumda üreyerek bu bölgede ince bir mantar tabakası üretir. Yaprak sapın çok gevrek çeperli hücrelerden

oluşan bu bölgeden, rüzgar, yağmur, kar v.b. etkenlerle kırılır ve yaprak düşer. Gövde üzerinde kalan yara kısmı mantar doku ile örtülü kalır. Dolayısı ile gövdede oluşan yara önceden kapatılmış olur.



Şekil 47- 1-Yaprakta absiyon bölgesi, 2- Yaprak koştuktan sonra gövdede kalan kısım, ab- absiyon bölgesi, yt- yan tomurcuk, mkt- mantarlaşmış koruyucu tabaka

Yaprığın dış morfolojisi:

Yaprak anatomik ve morfolojik olarak çok değişken bir bitki organıdır. Yine de bitkide görülen bütün yapraklar **fillom (yaprak)** adı altında toplanmıştır. İç ve dış yapılarındaki farklara göre çeşitli fillom'lar vardır. Yapraklar görevleri ve gövde üzerinde bulundukları yerler dikkate alınarak, gerçek yapraklar, katofiller, hipsofiller ve kotiledonlar olmak üzere dörde ayrılır (şekil 48).

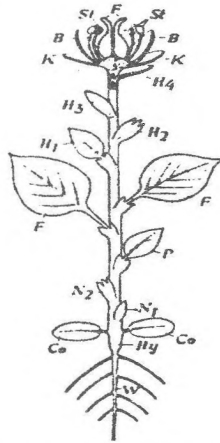
a- Gerçek yapraklar (Torofiller) (Toros = Besleyici, Phyllom = Yaprak): Asimile yaprakları da denir. Ayası, petiyolü ve yaprak tabanı olmak üzere üç kısmı bulunan yapraklardır. Fotosentez yapan temel organdır.

b- Kotiledonlar: . Diğer adı çenek yaprak olan, kotiledonlar bitkideki ilk yapraklardır. Basit yapılı, kısa ömürlü yapraklardır. Tohumun içinde bulunurlar ve çimlenme sırasında ortaya çıkarlar. Depo vazifesi görürler. Yeşil renkli olanlar ise fidenin ilk ototrof beslenmesini sağlarlar.

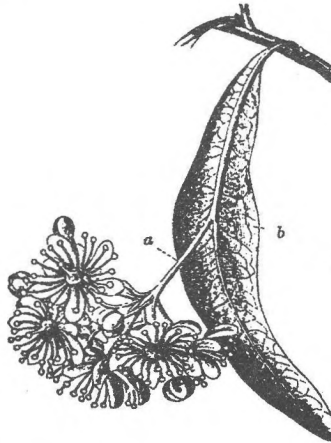
c- Alçak yapraklar (Katafiller) (Kata = aşağı, Phyllom = Yaprak): Gerçek yapraklar gibi meydana gelirler, erginleştikten sonra gerçek yapraklardan farklılaşırlar. Tomurcukların üstünde yer alan pulsu yapraklar aynı zamanda toprak altı gövdelerinde

görülen etli yapraklardır. Örn; Kuru soğanın (*Allium cepa*) etli yaprakları. Koruma ve depo ödevi gören yapraklardır.

d- Yüksek yapraklar (Hipsofiller) (Hypsos = zirve, Phyllom = Yaprak): Bunlar da gerçek yapraklar gibi oluşurlar, daha sonra değişikliğe uğrarlar. Çiçek yaprakları, brakteler, monokotil çiçeklerindeki bürgü ve bürgüçükler yüksek yapraklar olarak kabul edilirler. Renkli hipsofiller aynı petaller gibi görev yaparlar. Çiçek organları da yaprak olarak kabul edilirler (yaprak metamorfozu). Alçak ve yüksek yapraklar özümlemeye katılmaz veya çok az katılırlar. Bazılarında tohumların taşınmasında rol oynarlar. *Tilia* (ıhlamur) çiçek sapsındaki yapraklar daha sonra oluşan tohumun hava yolu ile taşınmasını sağlar (şekil 49).

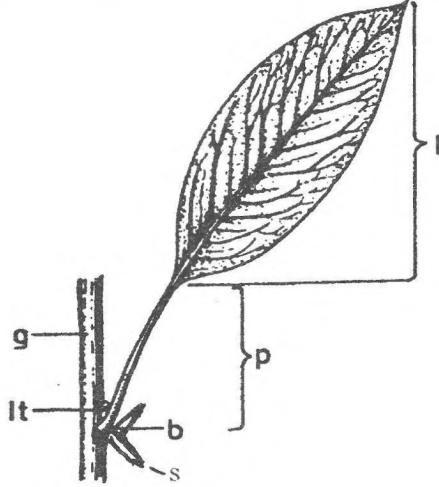


Şekil 48. Gövde üzerindeki yaprak tipleri. Co, kotiledon, N₁, N₂, pulsu yapraklar, P, geçiş yaprağı, F, normal yapraklar, H₁-H₄, brakteler, K, çanak yapraklar, B, taç yapraklar, St, erkek organ, F, dişi organ, W, kök, Hy, hipokotil. (Rauh, 1950)



Şekil 49. *Tilia* (ıhlamur) da yüksek yaprak, a, çiçek sapı, b, brakte.

Angiosperm yaprakları daha detaylı olarak incelenmiştir. Bir kısım angiospermelerde gerçek yapraklar sapsız geniş bir laminadan ibarettir. Fakat pek çoğunda, yaprak; **kulakcık (stipul)**, **taban (bazis)**, **sap (petiol)** ve **aya (lamina)** olmak üzere dört kısımdan oluşur (şekil 50).



Şekil 50. Yaprığın morfolojik yapısı a, yaprak ayası, p, yaprak sapı, b, yaprak tabanı, s, kulakcıklar, lt-yan tomurcuk.

Yaprak damarlarla bezenmiş geniş yüzeyli bir aya ve bunu gövdeye bağlayan saptan ibarettir. Sap, kaide kısmında genişler ve yaprak kınını oluşturarak gövdeye bağlanır. Bu bağlanma noktasında, erken safhalarda düşerek kaybolan yan yapraklar, yani stipullar vardır. Yukarıda da bahsedildiği üzere bir yaprakta temel dört kısım ayırđ edilir;

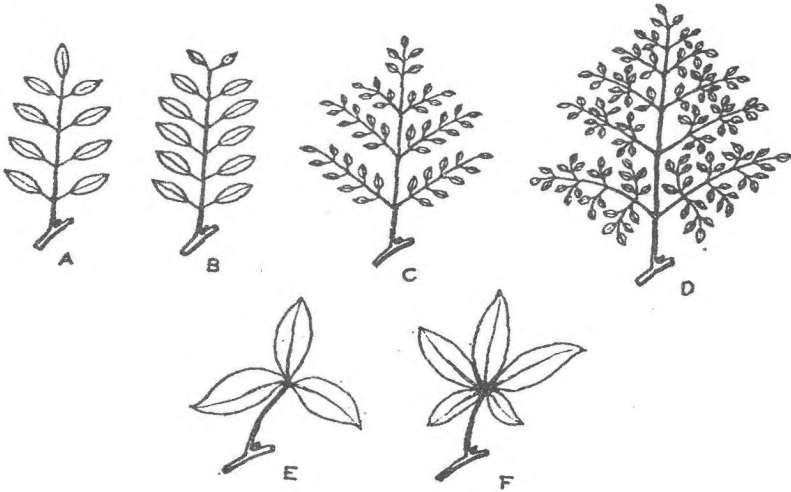
- 1- **Yaprak ayası (Lamina)**
- 2- **Yaprak sapı (Petiolus)**
- 3- **Kın (Vagina, Baziz, Taban)**
- 4- **Kulakcık (Stipul)**

Bu kısımların yapıları, şekilleri ve büyüklükleri çok değişiktir ve çeşitli tipler altında sınıflandırmada rol oynar. Pek çok dikotiledon türünde, yaprak tabanında stipuller adını verdiğimiz iki ilave yapı görülür. Bu yapı yaprak tabanına eklenmiş veya serbest halde bulunur. Serbest olduğunda, yaprak primordiasından, bağımsız olarak gelişirler. Bazı türlerde stipullar yeşil olup, fotosentetik yaprakcıklardır. Fakat asıl görevleri genç gelişmekte olan yaprakları korumaktır.

Yapraklar sap üzerinde tek veya çok sayıda lamina bulunmasına göre **basit** ve **birleşik yapraklar** olmak üzere ikiye ayrılır:

Basit yapraklar: Petiol üzerindeki lamina bir bütündür (şekil 50).

Birleşik yapraklar (şekil 51): Bu yapraklarda bir ana eksen yani, ana yaprak sapı vardır. Şayet yaprakçıklar ana eksenin iki tarafında yer alıyorsa **pinnat tip** adını alır. Bunlarda sekonder ve tersiyer olarak parçalanarak **bipinnat** (ikili tüysü) ve **tripinnat** (üçlü tüysü) tipleri meydana getirirler. Tüysü yaprağın en ucundaki yaprakçık tek ise **imparipinnat**, çift ise **paripinnat** adını alır. Şayet yaprak ana eksenin ucundan ışımsal olarak dallanıyorsa **palmat tip** adını alır. Üç parçalı palmat yaprağa özel olarak **trifoliat** denir.



Şekil 51. Birleşik yaprak tipleri. Pinnat tipler: A, imparipinnat, B, paripinnat, C, bipinnat, D, tripinnat. Palmat tipler: E, trifoliat, F, palmat. (Yakar-Tan ve Bilge, 1976)

Yaprak ve yaprakçıkların ayaları, uçları ve tabanları özel şekilli olup, kenarları da düz veya çeşitli derecelerde girintili şekildir. Bu şekiller sistematik çalışmalarında önemli olup özel olarak isimlendirilmişlerdir (tablo II).

Yassı normal şekilli yaprakların dışında, boyuna yassılaştırmış (*İris*), yuvarlak (*Sanserviera cylindrica*) ve böcek kapan bitkilerdeki gibi tüpsü şekillerde olabilir. Bazı bitkilerde (*Opuntia* sp.) gövde yassılaştırmış ve fotosentetik organ halini almıştır. Bunlara **platikladlar** denir. Eğer gövde *Ruscus* bitkisinde olduğu gibi hakiki yaprak şeklinde ise **filoklarda** adını alır (şekil 54).

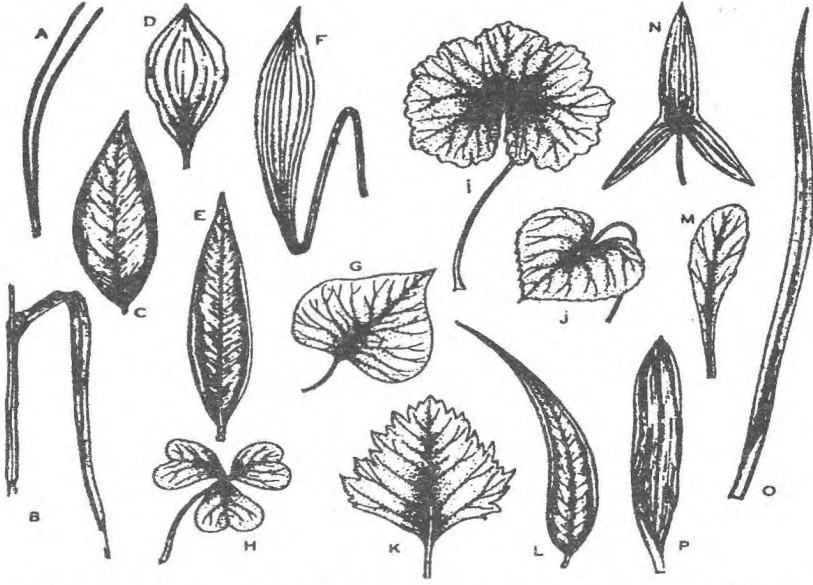
Tablo II .Yaprak ayasının, kenarının, tepesinin ve tabanının şekilleri ve adlandırılması.

Yaprak ayasının şekilleri (şekil 52)			
Latince adı	Türkçe adı	Örnekleri	
Linearis	şeritsi	<i>Gramineae</i>	Buğdaygiller
Asikularis	İğnemsî	<i>Pinaceae</i>	Çamgiller
Ovatus	Yumurtamsı	<i>Ligustrum</i>	Kurtbağrı
Obovatus	Ters yumurtamsı	<i>Plantago</i>	Sinirotu
Lanceolatus	Mızraksı	<i>Nerium</i>	Zakkum
Oblanceolatus	Ters mızraksı	<i>Plantago lanceolata</i>	Sinirotu
Cordiformis	Yürekli	<i>Syringa</i>	Leylak
Obcordiformis	Ters yürekli	<i>Oxalis</i>	Kuzukulağı
Orbicularis	Dairemsi	<i>Pelargonium</i>	Sardunya
Reniformis	Böbreksi	<i>Viola</i>	Menekşe
Rhomboideus	Baklavamsı	<i>Trapa</i>	Sukestanesi
Falcatus	Oraksı	<i>Eucalyptus</i>	Sıtmaağacı
Spathulatus	Spatülsü	<i>Bellis</i>	Koyungözü
Sagittiformis	Oksu	<i>Sagittaria</i>	Suoku
Ansiformis	Kılıçsı	<i>Iris</i>	Zambak
Oblongus	Dikdörtgen	<i>Orchis fusca</i>	Orkide

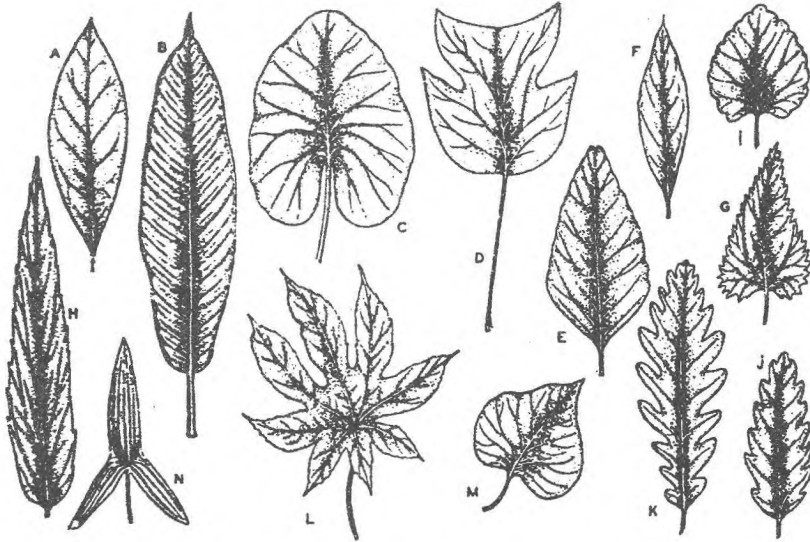
Yaprak ayasının kenar şekilleri (şekil 53)			
Latince adı	Türkçe adı	Örnekleri	
Integer	Düz	<i>Ligustrum</i>	Kurtbağrı (A)
Dentatus	Dişli	<i>Urtica</i>	Isırgan (G)
Serratus	Testeredişli	<i>Digitalis</i>	Yüksükotu (H)
Crenatus	Oymalı	<i>Glechoma hederacea</i>	Yersarmaşığı (İ)
Sinuatus	Dalgalı	<i>Quercus</i>	Meşe (J)
Lobatus	Loblu		
a- Pinnatilobatus	Tüysü loblu	<i>Q. pinnatiloba</i>	Meşe (K)
b- Palmatilobatus	Elsî loblu	<i>Ricinus</i>	Hintyağı (L)

Yaprak ayasının uç şekilleri (şekil 53)			
Latince adı	Türkçe adı	Örnekleri	
Acutus	Geniş keskin uçlu	<i>Ligustrum</i>	Kurtbağrı (A)
Acuminatis	Uzun keskin uçlu	<i>Ficus elastica</i>	Kauçukağacı (B)
Obtusus	Küt uçlu	<i>Nymphaea</i>	Nilüfer (C)
Truncatus	Kesik uçlu	<i>Liriodendron</i>	Laleağacı (D)
Emarginatus	Girintili uçlu	<i>Amaranthus</i>	Tilkikuyruğu (E)
Mucronatus	İğne uçlu	<i>Asperula odorata</i>	Kokulu yapışkanotu (F)

Yaprak ayasının taban şekilleri (şekil 53)			
Latince adı	Türkçe adı	Örnekleri	
Acutus	Keskin tabanlı	<i>Ligustrum</i>	Kurtbağrı (A)
Obtusus	Küt tabanlı	<i>Ficus elastica</i>	Kauçukağacı (B)
Truncatus	Kesik tabanlı	<i>Liriodendron</i>	Laleağacı (D)
Cordiformis	Kalpsi tabanlı	<i>Syringa</i>	Leylak (M)
Reniformis	Böbreksi tabanlı	<i>Nymphaea</i>	Nilüfer (C)
Sagittiformis	Oksu tabanlı	<i>Sagittaria</i>	Suoku (N)



Şekil 52. Yaprak ayası şekilleri. A, asikular, *Pinus* (çam); B, linear, *Triticum* (buğday); C, ovat, *Ligustrum* (kurtbağrı); D, obovat, *Plantago* (Sinirotu); E, lanseolat, *Nerium* (zakkum); F, oblanseolat, *Plantago oblaceolata* (Sinirotu); G, kordat, *Syringa* (leylak); H, obkordat, *Oxalis* (kuzukulağı); I, orbikulat, *Pelargonium* (sardunya); J, reniform, *Viola* (menekşe); K, rombik, *Trapa* (sukestanesi); L, falkat, *Eucalyptus* (sıtma ağacı); M, spatulat, *Bellis* (koyun gözü); N, sagitat, *Sagittaria* (suoku); O, ansiform, *Iris* (zambak); P, oblong, *Orchis fusca* (orkide). (Yakar-Tan ve Bilge, 1976)



Şekil 53. Yaprak ayasının kenar, uç ve taban şekilleri. A, *Ligustrum* (kurtbağrı); B, *Ficus elastica* (kauçuk ağacı); C, *Nymphaea* (nilüfer); D, *Liriodendron* (lale ağacı); E, *Amaranthus* (tilkikuyruğu); F, *Asperula odorata* (kokulu yapışkanotu); G, *Urtica* (ısırgan); H, *Digitalis* (Yüksükotu); İ, *Glechoma hederacea* (yersarmaşığı); J, *Quercus* (meşe); K, *Q. pinnatiloba* (meşe); L, *Ricinus* (hintyağı); M, *Syringa* (leylak); N, *Sagittaria* (suoku). (Yakar-Tan ve Bilge, 1976)

Yaprak ayasında bulunan damarlar çok önemlidir ve yaprağın belirgin özelliğini verirler. Yapraktaki damarlanma tiplerini şu şekilde sınıflandırabiliriz (şekil 55):

1- **Basit damarlanma:** *Pinus* (çam) ve karayosunlarının yapraklarında tek damar vardır. Bu sebeple basit damarlanmıştır. Yani yaprakta tek damar varsa buna basit damarlanma denir.

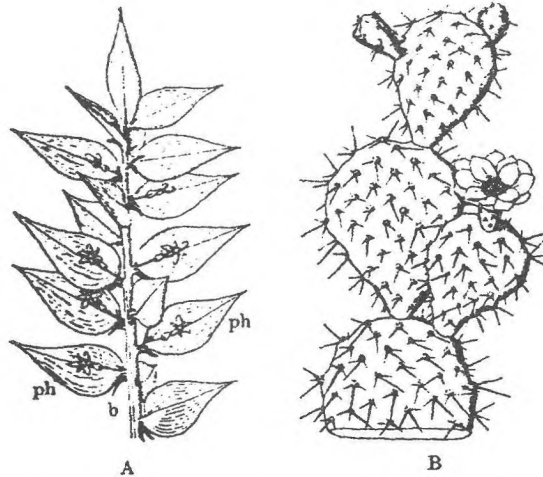
2-**Çatalsı damarlanma:** Damarlar ikiye ikiye eş büyüklükte (dikotom) damarlara bölünerek damarlanır. *Ginkgo* (kutsalağaç) ve *Adiantum* (Venüs saçı)'da görülür.

3- **Paralel damarlanma:** Aşağı yukarı eş büyüklükte damarlar birbirine paralel olarak yaprağın tabanından uç kısmına [*Iris* (zambak)], veya orta damardan yan tarafa kadar[*Nerium* (zakkum)]uzanır. Tek çenekli bitkilerde daha yaygındır.

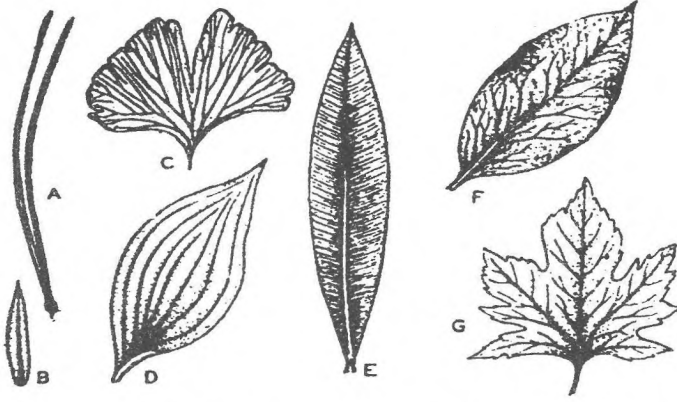
4- **Ağsı damarlanma:** Bir veya birkaç kalın ana damar vardır. Bu damarlardan çıkan ince damarlar dallanarak, bir ağ meydana getirecek şekilde laminaya dağılır. Dikotiledonların yapraklarının çoğunda bu tip damarlanma görülür. Ağsı damarlanmada iki şekil görülür:

a- **Pinnat (tüysü) damarlanma:** Ortadaki tek ana damardan kuş tüylerinde olduğu gibi çıkan damarlar ağ meydana getirecek şekilde dallanırlar.

b- **Palmat (elsi) damarlanma:** Aynı noktadan çıkan birkaç ana damardan çıkan ince damarlar ağ meydana getirecek şekilde dallanırlar.



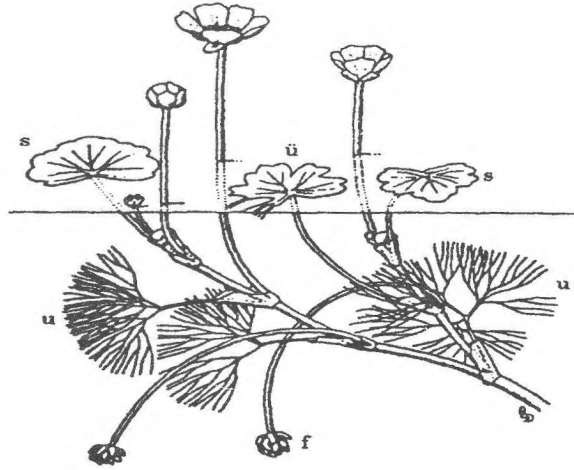
Şekil 54- A, *Ruscus*'ta filloklarda ve B, *Opuntia*'da platiklad gövde, iğne şeklinde yapraklar. b- pulsu yaprak, ph- yaprak şeklinde gövde (filloklarda). (Schenck, 1893)



Şekil 55- Yaprakta damarlanma tipleri. A- *Pinus* (çam) ve B- bir karayosununda basit damarlanma; C- *Ginkgo*'da (kutsalağaç) çatalı damarlanma; D- *Convolvulus* (inci çiçeği) ve E- *Nerium*'da (zakkum) paralel damarlanma; F- *Laurus*'da (defne) pinnat ağsı (tüysü) damarlanma; G- *Acer* (akçağaç) palmat ağsı (elsi) damarlanma. (Yakar-Tan ve Bilge, 1976)

Heterofili

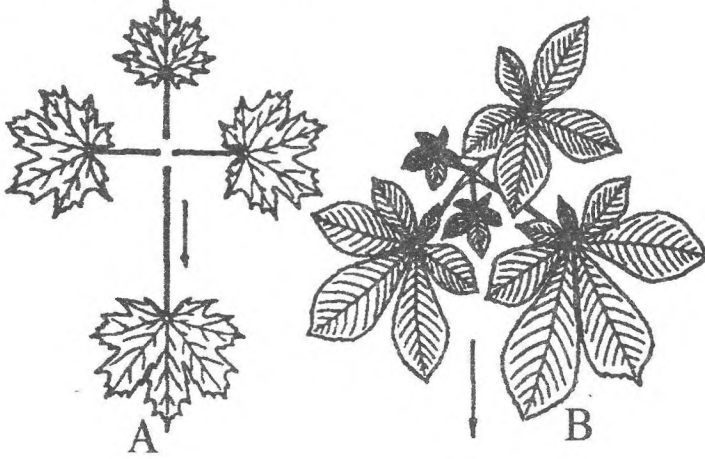
Aynı bitkide bulunan yaprakların morfolojik olarak farklılık göstermesidir. Bu durum bitkinin değişik hayat devrelerinde veya değişik habitatta yaşaması sonucu görülür. *Eucalyptus*'ta genç yapraklar karşılıklı dizilişte, yumurtamsı biçimde iken, yaşlı yapraklar sarmal dizilişte ve oraksı biçimdedir. *Ranunculus peltatus*'ta (dügün çiçeği) su içindeki yaprakların laminası ipliksi parçalı iken, aynı dalın su dışındaki yaprakları geniş laminalıdır (şekil 56).



Şekil 56. *Ranunculus peltatus*'ta heterofili, a, sualtı yaprakları, s, su üstü yaprakları, ü, geçiş yaprak, f, olgun meyve. (Strasburger, 1971)

Anizofili

Aynı noddan (düğümünden) çıkan yaprakların farklı büyüklükte olmasıdır. Nodun alt ve üst tarafındaki yapraklar farklı büyüklüktedir (şekil 57). *Acer* (akçağaç) ve *Aesculus* (at kestanesi)'ta çok iyi görülür. Bu durum yerçekiminden etkilenme sonucu veya bitkinin genetik yapısından ileri gelir.



Şekil 57- A, *Acer* ve B, *Aesculus*'ta anizofili gösteren yapraklar.(Troll,1948)

Yaprakların gövde üzerinde dizilişleri:

Gerçek yaprakların görevi terleme ve özellikle özümleme yapmak olduğundan sürgün üstünde birbirlerine engel olmayacak şekilde dizilmeleri gerekir. bu sebeple sürgündeki yapraklar bol ışık alacak şekilde dizilirler. Bir sürgüne bakınca sürgün ucundan, tabanına doğru yaprakların düzgün, hayali bir çizgi üstünde dizildiği görülür (şekil 58). Bu çizgiye **Ortostih** denir. Sürgün üstündeki yaprak kendinden sonra gelen, ikinci yaprakla sürgünün merkezine göre bir açı yapar. Bu açıya **divergens açısı** denir. Divergens açısının sürgünün çevresini oluşturan 360^0 ile karşılaştırılmasına **divergens** denir.

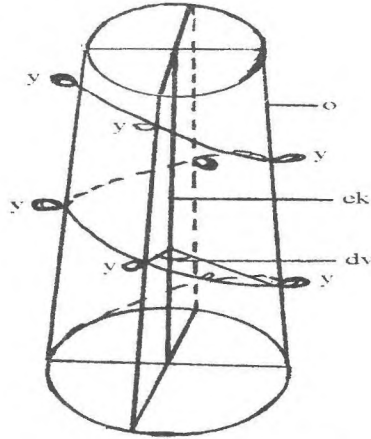
Gövde üstünde yaprakların dizilişi iki tiptir:

- 1- **Dairesel diziliş (Halka dizilişi)**
- 2- **Sarmal diziliş.**

Bir nodda birden fazla yaprak bulunan dizilişe **dairesele diziliş** veya **halkasal diziliş** denir (şekil 59 A,B). Bu dizilişte **ekvidistans** ve **alternans** olmak üzere iki kural vardır. Bir halkada bulunan yapraklar arasındaki açılar birbirine eşittir buna **ekvidistans**

kuralı, bir halkadaki yapraklar diğer halkadaki yaprakların arasına düşer bunada **alternans** kuralı denir. Divergens açısı 2'li dairesel diziliş için 180^0 , 3'lü dairesel diziliş için 120^0 , 4'lü dairesel diziliş için 90^0 'dir. Bunların divergensler ise $180/360 = 1/2$, $120/360 = 1/3$ ve $90/360=1/4$ ' tür. İkili dairesel dizilişe, özel olarak **karşılıklı (opposite)** veya **karşılıklı çapraz (dekussat)** diziliş denir.

Sarmal diziliş'te ise her noddada bir yaprak bulunur ve bu yapraklar eksen etrafında sarmal çizgi meydana getirecek şekilde yer alırlar (şekil 59 C,D,E). Ekvidistans ve alternans kuralları burada da geçerlidir. Birbiri ardına gelen yaprakların bulunduğu yerlerin iz düşümleri ile eksen arasında kalan divergens açıları birbirine eşittir. Her sarmalde ilk yaprakla son yaprak aynı ortostiheye isabet eder, aradaki yapraklar birbirinin üstüne gelmez (alternans kuralı). Sarmal dizilişte divergensin paydası, herhangi bir yapraktan sarmal yönü izleyerek aynı hizada bulunan yaprağa (aynı ortostihde) gelene kadar rastlanan yaprak sayısını, pay ise bu esnada kaç dönü yapıldığını gösterir. Örneğin: divergens = $2/5$ ise, iki dönüşte, 1. yaprakla 6. yaprak aynı ortosticheye gelir. Yine sarmal dizilişte payda gövdeki ortostih sayısını gösterir. Divergens biliniyorsa, bu kesir 360^0 'la çarpılarak divergens açısı hesaplanabilir. Örnek: Divergens $2/5$ ise divergens açısı $360 \times 2/5 = 144^0$ dir.



Şekil 58- Yaprakların gövde üzerinde dizilişlerinin şematik çizimi, dv, divergens açısı, o, ortostih, y, yaprak, ek eksen

En çok rastlanan divergensler serisine **Schimper ve Braun ana serisi** denir. Bu serinin divergens ve divergens açıları sıralı olarak aşağıdaki gibi dizilirler:

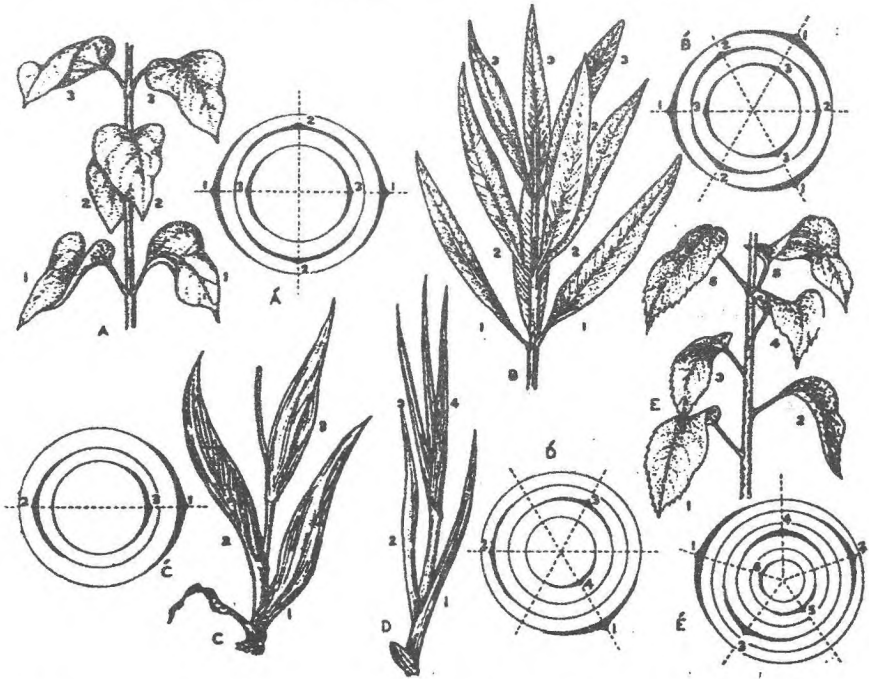
$1/2$ (180^0) Gramineae; $1/3$ (120^0) Cyperaceae; $2/5$ (144^0) *Rosa*, *Coryllus*, *Betula*; $3/8$ (135^0) *Aster*, *Plantago*, *Brassica*; $5/13$ ($138^0 27'$) *Sempervivum*, *Pinus*

strobis tepesi; $8/21$ ($137^0 8'$) *Pinus sylvestris*, *P. nigra*, *Picea abies* tepesi; $13/34$ ($137^0 38'$), $21/55$ ($137^0 27'$), $34/89$ ($137^0 31'$) çeşitli Compositae türleri.

Burada görüldüğü gibi divergensler arasında matematiksel bir ilişki vardır. $1/2$ ve $1/3$ 'ü izleyen divergensler, kendilerinden önce gelen divergenslerin pay ve paydalarının toplamına eşittirler:

$$1/2 + 1/3 = 2/5, 1/3 + 2/5 = 3/8, 2/5 + 3/8 = 5/13, 3/8 + 5/13 = 8/21, 5/13 + 8/21 = 13/34 \text{ gibi.}$$

Bu şekilde pay ve paydaları toplanarak oluşan kesirler dizisine **Fibonacci dizisi** (İtalyan botanikçi) denir. Yukarıda Schimper ve Braun ana serisinde görüldüğü gibi artan divergenslerle, divergens açısı belli bir limite ulaşır. Bundan sonra oluşan bütün divergens açıları birbirine eşit denecek kadar yakındır ve bu açı yaklaşık $135^0 30'$ dir. Bu özel açı daireyi **altın ortalama (golden mean)** denen oranda böler. Bu ortalamayı tabiatte spiral yapıdaki pek çok cisimde Örn: spiral nebulalarda, spiral dizilişli pulları, kabukları olan hayvanlarda, yaprakların spiral dizilişlerinde, spiral dizilişli yapısı olan çam kozalaklarında v.b. bir çok yerde görürüz..



Şekil 59. Yaprakların gövde üzerinde dizilişleri ve diyagramları A-A'- *Syringa*'da ($1/2$ div.) B-B'- *Nerium*'da ($1/3$ div.) daireysel dizilişler, C-C'- *Iris*'te ($1/2$ div.) D-D'- *Carex*'te ($1/3$ div.) E-E'- *Pyrus*'ta ($2/5$ div.) sarmal dizilişler. (Yakar-Tan ve Bilge, 1976)

Yaprak metamorfozları:

Yaprığın esas görevi asimilasyon(fotosentez), solunum ve terlemedir. Bazı yapraklar bu ödevden başka görevlerde görürler. Bu işler için şekil ve yapı bakımından değişikliğe uğramalarına metamorfoz denir.

1-Tomurcuk pulları: Kısa kalın ve sapsız yaprakçıklardır. Üst yüzleri genellikle tüy, bazen reçine veya mum gibi maddelerle kaplıdır. Ödevleri tomurcukları dış etkenlerden korumaktır.

2- Diken yapraklar: Çok sayıda iletim demeti ve sklerankima demeti ihtiva ederler. Ödevleri, bitkinin savunmasına yardımcı olmaktır. Bazen yapraktaki damarlar diken haline geçebilir. *Opuntia*'da (devedikenî) olduğu gibi. Bazende yaprağın tamamı diken haline geçmiştir. *Berberis*'de (kadın tuzluğu) olduğu gibi.

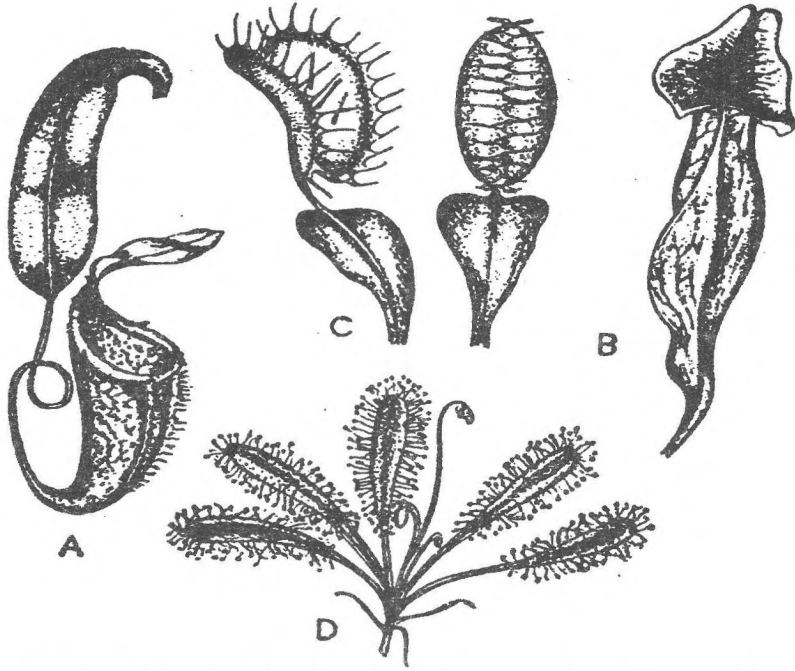
3- Depo yapraklar: Su ve besin maddesi depo etmek için farklılaşmış yapraklardır. Etli ve kalındır. Kurak ve tuzcul bölgelerde yaşayan bu tip bitkilerin yapraklarında klorofilsiz, büyük ve büyük vakuollü bol miktarda parankima hücresine rastlanır. *Sedum* (damkoruğu) ve *Mesembrianthemum*'da (buz çiçeği) olduğu gibi. Soğanlı bitkilerin, soğanlarındaki etli kalın yapraklar ise, parankima hücrelerinde besin maddeleri depo edilir. *Allium cepa* (kurusoğan) ve *Tulipa* (lale) bitkilerinin soğanları bu tip yapraklardan oluşur.

4-Sülük yapraklar: Tırmanıcı bitkilerde, bitkinin tutunmasını sağlamak için yapraklar ince sülükler haline geçerler. Örnek: *Pisum sativum* (bezelye).

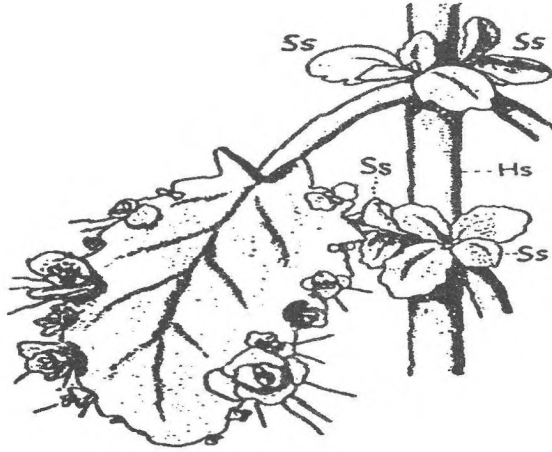
5- Kapan yapraklar: Böcek kapan bitkilerde yapraklar, böcekleri yakalamak üzere özel şekil almışlardır. *Nepenthes*, *Drosera*, *Dionea*, *Sarracenia* gibi. Bu yapraklarda bulunan tüyler, emergensler tutma ve salgıladıkları enzimlerle böcekleri sindirme ödevini görürler (şekil 60).

6- Üretken yapraklar: Nadir de olsa bazen yapraklar kenarlarında üreme işi görecektir tomurcuklar verirler. Burada üreyen yavru bitki tamamen geliştikten sonra yere düşer ve yeni bir bitki oluşur. *Bryophyllum* bitkisi böyle ürer (şekil 61).

7-Çiçek yaprakları: Gerek çiçek yaprakları (çanak, taçlar, brakteler, brakteoller v.b.) gerekse mikrosporofiller ve megasporofiller gerçek yaprakların metamorfozuyla meydana gelmişlerdir.



Şekil 60. Böcek kapan bitkilerde yapraklar A, *Nepenthes*, B, *Sarracenia*, C, *Dionea*, D, *Drosera*). (Yakar-Tan ve Bilge, 1976)



Şekil 61. *Bryophyllum* bitkisinde yaprak kenarında oluşan genç bitkicikler. Hs- anagövde, Ss- yan dallar, Gb- yavru bitkicik, Ak- adventif kökler. (Troll, 1948)

KÖK

Genelde toprak içinde, nadiren toprak dışında (hava kökleri) bulunan, şekil olarak başlangıçta ip gibi ince bir yapıda olan, iç yapı bakımından radyal simetri gösteren vejetatif bitki organıdır. Gövdedeki yaprağa karşılık olacak hiçbir yan organ taşımaz. Kök epidermisinde stoma görülmez. Yan dallar gövdede tepe ve yan tomurcuklardan oluşurken, yan kökler tamamen erginleşmiş bir doku olan periskıldan oluşur. Kök bitkinin toprakta tutunmasını sağlar, topraktan su ve besin tuzlarını alır ve gövdeye iletir. Aynı zamanda çeşitli depo maddelerinin depo edildiği bir organdır. Pek çok kökte yukarıdaki görevlerin hepsi birarada yapılır. İç yapısı ve kalınlaşması gövdeyi andırır. Çok az tohumlu bitki türünde, tohumun içindeki embriyoda kök başlangıcı görülmez. Bu **köksüz bitkiler** su bitkilerinden *Ceratophyllum*, *Urticularia*, saprofitik orkidelerden *Epipogium*, *Corollorhiza* ve epifitik Bromeliaceae'den *Thillandsia usnoides*' tir.

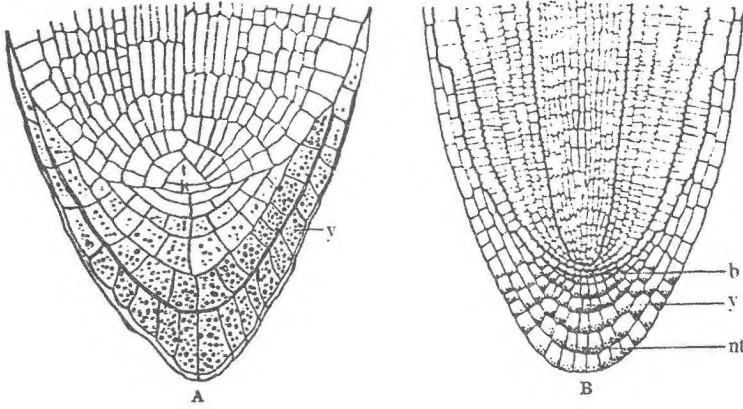
Kökte büyüme bölgesi: Kök, gövdede olduğu gibi uçta bulunan konik şekilli tepe meristeminden büyür. Toprakta ilerleyen kökün ucundaki meristematik hücreler zedelenmelere karşı, yine bu meristem tarafından dışa doğru üretilen birbirlerine benzeyen özel parenkimatik hücreden yapılmış **yüksük (kaliptra)** denen bir muhafaza tarafından korunur (şekil 62). Yüksük, en iyi şekilde kök ucunun ortadan geçen boyuna kesitinde görülür. Yüksükte özellikle dış kısımdaki hücreler birbirlerine müsilaçlı bir orta lamelle tutunurlar. Kök toprağın içinde ilerlerken parçalanarak yok olan dış kısımdaki kaliptra hücrelerinin yerine iç kısımdaki meristemden devamlı yeni hücreler üretilir. Kaliptradaki parenkimatik hücrelerin bir özelliğide içlerinde serbest hareket edebilen nişasta tanelerinin bulunmasıdır (şekil 62). Araştırmacılar bu nişasta tanelerinin yer çekiminin etkisi ile çekül gibi hareket edip, kökün yer çekimi ile aynı yönde (jeotropizma) uzamasını sağladıklarını ileri sürmektedirler.

Suda yüzen bitkiler olan *Lemna* ve *Hydrocharis*'te kök uçlarında yüksük bulunması gerekmez. Bu bitkilerde görülen yüksük benzeri yapı, kök primordiyasını koruyan fakat gövdedeki dokular tarafından oluşturulmuş bir yapıdır. Gövdeki endodermis ve periskıldan gelişen bu doku, tam yüksük görevini yapmasada, ona yakın bir görev yapar.

Kökün uzaması:

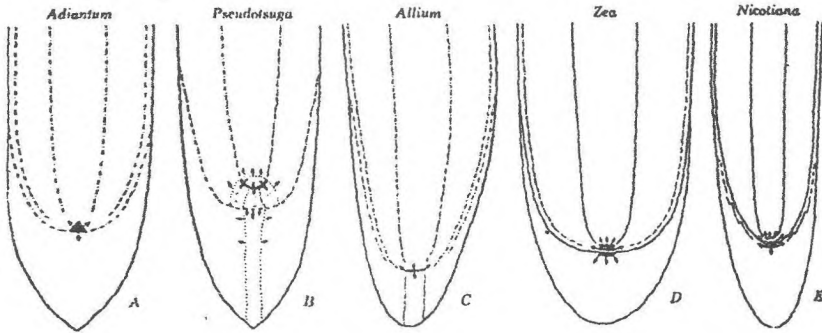
Pteridophytlerde büyüme kaliptranın hemen altındaki kök ucundaki piramit hücresinin veya bir kaç sıra tepe hücresinin bölünmesi ile olur. Bunun bölünmesi ile

aynı gövde ucunda olduğu gibi kökün uzaması sağlanır. Halbuki tohumlu bitkilerde kök



Şekil 62. Kök ucu ve kaliptra. A. Eğreltilerde kök ucu, t- tepe hücresi; k- kaliptrayı oluşturan yavru hücre; y- içinde nişasta taneleri bulunan yüksük hücreleri; B. Tohumlu bitkilerde kök ucu, b- başlangıç hücreleri (dermo-kaliptragen); y- yüksük hücreleri; nt- nişasta taneleri. (Strasburger, 1971)

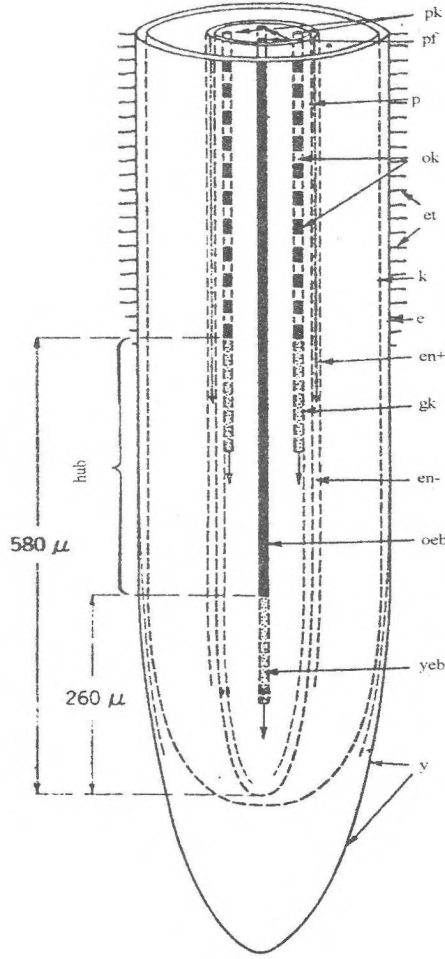
ucundaki tepe hücreleri birkaç sıralıdır. İçte bulunan sıralar merkezi silindiri, daha dıştaki sıralar kökün kabuk kısmını ve epidermisi, en dıştaki sıralar ise kaliptrayı meydana getirirler. Bazen tek sıralı olan tepe üreme kısmı, üreyerek kökün bütün kısımlarını meydana getirir (şekil 63).



Şekil 63. Bazı bitki cinslerinde kök ucundaki büyüme bölgeleri. (Esau, 1962)

Kökün uzaması, tepe ucunun gerisinde, embriyonik meristem hücrelerinin arkada bıraktıkları yavru hücrelerin değişime uğraması ile olur. Toprak altı köklerinde

tepenin altındaki bu değişme bölgesi, gövde ve hava köklerinin aksine daha dar yani 5-10 mm'lik bir bölgedir (şekil 64). Bu bölgenin kısalığı toprakta ilerlerken kökün



Şekil 64. Kök ucundaki meristematik bölgelerin şematik görünüşü. pk, protoksillem; pf, protofloem; p, periskl; ok, olgun ksilem; et, emici tüy; k, korteks; e, epidermis; enk+, kaspari şeritli endodermis; gk, genç ksilem; enk-, kaspari şeridi oluşmamış endodermis; oeb, olgun elekli boru hücreleri; yeb, yeni elekli boru hücreleri; y, yüksük; hub, hızlı uzama bölgesi. (Esau, 1962)

kolay kıvrılmasını sağlar. Toprak altı köklerinde bu gelişme bölgesinin bir kaç mm üstünde kök epidermis hücreleri bitkilere göre değişen, genellikle 0.15-8 mm uzunluktaki ince çeperli canlı emici tüylere dönüşür. Bunlar bitkide hayati öneme sahip oluşumlardır ve bu yapı kök yüzeyini belirgin bir şekilde artırır. Sadece bir tek çavdar bitkisinin kök uçlarında 14 milyar emici tüy sayılmıştır. Bu tüyler 372 m² yüzey

sağlarlar, bu ölçülen emici tüy yüzeyi bitkinin toprak üstünde kalan yüzeyinin 130 katıdır. Kök, emici tüyler vasıtası ile topraktan su ve mineral maddelerini alır. Emici tüy hücreleri sadece birkaç gün canlı kalırlar. Kök ucu uzadıkça, uç kısmın üstünde yaklaşık 1 cm'lik bir bölgede devamlı emici tüyler oluşur. Su ihtiyacını kolay temin eden, su ve bataklık bitkilerinde, mikorhiza ve mantarlarla simbiyotik olarak beslenen bitkilerin kök uçlarında emici tüyler görülmez.

Kökün anatomisi:

Embriyodan itibaren bölünme özelliğini kaybetmeyen primer meristemlerin meydana getirdiği primer dokuların tümü kökün primer yapısını, kambiyum gibi sekonder meristemlerin meydana getirdiği dokular ise sekonder yapıyı teşkil ederler.

Kökün primer yapısı:

Kök ucundaki meristematik bölgenin altında yüksüğü, üstünde ise primer yapıyı yani dıştan içe doğru koruyucu dokuyu (epiderma veya eksodermayı), korteksi (kabuk), merkezi silindiri (iletim demetlerini) görürüz (şekil 66).

Yüksük: Kök ucunu toprak içinde ilerlemesi sırasında koruyan dokudur ve bu dokuya **kaliptra**'da denir. Canlı parenkima hücrelerinden yapılmıştır. Hücreler meristemde oluştukları sırayı korurlar, bu sebeple, görünüş olarak kök ucundan ışınal olarak açılan diziler şeklindedirler (şekil 62). Bu hücrelerin içlerinde bol miktarda nişasta tanesi bulunur.

Yüksük hücreleri, polisakkaritlerden oluşmuş bir madde salgılarlar. Salgı hücrelerdeki diktiyozomlarda (golgi) oluşur, buradan ayrılan salgı dolu parçacıklar plazmalemmaya ulaşır. Burada salgı boşaltılır ve daha sonra salgı hücre çeperinin dışına çıkarılır.

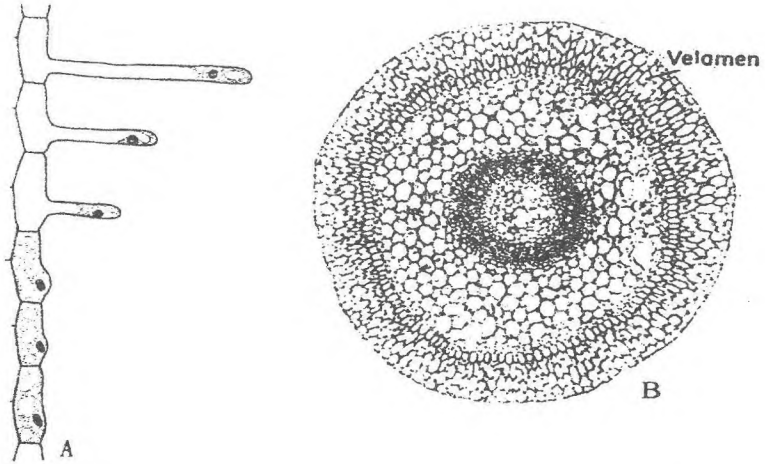
Yüksüğün kök ucunun jeotropik hareketini kontrol ettiği uzun süreden beri bilinmektedir. Bu harekette, hücrelerin içinde bulunan ve satellit adı verilen, nişasta taneciklerinden oluşan, katı parçacıklar rol oynar (şekil 62). Bu parçacıklar yer çekiminin etkisinde kaldıklarında, aldıkları bu uyarıyı, içinde bulundukları hücrenin, temasta oldukları plasmalemmasına aktardıkları tahmin edilmektedir. Bu uyarıya birkaç milimetre yukarıdaki meristem bölgesi bir taraftaki hücreleri fazla, diğer taraftaki hücreleri az sayıda üreterek uygun cevabı vermekte ve kök ucunun kıvrılarak aşağı

doğru hareketini sağlamaktadır. Fakat uyarının yukarıdaki meristem hücrelerine nasıl nakledildiği açık değildir. Yinede bazı araştırmacılar, hücrenin içindeki endoplasmik retikulumun, büyüme hormonlarının hareketini kontrol etmesi ile bu uyarıya uygun cevabın verildiğini ileri sürmektedirler.

Yüksük devamlı gelişen bir dokudur. En dıştaki hücreler birbirlerinden ayrılarak, parçalanıp yok olurken, kök ucundaki meristem hücreleri dışa doğru yeni yüksük hücreleri üretirler. Bazı parazit bitkiler ve mikorhizalı kökler hariç, hemen hemen bütün bitki köklerinde yüksük vardır. Yüksek su bitkilerinin köklerinde de yüksük vardır, fakat gelişimlerinin çok erken safhalarında yok olur.

Koruyucu doku

Epidermis: Primer yapıdaki kökte meristematik bölgenin üstünde, en dışta epidermis ve epidermis hücrelerinden çıkan emici tüyleri görürüz (şekil 65 A). Epidermiste stoma ve kutikula rastlanmaz. Kök ucunda epidermis hücrelerinin bir kısmında dışa bakan çeperler uzayarak emici tüyleri oluşturur. Toprak altı ve toprak üstü köklerinde bu bölgenin üst tarafındaki epidermis hücrelerinin dışa bakan çeperleri



Şekil 65. A-Emici tüy oluşumu, B-velamen (A, Troll, 1948, B, Fahn, 1974)

kalınlaşır hatta çeperlerde lignin birikimi olur. Epidermis koyu renk alır. Kök epidermiside yine tek sıra hücreden oluşmuştur. Epifitik bitkilerde, Orchidaceae'nin hava köklü bitkilerinde ve Araceae'nin tropik türlerinde kök epidermislerinin çok sıralı hücrelerden oluştuğu görülür. Bu yapıya **velamen** adı verilir (şekil 65 B). Bu yapıyı

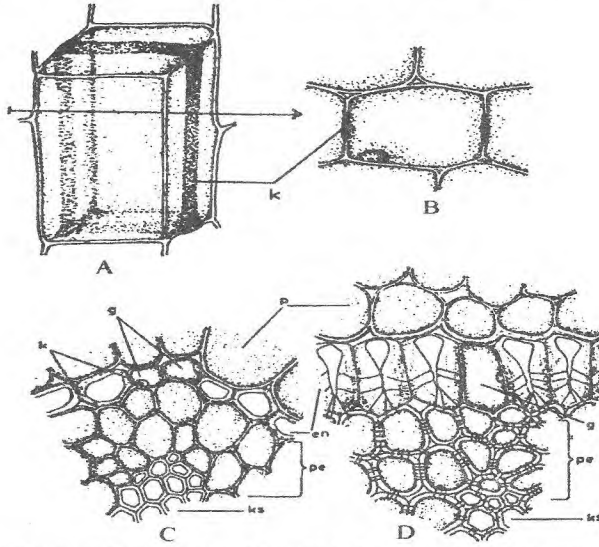
Korteks: Gymnospermelerde ve pekçok dikotiledon bitkide korteks tamamen parenkimatik hücrelerden yapılmıştır. Monokotiledonların çoğunda, kortekste parenkima hücrelerine ilaveten sklerankima hücreleride bulunduğundan, kök gelişsede korteks bozulmadan kalır. Kök korteksi gövde korteksine oranlandığında daha geniştir. Kökte daha çok madde depolanmasının sebebi budur. Kök korteksinin gelişiminin ilk safhalarında şizogenik hücre arası boşlukları sistemi görülür. Gramineae ve Cyperaceae gibi bazı bitki gruplarında, şizogenik boşluklara, lizigenik boşluklarda ilave olur. *Palmae*'de kök korteksinde bu şekilde oluşmuş geniş hava kanalları vardır.

Bazı su bitkilerinin köklerinde ve hava köklerinde, korteks parenkiması hücrelerinde kloroplastlar görülür. Yine birçok bitkinin kök korteksinde salgı hücrelerine, reçine kanallarına ve süt kanallarına rastlanır. Şayet kortekste sklerankima varsa, bu hücreler kökü silindir gibi sarar. Bu sklerankima halkası eksodermisin altındadır veya endodermise bitişiktir. Bazı bitkilerin kök korteksinde yine destek doku elemanı olarak kollenkima da bulunabilir.

Endodermis: Korteksin en iç tabakası **endodermis**'tir. Damarlı bitkilerde bir kaç istisna hariç, hemen hemen hepsinde görülür. Bu tabaka korteksle merkezi silindiri kesin olarak ayırır. Endodermis özel bir hücre sırasından oluşmuştur ve hücrelerin arasında boşluk yoktur. Endodermis fizyolojik ve filogenetik öneme sahip bir dokudur. Merkezi silindirle dış kısım arasındaki iletimi denetler. Kökün uç bölgesinde primer iletim sistemi erginleşmeye başladığında, endodermal hücrelerin yan, alt ve üst çeperlerinde **kaspari (Caspary) şeridi** adını verdiğimiz özel bir kalınlaşma olur (Şekil 67). Bu yapı hücre çeperinde kimyasal bir madde birikimi ve bunun sonucunda oluşan bir kalınlaşmadır. Çeperde biriken madde öncelikle mantar (süberin) dir. Daha sonra bu birikime ligninde katılır.

Angiospermelerin çoğunda, pteridofitlerde ve bazı gimnospermelerde endodermis primer yapıda kalır. Yani endodermis hücrelerinin alt, üst ve yan çeperlerinde ince şerit halinde kalınlaşmalar (kaspari şeridi) vardır. Bu köklerde görülen sekonder kalınlaşma ve periderm oluşumu sırasında, endodermis primer korteksle birlikte yırtılarak kaybolur. Sekonder kalınlaşma göstermeyen angiospermelerde, kaspari şeridi genişleyerek, endodermis hücrelerinin primer çeperinin iç kısmını tamamen kaplar. Monokotiledonlarda bu sekonder çeper kalınlaşması özeldir. Endodermis hücrelerinin içe ve yanlara bakan çeperleri, dışa bakan çepere göre çok daha fazla

liğnin birikimi ile kalınlaşır. Bu tip çeper kalınlaşmasına **at nalı şeklinde kalınlaşma** denir (şekil 67). Koniferlerde de bu sekonder kalınlaşma özeldir ve bütün hücre çeperlerinin iç yüzeyinde, sadece mantar (süberin) birikimi ile olur.



Şekil 67. Endodermis hücresi A- üç boyutlu, B- enine kesiti, C- dikotiledon kökte, D- monokotiledon kökte, k- kaspari şeridi, g- geçit hücresi, pe- periskl, ks- ksilem, en- endodermis, p- parenkima hücreleri

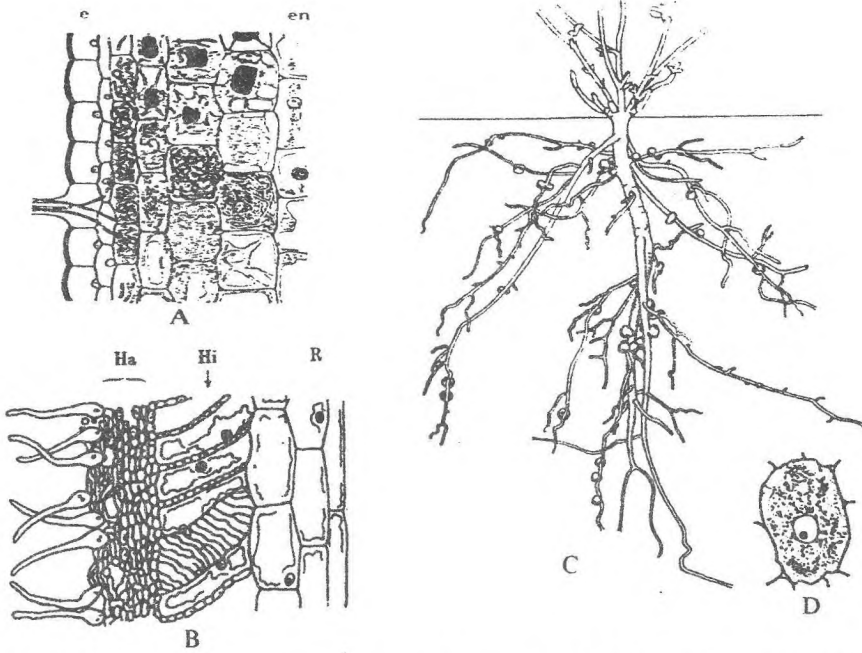
Kaspari şeridinin kalınlaşmaya başlaması önce floemlerin karşısına gelen bölgelerde olur ve sonra iki tarafa doğru devam eder. Endodermis hücrelerinin tamamında çeper kalınlaşması olmaz. Arada çeperleri kalınlaşmamış, canlı hücrelerde vardır. Bu hücelere **geçit hücreleri** denir (şekil 67). Bu hücreler merkezi silindirdeki ksilem kollarının karşısına gelen bölgelerde bulunur. Korteksle, merkezi silindir arasında iletimi sağlar. Geçit hücreleri kökün bütün hayatı boyunca canlı kalabildiği gibi, yaşlanan köklerde değişime uğrayarak çeper kalınlaşması da yapabilirler.

Merkezi silindir: Kökün merkezi kısmını oluşturur. Korteksin en iç tabakası endodermis hücrelerinin özel olmasından dolayı, gövde merkezi silindirine göre daha belirgindir. Merkezi silindirin temel yapısını oluşturan pirimer iletim dokusu dıştan, yani endodermisin altında, ince çeperli bir veya birkaç sıra hücreden oluşmuş **periskl** tarafından çevrilmiştir. Periskl canlı ve ince çeperli parankima hücrelerinden oluşmuştur. Bu doku protofloem ve protoksilemle doğrudan temas halindedir. Periskl meristematik karakterde bir dokudur. Bütün tohumlu bitkilerde yan kök başlangıçları ve fellojen, dikotiledonlarda kambiyumun bir kısmı periskldan oluşur. Yan kökleri

meydana getiren, meristem dokusu haline geçebildiğinden prekambiyum adıda verilmektedir. Monokotiledonlarda fellogen korteksin dış kısmından oluşur. Gramineae ve Cyperaceae'nin bir çok türünde protoksilemin dışındaki elementler, Potamogetonaceae'de ise floem de bu dokudan oluşur. Bazı bitki gruplarında periskl devamlı bir halka oluşturmaz, örneğin; ksilem kollarının karşısına gelen yerlerde kaybolur. Sekonder kalınlaşma göstermeyen monokotiledonlarda, perisklda yeryer veya tamamen sklerankimatikleşme görülür. Angiospermelerde periskl tek hücre tabakalı iken, monokotiledonların çoğunda, gymnospermelerde ve birkaç dikotiledonda (*Celtis*, *Morus* ve *Salix*) çok hücre tabakalıdır. Bazı bitkilerde ise floemlerin karşısında tek, ksilemlerin karşısında çok hücre tabakalıdır. Bazı su bitkilerinin köklerinde periskl görülmez.

Primer yapıda kökte radyal damar demetleri görülür. Floemler merkezi silindirin dış kısmında yer alır ve aralarına ksilem kollarının girmesi ile birbirlerinden ayrılmışlardır. Pekçok bitkide ksilemler kökün merkezinde birleşirler. Dolayısı ile ksilemler merkezi silindirde yıldız şeklinde görülürler. Buna dayanarak bazı araştırmacılar kökün prostele yapısında olduğunu ileri sürmektedirler. Ksilem kollarının sayılarına göre kökler, **monoark** (tek ksilem kollu kök), **diark** (iki ksilem kollu kök), **triark** (üç ksilem kollu kök), **tetraark** (dört ksilem kollu kök), **pentaark** (beş ksilem kollu kök) ve **poliark** (çok sayıda ksilem kollu kök) adlarını alırlar. Az ksilem kollu kökler daha çok gymnospermelerde ve dikotiledonlarda (**diark**; *Lycopersicon*, *Nicotiana*, *Beta*, *Raphanus*, **triark**; *Linum*, *Pisum*, **tetarak**; *Vicia*, *Ranunculus*, *Gossypium*,), çok ksilem kollu (**poliark**) kökler ise monokotiledonlarda görülür. Ksilem kolları kökün ortasına doğru birbirleri ile birleşirler. Bazı bitkilerde ortada tek büyük bir trake, bazı bitkilerde ise ortada herbiri ayrı ksileme ait büyük birkaç trake bulunabilir. Merkezde bazı hallerde parankima, çoğu zamanda sklerankimadan ibaret öz bulunur.

Mikorrhiza: Birçok bitkide kök epidermisi ve korteksi toprak mantarları ile iç içedir. Bu şekilde mantar miselleri ile yüksek bitkilerde genç köklerin bir arada oluşturdıkları topluluklara **mikorrhiza (mycorrhiza)** adı verilir (mykes = mantar, rhiza = kök). Bu beraberlikten her iki tarafta yararlanılır (simbiyotik ilişki). Orman ağaçlarının çoğunda (çam-*Pinus*, melez-*Larix*, kayın-*Fagus*, meşe-*Quercus* ve kavak-*Populus*), kısa yan köklerde bu simbiyotik ilişki vardır. **Ektotropik** ve **endotropik** olmak üzere iki tip mikorrhiza gözlenmiştir (şekil 68 A,B).



Şekil 68. A- Endotropik mikorrhiza, B- ektotropik mikorrhiza, C- kökte nodüller, D- nodüldeki bakterili bir hücre, e- epidermis, en- endodermis, Ha- dış mantar lifleri, Hi- kortekste hücre arası lifleri, R- korteks(A,B, Burgeff,1932, C,D, Strasburger,1971)

Ektotropik mikorrhiza'da mantar miselleri kök yüzeyindedir. Mantar miselleri hücelere zarar vermeden korteks hücrelerinin arasına girmiştir. Yinede konukcu kök hücrelerinde sitolojik değişiklikler olmuştur. *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Cedrus*, *Larix*, *Quercus*, *Castanea*, *Fagus*, *Betula*, *Populus*, *Carya*, *Salix* ve *Eucalyptus* gibi bitkilerde bu tip mikorrhiza görülür. Endotropik mikorrhiza'da, mantar hücreleri kök hücrelerinin içine yerleşmiştir ve toprakla doğrudan temasta değildir. Orchidaceae, Ericaceae gibi familyalarda ve *Acer*, *Liriodendron* gibi bitkilerde görülür. Ektotropik mikorrhizada, mantar miselleri kök hücrelerinin içine girerse, **ektendotropik mikorrhiza** diye adlandırılan durum ortaya çıkar.

Nodüller: Leguminosae'lerde olduğu gibi yüksek bitki ile alçak organizmaların bir çeşit ortaklığıdır. Yüksek bitki köklerinde **nodül** adını verdiğimiz şişkinlikler şeklinde görülür ve azot tespit eden bakterilerin kök korteks hücrelerine girmesi ile oluşurlar. Bakteri önce kök emici tüy hücrelerine girer ve oradan da korteks hücrelerine geçer. Bakteri hücreleri tarafından üretilen büyüme hormonları ile korteks hücresi

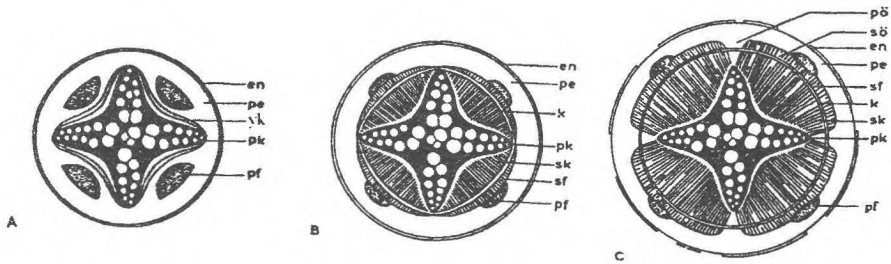
bölünmeye teşvik edilir. Böylece içinde bakteri taşıyan yeni hücreler oluşur(şekil 68 D).. Bu hücrelerde köklerde nodül adını verdiğimiz şişkinlikleri oluşturur (şekil 68 C).

Kökte primer yapıdan sekonder yapıya geçiş:

Primer yapıdan sekonder yapıya geçerken, floem ile ksilemin arasında kalan parankimatik hücreler, bölünme yeteneği kazanarak kambiyum haline geçerler. Önce floem bölgesine isabet eden yerdeki kambiyum üreyerek, dışa doğru sekonder floemi, içe doğru sekonder ksilemi üretir. Bu esnada primer floemin yerini sekonder ksilem doldurur. İlk meydana geldiğinde kambiyum dalgalıdır ve **yıldız kambium** denir. Yıldız kambiyum oluşumu ilk defa floemlerin iç kısmında görülür. Arkasından ksilem kollarının üstüne gelen yerlerde periskl hücreleri bölünmeye başlar. Böylece floemlerin içinden ksilemlerin dışından geçen dalgalı kambiyum (yıldız kambiyum) oluşur (şekil 69). Bu kambiyum hücreleri önce floem bölgelerinde hızla bölünür, buraları yeni ksilem elemanları ile doldurur ve halka kambiyum haline geçerler. Bundan sonra kambial faaliyet her tarafta eşit olur ve kök genişler. Primer ksilem kollarının üst kısımlarına isabet eden bölgelerde parankimatik hücrelerden oluşan, primer öz kolları kalır. Merkeze ulaşmayan öz kollarına sekonder öz kolları denir (şekil 69).

Kökün sekonder yapısı:

Monokotiledonlarda genellikle sekonder yapı meydana gelmez. Kökte sekonder yapı gymnospermlerde ve dikotiledonlarda görülür. Sekonder yapıya tam olarak geçmiş kökten enine kesit alınınca gene koruyucu dokuyu, korteks ve merkezi silindirik bölgelerini görürüz.



Şekil 69. Kökte sekonder yapıya geçiş (A-C) ve yıldız kambiyum (A), en, endodermis, pe, periskl, yk, yıldız kambiyum, k, kambiyum, pk, primer ksilem, pf, primer floem, sk, sekonder ksilem, sf, sekonder floem, pö, primer öz kolu, sö, sekonder öz kolu (Yakar-Tan ve Bilge 1976)

Koruyucu doku:

Primer kökün en dışında eksodermis tabakası vardır. Kök genişledikçe bu doku parçalanır. Yerini gövdeye nazaran daha derinde teşekkül eden periderm alır. Sekonder yapısı daha da gelişmiş köklerde periderm periskl tabakasından oluşur.

Korteks (Kabuk):

Kabukta primer ve sekonder korteks bir arada görülür. Primer korteks, kambiyum faaliyete geçmeden önceki korteksin bütün dokularını içerir. Çok yaşlanmış köklerde eski primer korteks tamamen koruyucu doku haline geçer. Primer floem dışarı doğru itilir ve basınçla şeklini kaybeder.

Sekonder korteks, kambiyumun dışarı doğru verdiği sekonder floemdir. Destek doku hücreleri çok az sayıda bulunur. Genellikle parankimatik hücrelerden oluşmuştur.

Çeşitli köklerde sekonder kalınlaşmada farklar vardır. Gimnospermilerin ve odunlu dikotiledonların ana köklerinde, gelişmiş yan köklerinde sekonder kalınlaşma görülürken ince köklerinde primer yapı görülür. Otsu dikotiledon köklerinde ise, sekonder kalınlaşma hiç görülmez (örn.*Ranunculus*) veya iyi gelişmiş olarak (örn.*Medicago*) görülür. Fakat bir monokotiledon olan *Dracaena* köklerinde sekonder kalınlaşma vardır. Kökte oluşan sekonder dokular gövdedekinden farklıdır. En başta merkezi silindir/korteks oranı kökte daha büyüktür. Kökün kabuğunda sklerankima elemanları daha azdır, boru hücreleri daha büyük ve daha düzenlidir, öz ışınlarının sayısı daha fazladır ve multiseriattır, canlı hücreler daha fazla, tannik maddeler daha azdır.

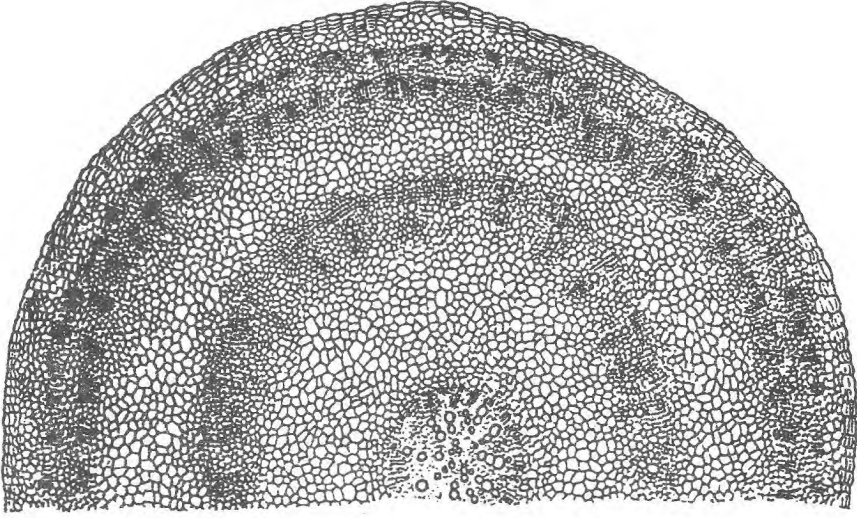
Merkezi silindir:

Kambiyum faaliyeti ile içeri doğru teşekkül eden ksilem, odunu verir. Primer ksilem yıldız şeklinde ortada durur. Primer öz kolları merkeze kadar iner. Trake ve trakeidlerin çapları gövdedekine nazaran daha geniştir. Öz kolları da geniştir ve çok miktarda nişasta depo ederler.

Kökte anormal sekonder gelişme:

Havuç (*Daucus carrota*) ve şeker pancarı (*Beta vulgaris*) gibi bitkilerde kökte anormal sekonder kalınlaşma görülür (şekil 70). Normal primer ve sekonder büyümenin dışında kortekste, periyodik olarak oluşan kambiyal dokular, devamlı olarak bölünerek bol parankima hücresi ve arada yer yer yeni iletim demetleri oluştururlar. Bu

parankimatik hücreler depo ödevini görürler. Primer yapı kökün ortasında görülür. Bu tip kökler normal köklerden çok geniş ve büyük olurlar.



Şekil 70. *Beta vulgaris* kökünde anaormal sekonder büyüme (Went, 1957)

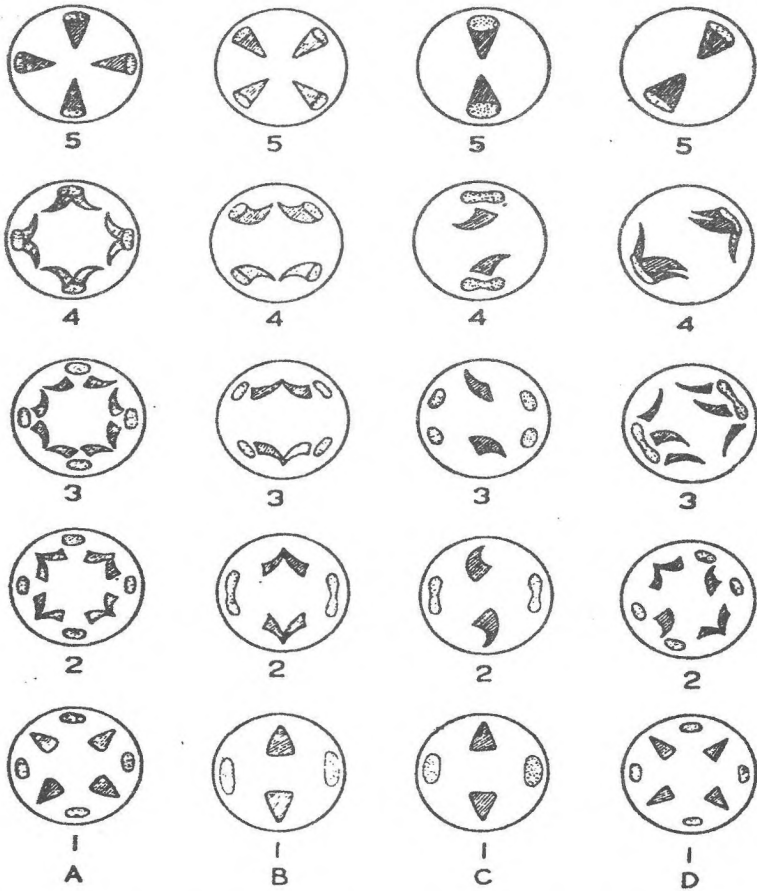
Kökte gövdeye geçiş:

Damar demetler primer ve sekonder yapıda kök ve gövde de devamlı bir yapı oluştururlar. Bu sebeple, her iki organın birleştiği bölgede kök ve gövde karakterleri birbirine karışır. Epidermis, korteks, endodermis, periskl ve sekonder iletim dokuları, kökten gövdeye geçerken bir değişikliğe uğramaz. Fakat her iki organda yani kök ve gövdede demet tipleri farklıdır. Genel olarak kökte ışınsal olarak dizilmiş floem ve ksilem kolları (radyal damar demeti) gövdede kolleteral damar demetleri şekilde devam ederler. Bu iki tip arasındaki değişiklik veya ilgi, geçit bölgede yani hipokotil bölgesinde olur. Bu geçit bölge kök ve gövdeye nazaran daha kalındır. Bu kalınlık iletim dokularının bu bölgede (hipokotil böl.) ikiye bölünmeleri, dönmeleri ve tekrar birleşmeleri sırasında oluşur. Dört tip geçiş görülür (şekil 71).

1.Tip: Ksilem kolları ışınsal bölünme ile ikiye çatallanır. Kökten gövdeye doğru yukarı çıktıkça bölünen kısımlardan birinin sağa diğerinin sola gittiği ve aynı zamanda 180° dönerek floem kolu ile birleştiği görülür. Bu değişiklikler esnasında floem olduğu gibi kalır. Bu tipte kökte kaç floem varsa gövdede o kadar kolleteral iletim demeti olur. Örnek: *Mirabilis* ve *Fumaria*.

2.Tip: Birinci tipten floem kollarının ksilemler gibi ikiye ayrılması ile ayrılır. Gövdeye doğru gidildikçe her floem yarısı, bir ksilem yarısı ile birleşir, ksilem kolları aksi yönde çevrilir. Fakat floemler dönmez. Gövdede kökteki kol adetinin iki misli kolleteral iletim demeti görülür. Örnek: *Cucurbita*, *Phaseolus*, *Trapaeolum* ve *Acer*.

3.Tip: Ksilem kolları bölünmez. Gövdeye doğru çıktıkça 180° kıvrılarak devam ederler. Bu esnada floem kolları ikiye ayrılır ve bölünen yarıları yana doğru hareket ederek ksilemlerin bulunduğu yere kadar gelirler. Önce iki yarım floem birbiri ile sonra ksilemle birleşirler. Gövdede kökteki kol adeti kadar iletim demeti vardır. Örnek: *Lathyrus*, *Phoenix* de görülür.

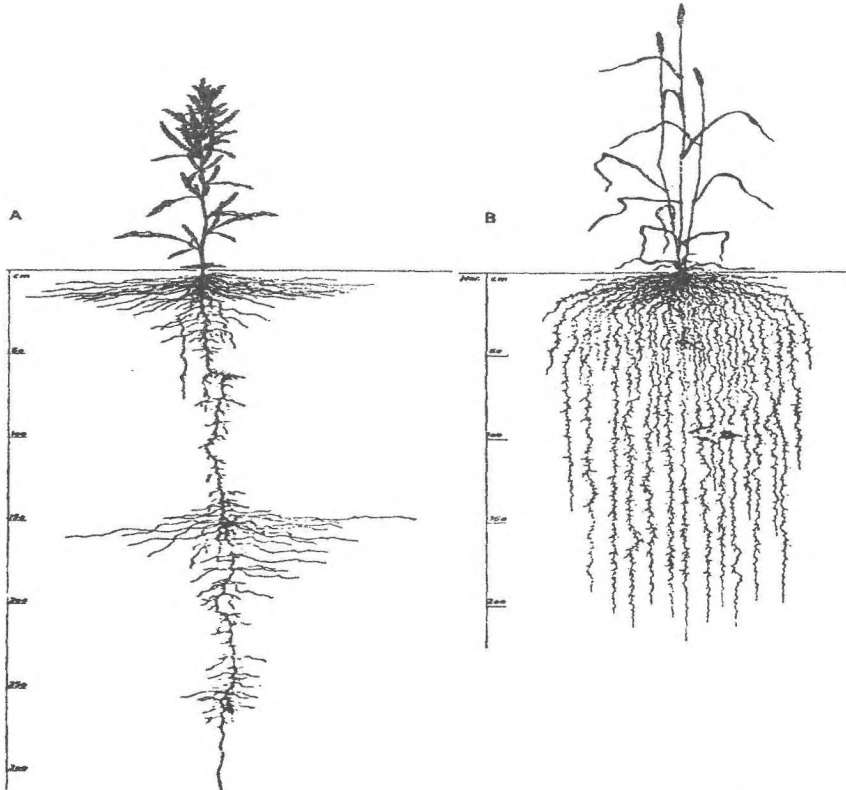


Şekil 71. Kökten gövdeye geçiş tipleri, A- I. tip, B- II. tip, C- III. tip, D- IV. tip, E- V. tip, 1- kök, 2-4- hipokotil bölgesi (geçiş), 5- gövde. (Eames and MacDaniels, 1947)

4.Tip: Ksilem kollarından yarısı bölünür ve parçalardan herbiri yana doğru hareket ederek bölünmeden kalmış olan kollara ilave olur. Floem kolları bölünmez çift halde biraraya gelerek üçlü gruplar teşkil eden ksilem kolları ile birleşir. Böylece gövdenin bir demeti beş birleşmiş parçadan oluşur. Bu tipte gövdede kökteki floem kollarının yarısı kadar demet görülür. Bu tip nadir olup, birkaç monokotiledonda görülür.

Kökün morfolojisi:

Kök morfolojik olarak çok değişik şekiller gösterir. Fizyolojik özelleşmesine göre, yapısal ve gelişim bakımından büyük değişikliklere uğrar. Dikotiledonların çoğunda ve gimnospermelerde kök sistemi, **ana** ve **yan köklerden** oluşmuştur (şekil 72 A). Ana kökten akropetal sıralanma ile yan kökler oluşur. **Ana kök** , hypokotilin altındaki radikulanın devamıdır. **Yan kökler**, ana kökten belli açı ile (45^0 den fazla) ayrılan köklerdir. Akropetal sıralanmada, en genç yan kökler apikal meristeme en yakın olan yan köklerdir. Yaşlı kökler üstte kalır.



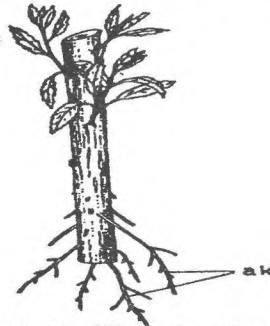
Şekil 72. A. Dikotiledon bir bitkide ana ve yan kökler, B, Monokotiledon bitkide saçak kökler

Orijinlerini dikkate alarak kökleri sınıflandırırızak:

1- Ana kök (primer kök): Tohumun çimlenmesi ile ortaya çıkan radikulanın gelişmesi ile meydana gelir. Yani radikulanın devamıdır.

2- Yan kök (sekonder kök): Primer kökten belli açı ile (45^0 den fazla) ayrılan köklere **yan kök** veya **sekonder kök** denir. Sekonder kökün dallanması ile oluşan köklere, **tersiyer kök** denir. Bunlarda dallanarak dördüncü ve beşinci derecedeki yan kökleri oluştururlar. Çok yıllık bitkilerde, sekonder kökler primer köklerle birlikte canlı kalarak ödevlerini sürdürürler. Bu köklerde sekonder gelişme yani kalınlaşma görülür. Yine bu kökler, besin ve su iletmenin yanında depo ve toprağa tutunma ödevini de görürler. Su ve mineral madde alınımı, devamlı primer yapıda olan, uç kısımlarda tüyler şeklinde görülen kırılğan ve kısa ömürlü yan köklerle olur.

3- Adventif kök (ek kök): Bazı hallerde primer kök bitkinin gövdesi kadar uzun ömürlü değildir. Çeşitli organlardan yeni kökler oluşur. Primer kökün yerini alan bu köklere adventif kök denir. Ödevleri bakımından primer köke benzerlerse de, orijinleri farklıdır. Genellikle radikuladan başka bir organdan meydana gelirler. Bütün bitki gruplarında adventif kökler normal kök sistemine dahil edilirler. Gymnospermilerin çoğunda ek kökler hipokotilden gelişir. Özellikle rizomlu olan dikotiledonlarda monokotiledonlarda olduğu gibi primer ve sekonder kökler erken devrede yok olduğundan sadece ek kökler bulunur. Monokotiledonlarda genellikle primer kökün yerini gövdenin alt kısmından çıkan adventif kökler alır. Bunlarda dallanarak bir kaç dereceli yan köklere ayrılabilirler. Fakat dikotiledonlarda olduğu gibi, bu yan köklerde kalınlık ve uzunluk bakımından farklılaşma görülmez. Monokotiledonlarda görülen bu ipliksi köklenmeye **saçak kök** denir (şekil 72 B). Saçak kökler genellikle, otsu bitkilerde, İridaceae ve Liliaceae'nin rizomlu, soğanlı ve bulbulu türlerinde görülür. Dal ve yaprak çeliklerinin verdiği köklerde adventif köktür (şekil 73).



Şekil 73. Salix (söğüt) de dal çeliğinde adventif kökler. ak, adventif kökler.

Buraya kadar gördüğümüz kök çeşitleri yaygın olarak görülen, su alma, iletme, depo ve bitkiyi toprağa bağlama ödevlerini bir arada yapan genel köklerdir. Bazı kökler ise özel tek bir görev için morfolojik olarak şekillerini değiştirmişlerdir. Örneğin bir çok kök, normal ve anormal sekonder gelişme ile etli depo organına dönüşmüştür. Bazı kökler mangrov bitkilerinde olduğu gibi büyük yapıda, otlarda olduğu gibi küçük yapıda destek köklerine dönüşmüştür. Bazı kökler havalandırma organı veya diken şeklinde özelleşmişlerdir. Bazı sarmaşıklarda gövdeden oluşan ek kökler, tırmanma yüzeyine tutunmayı sağlayacak şekilde özelleşmişlerdir. Mikorhiza ve nodüllü kökler, daha kısa olup iç yapı bakımından da özelleşmişlerdir. Çevre şartları da kök sistemini etkiler. Kurak topraklarda gelişmiş kök sistemi oluşur. Kumlu topraklarda gelişen birçok bitkide (Örn. *Tamarix* ve *Retama*) yüzeye yakın ve paralel uzanan, dağınık metrelerce uzunlukta kökler oluşur.

Kök metamorfozları (şekil 74):

1- Yumru kök: Besin maddesi depo etmek için şişkinleşmiş köklerdir. *Brassica* (turp), *Daucus* (havuç), *Orchis* (salep) kökleri yumru köktür.

2-Kontraktıl kök (Çekme kökü): Önce fazla miktarda yedek besin depo eden bu kökler sonra, fazla besini harcayarak, yüzeylerinde pililer meydana getirirler ve boyları kısalır. Bu tip birbirini takip eden kısaltmalarla kök daha iyi toprağa tutunur ve derine gider. Örnek: *Lilium margotum* (kırmızı zambak), *Crocus* (safran) ve *Arum* (dana ayağı).

3-Diken kök: Savunma ödevi görmek üzere diken halini almış köklerdir. Monokotiledonlardan bazı palmiyelerde görülür. Örnek: *Phoenix* (hurma)

4- Haustorium (emeç ve sömürme kökleri): Parazit bitkilerin konukçu bitki dokusu içine soktukları kökledir. Örnek: *Viscum* (ökse otu) ve *Cuscuta* (küsküt, cinsacı).

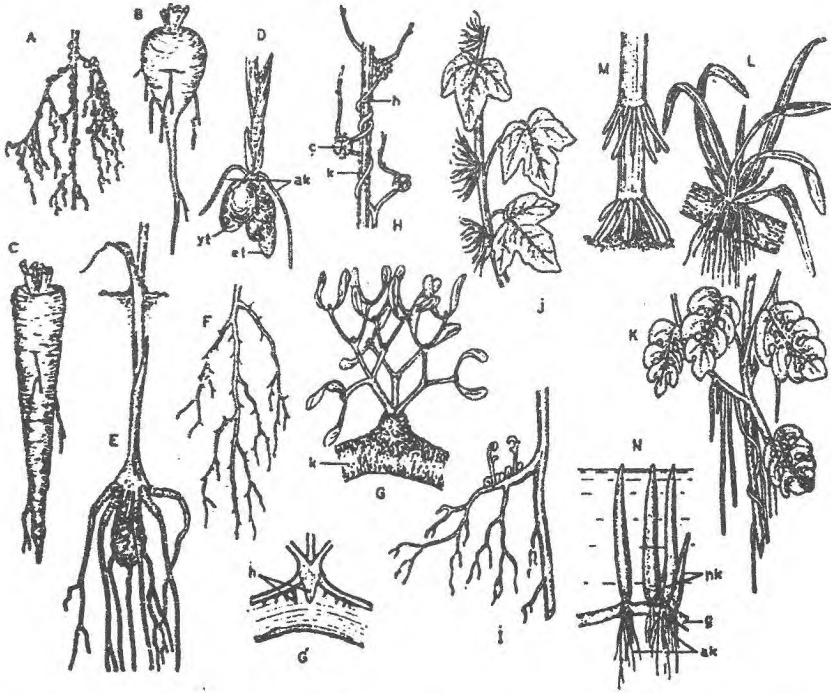
5- Üretken kök: Bazı kökler, özellikle dikotiledon kökleri, gövde verici tomurcuklar taşırlar. Bu tomurcuktan meydana gelen yavru bitki, ana bitkiden ayrılarak yeni bir fert meydana getirir. Böylece bitki çoğalır. *Coranilla varia* (renkli burçak) ve *Convolvulus arvensis*'de (tarla sarmaşığı) rastlanır. Ayrıca birçok odunlu dikotiledon, kök çeliği ile üretilir.

6- Hava kökleri: Hava içinde yani toprağın dışında gelişen köklerdir. Değişik ödevler görürler. *Hedera helix*'de (duvar sarmaşığı) gövdeden meydana gelen adventif kökler tutunmayı ve tırmanmayı sağlar. Bazı tropik bitkilerde hava kökleri sülük kökleri

oluşturur. Örnek: *Philodendron* (devetabanı). Orchidaceae, Araceae, Bromeliaceae familyalarından tropiklerde yaşayan bazı türler, diğer bitkilerin üzerinde yaşarlar. Epifitik denen bu bitkiler gövdelerinden çıkıp havada sallanan hava köklerine sahiptirler. Bu kökler su buharı ile doymuş havanın nemini emerek bitkinin su ihtiyacını giderirler. Örnek: *Oncidium*.

Bazı hava kökleri de bitkinin eğilmesini önlemek için destek kök haline geçerler. Örnek: *Zea mays* (mısır).

7-Su kökleri: Su bitkilerinde suda gelişen kökler, genellikle kök görünüm ve yapısında iselerde, emici tüyler ihtiva etmezler. Kortekslerinde geniş hücre arası boşlukları vardır. Kökün su içinde yüzmesini sağlarlar. Bazı su ve bataklıklarda yaşayan bitkilerde bu su kökleri suyun dışına çıkar, bitkinin oksijen ihtiyacını sağlarlar. Bunlara nefes kökleri denir. Örnek: *Jussieuia*.



Şekil 74. Kök metamorfozları; A- *Lapinus* (acıbakla) kökünde nodüller, B- *Brassica* (turp), C-*Daucus* (havuç), D- *Orchis* (salep) bitkilerinde yumru kök E- *Arum* (danaayağı) da kontraktıl kök, F- *Phoenix* (hurma) de diken kökler, G-G'- *Viscum* (ökse otu) ve H- *Cuscuta* (çinsacı) da haustorium, İ- *Coranilla varia* (renkliburçak) da üretken kökler, J- *Hedera* (duvarsarmaşığı) da tutunma kökleri, K- *Philodendron* (devetabanı) da sülük kök, L- *Oncidium* da hava kökü, M- *Zea mays* (mısır) da destek kök, N- *Jussieuia* nefes kökü, h- haustorium, yt-yeni tuber, et- eski tuber, ak- adventif kök, k- konak bitki, ç- çiçek, g- gövde (Yakar-Tan ve Bilge, 1976)

B- GENERATİF (ÜREME) ORGANLAR

Canlıların kendilerine benzeyen bireyleri meydana getirmesine üreme denir. Üreme eşeyli ve eşeysiz olmak üzere ikiye ayrılır. **Eşeysiz üreme**, bitkiden ayrılan tek hücrenin çoğalarak kendine benzer canlıyı meydana getirmesidir. Bu tek hücreye **spor** ve sporu meydana getiren bitkiyede **sporofit** denir. Bitkiden ayrılan çok hücreli vejetatif parçaların gelişmesiyle yeni bitkilerin meydana gelmesine **vejetatif üreme** denir. Çelikleme, soğan ve yumru ile üreme vejetatif üremedir. **Eşeyli üreme** ise aynı veya ayrı bireylerden gelen iki haploid hücrenin birleşmesi sonucunda (**döllenme**) oluşan diploid hücrenin (**zigot**) gelişmesi ile yeni canlının meydana gelmesidir. Birleşen iki hücreye **gamet**, gametleri veren bireylerde **gametofit** denir.

Eşeyli üreme gösteren bitkilerin üremesinde rol oynayan organlara **generatif organlar (üreme organları)** denir. Yüksek bitkilerde (tohumlu bitkilerde) üreme organı **çiçek** dediğimiz organdır. Normal gelişmede döllenmeden sonra çiçek, içinde tohum bulunan meyveye dönüşür. Dolayısı ile üreme organları olarak **çiçek, meyve ve tohum** anlaşılır. Eşeyli üreme gösteren yüksek bitkiler döllenmeden sonra tohum meydana getirdikleri için tohumlu bitkiler (**Spermatophyta**) diye adlandırılırlar.

ÇİÇEK:

Çiçek yaprakları metamorfoza uğramış bir daldır ve iç yapısı yapraklı bir dal özelliği gösterir.

Çiçeklerde eşey dağılımı: Çiçeklerdeki en önemli özelliği eşey organlarını taşımasıdır. Çiçeklerin erkek veya dişilik karakterini bu organlar sağlar. Tohumlu bitkilerde uniseksüel ve polenlerini rüzgarla dağıtan çiçekler hakimdir. **Üniseksüel (tek eşeyli)** çiçek yalnız stamenli (♂) yani erkek organlı çiçek veya yalnız ginekeumlu (♀) yani dişi organlı çiçektir. Bunun ardından daha az yaygın olan ve hayvanlarla tozlaşan **hermafrodit** çiçek gelir. Hermafrodit çiçekte erkek ve dişi organ yani stamen ve ginekeum aynı çiçeğin yapısında yer alır. Bu çiçeğe **biseksüel (iki eşeyli)** (♂) çiçek te denir.

Bitkiler alemimde çiçekler aynı bireyde veya farklı bireylerde yer alabilir. Üniseksüel çiçek tipinde erkek ve dişi çiçek aynı bireyin üstünde olursa bu bitkiye **monoik bitki** (♂♀) denir. *Pinus* sp.(çam) ve *Coryllus* sp. (fındık) bitkileri monoiktir. Aynı birey üstünde hem erkek, hem de dişi çiçek bulunur. Erkek ve dişi çiçekler başka

başka bireylerin üstünde yer alırsa bunlara **dioik bitki** (♀/♂) denir. *Salix* sp. (söğüt), *Populus* sp. (kavak) gibi bitkiler dioiktir. Bunların dışında çeşitli eşey kombinasyonları olan bitkilerde vardır. Bunlar da **poligam bitkiler** diye adlandırılırlar. Hem üniseksüel hem de hermafrodit çiçek oluştururlar. Poligam bitki örnekleri: **Andromonoik bitki** (♂,♀) *Veratrum album*, **gynodioik bitki** (♀/♂) *Thymus serpyllum*, **trioik bitki** (♀/♂/♂) *Fraxinus* sp.

Gymnosperm çiçeği:

Pinus sp (çam) gymnospermiler içinde evrim bakımından en ileri türlerden biri olup, üniseksüel çiçekleri olan monoik bir bitkidir (şekil 75). Gymnospermelerde dişi çiçekte tohum taslakları (makrosporangiyumlar) makrosporangiyum üzerinde açıkta bulunduğu için bu gruba **açık tohumlu bitkiler** denir.

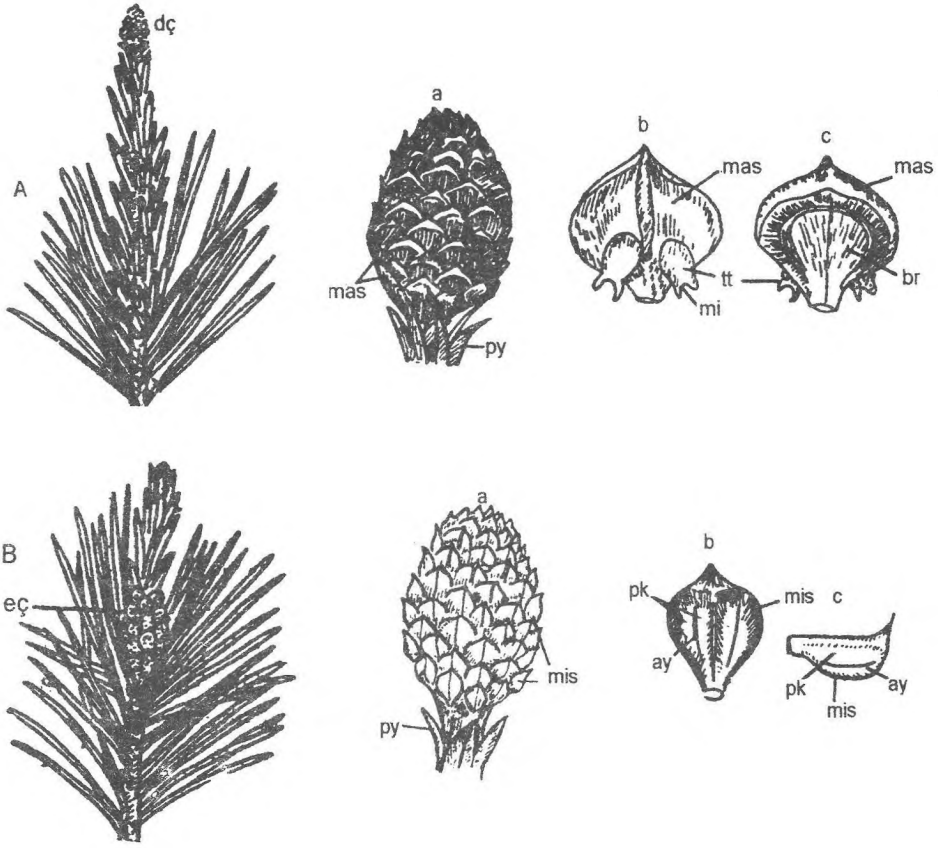
Erkek çiçek: Erkek çiçekler ilkbaharda bitkinin alt dal uçlarında oluşurlar ve tozlaşmadan sonra kaybolurlar. Çiçeğin bütünü kozalak şeklindedir. Çiçek kısa sürgünün ucunda bulunan pul şeklindeki yaprakların arasından çıkan bir eksen ve bu eksen etrafında spiral dizilmiş mikrosporangiyumlar oluşur. Mikrosporangiyumların alt yüzünde iki pollen kesesi vardır. Keselerin içindeki pollen ana hücrelerinden mayoz bölünmelerle polenler oluşur. Dolyısı ile olgun pollen kesesi içinde kanatlı (balonlu) polenler bulunur. Olgunlaşmadan sonra keseler ortadaki birleşme yüzeyinden açılır ve polenler serbest kalır.

Dişi çiçek: Dişi çiçekler de ilkbaharda ve bitkinin üst dallarında oluşurlar. Dişi çiçekler erkek çiçeklere göre daha uzun süre bitkinin üstünde kalırlar. Hatta tohumları dağıttıktan sonrada bitki üzerinde kalırlar. Pulsu yaprakların arasından çıkan bir eksen ve bu eksen üstünde spiral sıralanmış braktelerin koltuğundan etli pullar (makrosporangiyumlar) çıkar. Bunların her birinin üstünde ikişer tane tohum taslağı bulunur. Tohum taslakları uç kısımlarında (mikropil bölgesinde) kenarlar çıkıntı yapar. Tozlaşma sırasında gelen polenler bu çıkıntıların içine konarlar.

Erkek çiçek ilkbaharda olgunlaşır ve polenlerini salar. Dişi çiçeğe erişen polenler mikropildeki çıkıntıların içinde yaklaşık 5-6 ay makrosporangiyumun olgunlaşmasını yani yumurtanın oluşmasını bekler ve bundan sonra polen tüpü oluşturarak döllenme olayını gerçekleştirir.

Angiosperm çiçeği:

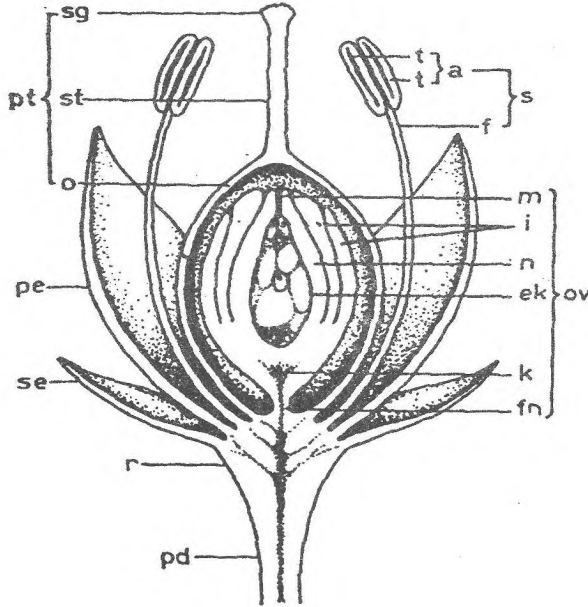
Generatif organlar ve bunları koruyan **periant (çiçek örtüsü)** yapraklarının meydana getirdiği bir topluluktur (şekil 76). Bu yapraklar metamorfoza uğramış gerçek



Şekil 75. Pinus' ta dişi (A) ve erkek (B) çiçek ve kısımları. Dişi ve erkek kozalaklar (a), makro ve mikrosporofillerin alttan (b), üstten (c) görünüşü, dç-dişi çiçek, eç-erkek çiçekler, mas-makrosporofil, mis-mikrosporofil, py-pulsu yaprak, mi-mikropilar boşluk, tt- tohum taslağı, br- brakte, pk- pollen kesesi, ay-ayrılma yüzeyi. (K.Çilenti 1960 den değiştirilerek)

yapraklardır. Çiçek ucundan çiçek organlarının çıktığı bir eksene sahiptir. İşte çiçekle sonlanan bu internoda yani eksene **pedisel (çiçek sapı)** denir. Pediselin çiçek organlarının içinden çıktığı uç kısmına, **floral reseptakl** veya **thalamus (çiçek tablası)** denir. Çiçek organları bu kısma tutunur. Tipik bir çiçekte 4 tip organ vardır. En dış organ **sepallerdir (çanak yapraklar)**. Sepallerin meydana getirdiği topluluğa **kaliks** denir. Bunlar genelde yeşildir ve reseptaklın en dış kısmında yer alırlar. Bunun iç kısmında genellikle değişik renkteki yapraklar yani **petaller (taç yapraklar)** vardır. Petallerin meydana getirdiği topluluğa **korolla** denir. Bu iki tip organa genelde **periant** yani çiçek örtü yaprakları denir. Bunlardan biri bazen yok olabilir. Perianttaki çiçek örtü

yaprakları sepal-petal diye ayrılmıyorsa, yani renk ve şekil bakımından benzerlerse böyle perianta **perigon**, perigonun her bir yaprağına **tepal** denir. Bazı çiçeklerde hiç örtü yaprağı bulunmaz. Periantın içinde iki üreme organı vardır. Dışta yer alanı **stamenler (erkek organlar)** olup hepsine birden **andrekeum** denir. İçte ise **karpellerden** oluşan **ginekeum (dişi organ)** vardır. Tohum taslağı karpel veya karpellerin kapanması ile oluşan bir yapı içinde yer aldığından bu gruba *kapalı tohumlu bitkiler* denir.

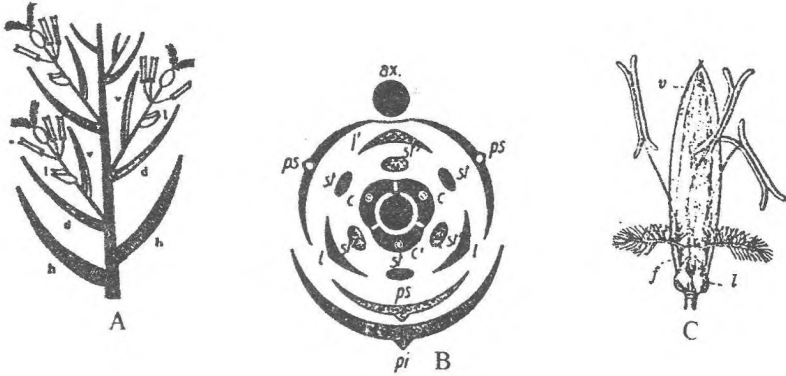


Şekil 76. Hermafrodit bir angiosperm çiçeğinin şematik görünüşü; pd- pedikül, r- reseptakl, se- sepal, pe- petal, s- stamen (f- filament, a- anter, t- tekalar), pt- pistil (sg- stigma, st- sitillus, o- ovarium) ov- ovulum, (fn- funikulus, k- kalaza, m- mikropil, i- iç ve dış integümentler, n- nusellus, ek- embriyo kesesi).

Çiçek organları reseptaklın üstünde spiral veya halkalar halinde dizilmişlerdir. Aynı çiçekte her iki diziliş bir arada görülebilir. Fakat dairesel diziliş daha yaygındır ve bu dizilişte, her halka bir dıştaki ile üst üste gelmez (**alternans kuralı**). Çiçek organları tek tek veya birleşik olabilir. Çiçekte bir organın parçalarının birleşmesine "**kohezyon**", farklı organların birleşmesine ise "**adnasyon**" denir.

Gramineae çiçeği:

Gramineae'nin çiçek durumunu ve gelişimin incelemeye örnek olarak *Triticum* (buğday) ve *Avena* (çavdar) bitkilerinin çiçekleri alınır (şekil 77). Bunlarda çiçek durumu spika (başak) tipidir ve küçük çiçekler saplı veya sapsız olarak ana eksene birleşirler. Çayır bitkilerinin çoğunda küçük çiçekler eksene kısa bir sapla birleşirler. Her başakçık yani her küçük çiçek alttan **glume** denen iki yaprakçıkla çevrilidir. Bunların üstünde normal angiosperm çiçeğindeki braktelere karşılık olan iki adet **lemma** vardır.



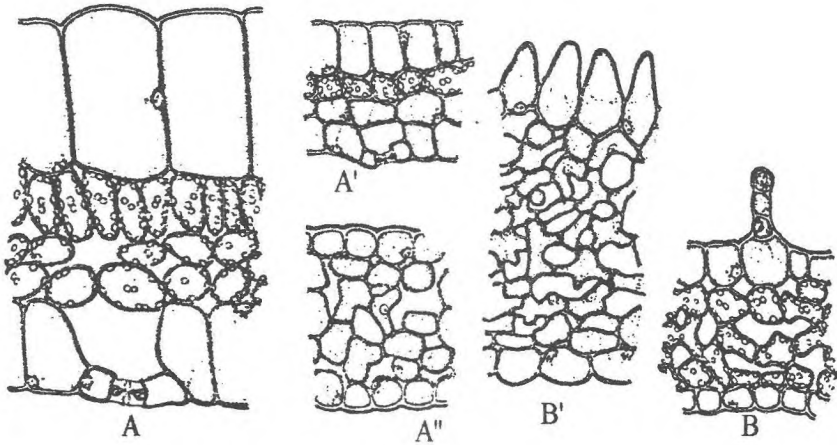
Şekil 77. Gramineae'de spika (başak) çiçek, A- genel şekil (h- glumeler, d- lemmalar, v- palea, l- lodikul, B- çiçek diyagramı (ax- çiçek eksenini, pi- brakte, ps- perigonun dış halkası, l,l'- perigonun iç halkası, st- dış stamenler, st'- iç stamenler, c,c'- karpel), (noktalı organlar kaybolmuştur), C- lemmalar çıktıktan sonra görünüşü (v- palea, l- lodikul, f- üç stamen ve ovaryum)(Strasburger, 1971)

Lemmalar çiçeği örten yapraklar şeklinde olup genellikle uç kısımları ince uzun kılıçık şeklini almıştır. Periant, **palea** (genellikle iki eksenli) ve şişkinleşip çiçeğin açık bir şekilde durmasını sağlayan iki adet (nadiren üç) **lodikul** denen terazi kefesini andıran şekildeki çiçek örtü yapraklarından oluşur. Palea ve lodikullar (kısmen birleşik olabilir) angiosperm çiçeğindeki periantın dış ve iç halkalarına tekabül ederler. **Stamen** nadiren üç fakat genelde iki halkalıdır (örn: *Oryza* A_{3+3}) fakat bununda yalnız dış halkası kalmıştır. **Dişi organ (ginekeum)** tek odacıklı ovaryum, üç karpel ve üç stigmadan meydana gelmiştir. Fakat çok büyük bölümü iki karpel ve iki stigmalıdır.

Angiosperm çiçeğinin genel anatomik yapısı:

Sepal ve Petal: Çiçek meydana getirecek tepe meristemi hücrelerinin bölünmesi ile meydana gelirler. Sepal ve petaller dış yapı bakımından yapraklara benzerlerse de

yeşil sepaller iç yapı bakımından yapraklara benzerken renkli sepal ve petaller yapraklardan farklı yapı gösterirler (şekil 78). Periantta iletim sistemi çok az gelişmiştir ve damarlarda sklerankima bulunmaz. Mezofil, hücrelerinde kromoplast veya vakuollerinde renk maddesi bulunan sünger parankimasından oluşmuştur. Genelde epidermal hücrelerin çeperleri incedir. Pek çok çiçekte epidermis hücrelerinin antiklinal çeperleri dalgalı, girintili çıkıntılı veya parke şeklinde dizilmiştir. Böylece kenetli bir yapı ile epidermise mukavemet kazandırılır. Petallerin altında ve bilhassa damarların üstüne isabet eden bölgelerde epidermis hücrelerinin antiklinal çeperleri düzdür. Bunun dışındakiler ise dalgalı çeperlidir. Epidermisin üst çeperleri genelde papillar yapıdadır. Bu petallere kadifemsi görünüşü verir. Sepal ve petallerin tabana yakın kısmında papillar yapı görülmezken orta ve uç kısmına doğru, alt ve üst epidermiste çok sayıda papil görülebilir. Stomalar varsa, çok az sayıdadır ve çoğunlukla faal değildir. Sepal ve petallerde bazen trikomlar görülür. Petallerin epidermisleri ve hücre arası boşlukları kutikula ile kaplanmış olabilir. Kutikula kalınlığı bitkiden bitkiye çok değişir ve çok değişik süsler gösterir. Sepal ve petallerin epidermis hücrelerinde çok değişik pigmentler (renk maddeleri) bulunur. Az özelleşmiş petallerin iç yapıları normal yaprak yapısına daha çok benzer. Bunlarda damarlar ve mezofil iyi gelişmiştir. Mezofilde palizat benzeri yapı bile görülebilir. Epidermislerinde papillar yapı yoktur ve pek çok sayıda stoma bulunabilir.



Şekil 78. Bazı bitki sepal ve petallerinin anatomik yapıları; *Tradescantia* (telgrafçiçeği) A- yaprak, A'- sepal, A''- petal, *Primula* (çuhaçiçeği) B- sepal, B'- petal. (Yakar-Tan ve Bilge, 1976)

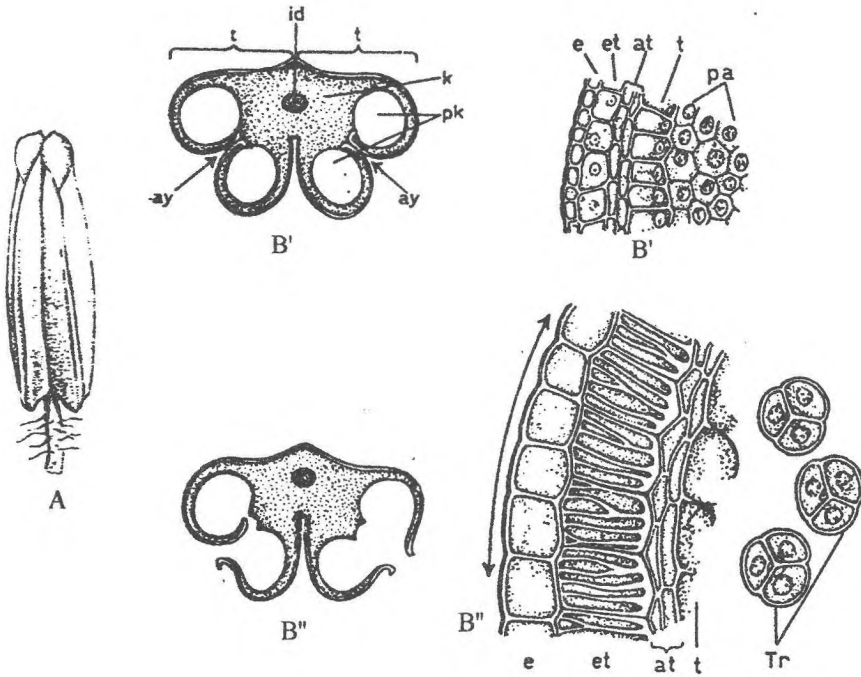
Çiçek renkleri: Çiçeklerin en göze batan özelliği renkleridir. Bunu özellikle petallerde, hücre içinde bulunan renk pigmentleri sağlar. Hücrede renk maddeleri, hücre öz suyunda çözünmüş halde, renkli kristaller halinde ve renkli plastidler halinde bulunurlar. Tabiatte ençok görülen mavi, kırmızı renkli petallerin hücrelerinde antosiyan renk maddesi vardır. Bu maddeyi de *Papaver* sp. (gelincik), *Rosa* sp. (kırmızı gül), *Viola* sp. (menekşe), *Hyacinthus* sp. (sümbül) ve diğer birçok bitki çiçeğinde görürüz. Klorofil pigmentinin bulunması çiçeğe yeşil rengi katar. Bazı çiçeklerde görülen portakal rengi ve sarı renk, hücrelerde kristal halinde veya plastit halinde bulunan karotenoidlerden, yine sarı renk hücrelerde yağ damlacıkları şeklinde görülen flavonoidlerden ileri gelir. Çiçek petallerindeki hücrelerde, mavi-kırmızı antosiyaninlerin, yeşil klorofilin, portakal rengi ve sarı karotenoidlerin, flavonoidlerin yan yana veya bir arada bulunması ile çiçeklerdeki gökkuşağı renkleri ortaya çıkar. Çiçeklerdeki beyaz renk, renk maddesi taşımayan hücrelerin güneş ışığını tamamen yansıtması ile oluşur. Histolojik yapı da renklenmeye çeşitlilik katar. Örneğin; Bazı bitkilerde dışta renk pigmentleri taşıyan epidermis ve altında renksiz bir sıra hücre tabakası vardır. Bu renksiz hücreler epidermisten geçerken renklenmiş ışığı geri yansıtarak ışığın titreşmesini sağlar ve çiçekte neon lambalarında görülen parlak fosforlu renkleri oluşturur. Epidermisteki papillar yapı kadifemsi görüntüyü sağlar. Çiçeklerin bu renklenmesi tozlaşmaya yardım eden böcekleri çağırdığı kadar, insanların estetik duygularına hitap eden süs çiçeklerininide belirler.

Stamen (erkek organ): Stamen, ucundan **anterler** çıkan bir **filamentten** (sap) oluşur. İki loblu olan anter içinde filamentin sonlandığı konnektif dokusu ile birleşmiştir. Her bir lobda içinde polen taneleri olan iki **polen kesesi** vardır. Stamenlerin de yaprak metamorfozundan oluştuğu ileri sürülmektedir.

Filamentte, çoğunlukla hadrosentrik bir demet, bunu çeviren gelişmiş vakuolleri olan ve küçük hücre arası boşlukları bulunan parankima dokusu vardır. Hücrelerin öz sularında genellikle renk maddeleri bulunur. Dışta ise hücre çeperleri kütinleşmiş bir epidermis vardır. Epidermiste tüyler ve trikomlar görülebilir. İletim demeti anterin iki lobunun ortasında, steril bir doku olan konnektifin içinde sona erer.

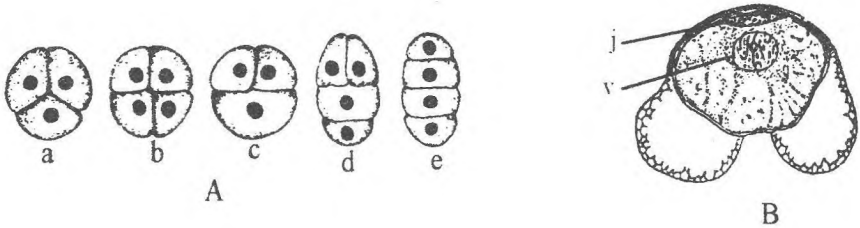
Tipik bir angiosperm anteri her birinde iki polen kesesi bulunan, konnektif dokusu ile bağlı iki tekadan meydana gelmiştir (şekil 79). Polen keselerinin dışında düzgün dizilişli bir **epidermis** vardır. Epidermis hücreleri polen keselerinin açılma bölgelerinde yani **stomiyumlarda** oldukça küçüktür. Epidermisin altında **endotesyum**

hücre tabakası bulunur. Bu tabaka polenler olgunlaştıktan sonra polen kesesinin açılmasını sağlayan, mekaniksel bir dokudur. Başlangıçta parankimatik olan bu doku hücrelerinin çeperleri, polen gelişimini sırasında özel şekilde kalınlaşır. Bu hücrelerin epidermise bakan çeperleri ince kalırken, diğer çeperlerinde sütunlar şeklinde kalınlaşmalar olur. Anter olgunlaştığında, kuruyan bu tabaka hücrelerinin çeperlerindeki farklı kalınlaşmadan dolayı ortaya çıkan mekaniksel kuvvetle polen keseleri stomiyum bölgelerinden açılırlar. Endotesyumun altında daha sonra anterin gelişmesi esnasında ezilerek şekilsiz bir hal alan bir kaç sıralı hücreden oluşan **ara tabaka** vardır. Ara tabakanın altında, çekirdekleri büyük ve çok sayıda olan (polinüklead), bol sitoplazmalı büyük hücrelerden yapılmış **tapetum** tabakası bulunur. Bu tabaka polenler gelişirken besin olarak kullanılır ve parçalanır. Genç anterde içte **polen ana hücreleri** vardır.

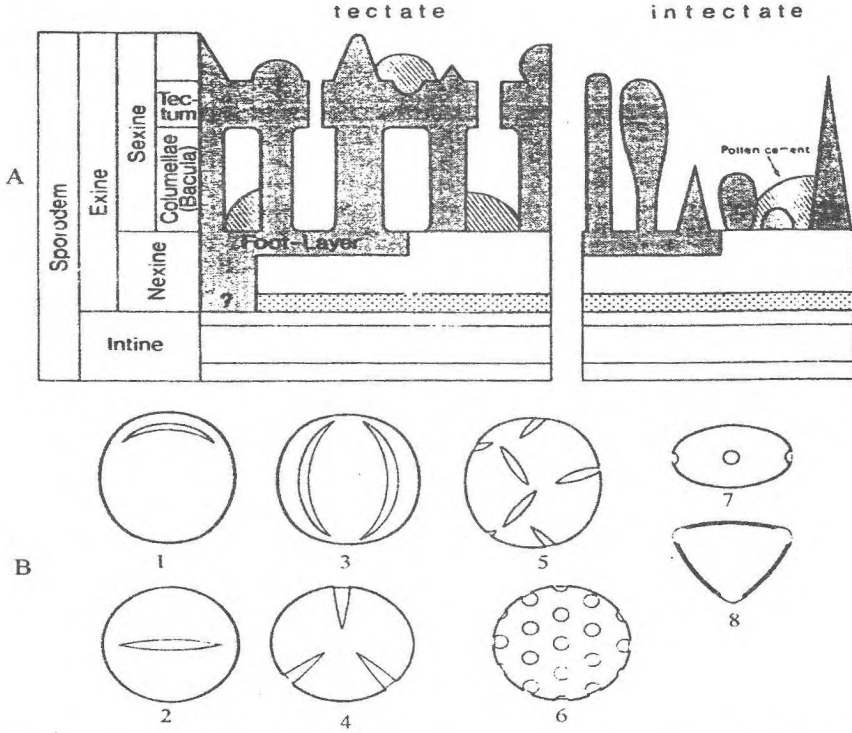


Şekil 79. A- Anter dış görünüşü (y- yarık, t- teka, f- filament) Anatomik yapıları: B'- Genç anter, B''- Açılmış anter (t- teka, id- iletim demeti, pk- polen kesesi, ay- açılma yeri, e- epidermis, et- endotesyum, at- ara tabaka, ta- tapetum, Tr- tetradlar. (Yakar-Tan ve Bilge, 1976)

Polen: Polen kesesi duvarları gelişirken aynı zamanda polen kesesi içindeki polen ana hücreleri de mayoz bölünmelerle haploid sayıda kromozom ihtiva eden sitoplazmaları bol, tek çekirdekli dörder hücre verir (**mikrospor**). Bu dört hücre bir arada kalırsa tümüne tetrad adı verilir. Mayoz bölünme başlamadan önce polen ana hücresinin çeperi kalloz birikimi ile kalınlaşır. Bu kalın çeper bölünme ile oluşan mikrosporları bir arada tutarak tetrad oluşmasını sağlar. Çeşitli tetrad tipleri vardır (şekil 80). Mikrosporlar anterden atılmadan önce mitoz bölünme ile tekrar ikiye bölünür. Biri büyük vejetatif hücreyi (polen tüpü hücresi), diğeri küçük mercek şeklinde generatif hücreyi oluşturur. İşte tozlaşmaya hazır iki hücreden oluşan mikrospora **polen** adı verilir (şekil 80). Büyük hücre polen tüpünü, küçük hücre ise tekrar ikiye bölünerek sperm hücrelerini verir. Polen **eksin** ve **intin** adı verilen iki çeper çevirir. Eksin denen dış çeperin ana maddesi bu çepere olağan üstü dayanıklılık veren **sporopollenin** 'dir. Bu madde karotenoid veya karotenoid esterlerinin oksidatif polimerizasyonu ile oluşmuştur. Eksinin süsler gösteren dış kısmına **seksin**, bunun altında bulunan ve intini düzgün bir şekilde kaplayan iç kısmına da **neksin** adı verilir. Seksindeki ışınal doğrultudaki geniş başlı çubuk şeklindeki çıkıntılara **bakula** denir. Bakulalar değişik boyutlarda tek tek veya çizgisel gruplar şeklinde olabilir. Seksindeki süsler (delik, yarık ve çatlaklar) önemlidir. Bu delik ve süslere göre adlandırmalar yapılır (şekil 81). Bir çok türde bakulaların görünüşleri, delik veya yarık şeklindeki süsler o türe özeldir. Delik şeklindeki süslere de **por** denir. *Pinus* (çam) poleninde olduğu gibi, rüzgarla dağılan polenlerdeki kanat veya balon şeklindeki yapılar seksinin neksinden ayrılması ile oluşur (şekil 80).



Şekil 80. A- Tetrad tipleri (a- tetrahedral, b- isobilateral, c- dekusate, d- T şekli, e- linear) B- Olgun bir çam (*Pinus*) poleni (j-jeneratif çekirdek; v- vejetatif çekirdek)(A, Maheshwari, 1950)

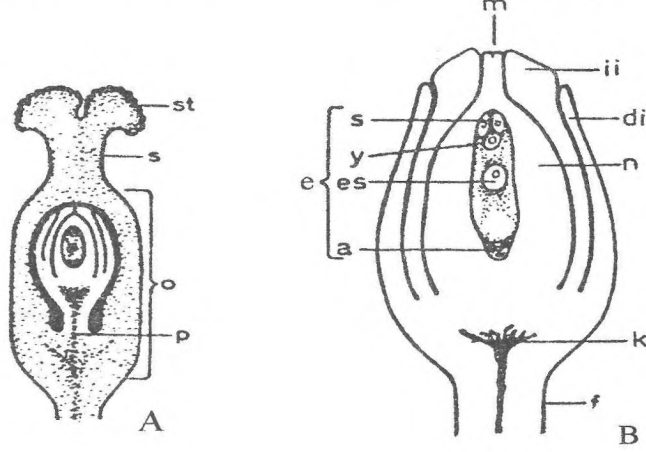


Şekil 81. A-Polen çeperinin tabakaları B- Polen üstündeki çeşitli delik ve süsler, 1-2- unisukulat polen tanesi, 3-4- trikolpat polen tanesi, 5- rugat polen tanesi, 6- porate polen tanesi, 7-8- üç porlu polen tanesi (Erdtman, 1952).

Oval şekilli polenler, monokotiledonlarda daha çok görülür. Fakat bu durum dikotiledonlarla monokotiledonlارarasında ayırt edici bir karakter değildir. Monokotiledonlarda tetradlardaki polenler bir düzlemde, dikotiledonlarda ise tetradlar daha çok tetrahedral tiptedir. Monokotiledon polenlerinde genellikle tek delik varken, dikotiledon polenlerinde üç delik vardır.

Karpel (dişi organ): Dişi organa **pistil** de denir. Pistil terimi dişi organı tam ifade edemediğinden uzun süre kullanılmamıştır. Serbest veya birleşmiş karpellerden oluşan topluluğa denir. Karpel fertil bir yapraktır. Metamorfoza uğrayan bu yaprak kendi üstüne kıvrılarak dişi organı oluşturur. Fakat ister birleşmiş, ister tek tek olsun karpellerin meydana getirdiği topluluğa **ginekeum** demek daha doğrudur. Serbest karpelli veya birleşik karpelli olsun ginekeum'un üç kısmı vardır. Bunlar içi boşluk şeklinde olan ve bu boşlukta bir veya birkaç ovul bulunan **ovaryum**, ovaryum

duvarlarının uzamasından oluşan **stillus** (boyuncuk) ve en uçta gelen polenlerin üstüne yerleştiği **stigma** (başçık) kısmıdır (şekil 82-A). Gelişen ovullerin içinde **embriyo kesesi** oluşur. Embriyo kesesinde de dişi organın temelini oluşturan **yumurta hücresi** vardır. Ovulların karpele bağlandığı ve özel bir kalınlaşma gösteren bölgeye **plesenta** denir.

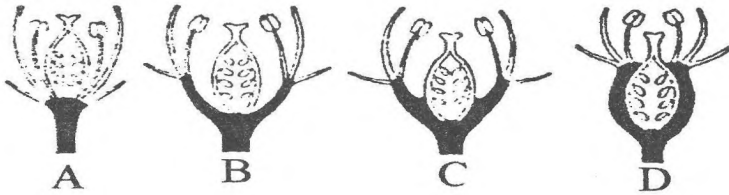


Şekil 82. *Polygonum* (çobandeğneği) da dişi organ (A) ve olgun ovulumun (B) kısımları; st-stigma, s-stillus, o-ovaryum, p-plezenta, m-mikropil, ii-iç intügüment, di- dış intügüment, n-nusellus, k-kalaza, f-funikulus, e-embriyo kesesi, si-sinerjit h., y-yumurta h., es-embriyo kesesi sekonder çekirdeği, a-antipod h.(Yakar-Tan ve Bilge, 1976)

Dişi organın çiçeğin diğer kısımlarına göre bulunduğu konum dikkate alınarak çiçekleri üç grupta toplayabiliriz (şekil 83).

I- **Hipogin (üst durumlu) çiçek:** Çiçeğin bütün parçaları dişi organın reseptakıla bağlandığı seviyenin altında kalırlar.

II- **Perigin (orta durumlu) çiçek:** Çiçeğin bütün parçaları, resptakıla dişi organla aynı seviyede bağlanırlar.



Şekil 83. Dişi organın çiçeğin diğer kısımlarına göre durumları, A- hipogin çiçek, B-perigin çiçek, C-yarı perigin çiçek, D-epigin çiçek (siyah kısımlar çiçek tablası).(Strasburger,1971)

III- **Epigin (alt durumlu) çiçek:** Reseptakıl çökmüştür. Dişi organ bu çökük kısımda, diğer organlar ise üst kısımda yer alır.

Pistilin histolojisi: Pistilin yaprak metamorfozundan meydana geldiği kabul edilir. Çiçek yeni açtığında pistil epiderma, parankima ve iletim demetlerinden oluşur. Gelişimi sırasında buradaki hücreler, mitoz ve mayoz pekçok bölünme geçirerek şekil ve yapı bakımından özelleşirler. Özelleşme en çok ovul kısmında olur.

Ovul (tohum taslağı): Ovul, içten dışa doğru megasporidan gelişen embriyo kesesi, bunu çevreleyen temel doku nusellus, dışında epidermal kökenli bir veya iki integüment ve ovulumu ovaryuma bağlayan funikulustan ibarettir (şekil 82). Tipik bir embriyo kesesinde, mikropile yakın olan bölgede, yumurta hücresi ve iki yanında bulunan iki sinerjit hücresinden oluşan yumurta aparatı, ortada her iki kutuptan gelen birer hücre yani sekonder hücreler ve funikulus tarafında da üç hücreden oluşan antipod hücreleri vardır.

Çiçeğin morfolojisi:

Çiçek diagram ve formülleri:

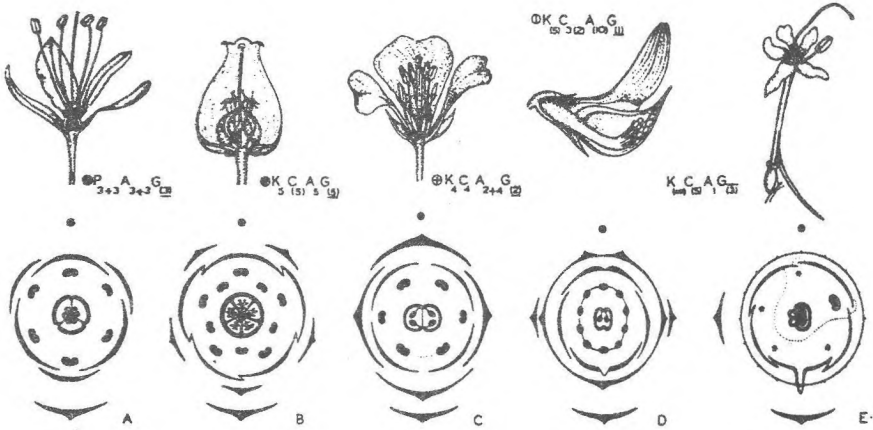
Çiçeğin yapısını kolayca belirtmek için çiçek diagram ve formülleri çizilir (şekil 84). Genellikle angiosperm çiçeğinde iki periant, iki andrekeum bir ginekeum olmak üzere beş halka vardır. Dikotiledonlarda beş halkanın tam görülmesine karşılık, monokotiledonlarda daha çok üç halka görülür. Halka sayıları eksilebilir veya artabilir. Halkalardaki parçaların arasından simetri eksenleri geçer ve çiçeği simetrik parçalara böler.

Çiçekte dört tip simetri görülür:

- 1- **Radyal simetri:** Çiçeğin merkezinden ikiden fazla simetri ekseni geçer.
- 2- **Bilateral simetri:** Çiçeğin merkezinden sadece bir birine dikey iki simetri ekseni geçer.
- 3- **Dorsiventral simetri:** Çiçeğin merkezinden yalnız bir simetri ekseni geçer.
- 4- **Asimetrik çiçek:** Simetri düzlemine sahip değildir.

Çiçek formülünde her bir çiçek halkası o parçanın adının büyük baş harfi ile gösterilir. (P) Perigon, (K) Kaliks, (S) Sepal, (C) Corolla, (P) Petal, (A) Andrekeum, (G) Ginekeum. Harflerin alt tarafındaki sayılar, o halkadaki parça adedini gösterir. Sayı

çok ise ∞ işareti ile gösterilir. Şayet parçalar birbirine bağlı ise **rakamlar parantez** içinde yazılır. Dişi organın çiçeğin diğer kısımlarına göre olan durumu, dişi organdaki parça sayısını gösteren rakamın altına veya üstüne çizgi çizilerek gösterilir.



Şekil 84. Çiçek diyagram ve formülleri, A-*Asphodelus* (çirişotu), B-*Arbutus* (kocayemişi), C-*Diplotaxis* (yabaniroka), D-*Ononis* (kayışkıran), E-*Centranthus* (mahmuzçiçeği). (Yakar-Tan ve Bilge, 1976)

İnfloresans (Çiçek durumları):

Bitkiler bir çiçek değil, aynı zamanda dal üzerinde düzenli bir şekilde sıralanmış çok sayıda çiçek verir. Bu çiçeklerin bir araya gelmesi ile meydana gelen topluluğa **infloresans** veya **çiçek durumu** denir (şekil 85). Diğer bir deyişle kısa sürgün üzerinde birçok çiçeğin meydana getirdiği topluluğa **çiçek durumu** denir. Genellikle çiçek durumlarında yaprakların yerini **brakte** dediğimiz küçük taşıyıcı yapraklar almıştır. Bazı çiçeklerde brakte bulunmaz, tamamen kaybolmuştur.

I-Rasemus çiçek durumları: Ana çiçek eksen, yan eksenlere hakim durumdadır.

A- Yan eksen dallanmayanlar:

1- Rasemus (salkım): Uzamış yan eksen üzerindeki taşıyıcı yaprakların koltuğundan saplı çiçekler çıkar. Örnek: *Hyacinthus* sp. (sümbül), *Olea europea* (zeytin).

2- Spika (başak): Uzamış ana eksen üzerindeki taşıyıcı yaprakların koltuğundan sapsız çiçekler çıkar. Örnek: Gramineae.

3- Spadiks (çomak,koçan): Ana ekseni kalınlaşmış bir spikadır. Örnek: *Zea mays* (mısır dişi çiçek).

4- Amentum (tırıl): Sarkık başak, kedicik, püskül. Ana ekseni eğilme yeteneğinde olan spikaya yakın bir tiptir. Örnek *Salix* sp (söğüt.)

5- Basit umbella (şemsiye): Ana eksen üzerinde bulunan aynı düğümdeki, brakte grubunun koltuğundan bir çok yan dal uzanır ve her biri çiçekle sonlanır. Örnek: Umbelliferae.

6- Kapitulum (başakçık veya topaç): Kalınlaşmış eksen kurs şeklini almış, eksen tepesi üstünde sapsız çiçekler bulunur. Ana eksen topaç şeklinde [Örnek: *Trifolium pratense* (yonca)] veya disk [Örnek: *Helinthus annuus* (Ayçiçeği)] şeklinde olabilir.

7- Korimbus (yalancı şemsiye): Alttaki çiçeklerin sapları ana eksenin hizasına kadar uzanmış bir rasemözdür.

B - Yan eksenleri dallananlar (birleşik rasemuz):

1- Panikula (birleşik salkım): Yan eksenleri dallanmış bir rasemözdür. Her yan eksende bir salkım vardır.

2- Birleşik umbella: Tek çiçek yerine küçük küçük umbellalar taşıyan bir şemsiyedir.

3- Birleşik korimbus: Yan eksenleri basit korimbus olan bir çiçek durumudur.

4- Birleşik başak: Küçük küçük başakların yer aldığı bir çiçek durumudur.

II- Kimöz çiçek durumları: Ana eksen kısa sürede büyümesine son verdiği halde yan dallar büyümeye ve dallanmaya devam eder.

1- Monokasium: Yan dallanma bir yan dalda devam eder.

a- Drepanium (orak): Birbirine ardışık olan yan dallar ana eksenin ön tarafında bulunurlar.

b- Ripidium (yelpaze): Birbirine ardışık gelen yan dallar ana eksenin arkasında yer alır.

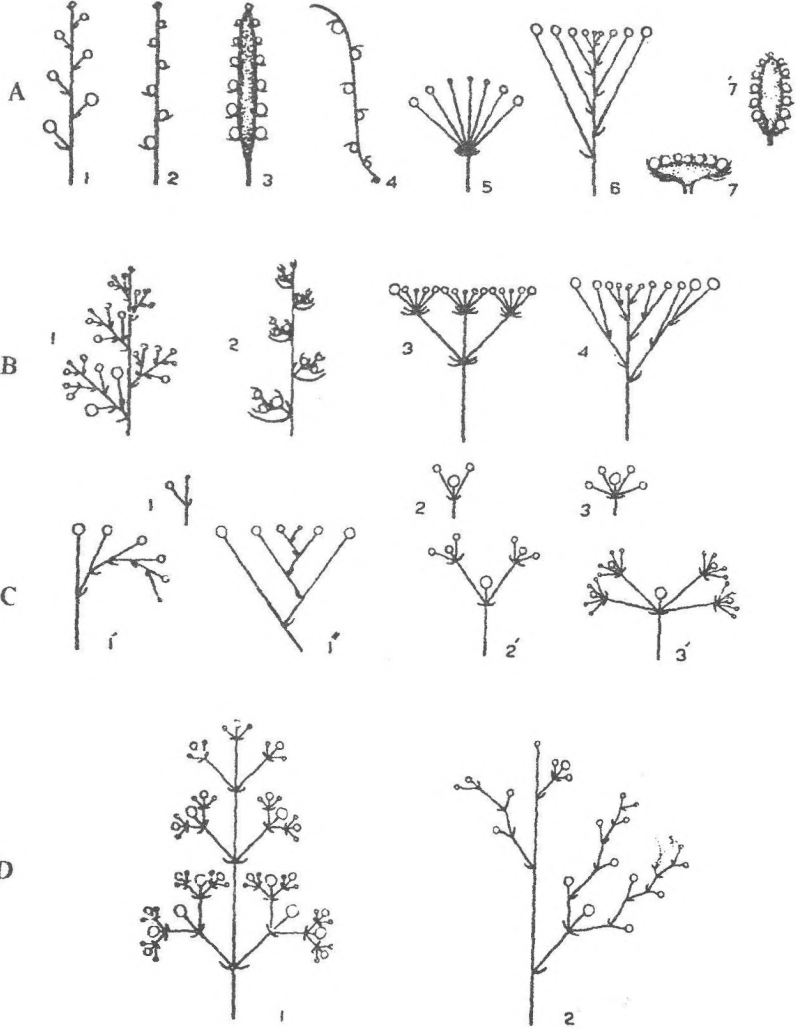
c- Botriks (sarmal tip): Birbirine ardışık gelen yan dallar her zaman aynı taraftadır.

d- Sinsinus: Birbirine ardışık gelen yan dallar aynı tarafta olmaz, iki doğrultuda dallanır.

2-Dikasyum: Hakim durumda, iki aynı dereceli yan dal dallanmaya devam eder.

3- Pleikasyum: Hakim durumda olan ikiden fazla yan dalla dallanır.

Rasemöz durumlarda çiçek, açmaya önce aşağıdan başlar ve yukarı doğru devam eder. Kimöz durumda ise çiçek, açmaya ortadan başlar iki yana doğru devam eder.



Şekil 85- Çiçek durumları (infloresans), A, yan eksenli dallanmayan rasemus, 1-rasemus, 2-spika, 3-spadiks, 4-amentum, 5-umbella, 6-korimbus, 7-'7-, kapitulum, B-birleşik rasemus, 1-panikula, 2-birleşik spika, 3-birleşik umbella, 4-birleşik korimbus, C-kimöz çiçek durumları, 1- monokasyum, 1'-drepaniyum, 1"-ripidyum, 2-2'-basit ve birleşik dikasyum, 3-3'-basit ve birleşik pleikasyum, D- heterotipik çiçek durumları, 1-yan dalları bileşik dikasyum olan rasemus, 2- yan dalları dikasyum ve bileşik monokasyum olan rasumus.(Yakar-Tan ve Bilge, 1976)

MEYVE

Meyve genellikle ginekeum'dan (dişi organ) teşekkül eder. Fakat birçok meyvenin oluşumuna diğer organlarda iştirak eder. Örneğin, tepallerin katılımı ile (*Morus*, dut), reseptaklin katılımı ile (*Fragaria*, çilek), braktelerin katılımı ile (*Ananas*), çiçek tüplüne ilaveten reseptakl ve çiçek organlarının iştiraki ile (*Pyrus malus*, elma) ve çiçek durumu ekseninin gelişmesi ile (*Ficus*, incir) meyve oluşur. Bu durumda, ginekeumdan başka çiçek organlarının iştiraki ile oluşan meyveye, **yalancı meyve** veya **pseudokarp meyve** denir.

Çiçekte, epiderma, parankima ve iletim dokusundan yapılmış karpel, meyve gelişirken değişikliğe uğrayarak meyvenin temel yapısını yani **perikarp**'ı meydana getirir. Perikarp dıştan içe doğru **eksokarp**, **mezokarp** ve **endokarp** kısımlarından oluşur.

Genel olarak döllenmeden sonra meyvenin oluştuğu kabul edilir. Fakat her zaman böyle olmaz. Pek çok bitkinin meyvesi, *Musa* c.v. (muz), *Citrus* c.v. (çekirdeksiz portakal) ve *Vitis* c.v. (çekirdeksiz üzüm) gibi pek çok türde, tohum teşekkülü olmadan meyve oluşur. Bu olaya **partenokarpi** denir.

Meyvenin sınıflandırılmasında çeşitli metotlar vardır. İki ana kriterin ışığında meyveleri bir kaç tipe ayırabiliriz. Ana kriter perikarpın sertlik derecesidir. Örneğin: meyve kabuğunun kuru ve sert olması ve yumuşak veya etli olması veya sulu olması gibi. İkinci kriter ise meyvenin olgunlaşmada açılıp açılmamasıdır.

Çeşitli meyve tipleri şekil 86 'te görülmektedir.

1-Kuru meyveler:

Açılan kuru meyveler:

a) Tek karpelden oluşan meyveler.

I- Folükül: Bakla-bezelye benzeri meyvelerdir. Genellikle karın tarafından açılır (*Delphinium*, *Brachychiton*).

II- Legümen: Birleşik iki yapraktan meydana gelen meyve karın ve sırt tarafından aynı zamanda açılır (Leguminosae)

b) Sinkarp meyveler: İki veya daha fazla karpelli ovaryumdan oluşur.

I- Silikva ve silikula: Bakla-bezelye benzeri meyvedir. İki karpelden oluşur. Daha sonra göreceğimiz kapsülün özel bir tipi olarakta kabul edilir. Karpellerin birleştiği çizgi kalın kordon şeklinde olup **replum** adını almıştır. Bu kordon bütün

meyvenin etrafını çevirir. İç kısımda bu kordondan iki plesenta çıkar. Ayrıca iki taraftaki kordonlardan içeri doğru gelişen iki membran yalancı septumu oluşturarak lokulu ikiye böler. Meyve olgunlaştığında replumdam iki yaprağa (**valve**) ayrılır ve açılan meyvede bu yapraklara tohumlar hala bağlıdır. Cruciferea familyasında görülür. Bu meyvenin boyu eninin üç katından fazla olanına **silikva**, boyu eninin üç katından az olanına **silikula** adı verilir.

II- Kapsül: Meyve iki veya daha fazla sayıda karpelden oluşur ve bu meyvenin açılması çeşitli yerlerden olur. Bu açılma yerleri ve şekilleri sistematikte önemli olup, türlerin tayininde anahtar olarak kullanılır. Genellikle olgunlaşan meyvede her karpelin sırtından yukarıdan aşağıya doğru açılma olur. Buna **lokulisidal açılma** denir (*İris*, *Epilobium*). Açılma iki karpelin birleşme yerinden olur. Buna **septikal açılma** denir (*Hypericum*). Ortada bulunan eksene bağlı olan tohumun dış duvarı kapak gibi açılır. Buna **septifragal açılma** denir(*Geranium*, turnagagası). *Campanula* ve *Papaver* türlerinde olduğu gibi açılma perikarpta oluşan porlardan olur. Bunada **porlu açılma** denir. *Anagallis* ve *Hyoscyamus*'ta **sirkumsissil açılma** görülür. Burada açılma meyvede enine dairesel şekilde olur ve meyve kapak gibi bir yapı ile açılır. Meyvenin açılması üstten alta doğru ve alev dili şeklinde parçalarla olursa buna **volvat** denir. Yukarıda verilen bütün meyvelerde açılma sırasında oluşan parçalara **valve** denir. Kapsül meyve açılma şekillerine göre sınıflandırılır;

a) Lokusid kapsül: Karpeller sırttan (dorsal) açılır. Örnek: *İris* (süsen).

b) Septisid kapsül: Açılma karpellerin birleştiği yerden yani karın kısmından olur. Örnek. *Colchicum*, *Digitalis*.

c) Dentisidkapsül: Kapsül tepe kısmında bulunan dış şeklindeki yarıklardan açılır. Örnek: *Saponaria*, *Dianthus*.

d) Porisid kapsül: Açılma perikarpta bulunan deliklerden olur. Örnek: *Papaver somniferum*, *Antirrhinum*.

e) Piks id kapsül: Kapsül bir kapakla açılır. Örnek: *Anagallis*.

f) Septifragal kapsül: Lokusid olan meyvede birleşmiş olan karpellerin iç kısmı bir sütun halinde kalırken, karpellerin tohum taşıyan dış kısımları birbirinden ayrılarak alttan yukarı doğru kalkar, çan şeklini alır ve böylece tohumlar dışarı atılır. Örnek: *Geranium*.

Açılmayan kuru meyveler:

I. Akene: Tek karpelden oluşan tek tohumlu meyvedir. Örnek: *Ranunculus*.

II.Cipsela: Tek tohumlu meyve alt durumlu ovaryumdan oluşur. Meyve ovaryum duvarına ilaveten çiçeğin diğer dokuları ile de çevrilidir. Örnek: Compositae.

III.Nuks veya Nut: Birleşik olduğundan tek gibi görülen, karpeller içinde gelişen tek ovulden oluşur. Dejenere olmuş bir yapıdadır (*Tilia, Valerianella*). Meşenin (*Quercus*) palamutu ile involukresi (kadeh şeklindeki yapı) alt durumlu ovaryumdan gelişmiş yalancı bir nuttur.

IV.Karyopsis: Tohum kabuğu, perikarpla aynı olan tek tohumlu meyvedir. Örnek: Gramineae.

V.Samara: Kanatlı tek tohumlu meyve. Örnek: *Ulmus, Fraxinus*.

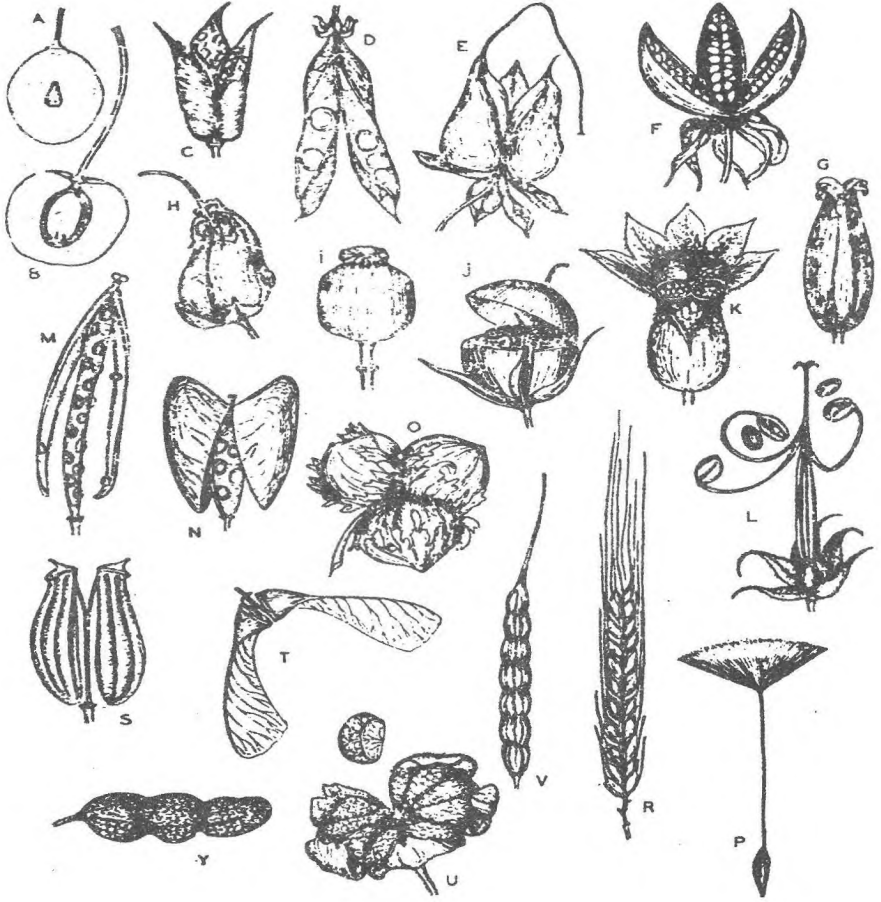
VI.Şizokarp meyveler: Multilokulat ovaryumlardan meydana gelen olgunlaştığında karpellere eş sayıda, akenlere bölünen meyvedir. Bu tip meyvelere şizokarp denir ve içindeki bölünmüş bütün parçalara da **merikarp** denir. Örnek: Malvaceae familyasından *Malva* ve *Lavatera*.

Umbelliferae'deki kremokarp meyvede, şizokarp meyve olarak kabul edilir. Fakat bu meyve aslında, alt durumlu ovaryumdan gelişmiş yalancı meyvedir. Labiatae'de meyve, akene benzeri merikarlara bölünür ve her bir karpel yarısında, bir tohum vardır. Örneğin: Nutlet veya Coccus.

Aynı zamanda çok sayıda karpellerden oluşan tek veya çok sayıda tohum ihtiva eden açılmayan kuru meyvelerde vardır. Örnek: Cruciferae'den *Crambe*. Filogenetik olarak apokarp ginekeumdan gelişen folikül, en ilkel tip meyve olarak kabul edilir.

2- Etli meyveler:

Etli meyvelerde epidermis çeperleri kalın, eni boyu az çok eşit küçük hücrelerden yapılmıştır. Epidermislerinde üzümden olduğu gibi stoma bulunmaz veya elmada olduğu gibi çok sayıda stoma bulunur. Epidermisin altında kollenkima ve çok ender olarak sklerankima hücrelerinden oluşmuş bir hipoderma vardır. Meyvenin mezokarpı öz suyu fazla, sukkulent parankima hücrelerinden oluşmuştur. Etli kısım yani mezokarp, sadece sukkulent parankimadan oluşur. Fakat ayva (*Cydonia oblonga*) ve armut (*Pyrus communis*) meyvelerinde görüldüğü gibi içinde taş hücreleri grupları veya sklerankima lif grupları da bulunabilir. Endokarp sklerankima hücreleri ihtiva eden iki veya daha çok sıralı olabilir. Endokarpın gelişimi tamamlandıktan sonra, mezokarpın hücreleri farklı yönlerde bölünerek hızla gelişirler. Bol miktarda hücre öz suyu bakımından zengin parankima hücresi üretilir ve mezokarpın hacmi hızla artar. Böylece meyve olgunlaşmış olur.



Şekil 86. Çeşitli meyve tipleri. (A-B) etli meyveler; A-bakka (*Vitis*, üzüm), B-drupa (*Punus cerasus*, vişne), (C-N) açılan kuru meyveler; C-folükül (*Delphinium*, hezaran), D-legümen (*Pisum*, bezelya), E-septisid kapsül (*Digitalis*, yüksükotu), F-lokusid kapsül (*Viola*, meneekşe), G-dentisid kapsül (*Saponaria*, sabunotu), H-l-porsid kapsül (*Antirrhinum*, aslanağzı, *Papaver somniferum*, haşhaş), J-K-piksid kapsül (*Anagalis*, farekulağı, *Hyoscyamus*, banotu), L-septifragal kapsül (*Geranium*, turnagagası), M-silikuva (*Diplotaxis*, yabaniroka), N-silikula (*Capsella bursa-pastoris*, çobançantası), (O-Y) Açılmayan kuru meyveler; O-nuks (*Corylus*, fındık), P-akene (*Taraxacum*, karahidiba), R-karyopsis (*Triticum*, buğday), S-T- iki merikarplı şizokarp meyve (*Fonckulum*, rezene, *Acer*, akçaağaç), U-çok merikarplı şizokarp meyve (*Malva*, ebegümeci), V-segmentli silikuva (*Raphanus*, turp), Y-segmental legümen (*Arachis*, yerfıstığı). (Yakar-Tan ve Bilge, 1976)

Etli meyveler, **Bakka ve Drupa** olarak ikiye ayrılır;

Bakka (Berry): Ovaryumun çeperini oluşturan bütün temel dokular meyvenin gelişimi sırasında etli ve sulu bir dokuya dönüşür. Hatta bazı diğer çiçek organlarında bu dokunun oluşuna iştirak edebilir. Örneğin *Lycopersicon* (domates) da, sulu dokunun büyük kısmı plesentadan gelişmiştir. Bütün meyve tabakaları (perikarp) ince çeperli

hücrelerden yapılmıştır. Perikarpı etli, kalın ve sulu olan ve burada üç tabaka ayrıt edilen meyvedir.

1- En dışta içinde meyveye renk veren pigmentlerinde yer aldığı **eksokarp** hücreleri,

2- Eksokarpın altında oldukça geniş yer işgal eden ve genellikle sukkulent parenkima hücrelerinden oluşmuş, **mesokarp** tabakası,

1- En içte yine ince çeperli hücrelerden oluşmuş **endokarp** vardır.

Bu etli perikarpın içinde bir (*Vitis*, üzüm) veya birkaç tohum (*Lycopersicon*, domates) bulunur. Berry tipi bir meyve olan *Citrus* (Turunçgil) meyvesine özel olarak **hesperidyum** denir. *Coffea* (kahve), *Sambucus* (mürver), *Hedera* (bir sarmaşık türü), *Cucumis* (karpuz) ve *Musa* (muz) meyveleri de berry'dir. Bunlar alt durumlu ovaryumdan geliştikleri ve perikarpın yapısına ekstra karpeller kısımlar çok az iştirak ettiğinden teorik olarak yalancı meyvelerdir.

Drupa: *Prunus persica* (kayısı) da görüldüğü gibi, perikarptaki hücre bölünmesinin büyük kısmı yani meyvenin gelişme ve olgunlaşması, döllemeden hemen önce veya hemen arkasından olur. İlk gelişme bütün yönlerde olurken, daha sonraki gelişme daha çok meyvenin radyal yönündedir ve bu gelişme mesokarpın iç kısımlarında olur. Olgun meyvenin epidermisinde (eksokarp) kütikula birikimi ve tek hücreli tüyler görülür. Mesokarp parankimatik hücrelerden oluşmuştur. Bu hücrelerin boyutları içten dışa doğru büyürken şekilleride meyvenin uzun eksenine paralel olarak ovalleşir. Endokarp sklereid hücrelerinden yapılmıştır ve meyvenin dış şekli ile uyumludur. Çekirdek ismini alan bu endokarp kuru ve sert bir yapıdadır (*Prunus*, erik, kayısı; *Pistacia*, antepfıstığı; *Juglans*, ceviz). Bir nut olan *Coccos*'da (hindistan cevizi) mesokarpı fibrilli bir yapı gösteren bir drupadır.

3- Agregat (birleşik) meyve:

Apokarp ginekeumun olgunlaşması ile oluşur. Bir sap üzerinde tek olabileceği gibi, eksen üstünde bir çoğu bir arada bulunabilir. Fakat olgunlaşma sırasında bütünü meydana getiren tek tek çiçekler, tek bir meyve gibi gelişirler. Örnek: *Rubus* (böğürtlen).

4- İğit (yalancı) meyve:

Yalancı meyveler birkaç şekilde oluşabilir:

a) Bir meyvenin etli kısmı karpellerin yerine çiçek ekseni, brakte, perianttan meydana gelmişse buna yalancı meyve denir. Örneğin; *Fragaria vesca*' da (çilek) etli kısım çiçek ekseni olup üstünde nuks tipi tohumlar bulunur.

b) Alt durumlu ovaryumdan meydana gelen meyve. Etlenmiş çiçek ekseni, gerçekte drupa olan asıl meyveyi sarar. Örnek: *Malus silvestris* (elma), *Pyrus communis* (Armut).

c) Bazen yalancı meyveler çiçek durumundan meydana gelirler. Örnek; *Ficus carica* (İncir), etli olan kısmı şişmiş çanak şeklini almış çiçek ekseni olup, iç yüzeyinde tek tek dişi çiçeklerden oluşmuş drupa tipi meyveler vardır. Çanağın alt kısmında dişi çiçekler üst kısmında erkek çiçekler yer alır.

Perikarpın histolojik yapısı:

Meyve ve tohumun dağılması ile perikarpın histolojik yapısı arasında, genellikle yakın bir ilişki vardır.

Meyve olgunlaşmadan önce perikarpı oluşturan dokuda farklılaşma görülmez. Genelde epidermis ve parankima hücrelerinden oluşmuştur. Meyvenin gelişmesi yani olgunlaşması sırasında, parankimatik dokuda hücre sayısında artma olur ve bu doku meyvede büyük bir alanı kaplar. Bu esnada bazı meyvelerde yer yer sklerankimatik hücreler oluşur. Meyvenin kısımlarını oluşturan eksokarp, mesokarp ve endokarp meyvenin olgunlaşması ile belirginleşir. Bazen sadece ekso ve endokarp belirgindir. Buna karşılık bir çok meyvede de ekso ve endokarp epidermal yapıdadır ve meyvenin büyük kısmını mesokarp oluşturur. Meyvedeki gelişmeyi sağlayan meristem, interkalar meristemdir.

Büyük meyvelerde daha belirgin olan iletim dokusu, ginekeumdaki iletim dokusuna ilave olarak, temel dokulardan da gelişir ve meyvede bulunan su ve diğer maddelerin iletimini sağlar.

Kuru meyvelerin perikarpı:

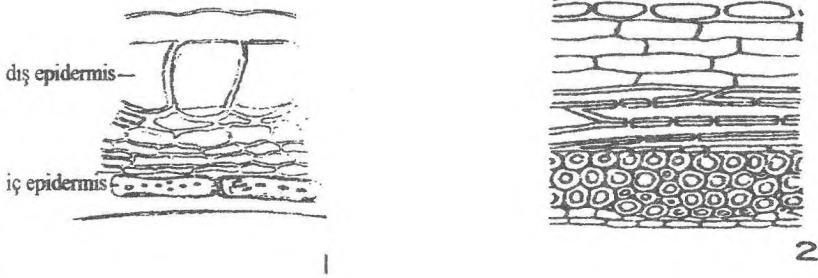
Folükül: Eksokarp (epidermis ve altındaki hipodermal dokular) kalın çeperli hücrelerden, az hücre sayılı mesokarp parankimatik ve endokarp (iç epidermis) kalın çeperli hücrelerden oluşmuştur (şekil 87-1). İletim demetlerinin etrafında sklerankimatik bir doku vardır.

Legümen: Leguminosae de görülen genel yapı şöyledir: Eksokarp yalnızca epidermisten oluşmuştur. Mesokarp çeperleri nisbeten kalınlaşmış parenkima

hücrelerinden, endokarp, genellikle iç kısmında birkaç sıra sklerankima hücre tabakası bulunan ince çeperli epidermisten veya birkaç sıra parenkima hücre tabakası ve epidermisten oluşur (şekil 87-2). İletim dokusu mesokarptaki parankima dokusunun içinde yeralır ve demetlerin etrafında sklerankima tabakası vardır.

Silikva ve silikula: Ekso ve mesokarpın hücreleri genellikle ince çeperli hücrelerdir. Buna karşılık endokarp sklerankimatik bir yapıdadır.

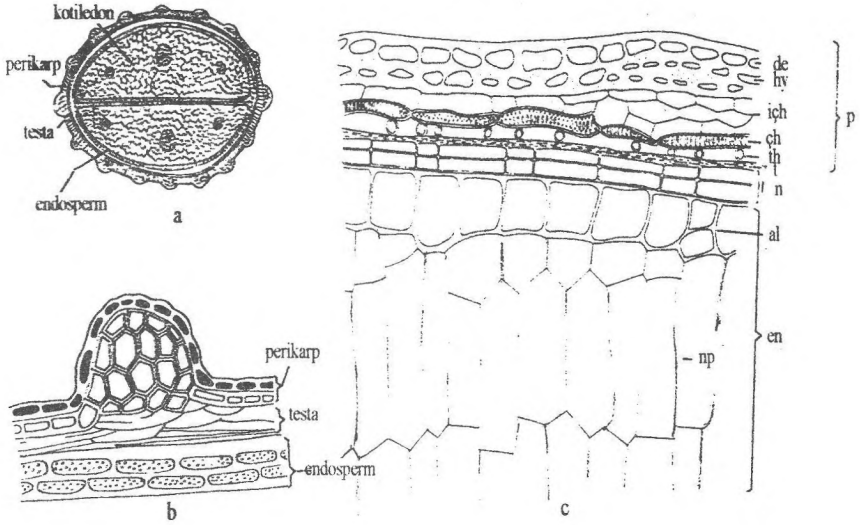
Kapsül: Pek çok kapsülde epidermis hücrelerinin dış çeperleri oldukça kalındır. Mesokarpı parankimatik hücreler oluşturur. Endokarp ise epidermis hücreleri ve altında uzamış kalın çeperli hücrelerden oluşur.



Şekil 87. Kuru meyvenin histolojik yapısı 1. *Delphinium*'da folukül meyve çeperinin enine kesiti, 2. *Astragalus hamosus*'da legumen meyve çeperinin enine kesiti.(Fahn, 1974)

Cipsela: Perikarptaki hücre sıra ve sayısı fazladır. Perikarp histolojik olarak iç kısımdaki intügümente benzerse de buradaki hücreler daha küçüktür. Perikarpta belirgin bir epidermis vardır. Çiçeğin olgunlaşması sırasında, perikarpın iç kısımlarında lizigen boşluklar oluşur. Ardından gelen meyve olgunlaşması sırasında ise perikarpın iç tabakaları tamamen yok olur (şekil 88). Olgun meyvede perikarp bir iki hücre tabakasından ibarettir. Dış epidermis hücrelerinde bulunan renk maddeleri sebebi ile cipsela meyveleri renklidir.

Karyopsis: Tek tohumlu bu meyvelerde perikarp ve intügümentler tamamen birbirine girmiştir. Örneğin, karyopsis olan *Triticum* (buğday) meyvelerinde üç kısım ayırd edilir (şekil 88): (1) perikarp, tohum kabuğu ve nusellustan oluşan karyopsis kabuğu; (2) endosperm; (3) embriyo. Perikarpta beş tabaka vardır. Bunlar, dış epidermis, hipodermis, ince çeperli hücre tabakası, boyuna hücreler ve enine hücrelerdir. Epidermis ve hipodermis eksokarpı oluşturur. Boyuna hücrelerle ince



Şekil 88. a- *Lactuca*'da cipsela tipi meyvenin kesiti b-*Lactuca*'da cipsela tipi meyvede perikarpın enine kesiti, c-*Triticum*'da karyopsis tipi perikarpın enine kesiti, de- dış epidermis, hy- hipoderma, iç- ince çeperli hücreler, çh- kayık hücreleri, th- tüpsü hücreleri, t- testa, n- nusellus, al- aleuron, np- nişasta depo hücreleri, p- perikarp, en- endosperm. (Hayward, 1938)

çeperli hücrelerle aynı yönde dizilmişlerdir. Enine hücrelerin geniş hücre arası boşlukları vardır. Bunlar perikarpın iç epidermisi olarak kabul edilir. Perikarpla birleşmiş olan tohum kabuğu olgun meyvede buruşuk bir hal almıştır. Bu bölgenin hücrelerini ayırtetmek mümkün değildir. Tam olgunlaşmış meyvede dış intigümentler tamamen kaybolmuştur. Meyve tamamen tohum şekline dönüşmüştür. Tohum kabuğu sadece iç intigümentlerden oluşur. İçinde de nusellus dokusu hücreleri vardır. Nusellus dokusu meyve gelişimi sırasında kısmen sindirilir.

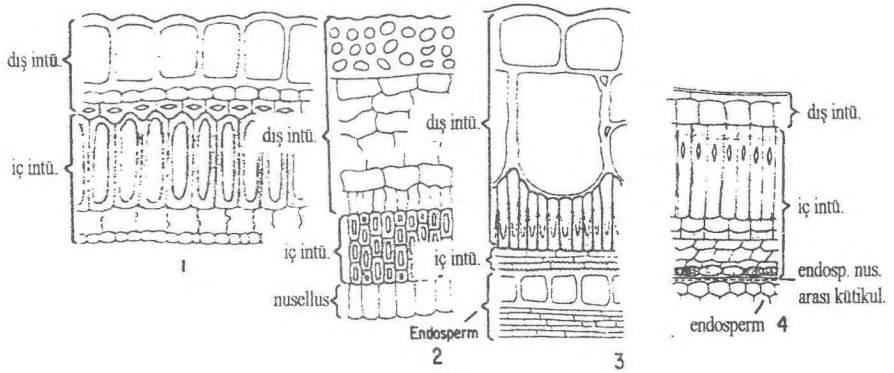
TOHUM

A- Tohumun anatomisi:

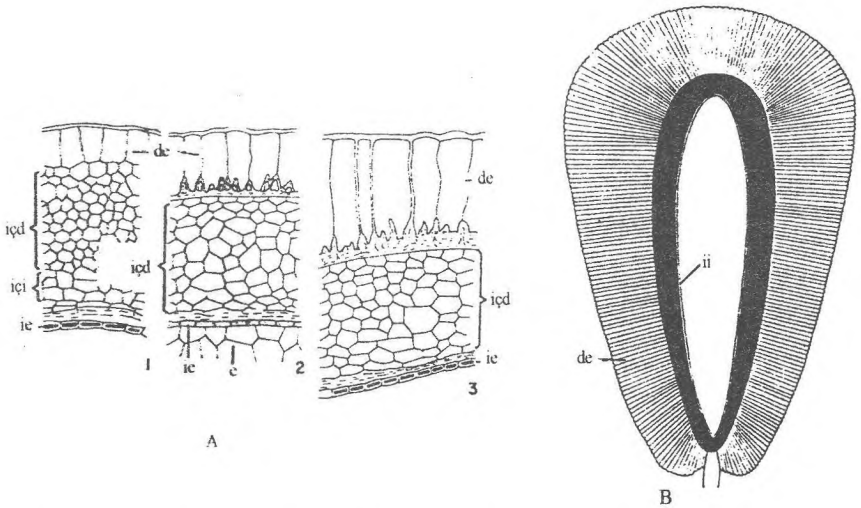
Tohum ovulden gelişir. Olgun bir tohum, dıştan içe doğru **testa (tohum kabuğu)**, tohumun çimlenmesinde kullanılacak olan farklı kökenlerden gelmiş, farklı genişlikte **endosperma** veya **perisperma (besi dokular)** ve **embriyodan** oluşur. Testa genellikle döllenmeden sonra tohum taslağındaki integümentlerin farklılaşması sonucu meydana gelir (şekil 89). Dış veya iç integümentin bazı tabakaları farklılaşarak testayı meydana getirirken, bazı tabakaları da embriyo ve besi dokuların gelişmesinde besin maddesi olarak kullanılır. Açılmayan kuru meyvelerinki hariç, testa oldukça karışık bir yapı gösterir. Tohumların yüzeyinde özellikle sert kabuklu tohumlarda iyi gelişmiş kutikula tabakasına rastlanır. Genellikle dışa yakın veya dışta kalın çeperli hücre arası boşluğu olmayan radyal yönde dizilmiş hücrelerden yapılmış, bir tabaka vardır. Bu hücrelerde çeper kalınlaşması selüloz olabildiği gibi, kütin ve lignin katılması ile de olabilir. Bu dokuya koruyucu tabaka denir. Bunun altında veya daha içte yine testaya ait olan içleri boşalmış, ezilmiş parankima hücreleri vardır. Bu tabaka hücreleri başlangıçta besin maddelerince zengin olup, tohum gelişirken bu maddeler kullanılmıştır. Testada taş hücreleri veya parankimadan yapılmış hücre tabakaları vardır. *Lycopersicon esculentum* (domates) ve *Punica granatum* (nar) gibi bazı bitki tohumların da ise testanın dış tabakaları sukkulent parenkima hücrelerinden yapılmıştır (şekil 90). Leguminosae'de olduğu gibi, bazı tohumların dış yüzünde çok kalın bir kutikula tabakası görülür. Bu tabaka ve testanın diğer tabakaları içeri su ve havanın girmesini önler. Testada radyal olarak, uzunlamasına dizilmiş hücre arası boşlukları olmayan hücrelerden oluşmuş dokuya **malpigi hücreleri** adı verilir. Bu hücreleri çeperleri kalınlaşmış makrosklereid hücreleridir. Enine kesitlerde bu hücrelerin içinde ışığı yansıtan ince çizgi şeklinde bir yapı görülür ve bu yapıya **ışık çizgisi** veya **linea lucida** adı verilir (şekil 89-4). Malpigi tabakasının altında bir veya daha çok sıralı hücre tabakaları bulunur. Bu hücreler kemik veya huni şekillidirler. *Phaseolus* (fasulye) da bu hücrelerin içinde oksalat kristalleri vardır.

Türlerin tohumlarının dış yüzeylerinde değişik yapılar, süsler vardır ve bu süsler sınıflandırmada kullanılır. Burada görülen tüyler, kıvrılmalar ve kanca şeklindeki yapılar sadece testanın epidermis hücrelerinden veya daha alttaki dokularında iştiraki ile gelişmiştir. Örneğin; Dokumada ve tıbbi olarak kullanılan pamuk, *Gossypium* (pamuk) bitkisinin tohum epidermis hücrelerinden oluşan çok uzun tüylerdir. *Linum*

usitatissimum (keten) tohumunda, epidermis hücrelerinde müsilaj birikmiştir. Su ile temasta bu hücreler çok miktarda su tutar ve kayganlaşırlar ve buradan sağlana osmotik basınçla, daha altta bulunan, tohumu çeviren sklerankimatik tabakanın çatlamasını sağlarlar. Müsilajlı dış tabakalar pek çok türde tohumun açılmasının yanında, su ve hayvanlarla taşınmasını da sağlarlar.



Şekil 89. Bazı meyvelerde testanın histolojik yapısı. 1- *Viola tricolor* (menekşe), 2- *Magnolia macrophylla* (manolya), 3- *Sinapis alba* (hardal), 4- *Ceratonia siliqua* (keçi boynuzu). di-dış intügüment, ii- iç intügüment, n-nusellus, en-endosperm, k- kutikula.(1,2,3, Eames and MacDaniels, 1947, 4, Netolitzky, 1926)



Şekil 90. A- *Lycopersicon esculantum* (domates) da testa gelişimi (1-2-3) B- *Punica granatum* (nar) da etli tohum kabuğu. de-dış epidermis, içd-ince çeperli hücrelerin dış kısmı, içi- ince çeperli hücrelerin iç kısmı, ie- iç epidermis, e-endosperm,ii-iç intügüment.(A, Hayward, 1938, B, Eames and MacDaniels, 1947)

Açılmayan kuru meyvelerde, testanın yapısı daha basittir. Kalın çeperli hücrelerden yapılmıştır. Altında yağ ihtiva eden hücre tabakaları vardır.

Tohum çimlenmesinde kullanılacak olan besin maddeleri embriyonun kendisinde veya perisperm ve endosperm (besi doku)'da toplanır. Perisperm, tohum gelişirken besin maddelerinin nusellus hücrelerinde depo edilmesi ile meydana gelmiş bir besi dokusudur. Endosperm, ikinci sperm hücresi ile embriyo kesesi sekonder çekirdeklerinin birleşmesi ile oluşan triploid hücrenin, çok kere mitoz bölünmesi ile oluşur. Bazı endospermli embriyo gelişimi sırasında kısmen veya tamamen kullanılabilir. *Ricinus* (hintyağı) ve Gramineae gibi pek çok bitkinin tohumlarında endosperm besin depo dokusu olarak görev yapar. Bu dokuda ince çeperli parankimatik hücrelerin içinde besin maddeleri depo edilmiştir. Besin maddeleri, tohumun kotiledonlarında da birikebilir.

Besi doku az çok eşit boyda, çokgen şekilli, büyük vakuollü, parankima hücrelerinden oluşur. Çeperleri genellikle selüloz olup, incedir. Çeperlerde depo edilen selüloz ve hemiselüloz da çimlenmede besin maddesi olarak kullanılır. Besi dokuda depo edilen maddeler, nişasta, diğer karbonhidratlar, protein ve yağ gibi maddelerdir. Proteinler esas olarak, amorf yapıda (glutenler) ve alevron tanecikleri şeklinde depolanırlar. Alevron tanecikleri de yoğun amorf proteinlerdir. Buların içinde görülen kristaloid ve yuvarlak şekilli proteinler fitindir. Karyopsis tipi meyvelerde glutenler nisasta taşıyan iç hücrelerde yer alırken, alevron tanecikleri sadece endospermin dış hücrelerinde (alevron tabakası) bulunurlar.

Tohumdaki embriyo, polenden gelen haploid nükleuslardan birinin (sperm), haploid yumurta hücresi nükleusu ile birleşmesiyle meydana gelen diploid zigotun, ardışık mitoz bölünmelere uğraması ile meydana gelir. Embriyonun büyük kısmı meristematik hücrelerden oluşur. Embriyonun ilk yaprakçığı olan kotiledonlar ince çeperli parankima hücrelerinden oluşur. Özel besi dokusu olmayan tohumlarda kotiledonlardaki bu doku besin deposu olarakta görev görürler. Özellikle Leguminosae'de (baklagiller) kotiledonlarda besin maddeleri depo edilmiştir. Embriyoyu saran epidermis çok basittir. Kotiledonların epidermislerinde stomalara da rastlanır. Bazı embriyolarda iletim dokusunda (protofloem, protoksilem) görülebilir.

B- Tohumun morfolojisi:

Spermatofit'lerin (tohumlu bitkiler) çoğalmasında rol oynayan tohum, döllenmeden sonra olgunlaşmış, gelişmiş ovulum içindeki embriyodur. Dışta tohum kabuğu, içinde besi doku ve en içte embriyo bulunur.

Testa'nın (tohum kabuğu) yüzeyi etli veya sert olabilir. Sert testanın yüzeyi düzgün, parlak veya girintili çıkıntılı olabilir. Testanın üstünde **mikropil** (küçük bir açıklık şeklinde), **hilum** (tohumun funikulustan koptuğu yer) ve funikulusun integumentlerle birleştiği yerde görülen çıkıntı şeklindeki **rafe** vardır (şekil 91). Mikropil daima radikulanın karşısına gelir. Mikropil bölgesinde bulunan etlenmiş çıkıntıya **karinkula** denir ve Euphorbiaceae familyasında görülür. Tohumlar besi dokunun bulunup, bulunmamasına göre ikiye ayrılırlar.



Şekil 91. 1-*Ricinus* tohumunun boyuna kesiti, 2- *Phaseolus* (fasulye) tohumunun dış görünüşü.(Troll, 1948)

Besi dokulu tohumlar:Bu tohumlarda ya endosperm(*Ricinus*-hintyağı) ya perisperm (*Agrostema*-karamuk) veya her ikisi beraber (*Piper nigrum*- karabiber) bulunur.

Besi dokusu bulunmayan tohumlar: Özel besi dokusu bulunmadığı zaman tohumun çimlenmesi için gerekli besin maddeleri embriyoda özellikle kotiledonlarda depo edilir (*Phaseolus*- fasulye).

Tohumun içindeki embriyo genellikle şu kısımlardan oluşur (şekil 91-1):

- 1- Kotiledon veya çenek
- 2- Plumula (gövdeyi verecek meristem bölgesi)
- 3- Radikula (kökü verecek meristem bölgesi)
- 4- Hipokotil (kotiledonların altındaki kısa eksen)
- 5- Epikotil (kotiledonla plumula arasındaki kısa eksen)

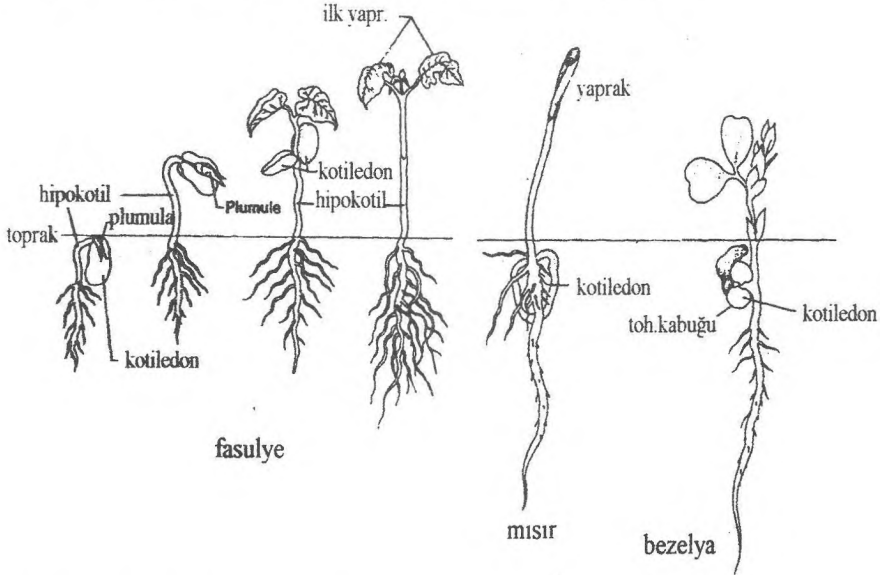
Angiospermiler kotiledon sayısına göre, monokotil ve dikotil diye ikiye ayrılırlar. Polikotil (çok çenekli) bitkilerde vardır.

C- Tohumun çimlenmesi:

Tohumdaki embriyonun uygun şartlar bulunca ana bitkiye benzer bitkiyi vermek üzere tohumdan çıkıp serbest hale geçmesine çimlenme denir. Çimlenmede önce testa mikropilin bulunduğu taraftan yırtılır ve radikula buradan dışarı çıkar. Radikula toprakla temas eder, kök emici tüyleri, hatta yan kökler oluşur. Bundan sonra testa tamamen açılır. Önce kendi besin dokusu ile beslenen embriyo, topraktan çıkınca yeşillenen kotiledonları ile besin maddesi sentez ederek beslenir. Kotiledonların çimlenmedeki durumuna göre iki tip çimlenme vardır (şekil 92):

1- Epigeik çimlenme: Çimlenmede kotiledonlar hipokotilin uzaması ile toprak yüzeyine çıkarlar ve kısa bir süre yaprak gibi fotosentez yaparlar. Örnek: *Helianthus* (ayçiçeği), *Raphanus* (turp), *Phaseolus* (fasulye), *Ricinus* (hintyağı).

2- Hipogeik çimlenme: Kotiledonlarda bol miktarda besin maddesi depo edilmiştir. Çimlenmede, kotiledonlar toprak altında kalır, plumula gelişerek toprak üstüne çıkar ve gövdeyi verir. Kotiledonlar içlerindeki besin maddeleri kullanılınca çürürler. Çimlenme sırasında hipokotil çok az uzar veya hiç uzamaz. *Pisum sativum* (bezelye), *Vicia* (bakla), *Quercus* (meşe), Gramineae (buğdaygiller).



Şekil 92. Fasulye'de (*Phaseolus*) epigeik, mısır (*Zea mays*) ve bezelye' de (*Pisum sativum*) hipogeik çimlenme.(Neushul, 1974)

Tohum olgunlaştıktan sonra çimlenene kadar uyku (**senesens**) halindedir. Tohumlar çimlenme kabiliyetlerini kaybetmeden senelerce uyku halinde kalabilirler. Bu süre *Salix* (söğüt), *Populus* (kavak) ta bir kaç gün, *Triticum* (buğday) da 10 yıl, *Nicotiana* (tütün) de 20 yıl, *Gossypium* (pamuk) ta 25 yıl gibi sürelerle erişebilir.

Çimlenmeye etki eden faktörler, su, sıcaklık, belli oksijen miktarı ve bazı hallerde de ışıktır.

Tohumların ve meyvelerin taşınması:

Bitkilerin nesillerinin devamı için tozlaşma (**polinasyon**) ne kadar önemli ise tohumların dağılmasında o kadar önemlidir. Bazı tohumlar pek çok yolla dağılma yeteneğine sahipken, bazıları da özel habitatlar v.b. nedenlerle belirli bir yolla dağılabilirler. Dağılma yolları şunlardır:

1- Hayvanlarla dağılma (zookori): Hayvanlarla taşınan tohum ve meyvelerde, takılmayı sağlayan tüy, diken ve çengel gibi emergenslere veya yapışkan maddelere sahiptirler. Üç tipi vardır;

a- Endozookori: Meyve veya tohum hayvanlar tarafından yenir ve histolojik yapısından dolayı sindirelemiyen tohum kısmı dışkı ile dışarı atılır.

b- Mirmekokori: Hayvanlar tarafından yiyecek olarak kullanılan meyve ve tohumlardır. Hayvanlar tarafından depolanmak üzere taşınırlar. Örneğin: Karıncaların taşıdığı tohumlar.

c- Epizookori: Hayvanların üstüne takılarak dağılan tohumlar.

2- Rüzgarla dağılanlar (anemokori): Tüy, kanat, balon gibi kısımları olan tohum ve meyvelerdir.

3- Su ile dağılanlar (hidrokori): Meyve ve tohumlar yağmurla veya bitkinin yaşadığı ortamdaki su ile dağılırlar. Su ile dağılan bu meyve ve tohumlar, genellikle yüzmeyi kolaylaştıran, hava taşıyan zarımsı örtüye sahiptirler.

4-Kendi kendine dağılanlar (otokori): Tohum ve meyveler ya bitkiden düşer veya meyvenin özel mekanik yapısı ile uzağa fırlatılırlar. *Aesculus* (at kestanesi), *Ecballium elaterium* (acı kavun).

Faydalanılan kaynaklar:

- Akman, Y. (1985) Botanik. Okan Yayın Dağıtım, Ankara.
- Algan, G. ve Toker. M.C. (1999) Bitki Hücresi ve Bitki Morfolojisi Laboratuvar Kitabı. üçüncü baskı, A.Ü. Fen Fak. Döner Sermaye İşl. Yay. No.21 Fen Fak Matbaası, Ankara
- Avery, G. S., Jr. (1933) Structure and development of Tobacco leaf. Am. J.Bot. 20: 565-92.
- Bağda, H. (d-1930- ö-1975) Bitki Histolojisi ve Morfolojisi ders notları. A.Ü.Fen Fak. Biyoloji Bölümü, Ankara
- Bailey, I. W. (1920) The formation of cell plate in the cambium of the higher plants. Proc. Natn. Acad. Sci. 6: 197-200.
- Bell, P.R. ve Coombe, D.E. (1976) Strasburger's Textbook of Botany. New English Ed. Longman, London- New York.
- Bower, F.O., (1950) Botany of the Living Plant. Mac Millan and Co. Ltd., London.
- Burgeff, H. (1933) Saprophyten, HN 8, 713-22. Saprophytismus u. Symbiose, Jena.
- Çilenti, K. (1960) Tabiat Bilgisi Laboratuvar Çalışmaları. Öğretmen Kitapları:74 Maarif Basımevi, İstanbul.
- Douglas, A.E., (1936) Climatic Cycles and Tree Growth, Vol. 3, A Study of Cycles. Carnegie Inst., Washington.
- Eames, A. J. and Mac Daniels, L. H., (1947) An Introduction to Plant Anatomy. Mac Graw-Hill Book Comp.Inc. New York-London.
- Eckardt, T. (1941) Kritische untersuchungen über das primäre dickenwachstum bei monokotylen, mit ausblick auf dessen verhältnis zur sekundären verdickung. Bot. Arch. 42: 298-334.
- Erdtman, G. (1952) Pollen Morphology and Plant Taxonomy: Angiosperms. Chronica Botanica, Waltham, Mass.
- Esau, K. (1962) Plant Anatomy. Fourth Ed. John Wiley and sons inc. New York - London.
- Fahn, A.(1974) Plant Anatomy Sec. Ed. Pergamon Press, Oxford- New York.
- Fitzpatrick, F. L.(1964) Our Plant Resources, Plants and Their Economic Importance. Holt, Rinehart and Winston, Inc., New York.
- Foster, A. S. (1936) Leaf differentiation in angiosperms. Bot.Rew. 2: 349-72.

- Foster, A.S. and Gifford, E.M., Jr. (1959) *Comparative Morphology of Vascular Plants*. W.H. Freeman, San Francisco.
- Goebel, K. (1928) *Organographie*, 3. Aufl., Jena.
- Haberlandt, G. (1918) *Physiologische Pflanzenanatomie*, 5th edn. W. Engelmann, Leipzig.
- Haberlandt, G., (1924) *Physiologische Pflanzenanatomie*. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- Hasman, M. (1963) Bitki Anatomisi, İst.Üniv.Yay. sayı 1003, Fen Fak. Yay. No 55 İstanbul Matbaası, İstanbul.
- Haupt, A.W., (1953) *Plant Morphology*. Mc Graw-Hill Book Comp.Inc., New York.
- Hayward, H.E. (1938) *The Structure of Economic Plants*, Macmillan, New York.
- Heilborn, A. (1940) *Nebat Biolojisi*, Çev. Sara Akdik. İst.Üniv.Yay. sayı 108, Kenan basımevi ve klışe fabrikası. İstanbul.
- Heilborn, A. ve Akdik, S. (1946) *Botanik ve Genetik'e giriş*. İkinci Baskı. Adnan Kitapevi Beyazıt- İstanbul.
- Kaufman, P.B. (1959) Development of the shoot of *Oryza sativa* L.:II, Leaf histogenesis. *Phytomorphology* 9: 277-311.
- Kerner, A. und Hansen R. (1922) *Pflanzenleben*. 3.Auflage, Band 1-3, Bibliographische Institut Leipzig
- Ketenoglu, O., Bingöl, Ü., Güney, K., Geven, F. ve Körüklü, T. (1999) *Tohumlu Bitkiler Uygulama Klavuzu*. Ankara.
- KNY Bitki anatomisi tabloları.
- Kumazawa, M. (1961) Studies on the vascular course in maize plant. *Phytomorphology* 11: 128-139.
- Maheshwari, P. (1950) *An Introduction to the Embryology of Angiosperms*. McGraw-Hill, New York.
- Metcalf, C. R. and Chalk, L. (1950) *Anatomy of the Dicotyledons*, Vol. I-II, Oxford.
- Metcalf, C. R. and Chalk, L. (1960-61) *Anatomy of the Monocotyledons*, Vol. I-VI, Oxford.
- Netolitzky, F. (1926) *Anatomie der Angiospermen-Samen*. In: K. Linsbauer, *Handbuch der Pflanzenanatomie*, Bd. 10, Lief. 14. Gebr. Borntraeger, Berlin.
- Neushul Jr, M. (1974) *Botany*. Hamilton Publishing Comp. Santa Barbara, California.
- Preistley, J.H. and Scott, L.I., (1949) *An Introduction to Botany*. Longmans, Green and Co. London New York.
- Rauh, W. (1950) *Morphologie der Nutzpflanzen*, 2. Aufl., Heidelberg.

- Raunkiaer, C. (1934) Life Forms of Plants. Oxford.
- Schenck, H. (1892-93) Beitr. z. Biologie u. Anatomie d. Lianen. Jena.
- Sinnott, E.W., (1914) Investigations on the phylogeny of angiosperms: I. The anatomy of the node as an aid in classification of angiosperms. Amer.J.Bot. I: 303-22.
- Smith, G.M., (1955) Cryptogamic Botany, vol.II, Bryophytes and Pteridophytes, 2nd Ed. McGraw-Hill, New York.
- Strasburger, E. (1976) Strasburger's Textbook of Botany. Translated from Thirtieth German Ed. by Bell, P. and Coombe, D. Longman, London and New York.
- Troll, W. und Rauh, W. (1950) Das Erstrkungswachstrum der Krautigen Dikotylen. Ber. Heidelb. Akad. Wiss.
- Troll, W. (1948) Allgemeine Botanik, Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart.
- Troll, W. (1954) Allg. Botanik, Stuttgart.
- Van Tieghem, P and Douliot, H. (1886) Sur la polystélei, Ann. Sci. nat., Bot. 3: 275-322.
- Walter, H. (1962) Die Vegetation der Erde in ökologischer Betrachtung. Bd. 1, Die tropischen und subtropischen zonen, Jena.
- Went, F. W. (1957) The Experimental Control of Plant Growth, Waltham.
- Yakar-Tan, N. ve Bilge, E. (1976) Genel Botanik. İst.Üniv. Yay. Sayı 2148 Fen Fak. Sayı 130, Fen Fak. Basımevi, İstanbul.
- Yaltırık, F. (1993) Dendroloji ders kitabı I Gymnospermae (açık tohumlular) 2.nci baskı Matbaa Teknisyenleri Koll. Şti. İstanbul.
- Zimmermann, H. M. and Tomlinson, P. B. (1965) Anatomy of the palm *Raphis exelsa* : I, Mature vegetative axis. J.Arnold Arb. 46: 166-78.
- Zimmermann, H. M. and Tomlinson, P. B. (1966) Anatomy of the palm *Raphis exelsa* : II, Rihizome. J.Arnold Arb. 47: 248-61.

İNDEKS

Abies, 26, 81
 Absisyon, 58
 absisyon bölgesi, 58, 59
Acacia cyanophylla, 29
 Acanthaceae, 33
Acer, 29, 32, 66, 67, 81, 85, 108
 acı kavun, 118
 Acuminatis, 63
 Acutus, 63
 açık bikollateral iletim demeti, 9
 açık kollateral iletim demeti, 9
 açık tohumlu bitkiler, 91
 Açılan Kuru Meyvalar, 105
 Açılmayan kuru meyvalar, 106, 108
 adaptasyon, 16, 40, 43
Adiantum, 10, 65
 adnasyon, 93
 Adventif kök, 87
Aeschynomene, 32
Aesculus, 67, 118
Agave, 34
 Agregat (birleşik) meyva, 109
Agrostema, 116
 ağaççıklar, 38
 ak kavak, 29
 akasya, 29
 akçağaç, 29, 66, 67, 108
 Akene, 106
 aksiyal parankima hücreleri, 28
 aktinostele, 10
 alburnum, 29
 Alçak yapraklar, 59
 Alg, 1
Allium cepa, 47, 48, 60, 70
Aloe, 34
 alternans kuralı, 68, 93
 altın ortalama, 69
 Amaranthaceae, 9, 33
Amaranthus, 63, 64
 Amentum, 103
 Amfifiloik sifenostele, 10
 Amfistomatik yaprak, 52
 Ana eksenden ayrılan yan dallarla olan
 dallanma, 38
 Ana kök, 86, 87
 Anacardiaceae, 13
Anagalis, 106, 108
Ananas, 105
Andrekeum, 93, 101
 Andromonoik bitki, 91
 anemokori, 118
 Angiosperm çiçeği, 91
 Angiosperm çiçeğinin genel anatomik yapısı, 94
 Angiosperm odunu, 27

Angiospermae, 1, 2
 angiospermiler, 13
 Anizofili, 67
 annual bitki, 3
 Ansiformis, 63
 anterler, 96
Antirrhinum, 106
 antosiyanin, 96
 ara tabaka, 97
 Araceae, 43, 76, 89
 Araliaceae, 9
 ardıç, 25
 arid, 30
Aristolochia, 21, 22
Aristolochia (lohusaotu) tipi gövde
 kalınlaşması, 21
 arkadaş hücreleri, 7, 8, 24, 56
 armut, 107
 arpa, 14
Artemisia sp, 16
Arum, 88, 89
 ascidiform, 46
 Asclepiadaceae, 33, 40
 Asikularis, 63
 Asimetrik çiçek, 101
 asma, 21, 48
Asperula odorata, 63
Astragalus homosus, 111
 at kestanesi, 67, 118
 at nalı şeklinde kalınlaşma, 79
 ataktostele, 11
 ateş diken, 48
 atkuyrukları, 1
Atriplex sp, 16
Avena, 14, 93
 ayçiçeği, 22, 117
 ayva, 107
 Bakka, 108
 Bakla, 105
 bakula, 98
 balsa, 32
 Basit damarlanma, 65
 Basit yapraklar, 62
 başak, 93, 94, 102, 103
Baugainvillea, 43
Bauhinia, 33
 Baziz, 61
 Begoniaceae, 33
Bellis, 63, 64
 Bennettiales, 13
 Berberidaceae, 9, 14
Berberis, 40, 70
Berberis vulgaris, 40
 Berry meyve, 108, 109

besi dokular, 113
Besi dokulu tohumlar, 116
Besi dokusu bulunmayan tohumlar, 116
Beta, 42, 80
Beta vulgaris, 84
Betula, 68, 81
bezelye, 70, 105, 117
bifasiyel yaprak, 57
Bilateral simetri, 101
bipinnat yaprak, 62
Birleşik başak, 103
Birleşik korimbus, 103
Birleşik umbella, 103
Birleşik yapraklar, 62
biseksüel, 90
biseriat, 29
Botriks, 103
böğürtlen, 38, 109
Brachychiton, 105
brakte, 60, 70, 94, 102, 103, 110
brakteoller, 70
Brassica, 68, 88, 89
Bromeliaceae, 72, 89
Bryonia sp., 9
Bryophyllum, 70, 71
buğday, 14, 64, 93, 108, 111, 118
buğdaygiller, 63, 117
Bulb, 17, 47
buz çiçeği, 70
bürgü, 60
bürgüçükler, 60
Büyüme (Yaşama) organları, 1

Cactaceae, 40, 47
Calluna, 41
Calycanthaceae, 9
Campamula, 106
canlı odun, 26, 29, 32
Carex, 69
Carya, 32, 81
Carya buckleyi, 53
casparian strips, 6
Castanea, 32, 38, 81
Catalpa, 32
Cedrus, 26, 37, 38, 81
Celtis, 80
Cephalotus, 46
Ceratophyllum, 40, 72
Cercis siliquastrum, 52
Chenopodiaceae, 9, 16, 33
Chloranthaceae, 13
Cichorium, 6
cinsacı, 88
Cipsela, 107, 111
Cissus, 45
Citrus, 77, 105, 109
Coccus, 107
Coffea, 109
Colchicum, 47, 106
Compositae, 69, 107

Conifer, 20
Convolvulus arvensis, 88
Coranilla varia, 88, 89
Cordiatales, 13
Cordiformis, 63
Cormophyta, 1, 35, 38, 41, 43
Corolla, 101
Corollorhiza, 72
Coryllus, 38, 68, 90
Crambe, 107
Crenatus, 63
Crocus, 47, 88
Cruciferae, 107
Cucumis, 109
Cucurbita, 85
Cucurbita pepo, 7, 9, 16
Cucurbitaceae, 9
Cupressus, 26
Cuscuta, 88, 89
Cuscuta europaea, 45
Cydonia oblonga, 107
Cyperaceae, 68, 78, 80

çalılar, 38, 41
çam, 25, 26, 38, 64, 65, 66, 69, 80, 98
Çamgiller, 63
çanak yapraklar, 60, 92
çapraz tarihleme metodu, 31
Çatalı damarlanma, 65
çavdar, 14, 74, 93
çekirdeksiz portakal, 105
çekirdeksiz üzüm, 105
Çekme kökü, 88
çenek yaprak, 59
Çiçeğin morfolojisi, 101
çiçek, 3, 90
ÇİÇEK, 90
Çiçek diagram ve formülleri, 101
çiçek durumu, 93, 102, 105
Çiçek renkleri, 96
çiçek sapı, 92
çiçek tablası, 92, 100
Çiçeklerde eşey dağılımı, 90
çığdem, 47
çilek, 47, 48, 105, 110
çimlenme, 3, 59, 117, 118
çok yıllık bitkiler, 3
çomak, 103

dağınık delikli odun, 29
Dairesel diziliş (yaprakta), 67
Damarlar, 55
damkoruğu, 70
dana ayağı, 88
darı, 15
Darlingtonia, 46
Daucus, 88, 89
Daucus carota, 83
defne, 41, 66
Değişik besin ortamlarına adaptasyon, 43

dekussat, 68
Delikli yapraklar, 52
Delphinium, 105, 108, 111
demet arası kambiyumu, 18, 21
demet içi kambiyumu, 18, 21, 33
demet kını, 53, 54, 55, 56, 58
Dendrokronoloji, 30
Dentatus, 63
Dentisidkapsül, 106
Depo gövdeler, 17
Depo yapraklar, 70
Desmostachya hippinata, 55
devediken, 70
devetabanı, 89
Dianthus, 106
diark, 80
Digitalis, 63, 64, 106, 108
Dikasyum çiçek durumu, 103
dikazyum dallanma, 38, 39
Diken gövde, 48
Diken kök, 88
Diken yapraklar, 70
Dikotil odunu, 27
dikotiledon, 3, 4, 9, 11, 27, 78, 79, 83, 86, 88
dikotiledon embriyosu, 4
Dikotiledonlarda anormal sekonder gelişme, 32
dikotiledonlarda iletim demeti, 14
diktiyosteale, 11
dilasyon, 24
dioik bitki, 91
Dionaea, 46
Diopyros, 31
Dioscoreaceae, 14
Dişi çiçek, 91
dişi organ, 3, 60, 93, 99
divergens, 67, 68
divergens açısı, 67, 68
domates, 108, 109, 113, 114
Dorsiventral simetri, 101
döllenme, 2, 90
Dracaena, 34, 83
Drepanium, 103
Drosera, 45, 46, 70, 71
Drupa, 108, 109
Duglas göknarı, 26
duramen, 29
duvar sarmaşığı, 88
düğüm, 5, 35, 36
düğüm arası, 5, 13, 36
Düğümün anatomisi, 11
düğün çiçeği, 47, 66
düzgün delikli odun, 30

Ecballium elaterium, 118
eğreltiler, 1, 13
ek kök, 47, 48, 87
eksin, 98
eksodermis, 77, 83
eksokarp, 105, 109, 110
Ektofilik sifenosteale, 10

Ektotropik mikorhiza, 80, 81
ekvidistans kuralı, 68
ekvifasiyel yaprak, 57
elekli boru hücreleri, 7, 18, 19, 24, 43, 56
elma, 45, 105, 110
Emarginatus, 63
embriyo, 2, 4, 111, 113, 115, 116
embriyo kesesi, 100, 101
embriyonal bölge, 5
emeç kök, 88
emergensler, 6, 45, 70
emici tüylere, 74
endodermis, 6, 7, 56, 74, 77, 78, 79, 82, 84
endokarp, 105, 109, 110, 111
endosperm, 2, 111, 113, 114, 115, 116
endotesyum, 96, 97
endotropik mikorhiza, 80
Endozookori, 118
Epancridaeae, 13
Ephedra, 13
Epidermis, 6, 52, 54, 76, 84, 96, 111
epifit, 43
Epifitik bitkiler, 43, 76, 89
epigeik çenekler, 3
Epigeik çimlenme, 117
Epigin (alt durumlu) çiçek, 101
epikotil, 3, 4
Epilobium, 106
Epipogium, 72
Epistomatik yapraklar, 52
Epizookori, 118
Equisetum, 38
Erica tetralix, 41
Ericaceae, 41, 81
Erkek çiçek, 91
erkek organlar, 93
Eşeyli üreme, 90
Eşeysiz üreme, 90
Etli gövde, 47
Etli meyvalar, 107, 108
Eucalyptus, 29, 63, 66, 81
Euphorbia sp., 40

Falcatus, 63
Fanerofitler, 41
Farklılaşmış (sklerankimatik) periskl, 24
fasulye, 113, 116, 117
fellogen, 17, 79
fındık, 38, 108
Fibonacci dizisi, 69
Ficus, 63, 64, 105
Ficus carica, 110
Ficus elastica, 63, 64
filament, 96
filloklarda, 62, 65
fillom, 59
filogenetik, 9, 10, 20, 49, 78
flavonoid, 96
Floem, 7, 8, 21, 82
floral reseptakl, 92

Folükül, 105, 110
Fragaria, 48, 105
Fragaria vesca, 42, 47, 110
Fraxinus, 30, 107
Fumaria, 84
Fusiform kambiyum hücreleri, 19, 20

Gallium aparine, 43
gamet., 90
gametofit, 3, 90
Gametofit devre, 2
geçit hücreleri, 79
gelincik, 96
generatif, 3, 90, 98
GENERATİF (ÜREME) ORGANLARI, 90
generatif hücre, 98
Geofitler, 42
Geranium, 106, 108
Gerçek yapraklar, 59
gimnosperm, 25, 32, 58
Gimnosperm odunu, 25
Gimnosperm yaprakları, 57
ginekeum, 93, 94, 99, 101, 105
Ginekeum, 101
Ginkgo, 13, 65, 66
Ginkgo, 65, 66
Gladiolus, 48
glayör, 48
Glechoma hederacea, 63, 64
glume, 94
Gnetaum, 33
golden mean, 69
Gossypium, 80, 113, 118
gökmar, 26
gövde, 1, 6, 13, 18, 33, 34, 39, 41, 42, 43, 45,
59, 68, 74, 78, 85
GÖVDE, 3
Gövde metamorfozları, 35, 46
Gövdede anormal sekonder gelişmeler, 32
Gövdede dallanma, 37
Gövdede sekonder kalınlaşma, 21
Gövdenin dış yapısı, 35
Gövdenin iç yapısı (anatomisi), 5
Gövdenin primer yapısı, 5
gövdenin primer yapısını, 5
Gövdenin sekonder yapısı, 17, 21, 22, 23
Gramineae, 14, 16, 41, 54, 63, 68, 78, 80, 93,
102, 107, 115, 117
Gramineae çiçeği, 93
Gramineae yaprakları, 57
Gymnocarpus fruticosus, 36
Gymnosperm çiçeği, 91
Gymnospermae, 1
gynodioik bitki, 91

Hadrom, 8
hadrosentrik demet, 7, 8, 96
Halka diziliş (Yaprakta), 67
halka kambiyumu, 33
Halofitler, 42, 43

haplostele, 10
haptotrofik, 43
Haustorium, 43, 88
hava kökleri, 44, 72, 88, 89
havuç, 83, 88, 89
hayat devri (tohumlu bitkilerde), 2, 3
Hayat formları, 41, 42
Hayvanlarla dağılan tohumlar, 118
Hedera, 43, 89, 109
Helianthus, 22, 117
-*Helianthus-Ricinus* (ayçiçeği-hintyağı) tipi
gövde kalınlaşması, 21
Hemikriptofitler, 41, 42
hermafrodit çiçek, 2, 90
hesperidyum, 109
Heterofili, 66
heterosellüler öz ışını, 25
Hidrofit, 40, 42
hidrokori, 118
hidromorfi, 40
Higrofit, 40
hilum, 116
hintyağı, 22, 63, 64, 115, 116, 117
hipodermis, 54, 111
hipogeik çenekler, 3
Hipogeik çimlenme, 117
Hipogin (üst durumlu) çiçek, 100
Hipostomatik yapraklar, 52
Hipsofiller, 60
Hoja, 15
holoparazitler, 44
homosellüler öz ışını, 25
Hordeum, 14, 16, 17
Humulus lupulus, 43, 48
hurma, 88, 89
Hyacinthus sp., 96, 102
Hydrocharis, 72
Hyoscyamus, 106, 108
Hyparrhenia hirta, 55
Hypericum, 106

ıhlamur, 22, 24, 38, 45, 60
Integer, 63
Iris, 69, 77
Isırgan, 63
ışık çizgisi, 113
Işın (Ray) kambiyum hücreleri, 19
ışın parenkiması, 26, 28
ışın trakeidleri, 26
idioblastlar, 6
İğit (yalancı) meyve, 109
iki eşeyli çiçek, 90
İkili (dikotom) dallanma, 38
ikili tüysü yaprak, 62
iletim demetleri, 6, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 83
ilkbahar odunu, 25
imparipinnat yaprak, 62
incir, 105, 110
İnfloresans, 102
interfasiküler kambiyum, 18

interkalar meristem, 35, 50
internod, 5, 35
intin, 98
involukrei, 107
İridaceae, 87
Iris, 47, 48, 62, 63, 64, 65, 106
Iris sp., 47

jelatinli lifler, 28
jeotropizma, 3
Juglandaceae, 28
Juniperus, 25
Jussieu, 89

kabak, 7, 16
kabuk, 6, 17, 21, 22, 23, 73, 75, 83
kadın tuzluğu, 70
kahve, 109
Kaliks, 101
kaliptra, 72, 73, 75
Kamaefitler, 41
Kambiyal hücre tipleri, 19
kambiyum, 8, 9, 17, 22, 23, 24, 33, 34, 75, 82
Kambiyum tipleri, 19
Kambiyumda hücre bölünmesi, 20
kapalı kollateral iletim demeti, 9
Kapan yapraklar, 70
Kapsül, 106, 111
karabiber, 116
karamuk, 116
Karnivor bitkiler, 45
karotenoid, 96
karpel, 93, 99, 107
karpuz, 109
karşılıklı yaprak dizilişi, 66, 68
karşılıklı çapraz yaprak dizilişi, 68
Karyopsis, 107, 111
kaspari şeridi, 6, 74, 77, 78, 79
Katafiller, 59
Kauçukağacı, 63, 64
Kaulin demet, 13
kavak, 38, 45, 80, 118
kayısı, 22, 38, 109
kenar ve kenar altı başlangıç hücreleri, 50
Kendi kendine dağılan tohumlar, 118
kestane, 38
keten, 22, 114
Kın, 61
kırmızı gül, 96
kırmızı zambak, 88
kısa sürgünleri, 37
kibrit otu, 8
Kimöz çiçek durumları, 103
kloroplast, 6, 16, 17
koçan, 103
kohezyon, 93
Kokulu yapışkanotu, 63
Kollateral iletim demeti, 8
kollenkima, 6, 7, 13, 56, 78, 107
kollu sünger parankimasi, 55

Konsentrik iletim demeti, 7
Kontraktıl kök, 88
korinkula, 116
korm, 33, 47, 48
korteks, 6, 7, 9, 10, 16, 17, 22, 23, 24, 74, 77, 78, 81, 82, 83, 84
Koruyucu doku, 23, 76, 83
kotiledon, 2, 3, 4, 59, 60, 117
Koyungözü, 63
kök, 1, 7, 9, 13, 18, 36, 40, 43, 44, 47, 60, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 87, 88, 89, 117
köksüz bitkiler, 72
Kökte anormal sekonder büyüme, 83
Kökte büyüme bölgesi, 72
Kökte gövdeye geçiş, 84
Kökte primer yapıdan sekonder yapıya geçiş, 82
Kökün iç morfolojisi, 75
Kökün morfolojisi, 86
Kökün primer yapısı, 75
Kökün sekonder yapısı, 82
Kökün uzaması, 72, 73
kremokarp, 107
Kriptofitler, 42
Krugiodendron, 32
Kserofit, 40
kseromorf gövde, 40
Ksilem, 7, 8, 10, 14
Kulakcık, 61
Kurak habitat bitkileri, 40
Kurtbağı, 63
Kuru meyvalar, 105
Kuru meyvaların perkarpi, 110
kurusogan, 47, 70
kutsalağaç, 65, 66
Kuzukulağı, 63
küsküt, 88

Labiales, 107
Lactuca, 112
ladin, 26
lale, 70
Laleağacı, 63
lamina, 51, 61, 62
Laminadaki dokuların oluşması, 52
Laminanın orjini, 50
Lanceolatus, 63
Larix, 26, 80, 81
Lathyrus, 85
Laucadendron, 41
Laurus nobilis, 41
Lavatera, 107
Leguminosae, 13, 32, 44, 81, 105, 110, 113, 115
Legümen, 105
lemma, 94
Lemna, 72
Lemna triseculata, 40
Leptadenia, 33
Leptom, 8
leptosentrik demet, 7
leylak, 22, 63, 64

lianler, 33, 43
libriform lifler, 28
lif trakeidleri, 28
Ligustrum, 63, 64
liken, 1
Likopodiyum, 38
Liliaceae, 87
Liliales, 14
Liliflorae, 34
Lilium, 47, 48
linea lucida, 113
Linearis, 63
Linum, 22, 80
Linum usitatissimum, 114
Liriodendron, 63, 64, 81
Lobatus, 63
lodunkul, 94
Loganiaceae, 33
lohusa otu, 21
lokulisidal açılma, 106
Lokusid kapsül, 106
Lycium, 43
Lycopersicon, 80, 108, 109, 113, 114
Lycopodium, 8, 10
Lycopsida, 1, 10

Maclura, 32
major demetler, 14
makrosporangiyum, 91
makrosporo, 91
makrosporo, 91
malpigi hücreleri, 113
Malus silvestris, 110
Malva, 107, 108
Malvaceae, 107
mangrov, 43, 44, 88
mantar, 1, 6, 22, 24, 32, 58, 77, 78, 79, 80, 81
mazi, 25
Medicago, 83
medula, 15
medular ışınlar, 15
megasporofiller, 70
Melastomaceae, 9
melez, 26, 80
menekşe, 63, 64, 96, 114
Menispermaceae, 33
merikarp, 107
meristele, 11
merkezi silindir, 6, 7, 11, 22, 23, 24, 77, 79, 82, 83
Mesenbrianthemum, 70
mesokarp, 109, 110
Mestom, 8
meşe, 28, 63, 64, 80, 117
Mevsimleri olan iklime uyum sağlamış olan bitkiler, 41
Mevsimsel kambiyal aktivite, 21
meyve, 66, 90, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 118
Mezofil, 54, 95

mezokarp, 105, 107
mısır, 15, 89, 103, 117
Mikorrhiza, 80, 88
mikropil, 93, 100, 116
mikrospor, 98
mikrosporo, 70
Minor demetler, 14
Mirabilis, 84
Mirmekokori, 118
monoark kök, 80
monoik bitki, 90
Monokasiyum, 103
monokazyum dallanma, 38, 39
monokotiledonlar, 3, 35, 99
Monokotiledonlarda anormal sekonder gelişme, 33
Monopodial dallanma, 38
Morus, 80, 105
Mucronatus, 63
multilaküner, 11
multiseriat, 29
mum çiçeği, 15
mum tabakası, 6
Musa, 33, 105, 109
muz, 105, 109
mürver, 15, 22, 109
Mycorrhiza, 80

nar, 113, 114
negatif fototropizma, 43
neksin, 98
Nemli habitat bitkileri, 70
Nephentes, 46, 70, 71
Nerium, 9, 63, 64, 65, 66, 69
Nicotiana, 22, 51, 80, 118
Nicotiana tabacum, 52, 53
nilüfer, 52, 63, 64
nişasta, 6, 28, 56, 72, 73, 75, 83, 115
nod, 35, 36
Nodüller, 81
Nuks, 107
Nut, 107
Nutlet, 107
Nyctaginaceae, 33
Nymphaea, 52, 63, 64
Nymphaeaceae, 14

Obcordiformis, 63
Oblanceolatus, 63
Oblongus, 63
Obovatus, 63
Obtus, 63
Ochroma, 32
odun, 17, 24, 25, 27, 29, 30, 32, 41
odun parenkiması, 28
Odunda dayanıklılık, 32
Odunda esneklik, 32
Odunda sağlamlık, 32
Odunlu bitki gövdeleri, 35
Odunlu bitkiler, 41

- odunu enpregne etme, 32
 Odunun ağırlığı, 31
 Odunun histolojik özellikleri, 31
 Odunun kimyasal özellikleri, 31
 Odunun rengi, 32
Olea europea, 29, 102
Oncidium, 89
 opposite yaprak dizilişi, 68
Opuntia, 40, 47, 48, 62, 65, 70
 orak çiçek durumu, 103
 Orbicularis, 63
 Orchidaceae, 76, 81, 89
Orchis, 88, 89
Orchis fusca, 63, 64
 organ, 1, 3, 39, 72, 92, 94, 96, 100, 101, 105
 Orkide, 63
 Orobanchaceae, 9
 Ortostih, 67
Oryza, 14, 53, 94
 otokori, 118
 Otsu bitki gövdeleri, 35
 Otsu gövdeli dikotiledonlar, 35
 Otsu gövdeli monokotiledonlar, 35
 ovaryum, 94, 99, 100
 Ovatus, 63
 Ovul, 101
Oxalis, 63, 64
 ökse otu, 88, 89
 ölü odun, 26, 29
 Öz, 13, 15, 83
 öz ışınları, 15, 22, 24, 25, 28
 Özel gövdeler, 16
 palea, 94
 Palizat parankiması, 54
Palmae, 17, 33, 78
Palmae sp., 17
 Palmat (elsi) damarlanma, 65
 palmat yaprak, 51, 62, 66
 Palmatilobatus, 63
 pamuk, 113, 118
Papaver, 96, 106
Papaver somniferum, 106, 108
 Paralel damarlanma, 65
 Parazit, 44, 88
 parenkima, 6, 7, 25, 27, 28, 77, 78, 79, 109, 110, 113
 paripinnat yaprak, 62
 parthenokarpi, 105
 patates yumrusu, 47
 pedisel, 92
Pelargonium, 63, 64
Pelargonium zonale, 53
 pentaark kök, 80
 perennial bitkiler, 3, 36, 42
 periant, 90, 101
 Periderma, 23
 Perigin (orta durumlu) çiçek, 100
 perigon, 93, 101
 perikarp, 105, 108, 111
 Perikarpın histolojik yapısı, 110
 periskil, 7, 9, 23, 74, 77, 79, 82, 83, 84
 perisperma, 113
 Petal, 60, 92, 94, 101
 Petiolus, 61
Phaseolus, 4, 43, 85, 113, 116, 117
Philodendron, 89
Phoenix, 77, 85, 88, 89
Phyracantha, 48
Picea, 26, 81
 Piksid kapsül, 106
Pilostyles ulei, 44
 Pinaceae, 63
Pinguicula, 45
 Pinnat (tüysü) damarlanma, 65
 pinnat tip yapraklar, 62
 Pinnatilobatus, 63
Pinus, 25, 26, 31, 37, 38, 54, 64, 65, 66, 80, 81, 98
Pinus aristata, 31
Pinus nigra, 69
Pinus sylvestris, 69
Piper nigrum, 116
 piriç, 14
Pistacia atlantica, 30
 pistil, 93, 99, 101
 Pistilin histolojisi, 101
Pisum, 80, 108
Pisum sativum, 70, 117
Plantago, 42, 63, 64, 68
 platikladlar, 62
 Pleikazyum, 104
 pleikazyum dallanma, 38
 plektostele, 10
 plesenta, 100, 106
 plumula, 2, 4, 116, 117
 polen, 3, 96, 97, 98, 99
 polen ana hücresi, 97
 polen kesesi, 96
 polen tüpü, 91
 polen tüpü hücresi, 98
 polen tüpü, 98
 poliark kök, 80
 poligam bitkiler, 91
 polinasyon, 118
 pollen kesesi, 91, 92
Populus, 29, 31, 32, 38, 80, 81, 91, 118
Populus alba, 29
 Porisid kapsül, 106
 porlu açılma, 106
Potentilla reptans, 42
 Primer korteks, 23, 83
 primer meristem, 5
 prokambiyum, 5, 34, 50
 Prostetele, 9, 10
 Proteaceae, 9
 protoderm, 5, 50, 53
Prunus, 22, 38, 109
 pseudokarp meyva, 105

Pseudotsuga, 26
Psilopsida, 1
pteridofit, 17, 35, 38
Pteridophyta, 1, 35, 49
Pteropsida, 1, 13, 49
Punica granatum, 113, 114
Pyrus communis, 107, 110
Pyrus malus, 105

Q. ithaburensis, 30
Q. pinnatiloba, 63, 64
Quercus, 28, 63, 64, 80, 81, 107, 117
Quercus robur, 30

Radial iletim demeti, 8
radikula, 2, 4, 116, 117
Radyal simetri, 101
rafe, 116
Rafflesia arnoldii, 45
Rafflesiaceae, 44
Ranales, 13
Ranunculaceae, 14
Ranunculus, 42, 80, 83, 106
Ranunculus bulbosus, 47
Ranunculus peltatus, 66
Ranunculus repens, 42
Raphanus, 80, 108, 117
Rasemus, 102
Reanmiria sp. 16
reçine, 24, 25, 26, 28, 29, 58, 70, 78
Reniformis, 63
renkli burçak, 88
replum, 105
Rhamnaceae, 32
Rhomboideus, 63
Ricinus, 22, 63, 64, 115, 116, 117
Ripidyum, 103
rizom, 33, 42, 47, 48
Robinia, 20, 32
Robinia pseudoacacia, 30
Rosa, 43, 68, 96
Rubus, 38, 43, 109
Ruscus, 47, 62, 65
Ruscus aculeatus, 40
Rüzgarla dağılan tohumlar, 118

Saccharum, 15
saçak kök, 87
safran, 88
Sagittaria, 63, 64
Sagittiformis, 63
salep, 88, 89
Salgı hücreleri, 24
Salicornia, 47
Salix, 22, 80, 81, 87, 91, 103, 118
salkım çiçek, 102, 103
Samara, 107
Sambucus, 15, 22, 109
Sansevieria, 34
sap (çiçekte), 96, 109

Saponaria, 106, 108
Sardunya, 63
Sarılıcı Gövde, 48
Sarmal diziliş (yaprakların), 67, 68
sarmal tip çiçek durumu, 103
Sarracenia, 46, 70, 71
Schimper ve Braun ana serisi, 68
sedir, 26, 37, 38
Sedum, 70
sekonder büyüme, 17, 83, 84
sekonder dokular, 17, 83
Sekonder korteks, 23
sekonder kök, 87
sekonder ksilem, 18, 23, 28, 82
seksin, 98
Seksindeki süsler, 98
selvi, 26
semiarid, 30
Sempervivum, 68
sene halkası, 24, 25, 27, 30, 31
senesens, 118
Sepal, 94, 101
sepaller, 92
septifragal açılma, 106
Septifragal kapsül, 106
septikal açılma, 106
Septisid kapsül, 106
Sequoia, 19, 32
Sequoia sempervirens, 19
Sequoiadendron, 31
Serratus, 63
Sert soğan, 47
Sıcak bölge bitkileri, 41
Sıcaklığa adaptasyon, 40
sıtmaağacı, 30, 63
Sifenosteale, 10
silikula, 105, 108, 111
silikuva, 106, 108
Silikuva, 105, 111
Simpodial dallanma (gövdede), 38
Sinirotu, 63, 64
Sinkarp meyveler, 105
Sinsinus, 103
Sinuatus, 63
sirkumsissil açılma (meyvede), 106
sklerankima, 6, 7, 15, 19, 23, 24, 27, 31, 32, 55,
56, 58, 70, 77, 78, 83, 95, 107, 111
Smilax, 77
Soğan, 47
Solanum, 35
Solanum dulcamara, 43
Solanum tuberosum, 47, 48
solenosteale, 11
Sorghum, 15
söğüt, 22, 87, 103, 118
sönmürme kökü, 88
Spadiks, 103
Spathulatus, 63
sperm hücresi, 2, 3, 98, 115
Spermatophyta, 35, 38, 49, 90

Sphenopsida, 1
spika, 93, 94, 102, 104
Spirea, 54
spor, 90
sporofit, 3, 90
Sporofit devre, 2
sporopollenin, 98
Stamen, 93, 94, 96
Stapelia, 40
stele, 9
Stele tipleri, 9
stellar teori, 9
stigma, 93, 100
stillus, 99, 100
Stipul, 61
stolon, 47, 48
Stoma sayısı, 54
stomalar, 6, 52
stomiyum, 96
Strychnos, 33
Su bitkileri, 40
Su ile dağılan tohumlar, 118
Su kökleri, 89
Su ve atmosferik neme adaptasyon, 40
Sukestanesi, 63
Sukkulent, 47
Suoku, 63
Sülük Gövde, 48
sülük kök, 88
Sülük yapraklar, 70
sümbül, 96, 102
Sünger parankimasi, 55
Sürünücü gövde, 47
süsen, 47, 48, 106
Syringa, 22, 63, 64, 69

şeker pancarı, 83
şekerkamışı, 15
şerbetçi otu, 48
Şizokarp meyveler, 107

Tabakalı kambiyum, 20
Tabakalı olmayan kambiyum, 20
taç yapraklar, 60, 92
tal, 1, 35
Tallophyta, 38, 44
Tamarix, 20, 88
Tamarix aphylla, 27
tanen, 28
tapetum, 97
Taraxacum, 6, 42, 108
tek eşeyli, 90
Tek karpelden oluşan meyveler, 105
tek yıllık bitki, 3
Tek yıllık otlar, 41
temel meristem, 5, 50
tepal, 93
tepe tomurcuğu, 3, 36, 48
Termofil, 41
testa, 113, 114, 117

tetraark kök, 80
thalamus, 92
Thallophyta, 1, 35
Therofitler, 42
Thillandsia usnoides, 72
Thuja, 25
Thunbergia, 33
Thymus serpyllum, 91
tırmanıcı bitkiler, 43
tırtıl çiçek durumu, 103
Tilia, 22, 24, 31, 32, 38, 60, 107
Tilia (ıhlamur) tipi gövde kalınlaşması, 22
Tilkikuyruğu, 63
tiloses, 28, 29
Tilosis, 28
tohum, 2, 3, 4, 90, 105, 106, 107, 111, 112, 113, 114,
tohum kabuğu, 113, 116
tohum taslağı, 101
Tohumların ve meyvelerin taşınması, 118
Tohumun anatomisi, 113
Tohumun çimlenmesi, 87, 117
Tohumun morfolojisi, 116
tomurcuk, 36, 37, 39, 42, 48, 59, 61, 70
Toprak altı gövde, 47
Torofiller, 59
Tracheophyta, 9
trake, 7, 19, 24, 27, 28, 43, 80
Trake hücreleri, 8
trakeid, 7, 18, 19, 24, 32, 43, 56
Trakeid hücreleri, 8
Trapa, 63, 64
Trapaeolum, 85
triark kök, 80
trifoliat yaprak, 62
trilaküner düğüm, 11, 12, 13
trioik bitki, 91
tripinnat yaprak, 62
Triticum, 14, 35, 64, 93, 108, 111, 112, 118
tropik yağmur ormanı, 40
Tropofil, 41
Truncatus, 63
tuber, 33, 47, 48, 89
Tulipa, 70
Turba, 40
turp, 88, 89, 108, 117
Turunçgil, 109
tütün, 22, 118
tüyler, 6, 54, 70, 74, 87, 89, 96, 109, 113

Ulmus, 107
Umbelliferae, 103, 107
unifasiel yaprak, 57
unilaküner düğüm, 11, 12, 13
uniseriat öz ışıını, 28
Urtica, 42, 63, 64
Urticularia, 40, 45, 72
uyku, 118
uzun sürgün, 37

üçlü tüysü yaprak, 62
Üniseksüel, 90
Üreme (Çoğalma) organları, 1,90
Üretken kök, 88
Üretken yapraklar, 70

Vagina, 61
Valerianella, 107
valve, 106
vejetatif hücre, 98
vejetatif üreme, 90
Vejetatif yaprağın oluşumu, 49
velamen, 76
venüs tuzacı, 46
Veratrum album, 91
Veronica, 22
Vicia, 80, 117
Viola, 63, 64, 96, 108, 114
Viscum, 43, 45, 88, 89
Vitaceae, 45
Vitis, 21, 48, 105, 108, 109
volvrat, 106

yalancı meyve, 105
yan (lateral) tomurcuklar, 36
yan dal primordiyaları, 35
Yan kök, 86, 87
yandal boşlukları, 12, 14
yandal izi, 14
Yaprağın dış morfolojisi, 59
Yaprağın içyapısı, 52
yaprak, 1, 5, 11, 36, 37, 41, 46, 49, 50, 51, 54, 58, 65, 68, 95
Yaprak ayası, 61, 63, 64
yaprak boşluğu, 10, 12, 14
Yaprak ekseninin gelişmesi, 50
yaprak izi, 10, 12, 13, 36
Yaprak metamorfozları, 60, 70
yaprak primordiyaları, 35, 49, 50
Yaprak sapı, 61
yaprak tabanı, 61, 63
Yaprakların gövde üzerinde dizilişleri, 67
Yapraksı gövde, 47
Yaprakta iletim demetlerinin son bulması, 56
yarı parazitler, 44
Yarı ve tam heterotrofik kormofitler, 44
yaz odunu, 25
yelpaze, 103
Yersarmaşığı, 63
yıldız kambium, 82
yosun, 1
Yucca, 34
Yumru gövde, 47
Yumru kök, 88
yumurta hücresi, 2, 3, 100, 101, 115
Yüksek bitkilerin genel yapıları, 1
Yüksek yapraklar, 60
yüksük, 72, 73, 74, 75, 76
Yüksükotu, 63, 64

zakkum, 9, 63, 64, 65, 66
zambak, 47, 48, 63, 64, 65
Zea, 15, 89, 117
zeytin, 29, 102
zigot, 3, 90
zookori, 118