

SERİ

B

CİLT

XVII

SAYI

2

1967

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ  
DERGİSİ



## YAPRAKLI AĞAÇ ODUNLARININ ANATOMİK YAPISI

Y a z a n:

Doç. Dr. A. Yılmaz BOZKURT

Yapraklı ağaçların odunu ibrelilerinkinden çok daha kompleks bir yapıya sahiptir. Yapraklı ağaçlarda bilhassa vertikal elemanlar daha çeşitli olup fazla sayıdadır. Traheeler bâzı ağaç türlerinde büyüklük itibarıyla fazla miktarda farkedir ve kâfi derecede büyük olup çıplak gözle kolayca görülürler. Paraşıma çok sayıda bulunabilmekle beraber karakteristik ve belirli bir tarzda dağılmıştır. Bazen büyük ve bâriz kümeler halindedir. Buna mukabil öz ışınları, tek sıralı ve sadece bir kaç hücre yüksekliğinde olabildikleri gibi çok sayıda hücreden ibaret genişlikte ve 5,0 cm ye kadar yükseklikte bulunabilirler. Bundan başka, herne kadar yapraklı ağaç öz ışınları sadece paraşimatik hücrelerden ibaret ise de değişik tipteki hücreleri de ihtiva edebilirler. Bu itibarla bazı cins ağaç odunları çıplak gözle veya hiç olmazsa farkedilebilecek hücreleri hâvi iseler de, bazılarını mikroskop altında tetkik ederek teşhis etmek, ancak kabil olabilmektedir.

Böylece yapraklı ağaçlar hemen hemen değişik tipte olan dört veya beş elemandan müteşekkildir. Bunlar traheeler, paraşim hücreleri, libriform lifleri, traheidler ve lif traheidleridir (Şekil 1). Bütün bu hücre tipleri öz ışını hücreleri hâriç tutulursa kambiyumda iğimsi inisiyallerden oluşmuşlardır. İğimsi inisiyallerden meydana gelen traheelerde ya hiç boyuna uzama olmaz veya çok az olur. Genellikle ilkbahar odunu traheesi geniş çaplı, yaz odunu traheeleri ise dar çaplıdırlar (Şekil 1 : j ve k). Vaskular traheidler ve vasisentik traheidler ise sırasıyla (Şekil 1 : h ve i) de görüldüğü biçimde olup olgunlaşmaları esnasında bir miktar uzamaktadırlar. Zira şekilden de anlaşılacağı üzere iğimsi inisiyallerden daha uzundurlar. Bir libriform lifi yani skleranşim hücresi ise olgunlaşma esnasında bir çok misli uzunluğa çıkmakta ve iğimsi inisiyale nazaran daralmaktadır (Şekil 1 : l). Bu sayılan hücreler prozenşimatik vertikal elemanlar olup, Şekil 1) de (f) ve (g) ile gösterilen hücreler ise pranşimatik tiptedirler. (Şekil 1) de (g) ile gösterilen hücre strand paraşim hücre tipi olup (f) ile gösterilen ise çalı formasyonundaki türlerde bulunan iğimsi pa-

ranşim hücrelidir. Strand paraşim hücresi kambiyum inisiyalinin bölümlere ayrılması suretiyle teşekkül etmektedir.

Öz ışını hücreleri ise öz ışını inisiyallerinden oluşmaktadır. Bunlar yatay ve radyal istikametteki gelişmeleri hariç diğer istikametlerde, şekil bakımından büyük bir değişmeye uğramazlar (Şekil 1: a, b, c ve d). Eğer bir öz ışını hem yatık öz ışını hücrelerini ve hem de dikine kenar hücrelerini ihtiva ediyorsa kambiyumda bu iki tipi doğuracak öz ışını inisiyalleri vardır. Aksi taktirde bütün ışın inisiyalleri aynı tiptedir ve öz ışınları şüphesiz homojen yapıdadır.

Şimdi daya iyi anlayabilmek için yapraklı ağaç odunlarındaki prozenşimatik ve paraşimatik elemanları ayrı ayrı tetkik edelim.

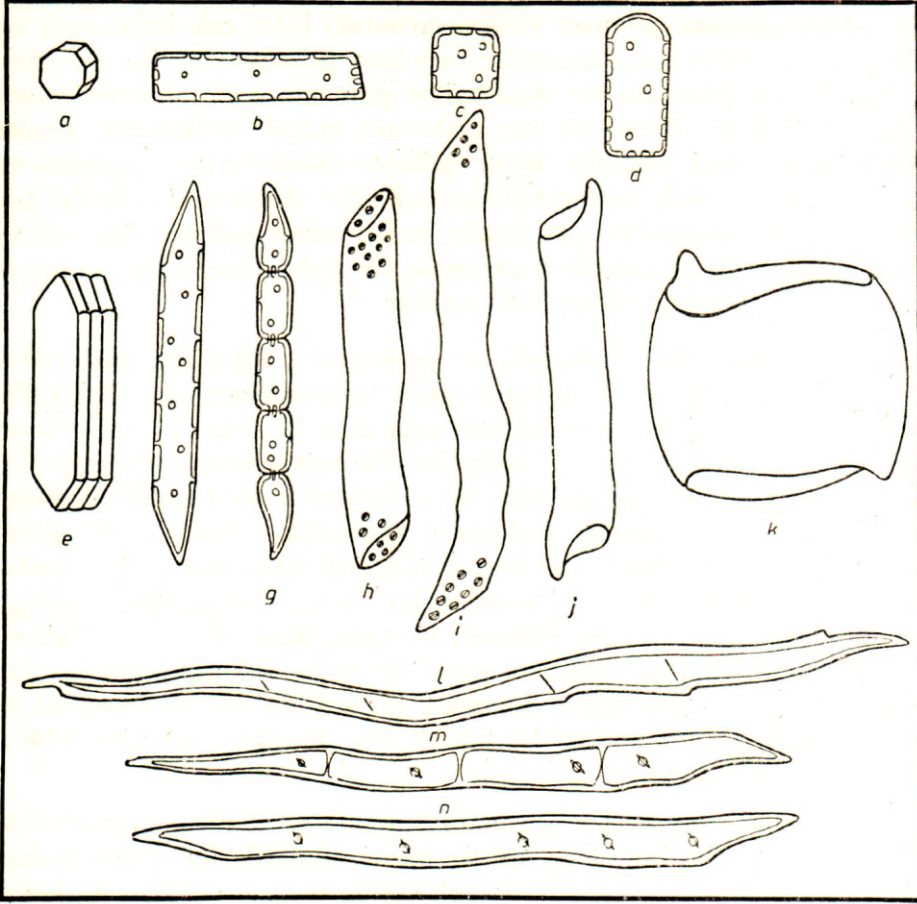
### 1. Boyuna prozenşimatik elemanlar :

Daha önce de belirtildiği gibi bu gruba traheeler, muhtelif tip traheidler, ve libriform lifleri girmektedir. Bunların vazifeleri ya su iletimi yapmak, ya odunun mukavemetini temin etmek, veyahutta her ikisini birden ifa etmektir. Bu hücreler kambiyumdan ayrılmayı müteakip hemen olgunlaşırlar. Bu tip hücreler olgunlaşır olgunlaşmaz protoplazmalarının kaybolması ile paraşimatik hücrelerden ayrılmaktadırlar.

#### 1. 1. Traheal elemanlar :

Traheeler, ilk teşekkül ettikleri anda etrafları primer zarla çevrilmiş olup protoplazmayı havidir ve herhangi bir geçit bulunmamaktadır. Büyüme enine istikamette birkaç yüz defa vuku bulmakla beraber boyuna büyüme olmamaktadır. Traheel eleman maksimum büyüklüğünü kazandıktan sonra, protoplazma tarafından etrafında sekonder bir zar teşkil edilir. Traheelerin büyüklük ve şekilleri çok muhtelifdir. Davul ve fiç şekline olanlarına tesadüf olunduğu gibi ince uzun olanlara da rastlanır ve uçları kapalı olmayıp bir veya her iki uçta dil şeklinde çıkıntıları havidirler. Bazı traheeler yuvarlak olup enine kesitleri hiç olmazsa orta kısımlarda silindriktirler. Buna mukabil Sığla ağacı traheeleri köşeli bir görünüştedirler. Traheelerin boyları *Ulmus*'larda en kısa 0.25 mm ve *Betula*'larda en uzun 1,00 mm kadar olup genellikle bu değerler arasında değişmektedir.

Bir trahee enine olarak kesilirse daire veya daireye yakın bir kesit husule gelir. Böylece bu traheeler enine kesitlerde ya tek tek veya muhtelif şekillerde guruplaşmış olarak görünürler. Traheeler tek tek olursa genellikle daireye yakın bir görünüşleri vardır ve radyal istikametteki



Şekil 1: Yapraklı ağaç odunlarında çeşitli hücre tipleri. (a) Özişim inisiyalı, (b) yatık özişim hücresi, (c) kiremit hücre, (d) dikine özişim hücresi, (e) iğimsi inisiyal, (f) iğimsi paransim hücresi, (g) strand paransim hücresi, (h) vaskular traheid, (i) vasisentrik traheid, (j) yazodunu traheesi, (k) ilkbahar odunu traheesi, (l) libriform lifi, (m) bölmeli lif traheidi, ve (n) lif traheidi.

çapı daha fazla olan oval veya beyzi bir durum arzederler. İki veya daha fazla trahee yanyana gelmişse veya civarındaki lifler çok kalın zarlı ise şekillerinde az veya çok değişmeler meydana gelmektedir. Bu durumda bir veya bir kaç yüzü düz bir sıtıl haline gelmekte veya tamamen köşeli bir hal almaktadır. Bazen bir kaç traheenin radyal istikamette sıralar teşkil ettiği de nadir değildir. Böyle hallerde traheeler yassılaşımakta ve temas ettikleri yerdeki zarlar kalınlaşmaktadır. Bilhassa *Ilex* lerde, traheeler radyal istikamette uzun sıralar teşkil etmektedirler. Yaz odunu traheelerinin gruplar halinde bulunması da teşhis özellikleri bakımından bazı ağaç türlerinde önemli bir vasıftır.

Traheeler büyüklük itibarıyla de geniş çapta değişiklik gösterirler. Bu bakımdan en ihtiyatlı ölçü teğet çaptır ve umumiyetle bu ölçü kullanılmaktadır. En küçük bir traheenin teğet çapı 20 mikron civarında olmakla beraber en büyük çaplı traheeler 300 mikrondan fazla çaptadırlar. Bilhassa Meşe ve Kestanelerde böyle traheelere rastlamak mümkündür. Yapraklı ağaç türleri traheeleri büyüklük itibarıyla iki genel gruba ayrılmaktadır. Şayet ilkbaharda teşekkül eden traheeler yaz odundakilerden çok daha büyük iseler, bu tip odunlu ağaçlara halkalı traheeliler adı verilmektedir. (Meselâ, Kestane, Meşe, Karaağaç, Yalancı akasya, Dişbudak). Diğer taraftan şayet traheeler oldukça yeknesak büyüklükte ve yıllık halka içinde yeknesak bir şekilde dağılmışlarsa bu gibi ağaçlara da dağınık traheeliler adı verilir. Bunların içerisinde Kayın, Kavak, Söğüt v.b. girer.

Bundan başka traheeler arasındaki mesafe ve bunların 1 mm<sup>2</sup> deki sayıları da çok değişiktir. Aynı kesitte bazı kısımlarda hiç trahee bulunmamasına mukabil bazı kısımlarda çok sayıda traheeye rastlamak kabilidir. Bazı ağaç nevelerinde aynı saha içerisinde az sayıda trahee varsa da, bazı ağaç nevelerinde çok sayıdadır. Meselâ, Akçaağaçta 1 mm<sup>2</sup> deki trahee sayısı 30 - 80 arasında değiştiği halde, Kayında ve Sığla ağacında 120-180 adet arasındadır.

Traheal elemanlar boyuna istikamette üst üste sıralanmakta ve iletken boruları teşkil etmektedirler. Böylece besi suyunun dikine istikamette bir traheal elemandan diğerine geçebilmesi için iki eleman arasındaki zarlarda bir takım geçitlerin bulunması zarureti vardır. Bu itibarla iki traheel eleman arasındaki nisbeten yatay vaziyette olan ve iki elemanı birbirine bağlayan kısımlara perforasyon tablası adı verilmektedir. Perforasyon tablası yassı bir şekilde olup hemen iki traheal elemanın birleşme yerindeki bütün bir uç zarını kapladığı gibi onun bir kısmını da teşkil edebilir.

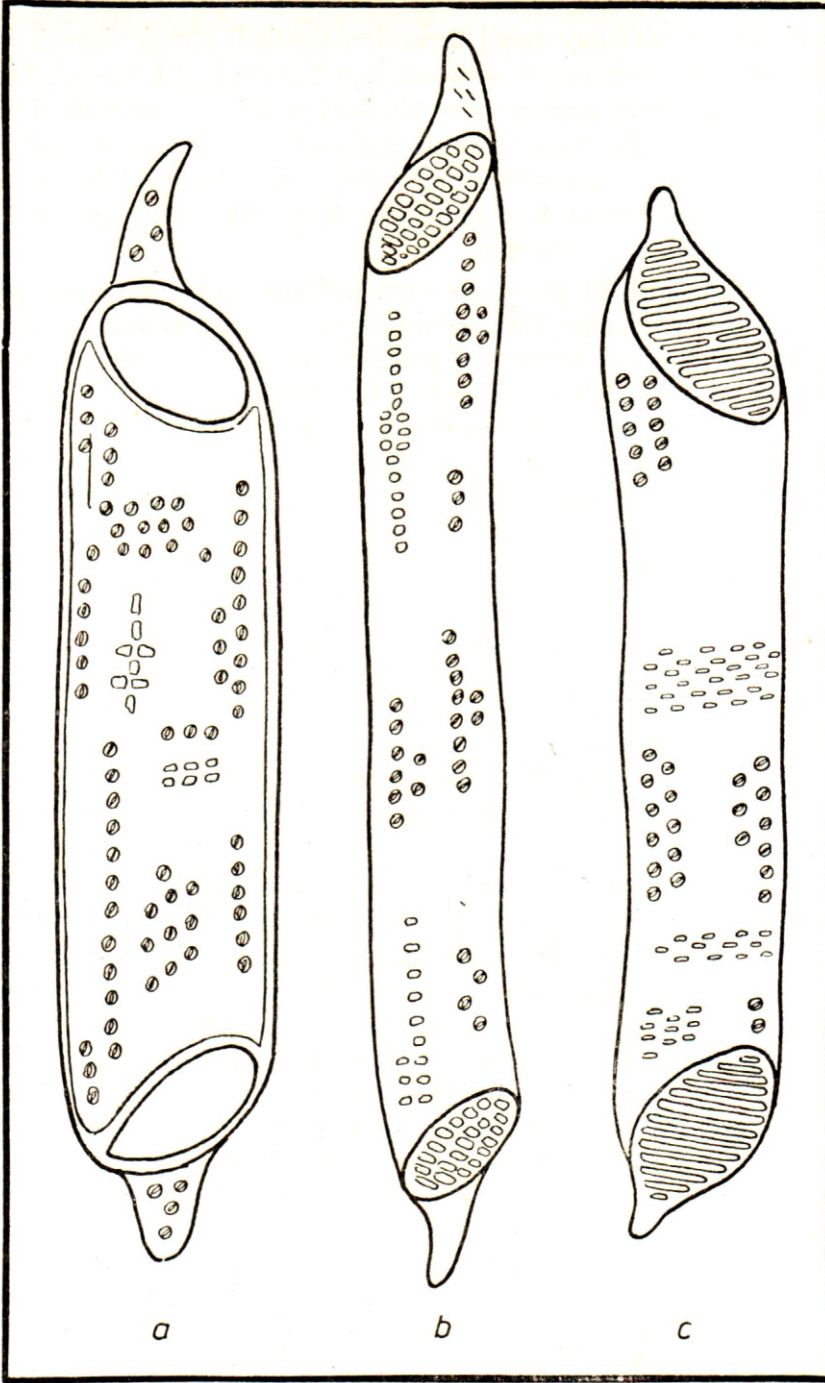
Perforasyon tablaları meyil dereceleri ile ilgili olarak değişik biçimdedirler. Meselâ iki büyük traheal eleman birbiriyle dik bir şekilde birleşmiş ve tabla hemen hemen yatay bir durumda ise, o takdirde dairemsi ilâ oval bir şekildedir. Şayet traheal elemanlar meyilli bir uç teşkil ediyorlar ise veya uçlar dil şeklinde çıkıntıları havi ise bu taktirde perforasyon tablası horizontal değil meyillidir. Böyle hallerde elips, oval veya uzunca beyzi bir hal gösterirler.

Bir perforasyon iki yarım tablanın birleşmesinden meydana gelmiştir. Bu yarım tablalardan biri alttaki diğeri ise üstteki traheal elemana aittir. Bir perforasyon tablası ya Kavakta olduğu gibi tek bir delikten ibarettir, ya da çok delikleri havidir. Bu delikler de ya *Liquidambar orientalis*'te olduğu gibi birbirine paralel sıralar halinde dizilirler ki bunlara skalariform (merdivenvari) perforasyon adı verilmektedir yahutta ağ şeklinde veya çok deliklidirler ve bunlara muhtelif ağaç nevilerinde rastlanmaktadır (Şekil 2).

Skalariform perforasyon tablalarında delikler arasında kalan zar çubuklarının mesafesi ve kalınlığı ile bunların sayıları muhtelif ağaç türlerinde farklı olduğundan teşhis özelliği bakımından önem taşımaktadır. Meselâ Sığla ağacında bu çubukların sayısı 20-25 adet olup ince ve birbirine çok yakındır. Halbuki *Sassafras albidum* (Nutt.) Hees'de yaz odunu traheelerinde sayıları bir kaç geçmediği gibi kalın olup aralarındaki mesafe fazladır. Ağ şeklindeki perforasyon tablaları da bu çubukların çatallanması ile meydana gelmiş olup *Vaccinium*'larda tesadüf olunan bir özelliktir.

Belli bir ağaç türünde, perforasyonlar tamamen basit veya çok delikli (skalariform veya ağ şeklinde) veyahutta her iki tipte olabilir. Huş'ta perforasyonlar skalariform tarzında olduğu halde, Akça ağaçta ise basit tiptedir. Bu iki ağaç türü çok kere birbirine karıştırılırsa da perforasyonlarının değişik tipte bulunması kolayca tefrik edilmelerini sağlar. Bununla beraber Kavak, Söğüt ve Dişbudak'ta basit perforasyon bulunduğu halde daha önce de belirtildiği üzere Sığla ağacında Skalariform (merdivenvari) dir. Kayın, Kestane, Çınar da her ne kadar basit tip hakim ise de bunlarda her iki tipe de rastlanmaktadır. Meselâ, Kestanede büyük ilkbahar odunu traheelerinde basit perforasyonlar mevcuttur. Fakat yaz odunu traheelerinde her iki tipe de rastlamak kabildir.

Traheelerin yan zarlarında birbirleriyle veya diğer prozenşimatik veya paraşimatik hücrelerle irtibatını temin etmek maksadı ile geçitler bulunmaktadır. Bir traheal eleman ile diğer bir prozenşimatik hücre arasındaki geçit çiftleri genellikle kenarlı geçit tipindedir. Bununla beraber paraşim hücreleri ile ise kenarlı, yarı kenarlı veya basit tiptedirler.



Şekil 2 : Traheelerin uç çeperlerinde teşekkül eden çeşitli perforasyon tablası tipleri. (a) basit, (b) ağ şeklinde veya çok delikli tip ve (c) merdivenvari (skalariform).

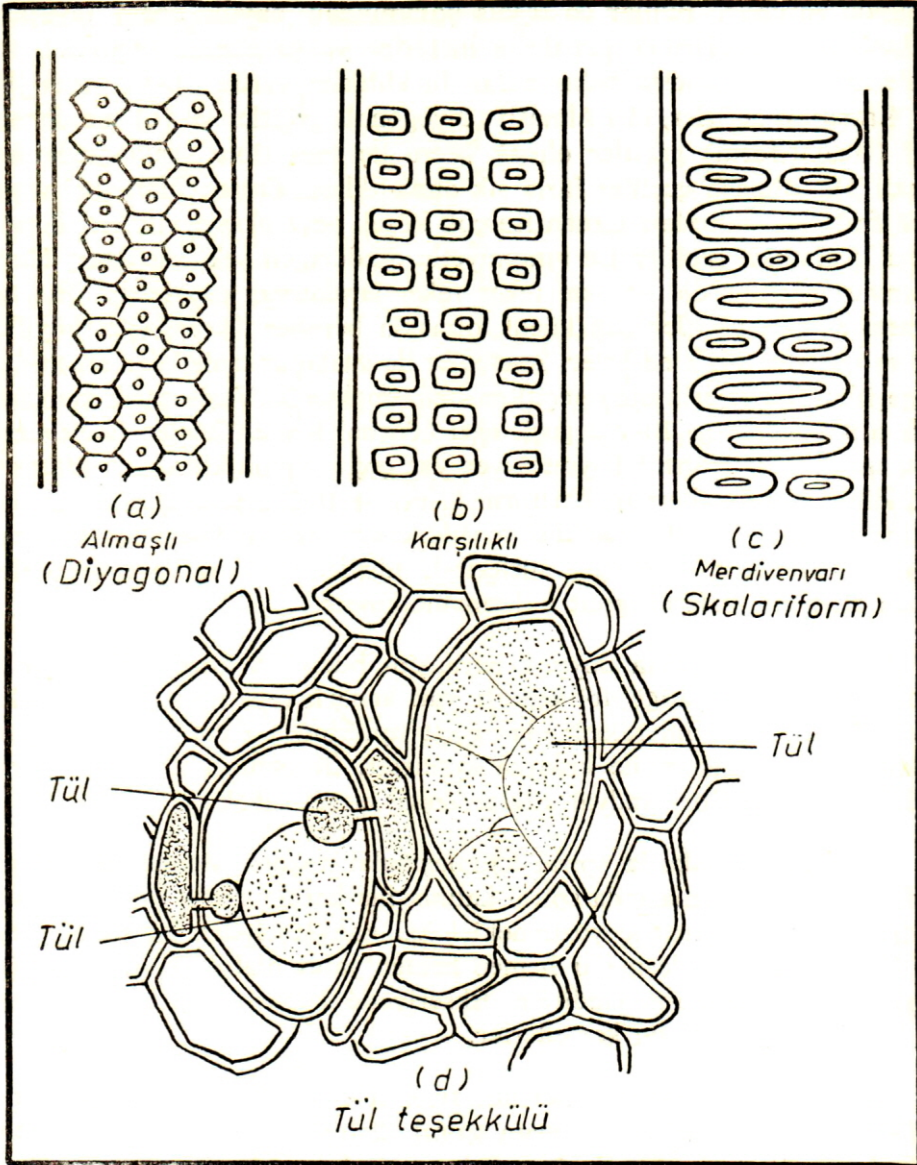
Traheeler arasındaki geçitler en ziyade bir traheal elemanın teğet sathında görünür. Bunlar da teşhis bakımından büyük önem taşırlar. Muhtelif ağaç türlerinde geçitlerin birbirine yakın olması, büyüklük ve sıralanıştaki değişmeler bakımından farklılıklar vardır. Esas itibariyle (a) Karşılıklı geçitler, (b) Almaşlı (diyogonal) geçitler ve (c) merdivenvari (Skalariform) geçitler olmak üzere üç esas tipte toplanmışlardır (Şekil 3). Almaşlı geçitler fazla sık olmadıkları zaman dairemsi veya oval, fazla sık oldukları zaman ise çok köşeli veya ekseriyetle altı köşelidirler. Karşılıklı geçitler ise umumiyetle dikdörtgen şekindedirler. Merdivenvari geçitler de üst üste teker teker sıralanmış geçitlerdir. Huş'ta traheeler arası geçitler çok küçük olmakla beraber Akçağaç'ta büyüktür ve kolayca tefrik edilirler. Traheeler ile vaskular traheidler arasındaki geçitler traheelerle olan geçitlere benzemektedir. Vasisentrik traheidlerle aralarındaki geçitlerde geçit ağzı (Porus) hemen hemen horizontal veya meyillidir. Traheid boyunca yer yer geçit topluluklarına rastlamak kabildir. Lif traheidleri ve libriform lifleri ile traheeler arasındaki geçitler ise umumiyetle tek sıralı düz ve dikine veya tam mânasıyla dikine sıralanış gösterirler. Bazı ağaç türlerinde libriform lifleri ile traheelerin temas ettikleri yerlerde geçit bulunmamaktadır.

Traheal elemanlarla boyuna paraşim hücreleri arasındaki çiftleri daha önce de belirtildiği gibi kenarlı, yarı kenarlı veya basit tipte olmaktadır. Bunlar diğer hücrelerle olan geçit tiplerinden daha geniş ve gayri muntazam bulunuşları ile kolayca ayrılırlar. Öz ışınları ile olan temas yerlerinde ise geçitler radyal sıralar teşkil etmektedirler.

Traheal elemanlarda spiral kalınlaşmalar vardır. Meselâ, bâzı yapraklı ağaç türü odunlarında spiral kalınlaşma karakteristik bir özelliktir. Bunlar sekonder zarın iç yüzündeki lokal kalınlaşmadan başka bir şey değildir. Spiral kalınlaşmalar hemen hemen yatay olabildiği gibi dik bir meyille de seyredilmektedirler. Ekseriyetle kenarlı geçitleri keserler ise de Porusları nadiren kat ederler.

Dağınık traheeli ağaç türlerinde traheal elemanlar yıllık halka içerisinde nerede bulunursa bulunsun spiral kalınlaşmayı havi olabilirler. Halkalı büyük traheelilerde ise aksine spiral kalınlaşmaya sadece yaz odunu traheidlerinde rastlanır. Sığla ağacında spiral kalınlaşma ise sadece traheal elemanların uçlarındaki dilciklere inhisar etmektedir. Spiral kalınlaşma *Acer*'lerde mevcut olduğu halde *Betula*'larda tesadüf edilmez. Tropik ağaç türlerinde nadiren görülürler. *Ulmus* ve *Celtis*'lerde de küçük yaz odun traheelerinde daima karakteristik bir özelliktir.





Şekil 3 : Traheelerin boyuna çeperleri üzerinde teşekkül eden kenarlı geçitlerin çeşitli tipleri ve tül teşekkülâtı.

Traheelerin içersi ya boştur, ya da bir takım madde veya teşekküllerle tıkanık bulunabilir. Bu tıkanma hâdisesi de tül teşekkülâtı veya balsam maddeleri yahutta kireçli bir takım maddeler ile dolu olması şeklinde vuku bulur.

Tül teşekkülâtı yaşayan bir paransim hücrelerinin protoplazmasının trahee boşluğu içersine doğru bir geçit çiftinden geçerek muhtelif çıkıntılar teşkil etmesiyle meydana gelmektedir (Şekil 3). Tabiatıyla bunun sebebi ölü bir traheal eleman ile yaşayan bir hücre muhtevası arasındaki basınç farkından başka bir şey değildir. Tül teşekkülâtı esnasında geçit çifti arasındaki zar genişler ve trahee içersine doğru kemer şeklini alır. Zira elâstiki orta lamel ve primer zar kolayca trahee boşluğu içersine itilir. Daha sonra protoplazma böylece teşekkül eden boşluğa geçmektedir.

Tül teşekkülâtından traheelerle irtibatta olan öz ışını paransim hücreleri ile boyuna pransim hücreleri sorumlu bulunmaktadır. Tül'ler genellikle ince zarlıdır, fakat bâzen kalın zarlı ve geçitleri havi olabilirler. Böyle hallerde tüllerdeki protoplazmalar arasında protoplazmatik bağlar kurulmuş demektir. Bu tip kalın zarlı tül teşekkülâtına Skleroz'lu tüller adı verilmekte olup bâzi Meşe türlerinde rastlanmaktadır. Kayın, Sıgla ağacı ve diğer küçük traheeli ağaç türlerinde tüller trahee içinde bir tek sıra teşkil ederler ve trahee enine olarak trahee uçlarında olduğu gibi kapanmış bir takım teşekküllerle dolmaktadır. Tül teşekkülâtı bazı yapraklı ağaç türlerinde çok mebzul bir şekilde bulunduğu halde bazılarında ya az bulunur veya hiç yoktur. Aynı ağacın muhtelif yerlerindeki dağılışları da değişik olmaktadır. Tül teşekkülâtına Yalancı akasyalarda da rastlanır. Fazla miktarda tül teşekkülâtı odun içersine emprenye maddesi nüfuzunu önlemekte, fakat odunun dayanmasını arttırıcı bir rolü bulunmamaktadır. Beyaz Meşeler fazla miktarda tül teşekkülâtın haiz olduklarından sıvı maddeler kolay geçmezler ve böylece fıçı imali rolü bulunmamaktadır. Beyaz Meşeler fazla miktarda tül teşekkülâtını azdır ya da hiç yoktur. Bu itibarla sıvı maddeleri iyi geçirirler ve şarap, bira fıçıları imalinde kullanılmazlar. Fakat kolayca emprenye edilebilirler.

Traheelerin içi bazı ağaç türlerinde balsamlarla dolu olabilmektedir. Bunların renkleri kırmızimsı veya kahverengindedir. Bu balsamlar traheeler içerisinde ya parçalar halinde bulunurlar ya da traheeyi tamamen doldururlar. Bu da bir teşhis özelliği olabilmektedir. *Gleditsia triacanthos*'ta öz odunda çok rastlanan bir özellik olmakla beraber anatomik yapısı buna çok benzeyen *Gymnocladus*'ta bu teşekküllerin bulunmaması ile birbirlerinden kolayca tefrik edilmektedir.

Bazı yapraklı ağaç türleri odunlarında traheelerin içerisi beyaz renkte bir takım maddelerle doludur. Meselâ *Swietenia mahagoni* (Maun) ağacı odununda traheelerin bir kısmının içerisi beyaz minerallerle, *Tectona grandis* (Teak) odununda Kalsiyum fosfat ile dolu bulunmaktadır.

### 1.2. Vaskular traheidler :

Vaskular traheidler, birlikte buldukları küçük traheal elemanlar gibi üst üst boyuna sıralar halinde sıralanmışlardır. Bunlar büyüklük ve şekil bakımından küçük traheelere çok benzerler, fakat hücre uçlarının delikli olmaması ile onlardan kolayca ayrılırlar (Şekil 1). Vaskular traheidlerin yan zarlarında mebzul miktarda geçit vardır ve ekseriyetle spiral kalınlaşmayı havidirler. Teğet kesitte uçları meyilli olup diğer Vaskular traheidlerle veya küçük traheal elemanlarla alt ve üstte kıvrangıç kuyruğu şeklinde birleşmeler yaparlar. Uç zarlarındaki geçit çiftleri yan zarlardakinin aynidir. Spiral kalınlaşmayı havi vaskular traheidler *Ulmus* ve *Celtis*te görülürler. Bu ağaç türlerine has olan yaz odunu içersinde dalgalı şeritler halinde poröz yapı içersinde fazla miktarda traheal elemanlar bulunmakla beraber vaskular traheidler de mevcuttur. Bu itibarla enine kesitlerde vaskular traheidler traheelerle aynı şekli haiz olduklarından bunları birbirlerinden ayırmak mümkün değildir.

### 1.3. Vasisentrik traheidler :

Meşe, Kestane gibi halkalı büyük traheeli ağaçların büyük ilkbahar odunu traheeleri civarında Vasisentrik traheidler çok bulunur ve yaz odunu içersindeki sule şeklindeki poröz doku içersinde ise daha az sayıdadırlar. Her iki halde de eninekesitte benzerlik gösterdikleri bovana naranşimlerle beraber bulunurlar. Vasisentrik traheidler morfolojik bakımdan değişik sekilde olmalarıve vaskular traheidlerden ve umumiyetle daha uzun bulunmaları ve belirli boyuna sıralar teşkil etmemeleri sebebiyle traheelerden farklıdır.

Kestanenin vasisentrik traheidleri radyal diziliş itibarıve bir ibreli ağaç traheidine benzemektedir. Meşeninkiler genellikle daha kısadır. Her ikisinde de yan zarlar çok geciti havi olup traheelerle aralarındaki geçitler kenarlı geçit tipindedir. Kestanedeki geçitler, ibreli ağaçlardakilerden daha küçük olmak ve «Crassulae» leri ihtiva etmemesi yönünden farklıdır.

Enine kesitte vasisentrik traheidler Konifere traheidlerin de olduğu gibi radyal sıralanış göstermezler. Zira traheal elemanların genişleme-

siyle bir tarafta kalırlar ve umumiyetle bundan dolayı yassılaşımlardır. Basıncın fazla olduğu yerlerde yanlama olarak ayrılmış olurlar. Büyük ilkbahar odunu traheelerinden vasisentrik traheidlere geçiş ânidir. Halbuki bunlardan odun liflerine geçiş ise aksine daha tedricidir. Bu itibarla vasisentrik traheidler büyük ilkbahar odunu traheeleriyle tipik lifler arasında geçici elemanlar olarak bilinmektedirler (Şekil 1).

#### 1.4. Lif traheidleri :

Lif traheidi nisbeten kalın zarlı olması, uç kısımlarının sivri bulunması ve küçük kenarlı geçitleri havi olması dolayısıyla bir skleranşim hücrelidir (Şekil 1). Vaskular ve vasisentrik traheidlerden daha uzun olmaları ve çok daha incelmış bulunmaları ile ayrılırlar. Olgunlaşmış bir lif tranheidi kambiyum inisiyallerinden ekseriya 4 ila 5 defa daha büyüktür. Lif traheidlerinin yan zarlarındaki kenarlı geçitler genellikle her tarafta bulunmakla beraber radyal zarlarında daha fazla sayıdadır. Geçit odası küçük olup iç açıklık adese şeklinden yarık şekline kadar değişmektedir ve umumiyetle uzamıştır. Geçit çiftleri Torus ihtiva etmez.

Lif thraeidlerinde iç zar düzgün bulunduğu gibi *Ilex*'lerde ki gibi spiral kalınlaşmayı havi olabilir. Bölmeli lif traheidlerine ise *Swetenia mahagoni*'de rastlanmaktadır. Hernekadar libriform liflerinin bir özelliği olmakla beraber, bazı ağaç türlerinde gelatinli lif traheidlerine de tesadüf olunur. Lif traheidleri bir taraftan libriform liflerine, diğer taraftan boyuna paraşimlere benzemektedir. Bu hücre tipleri arasında ise ara tipler de mevcuttur. Hem lif traheidleri ve hem de libriform lifleri aynı cins odunda bulunabilir. Lif traheidlerinin çapları libriform liflerinden daha büyük olduğu için sadece lif traheidlerini havi Sığla ağacı kaba lifli odun olarak vasıflandırılmaktadır.

#### 1.5. Libriform lifleri :

Libriform lifleri lif traheidlerinden basit geçitleri havi olmakla ayrılmaktadır (Şekil 1). Geçitler aynı zamanda daha küçüktür. Bunların zarları da kalındır. Buna mukabil boyları da daha uzundur. Geçitler ekseriyetle radyal zarlarda fazla sayıdadır. *Robinia pseudoucaria*, *Celtis occidentalis*, *Morus rubra* ve bazı Meşelerde jelâtinli libriform lifleri bir teşhis özelliği olarak mevcut bulunmaktadır.

Akçağaç, Huş, Sığla ağacı ve diğer bazı ağaç hücrelerinde lif dokusu traheeler arasında oldukça yeknesak bir şekilde dağıldığı halde *Ulmus* ve *Quercus*'larda lifler yaz odununda teğet sıralar teşkil ederler. Lifler enine kesitlerinde farklı çaplarda görülebilmektedir. Zira bunların ça-

pı her yerinde aynı olmayıp uç kısımlara doğru çap azalmaktadır. Böylece lifler uca yakın veya orta kısımlardan yani muhtelif yüksekliklerden enine olarak kesildiklerine göre değişik çaplarda görünebilmektedirler.

Ekseriyetle yıllık halkanın dış sınırına yakın yerlerinde son bir kaç sıra lif yassılaştırmış olup yıllık halkanın diğer yerlerindeki nazaran daha kalın zarlıdırlar. Bununla beraber büyük traheeli ağaç türlerinin dar yıllık halkaları geniş yıllık halkalara nazaran daha az lif dokusunu ihtiva etmektedirler.

Yapılan araştırmalar göstermiştir ki lif traheidleri veya libriform liflerinin boyları *Acer*'lerde 0.80 mm ile en az ve *Sığla* ağacında 1,82 mm ile en fazla uzunluktadır. Liflerin arasında yanları dişli ve uçları çatallı olanlara da ekseriyetle tesadüf olunmaktadır.

## 2. Paraşimatik elemanlar :

### 2.1. Boyuna paraşim hücreleri (Odun paraşimi)

Paraşim hücrelerinin vazifesi diğer hücrelerin iletim ve mukavemet temin etmelerine mukabil besin maddesi depo etmek ve az miktardaki karbon hidratların iletimini temindir. Nisbeten kısa hücreli olup libriform lifleri müstesna diğerlerinde mevcut olan kenarlı geçitleri havi olmayıp basit geçitleri havidirler.

Yapraklı ağaçlarda boyuna paraşim hücreleri genellikle ibreli ağaçlardakinden çok sayıdadır ve yıllık halka içersinde dağılışı farklı olup teşhis bakımından pek önemlidirler. Yıllık halka içersindeki bulunuşlarına göre boyuna paraşim hücrelerini üç esas grupta toplamak kabildir (Şekil 4).

Bunlar :

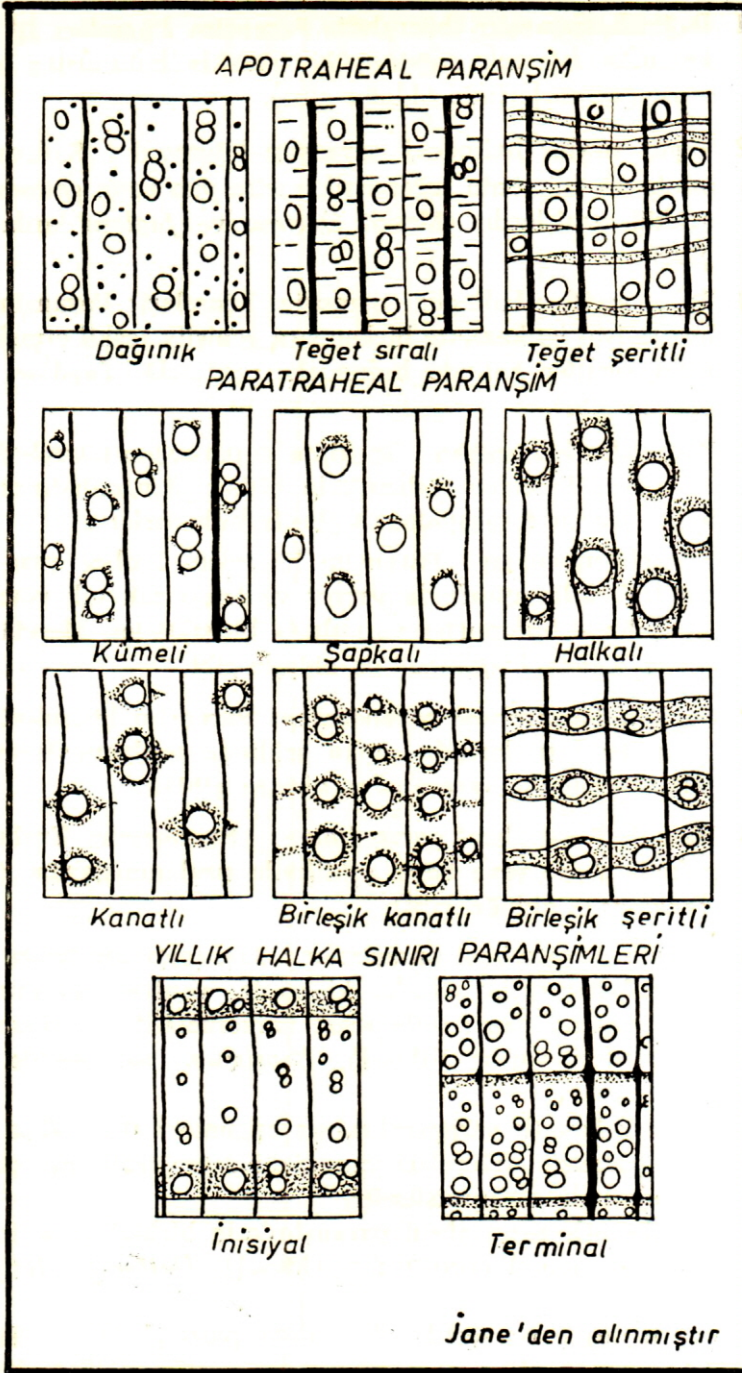
2.11) Apotraheal paraşimler (Metatraheal)

2.12) Paratraheal paraşimler

2.13) Yıllık halka sınırındaki paraşimler

Enine kesitlerde boyuna paraşimlerin ne şekilde bulunduğu ve bunların hangi ağaç türlerinde görüldüğü aşağıda belirtilmiştir:

2.11. Apotraheal paraşim: Bu paraşim hücreleri trahee veya vaskular traheidlerle beraber ve bitişik bulunmamaktadırlar. Yıllık halka içersinde bulunuş şekillerine göre üç ayrı durumda görülürler.



Şekil 4 : Yapraklı ağaç odunlarında boyuna paransim hücrelerinin enine kesitte yıllık halka içerisinde dağılış tipleri.

- 2.111. Dağınık paranzim hücreleri. Paranzim hücreleri lif dokusu arasında tek tek dağılmış bir şekilde bulunurlar. (Meselâ, Kızılağaç türlerinde olduğu gibi).
- 2.112. Teğet sıralar halindeki paranzim hücreleri : Sadece birkaç sıralı tek hücrenin teğet istikamette yan yana gelmesi ile teşekkül etmişlerdir (Meselâ, *Quercus* ve *Juglans*'larda olduğu gibi).
- 2.113. Teğet şeritler halindeki paranzim hücreleri: Paranzim hücreleri radyal istikamette birkaç sıra genişlik teşkil etmekte olup teğet şeritler halinde bulunurlar. (Meselâ, *Lophira alata*'da olduğu gibi).
- 2.12. **Paratraheal paranzim** : Bu tipte ki paranzim hücreleri traheeler veya Vaskular traheidlerle bitişik durumdadırlar. Yıllık halka içersinde aşağıdaki tiplerde bulunurlar :
- 2.121. Kümeli paranzim : Paranzim hücreleri Trahee veya Vaskular traheidler etrafında yeryer ve fakat tek tek veya kümeler halinde bulunurlar ve onlarla bitişiktirler. Meselâ, Afrika cevizi (*Lavoa klaineana*) da olduğu gibi.
- 2.122. Şapkalı Paratraheal paranzimler: Paranzim hücreleri traheelerin dış kısımlarında şapka şeklinde toplanmışlardır. (Meselâ, *Terminalia ivorensis*'te olduğu gibi).
- 2.123. Halkalı Paratraheal paranzimler : Paranzimler Traheeler etrafında daire veya beyzi şekillerde sıralanmışlardır. (Meselâ, *Fraxinus*'ta olduğu gibi).
- 2.124. Kanatlı Paratraheal paranzimler : Traheeler etrafında o şekilde halkalar teşkil ederler ki bunlar yanlarda çıkıntılıdırlar. Bu çıkıntılar ekseriyetle teğet istikamettedir ve kanatlı gibi görünüşleri vardır (Meselâ, *Brosimum paraense*'de olduğu gibi).
- 2.125. Birleşik kanatlı paratrabeal paranzimler: Bir trahee etrafındaki paranzim hücreleri yanındaki diğer traheenin paranzim hücreleri ile birleşmişlerdir.
- (a) Kanatlı paratraheal paranzimlerin birbirleri ile birleşmesiyle teşekkül etmişlerdir. (Meselâ, *Dalbergia latifolia*'da olduğu gibi).
- (b) Birleşik ve şeritler halindeki paranzimler : Traheeler çevresindeki paranzimler teğet şeritler halinde birleşmişlerdir. (Meselâ, *Andira inermis*'de olduğu gibi).

- 2.13. Yıllık halka sınırındaki paransimler : Paransim hücreleri yıllık halkanın ya başlangıç, ya da son sınırında bulunurlar. Bunlar iki tiptir :
- 2.131. İnisial paransim : Yıllık halkanın ilkbahar odunu içerisinde ve başlangıç kısmında bulunurlar. (Meselâ, *Tectona grandis* (Teak)'de olduğu gibi).
- 2.132. Terminal paransim : Yıllık halkanın dış sınırında ve yaz odunu içerisinde görülürler (Meselâ, *Magnolia* ve *Swietenia mahagoni*'de olduğu gibi).

Terminal paraşime Kavak ve Söğütte de rastlanmakta, fakat radyal yöndeki paransim sıraları sayısı 1 veya 2 hücre kalınlığında bulunmaktadır. Boyuna paransim hücreleri her tarafta aynı çeper kalınlığını havi olabildikleri gibi bazı kısımlarda zar kalınlaşmış olabilir. Ekseriyetle radyal zarlar kalınlaşmaktadır. Yan zarlardaki geçit tipleri bitişik buldukları hücre tipine bağlı olarak değişiktir. Diğer paransim hücreleri veya öz ışını hücreleri ile birleştikleri yerlerde geçit çiftleri ekseriyetle basit tipte olup ekseriyetle kalbur şeklinde delikler teşkil etmektedirler. Traheellerle olan geçitlerin sekli trahee geçitinin şekline benzemektedir. Bazen boyuna sıralar teşkil ettiği gibi merdivenvarî de olmaktadır. Lifler ile aralarında geçitler mevcut olabildiği gibi bâzen de bulunmayabilir.

Boyuna paransim miktarı bazı tropik ağaç türlerinde hacim itibarıyla % 50 ye kadar çıktığı halde yerli ağaç türlerimizde % 1 ile % 20 arasında değişmektedir.

## 2.2. Boyuna balzam kanallarını çevreleyen epitel hücreleri :

Normal balzam kanalları bazı tropik ağaç türlerinde *Dipterocarpaceae*, *Anacardiaceae*, *Burseraceae* ve *Leguminosae* familyalarında tesadüf edilmekle beraber Sığla ağacında olduğu gibi yaralanma neticesinde anormal boyuna balzam kanalları da teşekkül etmektedir. Epitel hücreleri bu boyuna kanalların etrafını sarmışlardır. Epitel hücreleri ince veya kalın zarlı ve basit geçitleri havi olabilirler. Kalın zarlı oldukları zaman ligninleşmişlerdir.

## 2.3. Öz ışını hücreleri :

Öz ışınları odun içerisinde özden çevreye doğru uzanırlar, kambi-yumdan geçerler ve floem içerisinde devam ederler. Dışarıya doğru gidildikçe herhangi iki öz ışını arasındaki mesafe artmaktadır. Öz ışını hücreleri ışın inisiyallerinden oluşmuşlardır.



Öz ışınları yapraklı ağaçlarda genişlik ve yükseklik bakımından ibareli ağaçlara nazaran büyük farklar gösterirler. Az sayıda olmakla beraber *Populus*, *Salix*, ve *Aesculus*'larda öz ışınları tek sıralı olup 15 ila 20 mikron genişliktedir. Yapraklı ağaçların bir çoğunda öz ışınları çok sıralı olup memleketimiz ağaç türlerinde en fazla Meşelerde bulunmaktadır. Meşelerde genişlik itibariyle 30 ve daha fazla sayıda ve 300 mikrondan fazla genişliktedirler.

Öz ışınları yükseklik bakımından da yine değişiklik gösterirler. Tek hücreli öz ışınları 20 mikron yükseklikte olduğu halde Meşelerde 5 cm den yüksek öz ışınları mevcuttur.

**Kribs**'in yaptığı gibi öz ışınlarını yapı bakımından aşağıdaki şekilde sınıflandırmak faydalı olacaktır (Şekil 5).

2.31. Homojen öz ışınları : Hücreler tamamen tek tip olup yatık dizilişindedir. Bunlar iki tiptedir :

2.311. Öz ışınları tamamen tek sıralı.

2.312. Öz ışınları tamamen tek sıralı değil .

2.32. Heterojen öz ışınları : Öz ışınları hem yatık ve hem de dikine hücrelerden müteşekkildir. Bu tipin de iki şekli vardır.

2.321. Öz ışınları tamamen tek sıralıdır.

2.322. Öz ışınları tamamen tek sıralı değildir.

Tek sıralı olmayan heterojen tipte ise üç ayrı şekil vardır :

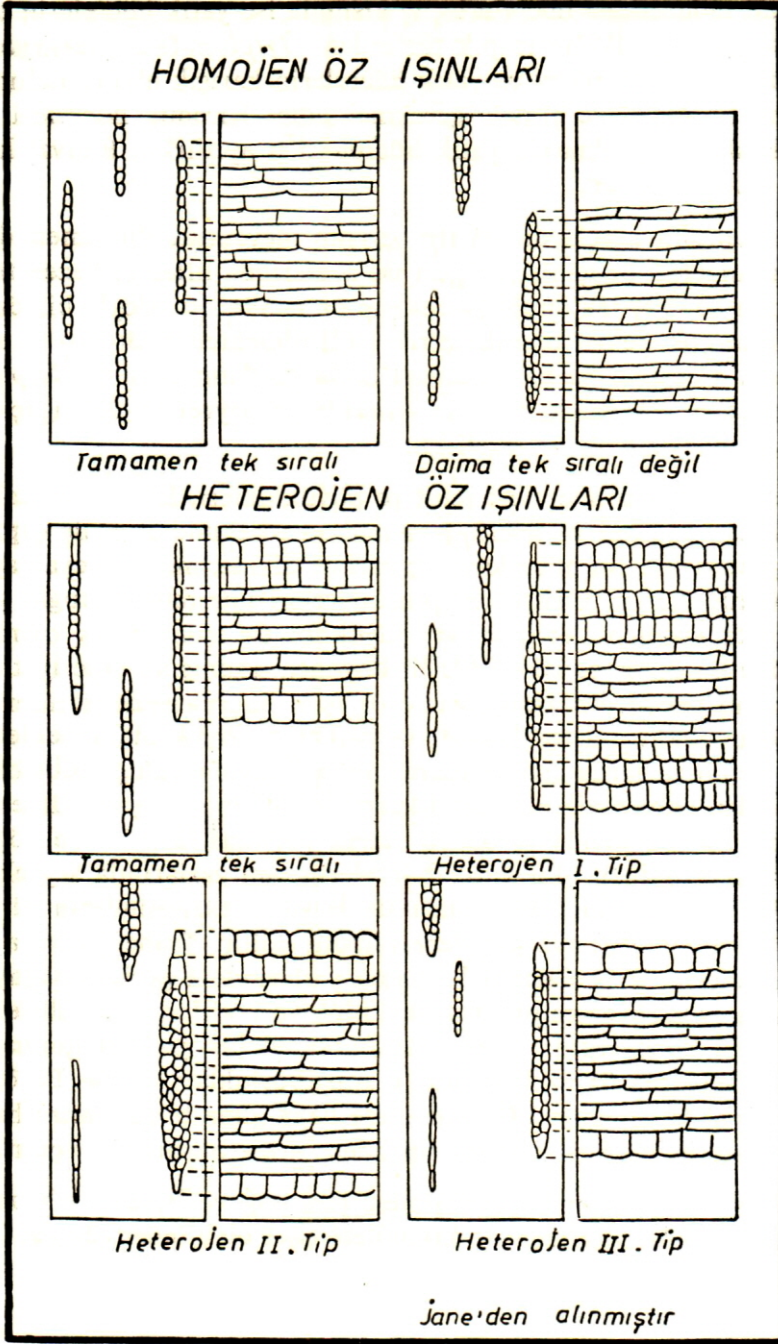
a. Heterojen tip I : Tek sıralı öz ışınları tamamen dikine hücrelerden müteşekkildir. Çok sıralı öz ışınları ise kendi uzunlukları kadar veya daha uzun dikine hücrelerden müteşekkil uç kısımları havidir.

b. Heterojen tip II : Tek sıralı öz ışınları tamamen dikine hücrelerden müteşekkildir. Çok sıralı öz ışınlarında alt ve üstte birer adet dikine hücre vardır veyahutta meydana gelen uç kısmın uzunluğu öz ışın yüksekliğinden daha kısadır.

c. Heterojen tip III : Tek sıralı öz ışınları ya tamamen yatık ya da dikine hücrelerden müteşekkildir.

Çok sıralı öz ışınları kare kesitli dikine hücreleri havi olup umumiyetle bir sıralıdır. Şayet değişik bir uç kısım mevcut ise onların hücreleri de kare kesitindedir.

Yukarıdaki tasnifte öz ışınlarının çok hücreli kısmı tamamen yatık tipteki öz ışını hücrelerinden ibarettir. Halbuki bunlara, öz ışınlarının umumiyetle bir sıralıdır. Şayet uç kısım mevcut ise onların hücreleri de kare kesitindedir.



Şekil 5: Yapraklı ağaç odunlarında öz ışınlarının çeşitli tiplerinin teget ve radyal kesitlerdeki görüntüleri.

dış kısımlarında dikine hücrelerin, iç kısımda ise yatık hücrelerin bulunduğu heterojen tip IV ile tropik türlerden *Triplochitan scleroxylon* da rastlanan kiremit hücreleri ve yatık hücrelerin karışık olarak bulunduğu Heterojen tip V i ilâve etmek gerekmektedir. Kiremit hücreleri teğet kesitte daha büyük olmakla yatık hücrelerden ayrılırlar. Radyal kesitte ise kare şekindedirler.

Bazı yapraklı ağaçlarda iki tip öz ışını mevcuttur. Bir tanesi dar ve genellikle taksıralı öz ışınları, diğeri ise aralarında lifler ve bazen traheeler bulunan ve dar, tek sıralı mürekkep öz ışınlarıdır. Böyle bir öz ışını teğet kesitte çok belirli olarak tefrik edilebilmektedir. Bu tip öz ışınlarına *Alnus*, *Carpinus* ve bazı *Quercus*'larda rastlanmaktadır. *Carpinus*'ta çok sık tesadüf edilmekle beraber *Alnus* larda seyrekdir. Bu ağaç türlerinin teşhisinde önemli bir özelliktir.

Öz ışını paraşim hücreleri şekil ve büyüklükleri, hücre zarı kalınlıkları, geçit teşekkülleri ve içlerindeki muhteva bakımından geniş çapta değişiklik gösterirler. Bu hücrelerin uç zarları dikine, meyilli veya yay şeklinde olabilir. Radyal kesitte öz ışını hücreleri umumiyetle tuğla şeklinde olup orta kısımdakiler nisbeten büyüktür. Öz ışınının dış kısımlarındaki dikine hücreler ise genellikle lif boyunca uzamış ve ekseriyetle gayri muntazam şekildedir. Umumiyetle öz ışını hücrelerinde geçitler basit ve küçüktür, fakat arasıra kenarlı ve nisbeten büyük olabilmektedirler. Geçitler bütün zarlarda eşit miktarda ve bol sayıda olduğu gibi bir zar da diğlerinden daha fazla olabilir. Ekseriyetle dikine öz ışını hücrelerinin yan zarları da çok sayıda ve belirli olarak geçitleri hâvi ise de Söğüt ve Sığla ağacında olduğu gibi yatık hücrelerin yan zarlarında seyrek olup bâzen hiç bulunmazlar. Öz ışınları ile boyuna paraşimlerin birleşme yerlerinde kalbur şeklinde geçitlere tesadüf edilir. Traheeler veya muhtelif traheidlerle öz ışınlarının birleşme yerlerindeki geçitler yatay yönde sıralanmış gösterirler ve onların büyüklük ve şekillerini havidirler. Libriform lifleri ile öz ışınları arasında herhangi bir geçit bulunmaz. Genel bir kaide olarak öz ışınların hücre arası boşlukları vardır. Bu öz ışınlarının radyal istikamette ağaç içersinde hava alma boşluklarını havi olduğunu gösterir. Kör geçitler bu tip hücre arası boşluklara açılırlar.

Öz ışınları da boyuna paraşimler gibi yağ ve balzam v.b. maddeleri ihtiva edebilirler. Bazen de kristalleri hâvi olabilmektedirler.

## LİTERATÜR

- Berkel, A. 1955.** Sıgla ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.) odununun makroskopik özellikleri ve anatomik strüktürü hakkında araştırmalar. Or. Fak. Der. Seri A, Sayı 1 ve 2.
- Berkel, A. ve Y. Bozkurt 1961.** Türkiyenin önemli bazı Meşe türleri odunlarının makroskopik ve mikroskopik özellikleri hakkında araştırmalar. Orman Fakültesi yayınlarından No: 922/73.
- Bozkurt, A. Y. 1966.** Odunsu bir hücrenin meydana gelişi ve hücre çeperinin yapısı. Or. Fak. Der. Seri B, Sayı 1.
- Bozkurt, A. Y. 1966.** Belgrad ormanında önemli bazı ağaç türlerinde yıllık halka gelişimi üzerine araştırmalar. Orman Genel Müdürlüğü yayınlarından No. 487/11. İstanbul
- Jane, F. W. 1956.** The structure of wood. Adam and Charles Black, London.
- Panshin, A. J. and Carl de Zeeuw 1964.** Textbook of wood technology. Volume I, Second edition, McGraw-Hill Book Co. N. Y.