



SERİ B

CİLT XVI

SAYI 1

1966

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
ORMAN FAKÜLTESİ  
DERGİSİ



"Dikim Sıklığının Etkileri Üzerinde Araştırmalar" adlı yazı hakkında

## B İ R E L E Ş T İ R M E

Doç. Dr. Abdülkadir KALIPSIZ

Yazının adı : Dikim sıklığının etkileri üzerinde araştırmalar (P.x euramericana C.V. "I-214") - Recherches sur l'influence de l'espaceement (P.x euramericana cv. "I-214").

Yazarları : P. Currô - Z. Serımeımetoğlu - O. Acar.

Kavakçılık Araştırma Enstitüsü (Institut du Peuplier), Teknik yayınlar. No: 2, İzmit, 1965.

Büyük ebattı 20 sayfalık bir broşür halinde türkçe ve fransızca dillerinde yayınlanan ve bir tablo ile 9 şekil ihtiva eden bu yazıda araştırmanın gayesi; "Aynı bölgede ve çeşitli sıklıkta dikilmiş I-214 (kavak) klonunun artım özelliklerinin incelenmesi" şeklinde sınırlandırılmıştır.

Araştırma materyali olarak; İzmitte bulunan ve halen 8 (2+6) yaşında, dikim aralık ve mesafeleri  $5 \times 8$ —  $6 \times 6$ —  $5 \times 5$  ve  $3 \times 4$  m olan dört deneme plântasyonundan faydalanılmıştır.

Bu meşcerelerden beşer adet deneme ağacı (vasıfları bildirilmemektedir) seçilmiş ve bunlar üzerinde göğüs çevresi (cm), tam boy ve kullanılacak odun boyu (dm) ölçülmüş, seksiyon usulü ile kabuksuz ve kabuklu hacımları (dm<sup>3</sup>) hesaplanmıştır.

Her sıklık için beşer deneme ağacının aritmetik ortalaması halinde hacımlar (kabuklu) bulunmuş ve bu değerler hektarda bulunması gereken ağaç sayıları ile çarpılarak, 6. dikim yaşı sonundaki hektar servetleri hesaplanmıştır. Bu suretle, dört ayrı sıklık derecesi için sırasıyla 130- 119- 138- 133 m<sup>3</sup>/ha olarak bulunan kıymetlerin "önemli değişiklik" gösterdiğine hükmedilmiştir.

En yüksek odun hasılatı veren idare müddetini bulmak maksadıyla, deneme ağacı ölçü değerlerinin (makaleden, her sıklık için 5 adet olduğu anlaşılmaktadır)

$$V = at^2 + bt^3 + ct^4$$

tipindeki bir denklemle enterpolâsyonları yapılmak suretiyle, yaşlara göre hacim varyasyonları bulunmuştur.

Her sıklık için katsayıları tayin edilen bu denklemler yardımıyla, genel ortalama ve câri hacim artımlarının eşit olacağı yaşlar hesaplanmış ve sırasıyla: 14,6- 13,0- 11,0- 9,9 yıllar olarak bildirilmiştir (fidan yaşı dahil).

Dört sıklık derecesi için yukarıda katsayıları bulunmuş olan denklemlerde bu yaşlar yerine konularak, mutlak idare müddetleri sonunda ağaç başına yapacak odun miktarları hesaplanmıştır. Bu değerler, dikim aralıklarına göre hektarda bulunması gereken ağaç sayısı ile çarpılarak, mutlak idare müddetleri sonundaki hektar ağaç servetleri sırasıyla: 475-334- 242- 196 m<sup>3</sup>/ha bulunmuştur. Her sıklık için idare müddeti sonundaki hektar servetleri idare müddetlerine bölünerek, yıllık ortalama artımları: 32,5- 25,7- 22,0- 19,8 m<sup>3</sup>/ha verilmiştir. Çeşitli sıklıklar için idare müddeti sonuna kadar her yaş için hektar servetleri de bir tablo halinde gösterilmiştir.

Ayrıca; verilen idare müddetleri sonunda ağaçların kullanım yerlerini bugünden tayin edebilmek üzere, göğüş çapı, yaşın bağlı değişkeni olarak üslü bir fonksiyon halinde ifade edilmiştir. Bu suretle, her sıklık derecesi için kurulan denklemlerde mutlak idare müddetleri yerine konularak, bu süre sonunda göğüş çaplarının sırasıyla: 54,8- 41,8- 31,7- 21,9 cm'ye ulaşacağı sonucuna varılmıştır. Bu çaplardaki ağaçlardan elde edilebilecek endüstri odunu miktarları da Giordano'nun bir araştırmasından faydalanılarak, rölâtif değerler üzerinden hesaplanmıştır. Buradan da, bulunması gereken ağaç sayıları ile çarpılarak, her sıklık derecesi için mutlak idare müddeti sonunda elde edilebilecek kontrplâklık, bıçıklık, kâğıtlık ve iskarta odun miktarları bulunmuştur.

Nihayet dört ayrı sıklık derecesinde yetişen ağaçların 8 (2 + 6) yaşına kadar gösterdikleri hacim gelişmelerine dayanılarak, tek ağaç hacim gelişmesi: yaşın (t) ve işgal alanının (s) fonksiyonu olarak, üç buutlu bir koordine sisteminde gösterilmiştir.

Araştırmada ayrıca yoğunluk konusu da ele alınmış ve dört sıklık derecesi için ağaçların temel yoğunlukları ile taze özgül ağırlıkları ortalamalar halinde verilmiş ve tek ağaç kuru madde miktarı ile ortalama ve câri artımları grafik olarak gösterilmiştir. Bu eğrilerden de kuru madde verimi bakımından mutlak idare müddetleri sırasıyla: 16,4- 15,3- 14,1- 10,8 yıl olarak bulunmuştur. Ayrıca, her sıklıktan alınmış olan beş ağaç üzerindeki ölçmelere dayanılarak, fiber morfolojisi incelenmiştir.

\*\*

Bu araştırmada izlenen metod, bilhassa matematik - istatistiğe yer verilmiş olması bakımından enteresan bulunmaktadır. Ancak, kanaatimizce, kullanılan materyal, ulaşılan sonuçların güvenliğinde şüphe yaratacak ve bir genelleştirmeye cevaz vermeyecek kadar zayıf görülmektedir.

Gerçekten:

— Yetiştirme muhiti farklılıklarının araştırılması problemi, bu araştırmanın kapsamı dışında bırakılmıştır,

— Denemede tekerrür yapılmamıştır,

— Meşcere hacminin sadece bir orta ağaca (yaklaşık göğüs çapındaki beş deneme ağacının ortalamasına) göre tayini, hasılat araştırmaları için aranan doğruluğa yeterli sayılamaz.

— İstatistik karakterde olan tek ağaç hacim denklemlerinin sadece beşer deneme ağacına dayanılarak çıkarılması halinde temsil hatası çok büyük olacaktır.

— Genç meşcerelere ait tek ağaç hacimlerinin kaynağı verilmemiştir.

— 8 (2+6) yaşına kadar ağaçlar için bulunan ve sadece "zaman" değişkenine bağlı olan tek ağaç hacim denklemleri 15 yaşına kadar geçerli kabul edilmiştir (ekstrapolasyon!),

— Bugünkü orta ağacın gelecekte de orta ağaç vasfında kalacağı esas alınmıştır,

— Bugün dikilen fidanların 15 yıl sonra da eksiksiz olarak sahada kalacağı farzedilmiştir (mücadele olmasa da, tesadüfi sebeplerle yine de bir azalma olacağı beklenmelidir),

— Keza, yaş - göğüs çapı fonksiyonu da ekstrapolasyonla, materyalin dışına uzatılmıştır.

Bu sebeplerle, şayet sadece makalede bildirilen materyal ile yetinilmiş ise, araştırmada ulaşılan sonuçları genelleştirmek ve uygulamaya intikal ettirmek, kanaatimizce doğru olmayacaktır.

Matematik denklemler, olayların nedenlerinin tümünü ya da hiç olmazsa en önemlilerini birer değişken olarak kapsamadığı takdirde, sadece "istatistiki" bir değere sahip olabilirler, ekstrapolasyon veya inver-siyona imkân vermezler. Matematik denklemlerin (görgücü denklemlerin) bu özelliği bilindiği için, ormancılık haslat araştırmalarında —çok yorucu ve uzun süreli olmasına rağmen, benzer meşcereler hayatları boyunca (ya da süreyi bir dereceye kadar kısaltabilmek üzere, farklı yaşlardaki çok sayıda benzer meşcereler) müşahade altında tutulmaktadır. Bu suretle ulaşılan sonuçlar ve kurulan denklemler de, örnek olarak alınan araştırma materyalinin temsil ettiği toplumun dışına teşmil edilememektedir!

Kavak türünün idare müddeti kısa ve Kavakçılık Enstitüsünün imkânları nisbeten daha geniş olduğuna göre, elbette aynı yolun takip edilmesi beklenmelidir.

\*  
\*  
\*

Memleketimizde özellikle ormancılık konusundaki araştırma ve yayınların eleştirilmesine nadiren rastlanabilmektedir. Hatta, sadece doktora ve habilitasyon çalışmalarında görevliler tarafından rapor hazırlamak maksadiyle yapılan ve yayınlanmayan eleştirmelere inhisar ettiğini ifade etmek mümkündür. Uygulamalarda araştırma ve yayınlardan faydalanılmadığı sürede, bu eksiklik belki önemli sayılmıyabilir. Fakat, İzmit Kavakçılık Araştırma Enstitüsünün görevi salt araştırma olmayıp, sonuçları kavak yetiştiricilerine kurs, seminer ve yayın yoluyla ulaştırmağı da kapsadığına ve memleketimizde de kavak plântasyonu büyük bir gelişme içerisinde bulunduğuna göre, durum tamamen farklıdır. Bu anlayışla, adı geçen araştırma hakkındaki görüşlerimizi belirtmeği faydalı bulmaktayız.

Yukarıda işaret edildiği gibi, ana materyali bilmediğimiz ve araştırma safhalarını takip edemediğimiz cihetle, eğer makalede zikredilmeyen başkaca materyal varsa ve usulünce değerlendirilmişse, bunların yazarlarca duyurulmasıyla, bugünkü tereddütlerimiz zail olacaktır.

## ODUNSU BİR HÜCRENİN MEYDANA GELİŞİ VE HÜCRE ÇEPERİNİN YAPISI

Yazan :

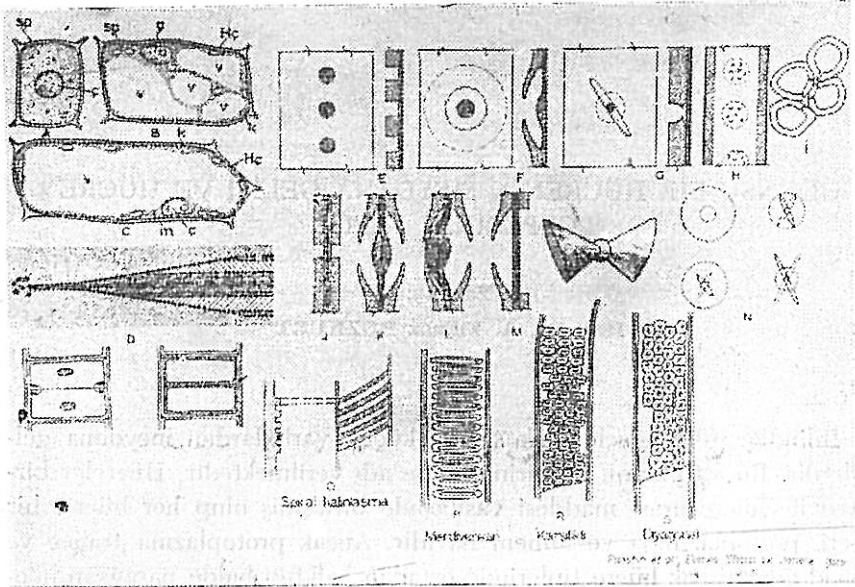
**Doç. Dr. A. Yılmaz BOZKURT**

Bilindiği gibi, ağaçlar çok sayıda küçük varlıklardan meydana gelmişlerdir. Bu varlıkların herbirine hücre adı verilmektedir. Hücreler birbirleri ile hücre arası maddesi vasıtasıyla birleşmiş olup her hücre, bir çeperi, protoplazmayı ve lümeni havidir. Ancak protoplazma trahee ve traheid gibi birçok hücre tiplerinde ortadan kalktığı halde paransim hücrelerinde hücre içersinde uzun müddet kalmaktadır.

### **I. Bitki hücresinin özellikleri :**

Herbir hücre başlangıç safhasında daima mevcut olan, yaşayan bir maddeyi yani protoplazmayı ihtiva etmektedir. Protoplazma bir çekirdeği ve onun etrafında bir çekirdek zarını, yarı sıvı halde ve çekirdekten daha az yoğun sitoplazmayı, çeşitli tiplerde plastidleri ve mitokondriayı havidir (Şekil 1, A ve B). Bir hücrede çekirdek, sitoplazma ve hücre çeperi hemen hemen daima mevcut bulunduğu halde diğer varlıklar bazen bulunmayabilirler. Bunlardan başka yaşayan ve ölü hücrelerde, kimyasal bir takım maddeler de mevcut olabilir. Bunlar arasında, içersinde hücre öz suyu veya katı maddeleri ihtiva eden ve vakuol tabir edilen boşlukları saymak kabildir (Şekil 1, B ve C). Bu vakuoller içinde tuzlar, şekerler, nişasta, amorf veya kristal halde proteinler, yağlar vardır. Bunlardan başka protoplazma içinde bitkideki vazifesi henüz belli olmayan metabolizma ürünleri mevcuttur ki bunlar arasında da tanenleri, organik asitleri, boya maddelerini ve çeşitli tipteki kristalleri saymak kabildir. Bitkisel hücrelerde protoplazmayı çevreleyen çeper yine

protoplazma tarafından teşkil edilmekte olup az çok sert bir maddeden ibaret bulunmaktadır (Şekil : 1, B ve C).



(Şekil : 1) A, B ve C. Hücre ve kısımları (Hç: Hücre çeperi, ç: Çekirdek, Sp: Sitoplazma, v: Vakuol, k: Kromatofor, m: Mitokondria). D. Sitoplazmanın bölünmesi, E. Basit geçitler. F. İğne yapraklı ağaçlarda kenarlı geçit. G. Yapraklı ağaçlarda kenarlı geçit. H. Kalburlu geçitler. İ. Kör geçitler. J. Basit geçit çifti. K. Kenarlı geçit çifti. L. Torus'un geçit ağzı (porus) nı kapatması. M Yarı kenarlı geçit çifti. N. Porus'un çeşitleri. O. Spiral kalınlaşma. P. Merdivenvari geçitler. R. Karşılıklı geçitler, ve S. Diyagonal geçitler.

## II. Odunsu bir hücrenin doğuşu ve gelişme safhaları :

Odunu teşkil eden hücreler olgunlaşmaya kadar bir takım gelişme safhaları gösterirler. Şimdi bu safhaların neler olduklarını sırasıyla tetkik edelim.

### A HÜCRENİN MEYDANA GELİŞ SAFHASI :

Yeni odunsu hücreler daima mevcut hücrelerin bölünmesi ile teşkil ederler. Hücre bölünmesi Mitoz veya Amitoz yoluyla olmaktadır. Gelişmiş bitkilerde vuku bulan bölünme esas itibarıyla Mitoz yolu ile husule gelen bölünmedir. Bu bölünme şeklinde başlangıçta kromozomlar kalınlaşmış kısırılır, daha sonra ortalarından ikiye ayrılarak ekvator

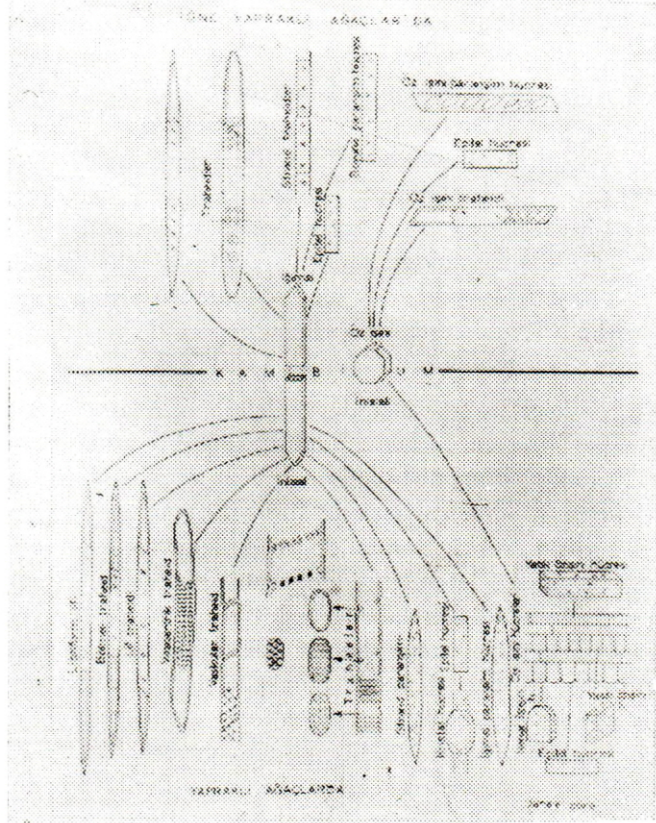
bölgesine toplanırlar. Bu arada çekirdek kaybolur ve çekirdek zarı erir. Her bir yarım kromozom bir kutba giderek kutupta toplanırlar. Müteakiben uzarlar, şişerler ve birbirlerine karışırlar. Bunların etrafında bir çekirdek teşekkül eder ve etrafı zar ile çevrilir. Böylece her iki kutupta birer çekirdek teşekkül ederek bölünme tamamlanmış olur. Mitoz yolu ile bölünme de iki şekilde olmaktadır. Bunlardan birincisi vejetatif, diğeri ise redüksiyon bölünmedir. Ancak bu hususta daha fazla malumat verilmeyecektir.

Protoplazmanın sitoplazma kısmının bölünmesi ise şu şekilde vuku bulmaktadır. Sitoplazma içindeki destek iplikleri ekvator bölgesinde toplanır ve çok ufak damlacıklar husule gelmeye başlar. Daha sonra bu damlacıkların büyüklükleri artar ve aralarında birleşmek suretiyle sıvı halinde akıcı bir tabaka husule getirirler. Bu tabakanın teşekkülü evvelâ ana hücrenin ortasında başlamakta ve daha sonra hücre çeperine doğru uzanmaktadır. Bu bölünme, müteakiben orta lamele gelişmektedir. Orta lamelin gelişimi tamamlandıktan sonra yapıyı teşkil eden madde daha az akıcı olur ve her iki yüzeyinde çok ince sellüloz zarlarının teşekkül ettiği görülür. Böylece yavru hücrelerin primer çeperi de teşekkül ederek iki yeni hücre meydana gelmiş olur (Şekil : 1, D).

Odunsu hücreler promeristemde ve kambiyumda meydana gelirler. Bununla beraber bizi en fazla ilgilendiren kambiyumda husule gelen hücrelerdir. Sekonder bünyeli bitkilerin ksilem ve floemleri arasında bilhassa memleketimiz iklim şartlarında her yıl muayyen periyodlar içerisinde faaliyet göstererek iç tarafa doğru ksilem (odun) ve dış tarafa doğru floem (soymuk) hücrelerini doğuran ve bir kaç sıra hücreden meydana gelmiş üreyimli bir tabaka teşkil eden kambiyum iki özel tip hücre ihtiva etmektedir. Bunlar iğimsi inisiyaller ve ışın inisiyalleridir. (Şekil : 2) de de görüleceği üzere, iğimsi inisiyaller teğet yönde bölünerek ibreli ağaçlarda Vertikal Traheidleri, strand traheidleri, epitel hücrelerini ve boyuna paraşim hücrelerini, yapraklı ağaçlarda traheelleri, vasisentrik ve vaskuler traheidleri, lif traheidlerini, libriform liflerini, bölmeli lif ve lif traheidlerini, kristal hücrelerini, epitel hücrelerini ve boyuna paraşim hücrelerini meydana getirirler. Işın inisiyalleri ise ibreli ağaçlarda öz ışını paraşim hücrelerini, öz ışını traheidlerini ve epitel hücrelerini, yapraklı ağaçlarda yatık öz ışını hücreleri ile kenar öz ışını hücrelerini husule getirirler. Gövdede çevre artımını temin için ise emine ve radial bölünmelerde vuku bulmaktadır (Şekil 3, B ve C). İlk kısımda görülen bölünme şekli ise teğet yöndeki bölünmeyi temsil etmektedir (Şekil : 3, A).



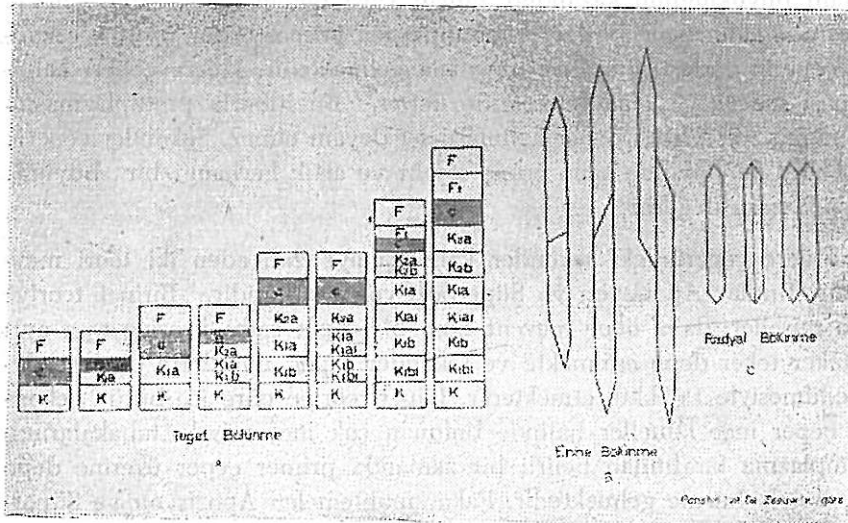
Bir hücrenin hayatında ikinci ve önemli bir safha da onun büyüme safhasıdır. Bu safhada mühim değişimler vuku bulmaktadır. Protoplasma daha önce de belirtildiği gibi primer çeper vasıtasıyla çevrelenmiştir. Bazı hallerde hücre bölünmesini müteakip şekil ve büyüklük itibarıyla az bir değişme olur. Hücre çeperi ince bir şekilde kalabildiği gibi kalınlaşabilir ve olgun dokuların esas kısmını teşkil edebilir. Mamafih



(Şekil : 2) İğne yapraklı ve yapraklı ağaçlarda kambiyumda iğimsi ve özimsi inisiyallerinin bölünmesi ile meydana gelen çeşitli hücre tipleri.

kaideten hücre eb'adında daima bir artış meydana gelmekte ve bir kaç defadan yüzlerce defaya kadar büyüme vuku bulmaktadır. Böyle durumlarda primer çeper ve hücreler arasındaki orta lamel incilir. Hücre her yönde her hangi bir tazyik görmeksizin büyüyebildiğinden çeperin bütün yüzünde büyüme eşit bir şekilde ilerler. Olgun hücre, büyüklük

müstesna, orijinalin aynı şekli haizdir. Mamafih odunsu dokularda büyüyen hücreler birbirleri üzerine fazla tazyik yapmakta ve böylece doku gerilmeleri husule gelmektedir. Bu gibi hallerde meydana gelen alan büyümesi, çeperin belirli kısımlarına hasredilir ve gelişen hücre onu doğuran hücreninkinden oldukça farklı şekle girer. Meselâ, belli bir istikamette gıda maddesi veya besi suyu ileten hücreler umumiyetle bu akış istikametlerinde daha fazla uzamaktadırlar. Böylece suyun gövdede aşağıdan yukarıya doğru taşınmasında vazife gören hücrelerin uzunluğuna büyümeleri genişliklerine nisbetle 100 veya daha fazla olmaktadır.



(Şekil : 3) A. Gövdede yarı çap yönündeki artımın meydana gelmesini sağlayan teğet bölünme şekli. B ve C. Gövdede çevre artımının meydana gelmesini sağlayan enine ve radyal bölünme şekilleri

Bu büyümeler vuku bulurken, protoplazma hacimdeki bu artışa ayak uyduramaz. Büyüyen bitki hücresi nihai ebadına yaklaştığında sitoplazmadaki vakueller de büyür ve ekseriya birbirleriyle birleşirler. Bu şartlar altında protoplazma, içersinde çekirdeğin bulunduğu çepere bitişik bir tabakaдан ibaret kalır (Şekil 1, C).

Hücrenin büyümesi esnasında primer zardaki gelişme tarzı da tahmine dayanmaktadır. Primer çeper çok sayıda misellerden müteşekkildir. Bu miseller karşılıklı olarak birbirlerini molekül kuvvetleri yardımı ile çekerler, aralarında ise çok ince bir su tabakası vardır. Turgor olayı

husule geldiğinde, yani iç tazyik artınca, primer çeper gerilmektedir. Bu takdirde miseller birbirinden daha fazla ayrılır ve aradaki su tabakasının kalınlığı artar. Protoplazma bu boşluğu kapatmak için hücre zarına yeni miseller ilâve eder. Böylece primer çeper büyür ve dolayısıyla hücre de büyümüş olur. Buna intussusepsion teorisi adı verilmektedir.

### C. HÜCRE ÇEPERİNİN KALINLAŞMA SAFHASI :

Daha önce de belirtildiği gibi büyüme safhası esnasında protoplazma orta lamel ile primer zar tarafından çevrelenmiştir. Odunsu bir hücre tam büyüklüğünü kazandığı zaman veya ondan hemen sonra hücre çeperinde kalınlaşma başlar. Bu, kalınlaşma primer çeper üzerine sekonder çeperin yerleştirilmesiyle meydana gelmektedir. Hücre çeperi kalınlaşması sadece yaşayan hücrelerde ilerler. Bu itibarla protoplazmasını kaybetmiş hücrelerde çeper kalınlaşması devam etmez. Sekonder çeperin teşekkülü ile büyüme sona ermiş sayılır ve artık herhangi bir büyüme bahis konusu değildir.

Hücre çeperindeki sekonder kalınlaşmayı izah eden iki teori mevcuttur. Bunlar Apozisyon ve Süperpozisyon teorileridir. Birinci teoriye göre miseller, daha önce mevcut olan bir çeper sathı üzerine ayrı ayrı ve teker teker depo edilmekte ve sekonder çeper, misellerin böylece depo edilmesiyle teşekkül etmektedir. İkinci teoriye göre ise bütün sekonder çeper ince lâmeler halinde bulunan çok ince misel tabakalarının protoplazma tarafından belirli bir zamanda primer çeper üzerine depo edilmesiyle husule gelmektedir. Fakat muhtemelen Apozisyon ve Süperpozisyon vasıtasıyla kalınlaşma şekillerinin her ikisi de değişik zamanlarda değişik şartlar altında protoplazmayı besleyici materyale bağlı olarak beraberce vuku bulmaktadır. Bu itibarla çeper kalınlaşmasının her iki teorisinin bir kombinasyonu şeklinde meydana geldiği zannedilmektedir. Sekonder çeper kalınlığı çeşitli hücrelerde geniş çapta değişmektedir. Bazen kolayca görülemeyecek kadar incedir. Vazifeleri esas itibarıyla iletim ve destekleme olan hücreler, depolama vazifesi görenlerden daha kalın sekonder çeperi havidirler. Meselâ, Meşe ağacı odununu inceleyecek olursak depolama vazifesi gören boyuna paransim hücrelerinde sekonder çeper çok ince bulunduğu halde lifler aksine çok kalın sekonder çeperi havidirler. Ancak bu takdirde hücre lümeni çok daralmış bulunmaktadır.

Bazı ağaç türlerinde sadece sekonder zar teşekkülü değil aynı zamanda hücre çeperinin lümen tarafında yani iç kısmında spiral kalın-

laşma da meydana gelmektedir (Şekil 1, O). Literatürde spiral kalınlaşma, üçüncü bir tabaka gibi nazarı itibara alınmakta ise de aslında sekonder çeperin bir kısmından başka bir şey değildir. Bu şekildeki spiral kalınlaşmalar çeperin iç yüzü boyunca saat yelkovanının aksi istikametinde dönerek uzamaktadırlar. Spiral kalınlaşma, genellikle paranzimler hariç diğer hücre tiplerine has bir özellik olarak zannedilmekte ise de, bazen öz ışını paranzim hücrelerinde de görülmektedir. Umumiyetle spiral kalınlaşmaya bütün hücre boyunca rastlanmakla beraber bu her zaman böyle olmamaktadır. Meselâ, Sığla ağacında traheelerin sadece uç kısımlarında bu teşekküller görülebilmektedir. İbrelî ağaç traheidlerinde ise uçlara doğru spirallik kaybolur. Hücre çeperi kalınlaştıkça lümen daralmakta ve spirallik dikleşmektedir. Bu spiral gidişin açısı teşhis bakımından önemlidir. Maamafih yıllık halkamın dışına doğru gidildikçe hücre çeperi kalınlaştığı için spirallik başlangıçtakilere nazaran daha da diktir. Bundan başka spiraller arasındaki mesafenin her ağaç türünde aynı olması bir teşhis özelliği teşkil etmektedir.

Sekonder çeper protoplazma tarafından meydana getirilirken hücreler arasındaki madde alışverişini kolaylaştırmak maksadı ile küçük delikler bırakılmaktadır. Bu deliklere geçit adı verilmektedir. Böylece bir geçit bu şekilde meydana gelmiş bir girinti ile diğer ucunda boydan boya uzanan bir zardan müteşekkildir. Genellikle bitişik hücre ile münasebeti temin etmek maksadiyle diğer hücrede de orta lamelin öbür tarafında başka bir geçit teşekkül ederek geçit çifti meydana gelmektedir. Bu suretle bitki hayatında, hücreler arasındaki alışveriş geniş çapta kolaylaştırılmış bulunmaktadır.

(Şekil 1, E) de görüldüğü gibi sekonder çeperdeki girinti Geçit boşluğudur. Dış tarafta geçiti kaplayan zar ise geçit zarıdır. Geçit zarı koyu siyah renkte gösterilen orta lamel ile bunun iki yanındaki primer çeperden ibarettir. Geçit boşluğunun derinliği sekonder çeperin kalınlığı ile ilgili olarak değişmektedir. Kalın zarlı hücreler daha derin geçit boşluğunu havidirler. Geçitin hücre lümenine açılan kısmına ise geçit ağzı veya porus tabir edilmektedir.

Geçitler, geçit boşluğunun şekline göre basit geçitler ve kenarlı geçitler olmak üzere iki genel katagoriye ayrılmaktadırlar. Basit geçitlerde geçit boşluğu hücre lümeninden geçit zarına kadar hemen hemen aynı genişliktedir (Şekil 1, E). Basit geçitler paranzim hücrelerinde rastlanan geçit tipi olup dağılışlarında büyük fark vardır. Bundan başka şekil ve büyüklük bakımından da bir takım değişiklikler gösterirler. Basit geçit

tipleri arasında kalburlu geçitleri ve kör geçitleri saymak kabildir (Şekil 1, H ve İ). Kenarlı geçitler basit geçitlerin aksine çeper kalınlaştıkça az çok daralan bir geçit boşluğunu havidirler. Böylece kubbe şeklinde bir geçit odası husule gelir. İbrelî ağaçlarda geçit odasından hücre lümenine bir delik vasıtasıyla geçildiği halde yapraklı ağaçlarda bir kanal vasıtasıyla geçilir (Şekil 1, F ve G). Bu kanalın lümen tarafındaki kısmına iç porus, geçit odası tarafındaki kısmına ise dış porus adı verilmektedir. Bilhassa kenarlı geçitlerde orta lamel ekseriyetle sekonder çeperin birleştiği yerlerde kalınlaşmaktadır. Bu kısımlara annulus denmektedir (Şekil 1, F). Bunlar geçit dolayısıyla hücre zarındaki zayıflamış bulunan kısımları takviye maksadiyle meydana gelmiş teşekküllerdir. Şayet bir geçit zarının orta kısmı kalınlaşmışsa geçit bir torusu havidir. Torusun etrafındaki ince zara da margo tabir edilmektedir. Aslında Torus cepheden bakıldığında diks şeklinde ve kenarları pek düzgün olmayan bir tarzda görünür. Boyuna kesitte ise bir tarafı düz diğer tarafı konveks bir şekildedir (Şekil 1, F). Margo ise kalınlaşmamış olup incedir ve traheidler arasında sıvı maddelerin alış verişini temin eder.

İbrelî ağaç traheidlerindeki kenarlı geçitlerde torus mevcuttur ve cepheden bakıldığında geçitin iç içe üç halkadan ibaret olduğu görülür. En iç halka (porus) a, en dış halka annulus'a ve ortadaki kenarları girintili çıkıntılı kısım ise torus'a aittir (Şekil 1, F). Yine cepheden bakıldığında kenarlı geçitler şekil itibarıyla yuvarlak, ovale yakın, elips, adese şeklinde olmak üzere muhtelif biçimdedirler. Sık buldukları takdirde köşeli olabilirler ve bu taktirde ekseriyetle altı köşeyi havidirler. Poruslarda muhtelif şekillerde olabilir. Uzamış bir porusun istikameti enine veya boyuna yönde olduğu gibi bazen meyilli de olabilmektedir. Meyilli tipteki poruslara lümeni dar hücrelerde rastlanmaktadır. Bazen porus geçit annulusunu kesebildiği gibi, bazen de annulusa kadar uzanabilir veya daha az uzunlukta olabilir (Şekil 1, N).

Geçitler hücre çeperleri üzerine muhtelif şekillerde sıralanabilirler. Bunlar arasında, boyuna, enine ve meyilli dizilişi saymak kabildir. Boyuna sıralanışa ağaç eksenine istikametinde fazla uzamış bulunan hücrelerde rastlanır. Meselâ, iğne yapraklı ağaç traheidlerinde geçitler üst üste bir hat halinde dizilmişlerdir. Geçitler basık olduğu takdirde merdivenvari bir sıralanış göze çarpar (Şekil 1, P). Enine ve meyilli sıralanışa ise ekseriyetle yapraklı ağaçlarda tesadüf edilmektedir. Bunlarda karşılıklı veya diyagonal diziliş gösterirler. Karşılıklı dizilişte geçitler yuvarlak kalmakta veya bir miktar kare veya dikdörtgen şeklini almaktadırlar (Şekil

1, R). Diyagonal dizilişte ise geçitler çok sık olup altı köşeli bir durumdadır (Şekil 1, S).

Daha önce de belirtildiği gibi geçitler genellikle bitişik hücrede orta lamelin diğer tarafında tamamlayıcı bir geçitle birlikte bulunurlar. Böyle tamamlanmış geçitler, bir geçit çifti teşkil ederler. Koniferelerin geçit çiftinde müşterek bir torus bulunur (Şekil 1, K). Yapraklı ağaç kenarlı geçitlerinde ise torus mevcut olmayıp yarı kenarlı ve basit geçitlerde de geçit zarı kalınlaşmamıştır. Geçit çiftleri (Şekil 1) de görüldüğü gibi (J) basit (K) kenarlı ve (M) yarı kenarlı olmak üzere üç tiptedir. Basit geçit çiftleri genellikle pransim hücrelerini birbirine bağlamaktadır. Kenarlı ve yarı kenarlı geçitler ise iletim ve destek dokularındaki paransimatik olmayan hücreler arasında bulunmaktadır. Bununla beraber libriform liflerinde de basit geçitler mevcuttur.

Bir geçit çiftinin torusu incelenecek olursa torusun iki taraflı konveks olduğu görülür (Şekil 1, K). Torus genellikle geçit ağzı yani porusdan daha büyük çaptadır. Ekseriyetle Torus ya bir taraftaki ya da diğer taraftaki geçit ağzı karşısına geçmek suretiyle bir valf vazifesi görerek onu kapatır (Şekil 1, L). Torusun bu şekilde vazife görmesi ağaç fizyolojisi ve koruyucu maddelerle ağaç malzemenin empenye edilmesinde büyük önem taşımaktadır. Böylece bir taraftan geçitlerin margoları vasıtasıyla bir sıvıyı nasıl geçirdikleri, diğer taraftan ise torusların empenye maddelerini geçirme bakımından emilme durumunda bulunup bulunmadıklarının tetkiki, yıllarca araştırma konusu olmuştur. Yapılan araştırmalarla tabii ve suni kurutma esnasında torusların emilme durumuna geldikleri tespit edilmiş olup ancak torusların bu durumunun hava veya buhar basıncı ile değiştirilebileceği anlaşılmıştır. Bazı araştırmacılar ise torusların emilme durumlarının koruyucu maddelerin odun içersine nüfuzunda herhangi bir önemi bulunmadığını tespit etmişlerdir.

#### D. LİGNİNLEŞME (ODUNLAŞMA) SAFHASI :

Bir odunsu hücrenin gelişmesinde son safhayı ligninleşme veya odunlaşma safhası teşkil etmektedir. Ligninleşmeden önce olgun hücre çeperleri büyük nisbette sellülozdan müteşekkildir. Bilindiği üzere sellüloz ( $C_6 H_{10} O_5$ )n kimyasal formülü ile tanınmaktadır. Ligninleşme hücre çeperinde mevcut sellülozun kimyasal değişmesi ile meydana gelmeyip sellüloz nüselleri arasına yeni bir maddenin depo edilmesiyle vuku bulmaktadır. Bu yeni maddeye lignin adı verilmektedir. Bu madde

de sellüloz gibi kimyasal bir madde olmakla beraber yapısı henüz kat'i olarak belli olmamıştır. Ligninleşme esnasında hücre zarı içersine hacmen % 20-30 nisbetinde lignin yerleşmektedir.

Odunlaşmış hücre çeperinde İğne yapraklılarda % 55-61 sellüloz, % 8-13 hemisellüloz ve % 25-32 Lignin, Yapraklılarda % 58-64 sellüloz, % 18-25 hemisellüloz ve % 16-26 lignin vardır. Ligninleşmiş hücre zarında ise ligninleşmemiş hücre zarına nazaran daha fazla yani % 5 (C) Karbon ve daha az yani % 6 (O) oksijen vardır. Ligninleşme, yeni hücrenin teşekkülünden bir kaç hafta sonra başlamakta ve ekseriyetle aynı yılın vejetasyon devresi içersinde nihayete ermektedir. Ancak bazen son teşekkül eden hücrelerin ligninleşmesi ertesi yıla kalabilmektedir. Bu husus bilhassa ibreli ağaçlarda görülmektedir.

Yapılan araştırmalar göstermiştir ki, en fazla lignin orta lamelde bulunmaktadır. Ondan sonra en fazla primer zarda vardır. Sekonder çeperde ise en azdır. Hücre büyümesinde olduğu gibi ligninleşme de, protoplazmanın sadece canlı bulunduğu devrede meydana gelebilir. Ligninleşme işi dıştan içe doğru olur. Yani önce orta lamel, sonra primer çeper ve en sonra da sekonder çeper ligninleşir. Ekseriyetle ağaçlarda ligninleşme yeni hücreler nihai büyüklüklerine ulaşır ulaşmaz ve sekonder çeper kalınlaşması biter bitmez tamamlanmaktadır.

### III. Olgunlaşmış odunsu bir hücrede çeper yapısı :

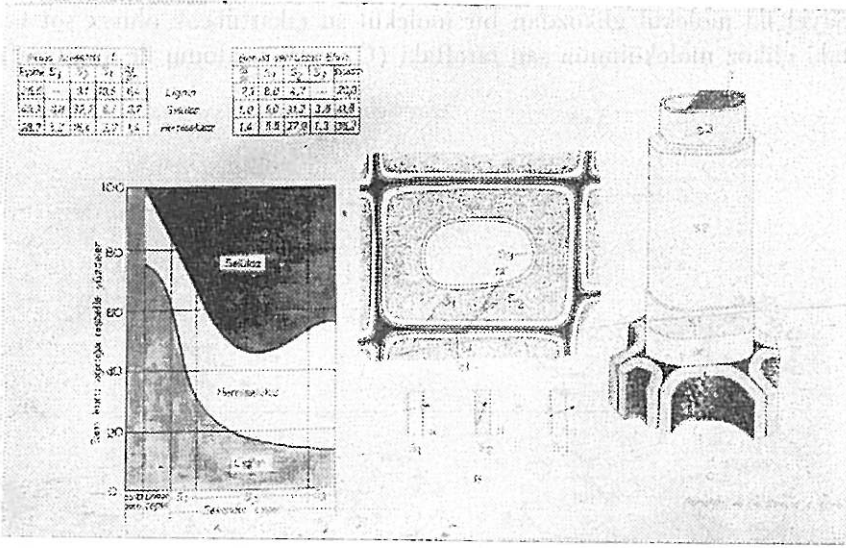
Büyüme safhalarında da görüldüğü üzere odunsu bir hücre, en dışında bir orta lamel, ondan sonra primer çeper ve nihayet sekonder çeperden ibaret bir yapıya sahiptir. Odunsu hücrelerde primer çeper yalnız bulunmayıp hemen daima sekonder çeperle bulunmaktadır (Şekil 4, B).

Hücreler arasındaki müşterek tabakaya orta lamel adı verilmektedir. Bu tabaka esas itibariyle % 80 lignin ve % 20 hemisellülozdan müteşekkildir. İzotrop özelliklere sahip olması bakımından primer ve sekonder çeperden ayrılmaktadır. Yani fiziksel yapısı itibariyle her istikamette aynı özelliği göstermektedir.

Bunun aksine primer ve sekonder çeper ise anizotropdur. Bu çeperler hernekadar esas itibariyle sellülozdan ibaret iseler de aynı zamanda lignin de ihtiva ederler. Primer çeper o kadar fazla ligninleşmiştir ki boyanmış kesitlerde mikroskop altında orta lamelden ayırmak kabil değildir. Bu itibarla iki bitişik hücre arasındaki çeper ortada koyu renkli bir

Tabaka ile yanlarda daha açık renkli tabakalar olmak üzere üç tabakadan ibaretmiş gibi görülmektedir. Bu taktirde ortadaki koyu tabaka orta lamel ve iki yanında her bir hücreye ait primer çeperler olup onların dışındaki açık tabakalar ise sekonder çeperlerden başka bir şey değildir.

Şüphesiz sekonder çeper protoplazma tarafından meydana getirilen son tabakadır. Daha önce de belirtildiği gibi bu tabaka üzerinde geçitler teşekkül etmiştir ve hücre tipi ile ilgili olarak kalınlık itibariyle geniş çapta değişmektedir.



(Şekil : 4) A. Hücre çeperinde muhtelif tabakalarda Selüloz, Hemiselüloz ve Lignin nisbetleri. B. Hücre çeperinde muhtelif tabakaları gösteren enine kesit ve mikrofibrillerin yönleri. C. Hücre çeperinde muhtelif tabakaların boyuna yöndeki görünüşü.

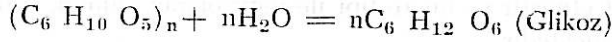
Primer çeperin kimyası ve yapısı hakkında malumat azdır. Zira çok ince tabakadır. Fakat yüksek nisbette lignin ve hemiselülozu havi olduğu bilinmektedir. Lignin eriticileri ile muamele edildiği taktirde orta lamele nazaran lignini daha sıkı bir şekilde tuttuğu görülür.

Sekonder çeper hernekadar lignin ihtiva ederse de geniş çapta selülozdan ibarettir. Bu çeperde selüloz ağ şeklinde olup aralarına lignin, hemiselüloz ve yabancı maddeler dolmuştur. Hücre çeperinin esas yapısını selüloz teşkil eder. Kimya asmetodlar yardımı ile selüloz yapısına

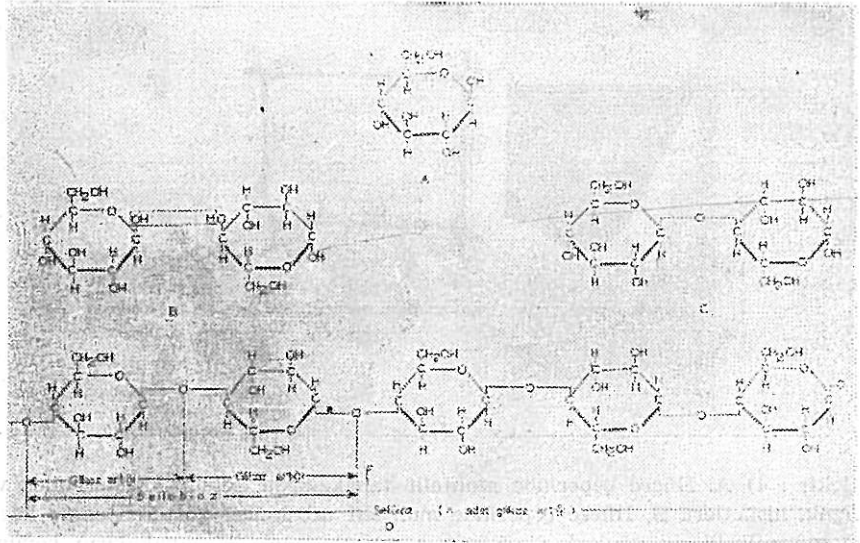


zarar vermeden lignini ayırmak kabıl olmaktadır. Su da, bu ağ arasında bulunur ve çeperin su geçirme kabiliyeti bu boşluklara tabidir.

$\alpha$  — Sellüloz, derişik sülfirik asitle muamele edilerek parçalanabilir. Meydana gelen ürünler arasında glikoz da vardır. Sellüloz molekülü hidrolize edilecek olursa aşağıdaki formülde de görüleceği gibi glikoz meydana gelir.



Bir glikoz molekülü (Şekil 5, A) daki açık formül ile belirtilmektedir. Şayet iki molekül glikozdan bir molekül su çıkartılacak olursa sol taraftaki glikoz molekülünün sağ taraftaki (C) karbon atomu ile sağ taraftaki

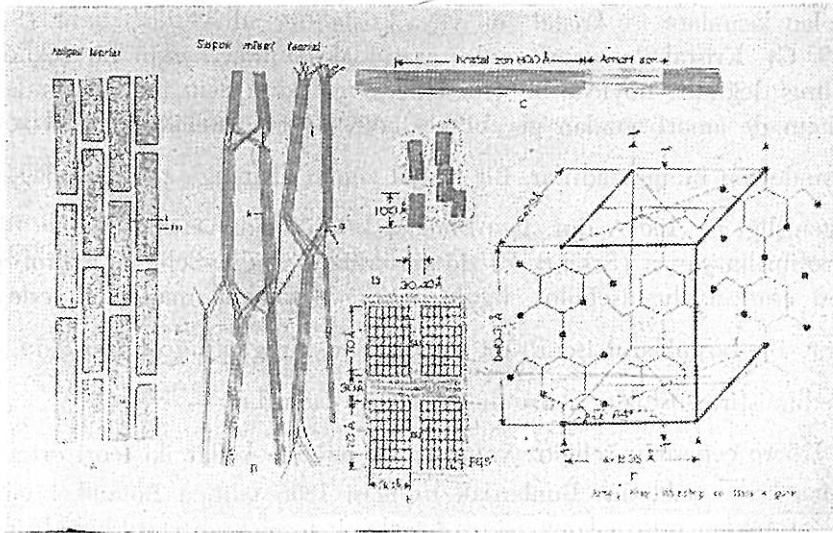


(Şekil : 5) A. Glikoz. B ve C. İki molekül glikozdan bir molekül su çıkmak suretiyle Sellobioz teşekkülü. D. Sellobiozların kendi aralarında birleşmesi ile meydana gelen bir Sellüloz makromolekülü.

glikoz molekülünün sol tarafındaki (O) oksiyen atomu arasında serbest bir çekme kuvveti meydana gelmekte ve bu iki molekül birbiriyle birleşerek başka bir karbonhidrat olan Sellobioz husule gelmektedir (Şekil, 5, B ve C). İşte tabiatta bu esasa göre iki anidrit glikoz molekülünden meydana gelen Sellobiozların kendi aralarında polimerizasyonu ile Sellüloz teşekkül etmektedir (Şekil 5, D). Bununla beraber bu metodun laboratuvarında tatbiki ile sellüloz istihsal etmek henüz kabıl olamamakta-

dır ve bu şekildeki sellüloz ancak bitki tarafından meydana getirebilmektedir.

$\alpha$  — Sellüloz formülündeki n sayısı çok değişik olup 5000 ilâ 10000 ve hatta daha fazladır. Böylece bir  $\alpha$  — sellüloz molekülü çok uzun olabilmektedir. Bir glikoz ünitesinin uzunluğu 5.15 Å olduğuna göre bir  $\alpha$ — sellüloz molekülü 2.5-5.0 mikronu aşabilmektedir. 10000 Å° bir mikrona eşit olup 1 Å° (Angstrom) =  $10^{-7}$  mm dir. Bir konifere traheidi çeperinin S<sub>2</sub> tabakasından alınan bir kısım büyütülecek olursa sellüloz yapısı daha kolay bir şekilde anlaşılabilir olacaktır. Daha önce de belirtildiği üzere bir sellüloz molekülü birbirile oksijen köprüleri ile müteaddit anidrit glikoz moleküllerinin teşkil ettiği uzun zincirlerden müteşekkil bir makromoleküldür. Misel yapısında sellüloz zincirleri birbirlerine paralel sıralanmış olup molekülün yapı taşı olan anidrit glikozlar da birbirlerinden yeknesak aralıklarla ayrılmışlardır. Böylece bir misel üç buutlu bir kristal gibidir (Şekil 6, F). Bu kristal birçok sellüloz ünitesinden müteşekkil olup her bir birim sellüloz ünitesinin dört köşesinde aynı istikamette 4 sellobiyoz ünitesi yerleşmiştir. Beşinci sellobiyoz üni-



(Şekil : 6) A. Nageli'ye göre misel yapısı. B. Saçak misel (Fringe micelle) teorisine göre misel yapısı. C. Bir selüloz mikrofibrilinde kristal ve amorf bölgeler. D. Mikrofibrillerin sıralanışı. E. Elemanter mikrofibrillerin yapısı, ve F. Kristal selüloz birimi ve glikoz anidritlerinin yerleri

tesisi ise köşegenlerin kesiştiği yerde bulunmaktadır. Ancak bu ortadaki sellobiyoz ünitesinin istikameti ters olup bir tam ve iki yarım glikoz artığı ihtiva etmektedir. Aralarındaki mesafeler  $a = 8,35 \text{ \AA}$ ,  $b = 10,3 \text{ \AA}$ ,  $c = 7,9 \text{ \AA}$  olup a ve c arasındaki açı ise  $\beta = 84^\circ$  dir.

Hem primer ve hem de sekonder çeperin ultramikroskopik yapısını inceleyecek olursak sellüloz kısmının mikrofibrilleri ihtiva ettiği görülür. Gayri muayyen uzunlukta ve iplikçikler şeklindeki bu yapı, ortalama olarak  $200 \text{ \AA}$  genişlik ve  $25 \text{ ilâ } 100 \text{ \AA}$  kalınlıkta enine kesiti havi olup dik-dörtgen şeklindedir. Frey-Wyssling'e göre  $100 \times 200 \text{ \AA}$  enine kesitindeki her bir mikrofibrilde  $50 \times 100 \text{ \AA}$  enine kesitinde 4 elemanter fibril vardır (Şekil 6, E). Mikrofibriller ve elemanter fibriller birbirleriyle sekonder molekül kuvvetleri ile bağlanmışlardır. Bunlar uzun sellüloz zincirlerinden ibarettir. Mikrofibril içindeki bu sellüloz molekülleri her tarafta birbirine paralel sıralanışta değillerdir. Arasına paralel kısımları terkederek diğer moleküllerle birleşirler. Son zamanlarda ortaya konmuş Fringe-Misellar veya saçak Misel teorisine göre böylece paralel kısımlar arasında gayri muntazam kısımlar mevcut olup bu kısımlara amorf zon, paralel olan kısımlara ise kristal zon veya kristalitler adı verilmektedir (Şekil 6, C). Kristal ile amorf zonlar arasındaki sınırlar keskin bir şekilde ayrılmış değildir. Böylece bir tek sellüloz molekülü hem paralel zondan ve hem de amorf zondan geçebilmektedir. Fakat genellikle paralel zon içersinde son bulunmaktadırlar. Bir kristal zonun uzunluğu takriben  $600 \text{ \AA}$  ve genişliği ise  $100 \text{ \AA}$  dur. İşte bunlara kristalit adı verilmektedir. Bir mikrofibrilin yapısı (Şekil 6, E) de görüldüğü gibidir. Sellüloz mikrofibrilleri arasında hemisellüloz, lignin, mum ve mineral maddeler yerleşmiştir. Bu boşlukların ise  $10-100 \text{ \AA}$  arasında bir genişliğe sahip olduğu pit edilmiştir. Boşlukların uzunluğu  $3000 \text{ \AA}$  kadardır.

Hücre çeperinin sellüloz yapısına ait bugüne kadar iki teori ortaya atılmış bulunmaktadır. Bunlardan birincisi 1858 yılında Botanikçi Nägeli tarafından ortaya konmuştur. Ancak bu teori ortaya atıldığında ne X-ışını, ne polarize mikroskop ve ne de elektron mikroskop mevcuttu. Bu teoriye göre şekilde de gösterildiği gibi hücre çeperi misel denilen çok küçük sellüloz parçacıklarından meydana gelmiştir. Bu miseller çeperde o şekilde yerleşmişlerdir ki bir duvarda tuğlaların yerini tutarlar

ve aralarında da bunları birbirine bağlayan bir harç maddesi mevcuttur. Bu harç maddesi lignin, su ve diğer maddelerden müteşekkildir (Şekil 6, A).

Daha sonra X-ışını ve elektron mikroskop ile yapılan araştırmalar sellülozun hücre çeperi içersinde münferit kristaller halinde olmadığını, ağ biçiminde bulunduğunu ve bunların birbiri ile irtibatta olduğunu ortaya çıkarmıştır (Şekil 6, B). Böylece hücre çeperinde muntazam bir kristal mntakası ile yine sellülozdan müteşekkil bir amorf kısmın bulunduğu anlaşılmış ve kristal özelliği gösteren kısımların 60-100 Å kalınlıkta ve takriben 600 Å uzunlukta bulunduğu tesbit edilmiştir. Bu buluşlar neticesinde yukarıda da belirtilmiş bulunan ve halen meriyette olan Fringe-micellae veya Saçak misel teorisi doğmuştur.

Daha önce de belirtildiği üzere yapılan araştırmalar neticesinde bir ibreli ağaç traheidinin veya bir yapraklı ağaç lifinin çeperi bir takım tabakalardan meydana gelmiştir. Bunlar (1) orta lamel, (2) primer çeper ve (3) sekonder çeperdir. Bunlardan sekonder çeper  $S_1$ ,  $S_2$  ve  $S_3$  olmak üzere üç tabakadan müteşekkildir (Şekil 4, B).

Bugün elde edilmiş bulunan kanaate göre primer çeperde mikrofibriller horizontal istikamette olup çok düşük bir açı altında ve birbirlerine çapraz bir şekilde seyretmektedirler (Şekil 4, C).

Sekonder çeperin en dış tabakası olan  $S_1$  ise çok ince bir tabaka olup bir takım lamellerden ibarettir. Bu lamellerdeki mikrofibriller birbirlerinin aksi istikamette seyretmektedirler. Bazı araştırmacılar bu tabakadaki mikrofibrillerin hücre eksenine ile  $70^\circ-90^\circ$  lik açılar yaptığını ve birbirleri ile çapraz istikamette bulduklarını belirtmekte iseler de diğer bazıları bunların bilhassa konifere traheidlerinde tek tarafa doğru seyrettiklerini ifade etmektedirler (Şekil 4 B ve C).

Sekonder çeperin en önemli tabakası  $S_2$  tabakasıdır. Bu tabaka diğerlerine nisbeten çok kalın olup muhtelif lamellerden müteşekkildir. Bu lamellerin kalınlığı 600 Å kadardır. Lamellerdeki mikrofibriller hep aynı istikamette seyrederek ve aksi istikamettekilere rastlanmamaktadır. Hakikatte bu tabakada mikrofibrillerin gidiş istikametleri son derece birbirine paralel hatlar halinde olup, hücrenin boyuna eksenine ile yaptıkları açı  $10^\circ$  ilâ  $30^\circ$  dir. (Şekil 4, B ve C) den de anlaşılacağı gibi bu mikrofibrillerin gidişi saat yelkovanı istikametinde ise de, bazı araştırmacılar bunların aksi istikamette seyrettiklerini iddia etmektedirler.

Sekonder çeperin iç tabakası  $S_3$  olup çok incedir ve bazen de hiç şekköl etmeyebilir. Bu tabakada  $S_1$  de olduğu gibi mikrofibriller yatık seyretmekte ve hücre eksenini ile  $70^\circ-80^\circ$  lik açılar yapmaktadır (Şekil 4, B ve C).

Son zamanlarda yapılan araştırmalarda bilhassa teşhis bakımından önemli bulunan  $S_3$  tabakasını müteakip bir tersiyer çeper bulunduğu tespit edilmiştir. Bu çeper hücre lümeni tarafındaki kısım olup üzerinde siğile benzer 0,01-0,4 mikron çapında çok sayıda çıkıntıları vardır. Bu kısma siğilli tabaka adı verilmektedir.

Yukarıda belirtilen çeper tabakalarından sellüloz, hemisellüloz ve lignin miktarları da değışik olup, her tabakaya ait yüzdeler (Şekil 4, A) da grafik ve cetvel halinde belirtilmiş bulunmaktadır. Buradan da anlaşılacağı üzere lignin miktarı hücre çeperinde dışardan içeriye doğru belirli bir şekilde azalmakta, buna mukabil ise sellüloz ve hemisellüloz artmaktadır.

### L İ T E R A T Ü R

1. Berkel, A. : 1961. Ağaç teknolojisi ders notları (Roto baskısı).
2. Bozkurt, Y. : 1959. Belgrad ormanında önemli bazı ağaç türlerinde yıllık halka gelişimi üzerine araştırmalar. (Doktora tezi, basılmamıştır).
3. Brown, H. P., Panshin, A. J., and Forsaith, C. C. : 1949. Textbook of wood technology, Vol. I. McGraw-Hill Book Com. Inc. New York.
4. Eames, A. J. and Mc Daniels, L. H. : 1947. Introduction to plant anatomy. Second edition, New York..
5. Frey-Wyssling, A. : 1954. The fine structure of cellulose microfibrils. Science 119. pp (80-82).
6. Hasman, M. : 1955. Bitki anatomisi, İ.Ü. Fen Fakültesi yayınları No. 10 İstanbul.
7. Huş, S. : Yarı kimyasal sellüloz. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri B, cilt XV, sayı 1,5 (1-22).
8. Jane, F. W. : 1956. The structure of wood. Adam and Charles Black. London.
9. Panshin, A. J. and DeZeouw, C. : 1964. Textbook of wood Technology, Volume I. Second Edition. McGraw-Hill Book Com. New York.
10. Stamm, A. J. : 1964. Wood and Cellulose Science. The Ronald Press Com. New York.
11. Wise, L. E. : 1946. Wood Chemistry. New York.