

S. CAK AKKAYAN

SERİ
SERIE B

CİLT
TOME XVIII

SAYI
FASCICULE 1

1968

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
ORMAN FAKÜLTESİ
DERGİSİ

REVUE DE LA FACULTE DES SCIENCES FORESTIERES
DE L'UNIVERSITE D'ISTANBUL



ODUN VE LİF ÖZELLİĞİNİN TESPİTİNDE KÜÇÜK ÖRNEKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Derleyen: Dr. Turan TANK

Selüloz ve kâğıt hammaddesi olarak odun yapısının incelenmesi, diğ-
er faydalanma şekillerinde de olduğu gibi en önemli konulardan biridir.
Ağacı yetiştiren için bu araştırma ve inceleme materyelinin canlı göv-
delerden zarar vermeden temini ise daha başka bir önem kazanır. Müm-
kün olduğu kadar küçük ölçüdeki örneklerden istifade ederek, hassasi-
yet, sürat, kolaylık ve ekonomi gibi faktörleri en uygun tarzda kombine
eden bir metot hiç şüphe yok ki bütün araştırmacıların peşinde olduğu bir
konudur. Yazı, bu konuda yapılmış olan çalışmaların bir özeti halinde-
dir.

Küçük ölçüde örnek elde etmenin yanı sıra, bunlardan, odunun kim-
yasal, fiziksel ve anatomik yapısına ait sonuçlar çıkarmak için kullani-
lan metotlar da ayrıca inceleme konusuna dahil edilmiş bulunmaktadır.

AĞAÇLARDAN KÜÇÜK ODUN ÖRNEKLERİNİN TEMİNİ

a) Artım Burgusundan Faydalanma:

Genel olarak 10 ilâ 12 mm. çapındaki «artım burgusu» bu maksatla
en fazla kullanılan alet olmuştur. Burgu vasıtası ile canlı ağaçlardan alı-
nan örnek kesitleri üzerinde yoğunluk, lif uzunluğu, hücre çeper kalınlı-
ğı vs. gibi özelliklerin tespiti mümkündür (17). Her ağaçtan bir veya iki
burgu örneği alınması sadece kaba bir fikir vermek için yeterlidir. Çok
daha hassas araştırmalarda her gövdeden 3 ün üstünde örnek çıkarılma-
sı istatistik yönden tatminkâr sonuçlar alınmasını sağladığı gibi ağaç
bünyesindeki varyasyonların belirtilmesinde de faydalı olabilmektedir.
Ayrıca, bir gövdenin muhtelif kısımları arasında bulunandan çok daha
fazla ve mühim olan, aynı türün fertleri arasındaki varyasyonların ta-
yini de bu suretle imkân dahiline girmektedir. (1). Belirli bir tür (mese-
lâ *Populus Tremuloides* L.) için her gövdeden 4 artım burgusu örneği çı-
karılmak sureti ile yapılan bir çalışma yeteri kadar sıhhatli sonuçlar sağ-
lamıştır. (15).

Artım burgusunu mekanik bir şekilde kullanmak üzere yapılan çalışmalar: Portatif veya yarı portatif jeneratörlerden istifade, taşıma ve geliştirme bakımından doğan güçlükler sebebiyle yeteri kadar muvaffak olamamıştır. (55). Artım burgusu ile delik açmaya başlarken kolaylık sağlamak ve daha az gayret sarfı ile burguyu çalıştırabilmek için geliştirilen bir âlet halen A.B.D. ormancılık malzeme piyasasında mevcuttur. Keza Echols ve Snyder'in «daha geniş artım burgusu çalıştırmak» üzere meydana getirdikleri sistemin işler durumda olduğu belirtilmektedir. (Neşredilmemiş rapor). Bunun gibi Howeda burguyu daha kolay işletmek üzere bazı dişli sistemleri bulunmaktadır. (24)

b) Desterelerden faydalanma :

Burgu metodunun mahzur ve hudutlu kullanılışından kurtulmak üzere muhtelif destere tipleri ile biraz daha geniş delik açarak örnek sağlamak için araştırmalar yapılmış bulunmaktadır. Bees ve Boyd tarafından geliştirilen özel bir silindir destere vasıtası ile 37 mm. çapında odun örneği temin etmek mümkün olmaktadır. Çam ağacından çıkarılan bir parça ortalama 25 mm. için 15 gr.'lık bir numune vermekte ve bu miktar birçok analizler için yeterli bulunmaktadır. Aletin yegâne mahzuru talaşın temizlenmesi için sık sık geri çekilmesidir. 10 cm. boyunda bir kısım için 8 dakika kâfi gelmektedir. Silindir destere uç, 12 mm. çap ve 800 wat güçlü bir motorlu matkaba takılabilmektedir. (3). Elle çalıştırılan diğer destere tipleri gerek yorucu olmaları, gerekse fazla zaman sarfını gerektirmeleri sebebiyle pek kullanış yeri bulamamıştır. Bugün A.B.D. de geliştirilen uç kısmı ile kesebilen ve bu kısmı 5,7,5 veya 10 cm. olabilen, hafif, motorlu zincir destereler maksadı sağlayabilecek durumdadır. Zincir desterenin bu yeni tipi yardımı ile 10 x 10 cm. kesitinde 25 cm boyunda örnek blokları kesmek kabil olmaktadır. Bir dakika gibi kısa zamanda çıkarılan örnek bilhassa selüloz pişirme denemeleri için fevkalâdedir. Fakat böyle bir numune bloku ancak kalın çaplı ağaçlardan alınabilmektedir. (17).

Örneklerin muhafazası:

Yukarıda bahsedilen usullerden biri vasıtası ile elde edilen örneklerin analize kadar taze olarak (yaş halde) muhafazası gerekmektedir. Bunun için çeşitli tavsiyeler mevcuttur. Meselâ: bir miktar formaldehit ilâvesi ile plâstik torba veya kutularda saklama gibi. Bunun için her araştırmacı kendine göre bir şekil bulabilir. Kullanılacak koruyucu maddenin örneğin karakterini değiştirmeyecek cinsten olması elzemdir. Meselâ: formaldehit'in selüloz üzerine etkisi vardır. Lif haline getirilecek örnekler

su içinde de muhafaza edilebilir. Plâstik kaplara konan örneklerin donma noktası civarında ($0 \sim + 4C^{\circ}$) serin bir yerde saklanmaları mümkündür. Ayrıca herhangi bir mantar veya bakteri enfeksiyonunu önlemek üzere timol kristalleri veya % 0.05 oranında fenil civa asetat çözeltisi ilâve etmek, emniyetle muhafaza süresini uzatmaktadır. (1,17,53).

Örnek alma sırasında kullanılan aletlerden bilhassa artım burgusunun liflere etkisi ezme veya kesip koparma şeklinde olmaktadır. Küçük çaplı burgu kullanma bu kaybı daha fazla arttırmaktadır. Bu sebeple lif karakteristikleri incelenirken dikkate alınması gereken bir husustur.

ANATOMİK ÖZELLİKLER

Genel olarak anatomik yapının incelenmesinde uygulanacak metoda dahil edilmesi mümkün veya lüzumlu addedilen karakteristik hususlar şöylece sıralanabilir. (17) :

- 1 — Ağaç üzerinde örneğin alındığı yer ve sayısı.
- 2 — Ölçmeler için örneğin hazırlanış tarzı.
projeksiyon vs.) ve büyütme oranı.
- 3 — Ölçme tekniği — kullanılan büyütme şekli (direk müşahede
- 4 — Her örnek üzerinde yapılan ölçmelerin sayısı.
- 5 — Sonuçların hem ortalama ölçüm değerleri, hem de standart sapma veya % 95 güvenlik sınırı gibi yeterli istatistik dağılıma ölçüsüne sahip bulunması.

Odunda Anatomik Özellikler :

Lif yapısına ait ölçmeler: a) Lif Uzunluğu:

1 — Örneğin alındığı yer: Genel olarak lif ölçmelerinde odunun özden diri oduna veya kabuğa kadar olan kısmı göz önüne alınmaktadır. Bazı araştırmacılar yıllık halkaları belirli olan türlerde özden kabuğa kadar bir veya birkaç yıllık halkayı veya sadece yaz odununu ölçmeyi esas kabul etmişlerdir. (43, 62). İstatistik yönden bu tip bir numune alma tabakalı (stratifred) bir tasniftir ve yıllık halka içinde ilkbahar ve yaz odunu lif uzunlukları farklı olan ibrelilerde lüzumludur. (17,47). Yapraklılarda ve genel olarak lif uzunluğunun bahis konusu olduğu hallerde yıllık halkanın tamamının ölçmelere esas alınması daha uygundur. Bu arada gerek ağacın bütünü, gerekse aynı türün fertleri arasındaki, lif uzun-

luğu ve diğer anatomik özelliklere ait ölçmeler kıymetlendirilirken; bir tür ve muayyen yere ait regresyon katsayılarını başka tür ve yerlere teşmil etmekten mutlak surette kaçınılmalıdır. (57). Ağaç üzerinde muayyen ve bir yerden küçük ölçüde örnek alma esası uygulanırken bunun ağacın bütünü ile olan münasebeti de önceden tetkik edilmiş olmalıdır.

II — Maserasyon (bir çözeltiye batırıp yumuşatma) ve dispersiyon (dağılma): Son zamanlara kadar lifleri ancak bir maserasyon işleminden sonra dağıtıp ölçmek kabil oluyordu. Bugün bunun yanısıra ultra sesle dağıtma, replika, mikrotom kesitlerinden ölçme teknikleri de uygulanmaktadır. Maserasyonun esası lifleri kabil olduğu kadar az zarar vererek en süratli şekilde tek tek bağımsız hale getirmektir ve bunun için kullanılan bazı metotlar aşağıda sıralanmıştır:

1 — Spearin ve İsenberg — Sodyum klorit (NaClO_2) ve asetik asitle 90°C de birkaç saat ısıtma esasına dayanır. Çok kullanılan bir metottur. (52).

2 — Jurbergs (Bucheys Cellulose Corp): Çam ve meşe türleri üzerinde başarılı sonuçlar vermiş bulunan metotta çözücü olarak % 17'lik Nitrik asit kullanılmıştır. Bir saat lifleri çözmiye yetmektedir.

3 — Nichols ve Dadswel (Franklin maserasyon tekniğinin modifiye şekli): Asetik asit ve hidrojen peroksitle kaynar su banyosunda iki saat sürmektedir. (20).

4 — Jeffrey çözeltisi: Pek iyi tanılan bu usulde, % 10 nitrik asit ve % 10 kromik asitle oda temperaturünde 24 saatte sonuç alınmaktadır.

5 — Schultz'un maserasyon tekniği ise nitrik asit ve potasyum kloratın etkisine dayanmaktadır.

6 — Perasetik asit metodu: Odun parçalarının her gramı için 5 gr. perasetik asit ve 2,5 gr. sodyum asetatın 32 ml çözeltide 2 saat 70°C deki reaksiyonu sonucu lifler ayrılmaktadır. (5b) Adı geçen bütün bu metotlar az veya çok hücre zarındaki selüloza da tesir etmektedir. Lifler üzerinde herhangi bir fiziksel deneme yapılamıyacaksa bu degradasyonun pek önemi yoktur. Metotların uygulanışı sırasında mutlak surette iyi çeken bir ocağa ihtiyaç vardır.

III — Alet: Mikroskop yardımı ile büyütülerek buzlu cama aksettirilen lif hayali üzerinde ölçmeler yapmak, doğrudan doğruya mikroskopta oküler mikrometre ile çalışmaktan daha süratli ve kolay olmaktadır. Yansıtma metodunda mikyash cetvel yerine bir nevi harita çarkı (ölçeğe göre mesafeyi gösteren alet) da kullanılabilir. Tasnif işinde de

bu çarka bağlı bir elektronik sayıcı kullanılırsa son derece sürat, kolaylık ve hassasiyet kazanılmaktadır. (10,42). İbrelî liflerini ölçmek üzere Echols'un düzenlediği Ampliscope aleti oldukça basittir ve ucuza mal olmaktadır. (14). Lif boyları çok daha kısa olan yapraklı odunlar için aletin modifikasyona ihtiyacı vardır.

IV — Lif sayısı: Araştırma konusu olan topluluğun istatistik varyansına ve ölçmeden istenen hassasiyet derecesine bağlıdır. Genel olarak ibrelilerde yapraklılara nazaran daha fazla sayıda lif ölçmek gereklidir. Bunun nedeni yukarıda da söylendiği gibi, ibrelî odunlarında İlkbahar ve Yaz odunlarına ait liflerin oldukça farklı boyda oluşları ve müşterek ölçmelerde dağılma eğrisinin iki ayrı zirve göstermesidir. (17).

Ölçülecek lif sayısı hemen her araştırmada:

$$N = \frac{4 \sigma^2}{L^2}$$

N = Ölçülecek lif sayısı

σ = Standart sapına

L = Kabul edilen hata oranı =

(Ortalama boyut: 0.05 gibi) ile veya benzeri bir formül yardımı ile hesaplanmaktadır. (57).

V — Ölçme: Anatomik yapının tetkikinde yalnız sağlam lif uzunlukları ölçülmektedir. Kâğıt yapımında ise kırık lif oranının büyük etkisi bulunduğu da gözden uzak tutulmamalıdır. Artım burgusu örneklerinde kırık lif miktarı burgu çapı ve sağlam lif boyu ortalaması ile orantılıdır. Lif ölçmelerinde istatistik esaslara uymak ve subjektif davranışlardan kaçınmak üzere bazı usuller tavsiye edilmektedir. Bunlardan biri de preparat alanını, objektif alanı büyüklüğünde kısımlara ayırdıktan (bu kısımlar daire, kare vs. olabilir). sonra alan içerisinde kalan bütün lifleri ölçmektir. Deneme sahası hududunda ve içinde kalan ağaçların ölçülme esaslari aynen burada da uygulanabilir. Böylece mükerrer ve sadece uzun veya kısa lifleri ölçmek gibi hatalar önlenmiş olmaktadır. (23).

b) — Hücre enine kesitinde ölçülen boyutlar: Ölçülen ve önemli sayılan boyutlar şunlardır; Teğet ve çap istikametinde ortalama lifçapı, lumen çapı ve hücre zarı (çeperi) kalınlığı, Hücre ve hücre zarı alanı, lumen alanı.

Araştırmacıların birçoğu ölçmelerini mikrotom kesitleri üzerinde yapmaktadır. Lif enine kesit ölçümlerinde mikroskopun oküler mikrometresi veya yansıtılmış hayal üzerinde ölçekli cetvel kullanılmaktadır. Pil-

low. M. Y. teğet kesitlerde direk ışıkla aydınlatma suretiyle hücre çapının ölçülebildiğini bildirmektedir.

Maserasyona tabi tutulmuş lifler üzerinde de keza çap, çeper kalınlık ölçmeleri yapmak kabildir. Bu suretle mikrotom enine kesitlerindeki lif ucuna yakın kısımların ölçülmesi hatasından kurtulunabilir. (17). Mafih ölçmelerin mikrotom kesitlerinde mi yoksa dağıtılmış lifler üzerinde mi yapılmasının uygun olduğu henüz yeteri kadar incelenmemiştir. Sonuçlar bildirilirken ölçmelerin kurutulmuş liflerde mi yoksa yaş halde bulundurulan liflerde mi yapıldığı belirtilmelidir. Aynı husus lif uzunlukları için de gereklidir.

İbrelilerde genel olarak teğet istikametteki çapı ölçmek daha uygundur. Bazı özel maksatlar için gövde çapı istikametindeki hücre çapı da ölçülmektedir. Yapraklılarda durum henüz, daha fazla tetkike ihtiyaç göstermektedir. Eğer tek yönde ölçme yapılacaksa teğet istikameti herhalde tercih edilmelidir. Ölçmeler yapraklılarda lifin orta üçte birinden, ibrelilerde ise en uç kısımlar hariç herhangi bir yerinden yapılabilir. Eğer hücre çapı ölçülmüş ise lumen çapı ve hücre çeper kalınlığının birden ölçülmesine lüzum yoktur, birinin ölçülmesi diğerinin hesaplanmasına yeter. Fakat hücre çapı daha az büyütme ile ölçülebildiğinden diğerlerini hesaplarken aynı hassasiyet derecesine ulaşılmağa çalışılmalıdır. (17).

Tek (münferit) lif mukavemeti araştırmalarında kullanılmak üzere Leopold ve Mc Intosh lif enine kesit boyutlarının hassasiyetle ölçme tekniğini şöyle izah etmektedirler. (32) :

Üzerinde kopma mukavemet denemesi yapılmış bulunan lif, selüloz asetat içine yerleştirilip dondurulduktan sonra, kopma noktasına yakın bir yerden enine kesiti alınmaktadır. 100 x immersiyon objektifle mikro fotoğrafı çekildikten sonra, 3500 x büyütme civarında plânimetre vasıtası ile lumen ve hücre çeperi kalınlığı ölçülmektedir. Bu suretle günde 20 lifin ölçülmesi tamamlanabilmektedir.

İlkbahar ve yaz odunu kolayca ayırt edilemiyen türlerde hücre çapı ve çeper kalınlığının hangi yönden ve kaç defa ölçüleceği de kesin olarak belirtilememiştir. Hücre çeper kalınlığı liften life fazlaca değiştiğinden ortalama değerlerde oldukça büyük varyanslar tespit edilmektedir. (17, 47).

c) — Misel açısı (fibril angle)

Hücre çeperinde selüloz misellerinin hücre (lif) enine kesit düzlemi

veya lif eksenine ile yaptığı açının lifin kopma mukavemeti ile olan ilgisi henüz tamamen aydınlatılamamıştır. (17).

Misel açısının ölçülmesinde çeşitli metotlar denenmişse de gerek aletlerinin pahalı oluşu (x ışını ve elektron mikroskop ölçmeleri gibi) gerekse çok fazla zaman sarfını gerektirmesi gibi sebeplerle gecikmektedir. Polarizasyon mikroskobu da bazı bakımlardan fayda sağlamaktadır.

Lif Karakterleri Arasındaki Bağını:

Son zamanlarda odun lif anatomisi ile fiziksel özellikleri arasındaki ilgiyi bulmak üzere büyük gayret sarfedilmektedir. Odun, tür, irsiyet, yetiştirme muhiti ve şartları, bunların birbirine etkisi gibi bir çok biyolojik faktörlerin etkisi altında bulunmaktadır. Bu tesirler, odun anatomisinde kendisini lif boyu ve çapı, hücre çeper kalınlığı, lumen genişliği gibi fertler ve türler arası farklarda kendisini göstermektedir. (18).

Tropik ağaç odunlarında yaptıkları tespitlere göre: Runkel'in tasnifinde lif çeper kalınlığının iki katı ile lumen çapının oranı esas alınmaktadır. (46). Mühlstep' ise hücre çeperi alanının bütün hücre enine kesit alanına oranı yönünden giderek hücreleri selüloz ve kâğıtta çökme (yassılaşıma) karakteri bakımından tasnif etmiş bulunmaktadır. (38, 17.). Wangaard ve arkadaşları daha sonraları çok kademeli regrezyon analizi yardımı ile selülozdaki liflerin uzunluğu, genişliği, çeper kalınlığı ve lumen çapı ile kâğıt özellikleri arasındaki münasebetleri incelemişlerdir. (61). Dinwoodie'nin ibrelili ağaç lifleri üzerindeki çalışmaları kopma, patlama, mukavemetleri ve yırtılma faktörü ile hücre çeperi kalınlıkları arasındaki kuvvetli bağıntıyı ortaya çıkarmaktadır. (13). Barefoot, Hitchings ve Elwood Pinus taeda L.nin kâğıt karakterini tayinde Runkel oranının en faydalı tahmin faktörü olabileceğini tespit etmiş bulunmaktadırlar. (2). Bütün bu çalışmalar odun anatomik yapısının selüloz karakteri üzerine olan etkisini tayinde iyi bir başlangıç sayılmaktadır. (18).

Yıllık Halka Genişliği ve Yaz Odunu Oranı :

Bu iki husus aynı aletle tespit edilebileceğinden beraber etüdü mümkündür. Göğüs yüksekliğinden alınacak bir kaç artım burgusu numunesi maksadı sağlamaya yetmektedir. Buna karşılık bütün gövdenin etüdünü gerektiren bir kerestelik odun evsafı araştırmasında enine kesit bloklarına lüzum hasıl olmaktadır. (17). Adı geçen ölçmenin nispeten süratle yapılabildiği, ucuz sayılabilecek alet kullanan iki metot halen Avusturalya'da kullanılmaktadır. Bunlardan biri Nichols ve Dadswel tarafından kullanılan «Barton eye gage» geniş alanlı, az büyütme üzeri taksimat-

lı bir mercektir. Artım burgusu veya şerit halindeki örnekler yüzleri düzeltilip zımparalandıktan sonra kuvvetli beyaz ışık altında tetkik edilmektedir. (43). W.J. Smith bu metodu kullanmakla beraber aynı örneklerin 10 X büyütme ile yansıtılmış görüntüleri üzerinde ölçekli cetvel yardımı ile 0,1 mm hassasiyetle ölçmeler yapmış bulunmaktadır.

Van Buijtenen 11 mm lik artım burgusu örneklerini bir disseksiyon mikroskopunda 5 ilâ 10 X büyütüp göz mikrometresi yardımı ile ölçmüş, ilkbahar ve yaz odununu ayrı ayrı kaydederek genel uzunlukla kontrol etmiştir. (6).

Howe aynı metodu daha ince teferruatı ile uygulamış artım burgusu örneklerini mikroton bıçağı yardımı ile düzgün hale getirdikten sonra binoküler mikroskopta 150 X büyütme ve 0,025 mm. hassasiyetle ölçmüştür. Numune kayar bir tablaya tespit edilmektedir. Okumalar elle kaydedilmek suretiyle 100 yıllık halkaya sahip bir *Pseudotsuga Menziesii* örneğini ölçmek 2 saat sürmektedir. (24). Buna benzeyen fakat ölçme sonuçlarını bir evvelkine ilâve suretiyle otomatik olarak kaydeden bir alet (Dual Unear transversing micrometer) halen Forest Products Laboratory, Madison'da kullanılmaktadır. (51).

İlkbahar ve yaz odunu sınırını büyütme suretiyle tespit veya tayin etmek genel olarak kifayetsiz metotlardır. «Mork kriteri» ekseriya geçişin tedrici olduğu hallerde kullanılan bir ölçüdür. ($2t/w = 1$, $t =$ çeper kalınlığı, $W =$ lumen genişliği). Hücre çeper kalınlığı iki katının lumen genişliğine oranı birin üstünde ise yaz, altında ise ilkbahar odunu sayılmaktadır. (57). Fakat hücrenin çap artımı mevsime göre değişiklik göstermeyen bazı ağaç türlerinde meselâ Avusturalya'da yetişen *Pinus radiata*'da bu kriter kullanılamaz durumdadır. (43).

Lifi olmayan eleman oranı :

Öz ışını hücrelerinin tespiti için teğet yönde, trahe ve paransim hücrelerinin tespiti için de enine kesitler kullanılmaktadır. (17). En çok kullanılan metotlar mikrotom kesitlerinin büyütülmüş fotomikrokrallardan ölçülmek istenilen hücre tipi alanını ya pânimetre yardımı ile ölçme veya bu kısımlar kesilip tartılarak uygulanmaktadır. Aynı metotla Polonya Botanik Enstitüsünden Hejnowicz büyütülmüş negatifler üzerinde çalışmış ve *Larix europea*'nın traheide enine kesit ölçüleri ile *Robinia pseudoacacia*'nın çeşitli elemanlarını tespit etmiş bulunmaktadır. Bu şekilde çalışmanın hızı 2 kişi ile 6 saatte 500 kesit negatifi hazırlayacak derecededir. Keza Polaroid kamera da işi hızlandıran ve kolaylaştıran bir vasıttır. (17). Ölçmelerde bütün kesit alanını almak yerine te-

sadıfı metotla («Ladel» bunu lif ölçmelerinde kullanılmaktadır). muayyen alanlar alıp buralarda ölçmeler yapmak zaman kazandırma bakımından tavsiye edilmektedir. (30).

Reaksiyon Odunu:

Basınç ve bilhassa çekme reaksiyon odununun gerek gövde içinde homojen olmıyan dağılışı, gerekse makroskopik olarak görülemeyecek ölçüde de bulunabilmesi sebebiyle küçük ölçüde numune almak bir problem teşkil etmektedir. TAPPI'nin T 20 m. metodu basınç odununun makroskopik olarak tayini için basit ve süratlice bir yoldur. (58). Tespit renk değişimine dayanmakta ve bir ışıklı kutu kullanılmaktadır. Metot basınç odununun sınırını kesin olarak belirtememektedir.

Dadswel ve Wardrop mikrotom kesitinden faydalanarak mikroskopik ve dolayısıyla daha hassas bir metodu tatbik etmektedirler. Oldukça süratle sonuç almayı sağlayan bu usulde bütün kesit alanının tetkikini gerektirmektedir. (12). Elektron mikroskop da bu bakımdan faydalı olabilmektedir (11).

Çekme odunu miktarının tayini için yegâne güvenilir metot mikrotom kesitlerinde jelâtinin maddeyi boyayarak tefrik ve tespit etmektir. Bu da yorucu ve uzun süren bir işlemdir. Her iki tip reaksiyon odununun tespiti için daha mükemmel metotlara ihtiyaç vardır.

Selülozda Anatomik Özellikler:

Selülozu meydana getiren liflerin anatomik özelliklerinin tetkikine dair etraflı bilgi İsenberg'in Pulp and Paper Microscopy adlı eserinin 5. bölümünde mevcuttur. Bu bölüm denenmiş ve faydalı görülmüş bulunan metotları açıklamaktadır. Eserde bilhassa aşağıdaki gözlemler kısaca not edilmiş bulunmaktadır. (25).

Lif Boyutları:

a) — Uzunluk: Minimal bir uzunluktan başlamak suretiyle bütün ve parça liflerin boyları ölçülür. Ortalama lif boyu ve boy sınıflarına dağılışı tespit edilir.

b) — Çap: Normal olarak çöken (yassılaştıran) liflerin odun içinde iken buldukları hal ile kıyaslamak üzere genişlikleri tespit edilir.

c) — Kabalık Derecesi: TAPPI T 234 sm metodu Optik projeksiyon yardımı ile liflerin nisbi kabalık derecesini mg/100 m toplam uzunluk, (desigre x veya denier x 11.1) olarak vermektedir. Metot, kâğıt yapımında önemli olan bir hususu; 1 g selülozdaki lif sayısını tespitinde de kullanılabilir. (58).

Lifi Olmıyan Eleman Oranı: Bu tespit meselâ meşe veya benzeri, geniş traheleri bir halka etrafında toplanan, yapraklı ağaç odunu selülozun-

Lignin:

Lignin miktarını tayin sırasında uygulanan metoda göre isimlendirilmektedir. En fazla tanınanı TAPPI standardına da girmiş bulunan ve % 72 lik sülfürik asitten faydalanan Klason Ligninidir. Metodun uygulanması zaman alıcı bir iştir ve yapraklı ağaç odunlarında asitte çözünebilen lignin miktarının fazlalığı sebebiyle iyi sonuç vermemektedir. (58). Metodu ıslah etmek maksadı ile Jayme ve arkadaşlarının yaptıkları modifikasyon şöyledir: % 72 lik sülfürik asit yerine % 75 lik sülfürik asitle % 89 luk fosforik asidin haemen 6/1 oranındaki karışımı kullanılmaktadır. 35 dakika 35°C de tutulan karışım 400 ml su ilâvesi ile seyreltilip 15 dakika kaynatılarak süzülmekte ve hafif tuz ilâve edilmiş sıcak su ile yıkanmaktadır. Sonuç Klason lignininden daha açık renkte, miktarca biraz fazla ve Halse (Değişik HCl metodu) lignini ile kıyaslanabilir durumda olmaktadır. (5b). Lignini, ışık absorpsiyonu metotlarından faydalanarak da tayin etmek kabil olmaktadır. Kolboe ve Ellefsen enfraruj ışınlarıyla yaptıkları bir araştırmada üç ayrı tip lignini incelemişlerdir. (29). Brouns'un tabii lignini (etil alkol lignini), Björkmen lignini (tiyoglikolik asit lignini) ve muamele görmemiş odun lignini strüktür bakımından pek cüzi farklar göstermiştir. Araştırma sonucundan izolasyon sırasında lignin bünyesinin çok fazla bir bozulmaya uğramadığı anlaşılmaktadır. Aynı şekilde Johnson, Moore ve Zank ultraviyole ışıklardan faydalanmışlardır. (28). Odunu tamamen gözeltiye geçirdikten sonra standart lignin preparatları ile mukayeseli olarak U.V. absorpsiyon diğerlerinden faydalanan bu mikro metodun asitte çözünebilen lignin problemi halledeceği ümit edilmektedir.

Diğer taraftan Halse metoduna dayanarak 0,1 g. numune ile süratli ve semimikrolignin tayin prosedürünün uygulandığı Dadswel tarafından bildirilmektedir. (17, 28).

Beyazlatılmamış selüloz ve yüzeyi kaplanmamış kâğıtlardaki lignin miktarının tayini için yukarıda açıklanan metotlardan başka Marton ve Sparks tarafından enfraruj ışınının «içten çok yansıtma metodu» denenmiş bulunmaktadır. Araştırmaya göre % 4'ün üstünde lignin ihtiva eden örneklerin herhangi bir değişikliğe uğratılmaksızın, süratle ve % ± 4 hassasiyetle tayini mümkün olabilmektedir. Araştırma sırasında karşılaştırma ve kontrol maksadı ile selülozlardaki asetil bromür lignini ve kappa numaralarında tayin edilmiş bulunmaktadır. (28, 34). Bu metot her çeşit selülozun takribi kappa numaralarının tayininde kullanılabilir. (35).

Holoselüloz:

Odun bünyesini meydana getiren karbohidratların bütünüdür. herhangi bir şekilde bozulmaya uğratılmaksızın tayini için çeşitli metotlar denenmiş ve denenmektedir. Bu gün bunlardan en ümit verici görüneni Leopold'ün perasetik asit metodudur. Odun perasetik asitle muammele edilmek suretiyle % 2 veya 3'e kadar lignininden temizlenebilmektedir. Fakat perasetik asit holoselülozda mannan gurubunu azaltıcı tesir yapmakta ve oksidatif tesirle karbonil (= CO) teşekkülüne sebep olmaktadır. Bunu önleyebilmek için de sodyum borohidritten faydalanılmaktadır.

Böylece metot klorit, klor — monoetanoamin holoselülozlarından daha tatminkâr olmakta ve daha kısa zamanda sonuçlanmaktadır. (31). Son zamanlarda geliştirilen ve kromatografiden istifade eden bir metotla odun karbon hidratları tamamen hidrolize edilerek basit şekerlere çevrilmektedir. Fakat hidroliz sırasında bazı bileşiklerin bozulması önlenememekte ve bunlar için de tashih faktörlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bugün odun sülfirik asitle çözültüp hidrolize edildikten sonra baryum karbonatla nötürleştirilir. Hidrolizlenen odun şekerler halinde kromatografi yardımı ile tayin edilir. (5b, 50). Bu yöndeki çalışmalar daha iyi sonuçlandığı takdirde gelecekte küçük ölçüde örnekler üzerinde çalışmakta olan orman biyologları için hakikaten büyük yardımcı olacaktır. (18).

Alfa ve benzeri, kuvvetli alkalilere dayanıklı selüloz.

Odunda selülozun bu fraksiyonunun tayini oldukça güç ve zaman alıcıdır. TAPPI'nın T 203 m. metodu artık kullanılmamakta, buna karşılık lüzumu halinde selülozun kuvvetli alkalilere dayanıklılığını ölçmede kullanılan T 235 m — 60 metodundan faydalanılmaktadır. (58). Analitik sonuç alınsa bile, bilhassa yapraklı odunları fazlaca ksilan vermektedir. Ksilan miktarı ayrıca odundaki pentozonlar gurubu ile tayin edilip gerekli düzeltme yapılmalıdır. (17).

Odunun % 1'lik sodyum hidroksitte çözünürlüğü:

Bu hususun tayini odunda bulunan küçük moleküllu karbohidratların miktarının bilinmesinde veya mantar enfeksiyonu sebebiyle odundaki çürüklüğün derecesini belirtmede işe yaramaktadır. TAPPI'nın T 19 m standard metodu makro analiz için elverişli olmakla beraber zaman alıcı bir yoldur. (58).

Odunda Pentozanlar:

Pentozanların tayini için çeşitli analitik metotlar bulunmuştur. Hemen hepsinde esas pentozanların asit hidrolizi ile furfural halinde destil-

lendikten sonra miktarının tayinine dayanır. Bunlardan biri TAPPI'nin T 19m metodu olabilir. Yegâne mahsuru diğerlerinde de olduğu gibi çok zaman alıcı olmasıdır. (5,58).

FİZİKSEL ÖZELLİKLERİN TESPİTİ

Odun örneklerinde: Yoğunluk: Fırın kuru (tam kuru) ağırlığın yaş (lif doygunluğu) haldeki hacma oranı şeklinde ifade edilmektedir. Araştırmacıların birçoğu 10 — 12 mm çapındaki artım burgusu numunelerini kullanmaktadırlar. Daha küçük çaplı örnekler odunun delinme sırasında sıkışıp ezilmesi sebebiyle hacim bakımından hatalı sonuçlar verdiğinden 10 mm.'nin altına inilmemesi tavsiye olunmaktadır. Pek tabii parça veya şerit blokların da kullanılması mümkündür. Araştırmanın gayesine göre fiziksel özelliklerin tespiti için her ağaçtan en az iki burgu örneği alınması lâzımdır. Öz henüz tamamlanmamış ise son yıllık halka ölçüye katılmaz. Daha önce de söylendiği gibi örneğin durumu, alındığı yer, ekstraktif maddelerden temizlenip temizlenmediği gibi tamamlayıcı bilgi de ölçme sonuçları ile birlikte verilmelidir. Yoğunluğun tayini için de çeşitli metotlar vardır ve yenileri denenmektedir. Büyük ölçüdeki örnekler için TAPPI'nin T 18 m metodu hacmi sıvı ile yerdeğiştirme esasına göre ölçen iki çeşit yol göstermektedir. (58). Küçük örnekler için cıva daldırma veya Dinwoodie'nin geliştirdiği «mikrovdu metre»'yi kullanmak mümkündür. (45).

Bu alanda en son gelişme, fevkalâde hassas süratli ve mikrotom kesitleri, veya ince talaş parçaları üzerinde Beta ışını kullanmak suretiyle yapılan dansite ölçmeleridir. Dansite enine kesitte hücre çeperi alanı ile münasebete getirilince hücre çeperinin yoğunluğu hakkında da fikir edinme imkânı hasıl olabilmektedir. (22, 44, 60).

Küçük Odun Örneklerinden Elde Edilen Selülozda:

Lif mukavemeti: Serbest hale getirilmiş liflerin tek tek mukavemetlerinin ölçülmesi lifin kâğıt yapımında değerlendirilmesi bakımından faydalı olacağı söylenebilir. Bu ölçmeler kopma mukavemeti (çekmesağlamlığı)'nin tespitini de içine almaktadır ve metotlar henüz gelişme halindedir. Genel olarak çekme sağlamlığı'nın tespitinde ya kâğıt şeritler (Zero span tensil strength — sıfır açıklığı çekme sağlamlığı. TAPPI Standardı T 481 sm). veya tek lif ölçümleri uygulanmaktadır. (5,26, 32,58). Leopold ve Mc. Intosh'un ölçme metodu ile onüç saatte % 95 güvenlikle \pm % 10 dahilinde 20 lifin kopma mukavemetleri ve hücre enine kesit alanlarını ölçmek kabil olmaktadır. (32).

Diğer araştırmalar arasında Yiannos ve Taylor'un ultra ses dalgalarından faydalanarak odun kesitlerinde, tabii ve lignini alınmış haldeki lif mukavemetini ölçme denemeleri söylenmeğe değer. (64)

Lif Elastikiyeti: Lifin fiziksel özellikleri arasında en önemli sayılanlardan biri de elastikiyettir. (17). Bu faktörün kâğıt bünyesinde, liflerin birbirine bağlanması (yapışması) ve üniform bir gerilme etkisi dağılımını sağlamak sureti ile kâğıt mukavemetine iştirak ettiği tahmin edilmektedir. Lifin bu özelliğini tespit edebilmek için önceleri hareketli ve yoğunlukları farklı sıvı ortamlarda gösterdikleri şekil değişiklikleri incelenmiş ve yeni aldığı şekillerin başlangıçta gördüğü mekanik veya kimyasal muammele ile olan ilgisi araştırılmıştır. (19). Keza, bu konuda denenen rezonans frekansı tekniği de ümit verici görülmektedir. (39, 40).

Diğer Mukavemet Denemeleri: Ağaca zarar vermeksizin alınan küçük ölçüdeki örneklerden elde edilecek selüloz üzerinde yapılacak mukavemet denemeleri için daha çok çalışmağa ihtiyaç vardır. Alışılmış test metotlarının küçük ölçüdeki tatbikatı için daha yeni aletler de gereklidir. (17, 18).

Lif Bağlantı Alanı: Lifler arası bağlantı veya diğer bir deyimle keleşme kâğıt yapımında pek önemli bir özelliktir ve lifin kimyasal bileşimi ile morfolojik yapısının etkisi altındadır.

Total bağlantı mukavemeti birim alandaki bağlantı yüzeyine dayanır. Bu mukavemet çeşidinin orman ağaçlarının yetiştirilme tekniği ile olan ilgisi henüz yeteri kadar araştırılmamış durumdadır. Liflerin bağlantı alanını ölçmek için gaz absorpsiyonu ve ışık dağılımı tekniklerinden faydalanılmaktadır. (56). Ayrıca elektron mikroskopi'si ve mekanik denemelerden de istifade edilmektedir. (36, 37, 49).

ODUNDAN KÜÇÜK ÖLÇÜDE SELÜLOZ HAZIRLAMA VE TEST METOTLARI

Bu konuda yapılmış olan araştırmalarda ufak çapta ve bomba tipinde kazanlar kullanılmaktadır. 1 lt'den daha küçük kapasiteli kaplarda yapılan pişirmelerden elde edilen selüloz üzerinde lif ölçmeleri, beyazlatma denemeleri ve diğer bazı mukavemet denemeleri yapmak kabil olmaktadır. Fakat mutad olan, selülozun dögülmesi, yarı kimyasal selülozun defibrasyonu, uygun deneme kâğıtlarının yapılması bunlar üzerinde geçitli fiziksel testler için çok küçültülmüş model aletlere ihtiyaç vardır. Mevcut aletlerin bazıları bu ihtiyacı kısmen karşılayabilmektedir. Jakro

ve PFI değirmenleri gibi. Artım burgusu örnekleri selüloz elde etme bakımından pek elverişli bulunmamaktadır. Çünkü liflerin birçoğu burgu tarafından kesilip hırpalanmaktadır. Analiz maksadına yetecek selülozu ancak miyatür zincir destere yardımı ile alınacak nünunelerden elde etmek mümkün olabilmektedir. (2,8,16,33,48).

Buraya kadar kısaca açıklanmağa çalışılan hususları özetlersek; ağacın hayatıyetine zarar vermeyecek ölçüde ve çok sayıda alınacak numuneler üzerinde yapılacak araştırma ve incelemeler odun anatomisi, kimyasal bileşim ve fiziksel özellik bakımından gerekli bilginin sağlanmasında önemli bir rol oynayabilmektedir. Fakat teknolojik mânâda selüloz elde etme ve kâğıt yapımında ancak belirli maksatlar için bir referans olmaktan ileri gidememektedir.

Araştırmalar geniş ölçüde yapılmak istendiği takdirde daha büyük ölçüdeki örnekler üzerinde maksadı sağlayacak teferruatlı çalışmalar yapmak yerinde olacaktır. (17, 18).

Literatür :

- 1 — Akker J. Avanden, Lathrop A.L. Voeller M. H. ve Dearth L.R Tappi Vol. 41, No: 8, S. 416. (1958).
- 2 — Barefoot A.C. Hitchings R.G. ve Elwood E.L. Tappi Vol. 47, No: 6, S. 343, (1964).
- 3 — Beers W.L. ve Boyd R.S. (Artım burgusu ile örnek temini hakkında yayınlanmamış rapor) Buckeye Cellulose Corp. Foley, Fla U.S.A. (1962)
- 4 — Britt.K.W Tappi Vol: 48, No: 1, S. 7, (1965).
- 5 — Browning B.L. Methods of Wood Chemistry a) Vol 1 — 1967, b) Vol. 11 1967 Interscience Publishers.
- 6 — Buijtenen J.P. van, Joranson P.N. ve Mc Laurin D. J. Tappi Vol. 44, No: 3, S. 166, (1961).
- 7 — Buijtenen J.P. van Tappi Vol. 47, No: 7. S. 401, (1964).
- 8 — Byrd von L, Elwood E.L. Hrtchings R.G. ve Barefoot A.C. Forest Prod. Jour. Vol. XV, No: 8. Aug. 1965.
- 9 — Clark J.d'A Tappi vol. 45. No: 2, S. 167, (1962).
- 10 — Clark J.d'A. Tappi Vol. 45. No: 2. S. 628, (1962).
- 11 — Colé W.A.Jr, Pickard P.A. Timell T.E. Tappi Vol: 50, No: 7, S. 350, (1967).
- 12 — Dadswell H.E. ve Wardrop A.B. Australian Forestry Vol. 13, No: 1, S. 22, (1949).
- 13 — Dinwoodie J.M. Tappi Vol: 49. No: 12, S. 57, (1966).

- 14 — Echols R.M. Jour Forestry Vol: 57, No: 1, S. 43, (1959).
- 15 — Echols R.M. Tappi Vol. 42, No: 11, S. 875, (1959).
- 16 — Einspahr Dean W. Tappi Vol: 47, No: 4, S. 180, (1964).
- 17 — Forest Bidogy Sub Commitee No: 2
Tappi Vol: 46, No: 6, S. 150 A. (1963).
- 18 — Forest Bidogy Sub Tappi Vol: 49. No: 2, S. 87 A. (1966).
- 19 — Forgacs O.L. ve Mason S.G.
Tappi Vol. 41, No: 11, S. 695, (1958)
- 20 — Franklin G.L. Nature Vol: 155, No: 3924, S. 51. (1945).
- 21 — Gardner H.S. ve Einspahr Dean W.
Tappi Vol: 47, No: 7, S. 432, (1964).
- 22 — Green H.V. ve Worrall J.
Tappi Vol: 47, No: 7, S. 419, (1964).
- 23 — Hart C.A. ve Swindel B.F.
Tappi Vol: 50, No: 7. S. 329, (1967).
- 24 — Howe J.P. Univ. of Jdaho, Col. of For, Wildlife and Range Exp. Sta. Res
No: 17. S. 77, (1961).
- 25 — Isenberg J.H. Pulp and Paper Microscopy. 3 Ed.
Appleton, Wisconsin, «The Institute of Paper Chemistry» 1958
- 26 — Jayne B.A. Tappi Vol: 42. No: 6, S. 461, (1959).
- 27 — Johansen D.A. Plant Microtechnique S. 104 N.Y.Mc Graw Hill, 1940
- 28 — Johnson D.B, Moore W.E. ve Zank L.C.
Tappi Vol: 44 No: 11, S. 793, (1961).
- 29 — Kolboe S ve Ellefsen Ø.
Tappi Vol: 45. No: 2 S. 163, (1959).
- 30 — Ladel J.L. Jour. Inst. Wood Sci. Vol: 3, S. 43, (1959).
- 31 — Leopold B. Tappi Vol: 44 No: 3, S. 230, (1961)
- 32 — Leopold B. ve Mc Intosh D.C.
Tappi Vol: 44 No: 3 S. 235 (1961).
- 33 — Marton R. ve Alexander S.D. Tappi Vol. 47, No: 11, S. 704 (1964)
- 34 — Marton J. Tappi Vol: 50, No: 7, S. 335 (1967).
- 35 — Marton J. ve Sparks H.Ee. Tappi Vol: 50, No: 7, S. 363, (1967).
- 36 — Mayhood C.H.Jr, Kallmers O.J. ve Couley M.M.
Tappi Vol: 45, No: 1, S. 69 (1962).
- 37 — Mc Intosh D.C. Tappi Vol: 46, No: 5, S. 273, (1963).
- 38 — Mühlsteph W. Cellulosechemie Vol: 18, No: 6, S. 132 (1940).
- 39 — Myers W.T.Jr. Ph. D. Thesis Appleton Wise. Lawrence College (1962).
- 40 — Nethercut P.E Ph.D. Thesis Appleton Wise. Lawrence College (1942).
- 41 — Nichols J.W.P ve Dadswel H.E.
Div.Forest. Prod. Tech. Paper No: 4, CSIRO, Melbourne 1959
- 42 — Nichds J.W.P ve Clarke L.N.
Div.Forest. Prod.Lab. Report No:1, CSIRO Australia (1960)
- 43 — Nichols J.W.P. ve Danswel H.E.
Div.Forest.Prod.Tech.Paper No: 24. CSIRO, Melbourne 1962.
- 44 — Philips E.W.J. J.Inst.Wood. Sci. Vol: 5, No: 16.S. 28, Aug. (1960).

- 45 — Richardson S.D. ve Dinwoodie J.M.
J.Inst. Wood Sci. Vol: 6, No: 3, S. 13, (1960).
- 46 — Runkel R. Tappi Vol: 35, No: 4 S. 174. (1952).
- 47 — Rydholm S.A. Pulping Processes Interscience Publishers (1965)
- 48 — Sanyer N.Itoh T.ve Keller E.L.
Tappi Vol: 47. No: 6. S. 323 (1964).
- 49 — Scheinewind A.P. Nemeth L.J. ve Brink D.L.
Tappi Vol: 47, No: 4, S. 244 (1964).
- 50 — Simson B.W. ve Timell T.E.
Tappi Vol: 50. No: 10, S. 477, (1967).
- 51 — Smith D.M. Forest. Prod. Lab Jour. Vol: XV. No: 8. Aug. (1965).
- 52 — Spearin W.E. ve Isenberg I.H. Science Vol: 105, No: 2721, S. 214, (1947).
- 53 — Spiegelberg H.L. Tappi Vol: 49 No: 9, S. 388 (1966)
- 54 — Stone J.E. ve Clayton D.W.
Pulp and Paper Mag. Canada Vol: 61 No: 10, S. 475, (1960).
- 55 — Stonechyper R. ve Cech F.C. J. Forestry Vol: 58 No: 8 S. 644. (1960).
- 56 — Swanson J.W. ve Steber A.J. Tappi Vol: 42. No: 12, S. 986, (1959),
- 57 — Tamolang F.N. ve Wangard F.F. Tappi Vol: 44 No: 3. S. 201, (1961).
- 58 — TAPPI Standards. Tech.Assoc.Pulp and Paper Industry. (1966).
- 59 — Thode E.F. Peckham J.R. ve Daleski E.J.
Tappi Vol: 44, No: 2, S. 81, (1961).
- 60 — Tsoumis Q. Tappi Vol: 47, No: 11, S. 675, (1964).
- 61 — Wangard F.F. Tappi Vol: 45, No: 7, S. 548 (1962).
- 62 — Wardrop A.B. Aus.J. Sci.Res.Series.B.Vol: 4, No: 4, S. 393. (1951).
- 63 — Yiannos P.N. Tappi Vol: 47, No: 8, S. 468, (1964).
- 64 — Yiannos P.N. ve Taylor D.L. Tappi Vol: 50. No: 1, S. 40, (1967).
- 65 — Zobel B.J. ve Mc Elwee R.L. Tappi Vol: 41, No: 4, S. 167, (1958).