

ODUNSU LİFLER VE TANIMI

Prof. Dr. Yılmaz BOZKURT¹⁾
Yard. Doç. Dr. Nurgün ERDİN¹⁾

Kısa Özet

Bu makalede, kağıt ve selüloz yapımında kullanılan ve bu bakımdan önemli olan ağaç türlerine ait liflerin çeşitli özellikleri incelenmiştir. Ağaç türü, ilkbahar ve yaz odunu oranları, yıllık halka genişliği, ağaç yaşı, reaksiyon odunu ve hücre çeperinin kimyasal yapısının selüloz üretimine etkisi ile hücre çeper morfolojisinin kağıt özellikleri üzerine etkisi açıklanmış, odunsu liflerin mikroskop yardımı ile tanınabilmesi için bir teşhis anahtarı ile önemli ağaç türleri liflerinin anatomik özellikleri verilmiştir.

1. GİRİŞ

Lif terimi çok genel anlamda bir ifade olup, kağıt hamuru (selüloz) içersinde bulunan tüm hücreleri kapsamaktadır. Bu hücrelerin çoğunluğunu; iğne yapraklı ağaçlarda traheidler, yapraklı ağaçlarda ise libriform lifleri, lif traheidleri, traheidler ve bazı uzun traheler meydana getirmektedir.

Ağaç materyal masif olarak kullanımının dışında kaplama levha, yonga levha, lif levhadan başka kağıt yapımında da değerlendirilmekte ve odunsu liflerin kaynağını teşkil etmektedir. Ancak, odunsu liflerin elde edilmesinde iki faktör önemlidir. Bunlardan biri hacim ağırlık değeri, yani bir metreküp ıslak haldeki odunda bulunan lif ağırlığı, diğeri odundan elde olunan liflerin kalitesidir. Lif kalitesinin üretilecek kağıdın özellikleri üzerinde önemli etkisi vardır. Örneğin; kuvvetli bir kraft kağıdında lif özellikleri ile yazı kağıdındaki özellikler farklıdır. Bununla beraber lif yapısı ve kalitesi, her ağaç türünde ayrı olduğu gibi belli bir ağaç içinde de değişiklikler göstermektedir. Ayrıca, hammaddenin ucuz fiyatla temini, hücrelerin (liflerin) özelliklerinden daha fazla önem taşımaktadır. Odunsu liflerden başka, kağıt yapımında kullanılan bitkiler arasında; mısır (*Zea mays*), şeker kamışı (*Saccharum officinarum*), bambu (*Cepha-*

1) İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyeleri.

lostachyum pergracile), buğday (Triticum sp.), pirinç (Oryza sativa) esparto (Stipa tenacissima), kenevir (Cannabis sativa), manila (Musa textilis), pamuk (Gossypium sp.), Jüt (Corchorus sp.), keten (Linum usitatissimum), ananas (Ananas sp.), rami (Boehmeria nivea) sayılabilir.

2. SELÜLOZ ÜRETİMİNDE ODUN ÖZELLİKLERİNİN ETKİSİ

Odun hammaddesi kullanan selüloz endüstrisinde hacim ağırlık değeri önemlidir. Çünkü ağaç hammaddesi metreküp ile alınmakta, ancak çıkan selüloz (kağıt hamuru) veya kağıt ton ile satılmaktadır. Belli bir hacimden elde olunan lif ağırlığı miktarı ise ağaç türü, yoğunluk, yaz odunu oranı, ağaç yaşı, ağaçtan alındığı yer ve kusur oranı ile ilgili olarak değişmektedir.

Lif randımanı, kullanılan ağaç hammaddesinin özelliklerinden başka kullanılan üretim metodu ile de ilgilidir. Mekanik odun hamuru üretiminde randıman % 90 olduğu halde, bazı kimyasal metodlarda % 50'ye kadar düşmektedir. Hangi metod kullanılırsa kullanılsın elde edilen lifin kalitesi odunun anatomik yapısına bağlıdır. Diğer bir deyişle lif kalitesi, odunu meydana getiren hücre tipleri, hücrelerin morfolojik karakteri ve hücre çeperinin kimyasal yapısı ile ilgilidir.

2.1 Ağaç Türü

Ağaç türü bulunabilirlik bakımından düşünüldüğünde daha az önem taşımaktadır. Çeşitli türdeki ağaçlar karıştırılarak arzu edilen kalitede selüloz elde etmek mümkün olabilmektedir. Bundan başka herhangi bir ağaç türü odununun selüloz özellikleri ile elde oluncak lif kalitesine, kullanılan üretim metodunun değiştirilmesiyle tesir etmek mümkün olmaktadır. Örneğin: çamlarda, ladin veya göknara uygulanan methoddan başka bir selüloz üretim metodu ile çalışmak gerekmektedir. Çünkü çamlarda reçine vardır. Ayrıca, çamlardan elde olunan lifler uzun ve kuvvetlidir. Bunlardan elde olunan kağıt, daha kaba fakat yüksek yırtılma direncine sahip olmaktadır. Diğer taraftan ladin ve göknar liflerinden daha katlanabilir, daha düzgün yüzeyli, hatta yüksek çekme ve patlama direncine sahip kağıt elde olmaktadır.

Kağıt ihtiyacının hergün gittikçe artması yapraklı ağaç odunundan da yararlanma ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Ancak bu maksatla kullanılan metodlarda değişiklik yapılması gereği vardır. Çünkü yapraklı ağaç lifleri iğne yapraklılardan daha kısadır. Yapraklı ağaç selülozu, iğne yapraklı selülozun kullanıldığı birçok maksatlarda değerlendirildiği gibi, kağıt makinelerinde karıştırılarak da kullanılmaktadır. Yoğunluğu düşük yapraklı ağaçlardan kavak tercih edilmekte ise de son zamanlarda akçağaç ve meşe de giderek artan miktarlarda kullanılmaktadır.

2.2 Yoğunluk

Bir ağaç türünde yoğunluğun değişmesi hem randımanı, hem de selüloz kalitesini etkilemektedir. Selüloz randımanında yoğunluk yerine, tam kuru ağırlığın yaş hacme oranı olan hacim ağırlık değeri kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalara göre, çamlardan sülfat selülozu elde etmede hacim eğrilik değeri ile selüloz randımanı arasında doğrusal bir ilişki vardır ve her iki ton ağaç hammaddesinden bir ton selüloz elde olmaktadır. Böylece randıman, ağaç türü ile kullanılan üretim metoduna bağlı olarak değişmektedir.

Yoğunluktaki değişmeler selüloz kalitesini de etkilemektedir. Bu değişmeler hücre büyüklüklerindeki farklılıklar ile bunların oranlarından, özellikle ilkbahar ve yaz odunu oranlarından meydana gelmektedir. Örneğin: çamlar ve Douglas göknarında, ladin ve göknara nazaran daha fazla oranda yaz odunu vardır.

2.3 İlkbahar ve Yazodunu Oranları

Bazı ağaç türlerinde yıllık halka içinde ilkbahar ve yazodunu oranları farklıdır. Bunlar gerek selüloz randımanı, gerekse kalite üzerinde etkili olmaktadır. İğne yapraklı ağaçlarda selüloz randımanı, yazodunu oranı arttıkça yükselmektedir. Yazodunu oranının artması yoğunluğun artmasına neden olmakta, buna karşılık ilkbahar odunu oranının artması yoğunluğu azaltıp, randımanı düşürmektedir. Selüloz kalitesi her iki tabakada da farklıdır. Çünkü her iki tabakada hücre çeper kalınlıkları ve hücre çapları değişiktir. Bu değişkenler selüloz ve kağıta direnç ile yüzey kalitesini etkilemekte ayrıca, selülozun saflığı, ağırtılması ve kağıt levha üretimi üzerine tesir etmektedir.

2.4 Yıllık Halka Genişliği ve Ağaç Yaşı

Yıllık halka genişliği; yetiştirme yeri, ağaç türü, ağaçta bulunduğu yer ile ilgili olarak değişmektedir. Ancak daha önce de belirtildiği gibi yıllık halka genişliğinin aynı tür içinde ağaçlar arası ve hatta aynı gövdede değişimi ağacın yaşı ile ilgili bulunmaktadır. Ağaç yaşı ile birlikte kambiyumun yaşı arasında da farklar vardır. Ağaçlarda kambiyum: ilk yaşlarda genç, daha sonraları yaşlı, ağacın alt kısmında yaşlı, yukarıki kısımlarda ise daha genctir. Yıllık halka genişledikçe iğne yapraklı ağaçlarda yoğunluk azalmakta, halkalı traheli yapraklı ağaçlarda artmaktadır.

2.5 Reaksiyon Odunu

Reaksiyon odunu, iğne yapraklı ağaçlarda basınç odunu, yapraklı ağaçlarda çekme odunu şeklinde ortaya çıkan normal odundan farklı özellikte bir odundur. Kağıt yapımında arzu edilmemektedir. Çünkü kimyasal yolla elde olunan selülozun mukavemet özelliklerini azaltıcı etki yapmaktadır. Reaksiyon odununun yoğunluğu fazla olduğundan, selüloz randımanı normal odundan daha yüksektir. Bununla beraber basınç odunundan elde olunan selüloz (kağıt hamuru) daha düşük direnç özelliklerindedir. Bundan başka, kimyasal selüloz elde etmede, basınç odunu fazla miktarda lignin içerdiğinden daha uzun pişirme ve ağırtma sürelerine ihtiyaç göstermektedir.

Yapraklı ağaçlarda meydana gelen çekme odununda ise daha yüksek selüloz, daha az lignin ve hemiselüloz vardır. Bu sebeple çekme odunu normal odundan daha kolay pişirilir ve ağırtılır. Bu gibi materyalden yüksek miktarda saf selüloz elde edilebilir ve mekanik odun hamuru kalitesi de yüksektir. Fakat kağıt yapısında çok düşük dirençler söz konusudur.

3. SELÜLOZ KALİTESİ ÜZERİNE KİMYASAL YAPININ ETKİSİ

Bilindiği üzere odunsu hücre çeperinin kimyasal yapısı selüloz, hemiselüloz ve lignindir. Kimyasal metodla kağıt hamuru üretiminde lignin arzu edilmez. Lignin en çok hücre çep-

rinde orta lâmelde bulunmaktadır. Bu kısım üretim metodunun uygulanması sırasında tahrip edilir. Böylece odunda mevcut önemli miktarda lignin, işlem sonunda açığa çıkmaktadır. Liflerde sekonder çeperde geri kalan lignin ise ağartma işlemleri sırasında uzaklaştırılır. Ancak, liflerde ligninin kalması bazı sorunlar yaratabilir. Lignin bulunan lifler serttir ve hemiselülozun lifler arası yüzeylerde yapışma etkinliğini azaltır. Böylece kağıdın düşük dirençli ve yüksek opaklıkta olmasına neden olur. Diğer taraftan, lignini çok olan lifler kuruduktan sonra fazla daralmaz ve böylece bu liflerden yapılan kağıt iyi bir boyutsal stabiliteye sahip olur. Mekanik odun hamuru üretiminde ise hücre içi ve dışı lignin, liflerde kalır ve sadece ağartma esnasında bir miktar lignin çıkartılabilir. Bununla beraber fazla mekanik odun hamuru içeren kağıt, düşük dirençli olur, zamanla esmerleşir ve dağılır.

Kimyasal yolla selüloz üretiminde prensip, liflerde sadece selülozun kalmasını sağlamaktır. Çünkü selüloz lif direncine, liflerin birbirine bağlanmasına ve kağıt levha özelliklerine olumlu yönde etkili olmaktadır. Selüloz, hemiselüloz ile birlikte bulunduğu takdirde randımanı artırmaktadır.

Pişirmeden sonra kalan hemiselüloz madde liflerin yüzeyinde ve mikrofibriller arasında jel halinde bulunur. Hemiselüloz jel maddesi, kağıt yapımında lifler arasında sert bir film oluşmasına neden olur. Bu suretle kağıda dışardan bir güç etki yapıldığında, iç kısımda ona karşı koyan bir lif direnci meydana gelmektedir. Hemiselüloz miktarının az olması halinde lif çeperleri arasındaki bağın hemiselüloz jel yerine, selülozun selüloza bağlanması şeklinde bir sonuç yaratmaktadır ki, bu durumda gerilim dağılımı etkilenecek kağıdın çekme direnci azalır. Ayrıca, hücre çeperinde mikrofibriller arası hemiselüloz materyal liflerin esnek olmasını sağlar. Bu durum odun hamurunun döğülmesinde önemli bir rol oynamakta ve hemiselülozlar iç kısımda plastiklik özelliği kazandırıcı bir etki yapmaktadır. Hemiselüloz maddelerin bu üstün özellikleri nedeniyle ligninin tamamen çıkartılması ve hemiselüloz miktarının liflerde mümkün olduğu kadar fazla kalmasının temini için uygun pişirme metodu kullanılmalıdır. Burada pişirme süresi ve pişirme eriyiğinin önemi büyüktür.

Odunda bu esas bileşikler yanında ayrıca yabancı maddeler de bulunmaktadır. Yabancı maddeler ekstraksiyon yolu ile odundan çıkarılırken ana bileşiklerde azalma olmamaktadır. Yabancı maddelerin esas kaynağı gövdenin iç kısmında bulunan öz odundur. Bu nedenle iğne yapraklı ağaçlardan çam, sedir ve Douglas göknarında fazla miktarda yabancı madde olarak reçine mevcut olup, kimyasal kağıt hamuru üretiminde sülfat metodunun uygulanması gerekmektedir. Fazla reçineli materyalin kullanılması randımanı düşürmekte ve çeşitli ağaç türlerinde mevcut diğer birçok yabancı madde, üretim esnasında tahrip edilmektedir. En önemli problem üretim sonunda kağıt hamurunda kalan yabancı maddelerdir. Çünkü bunlar renk ve parlaklık üzerine etkili olmakta, ağartma için ilave masraflara gerek duyulmaktadır. Ayrıca, ağartmadan sonra da kağıt hamurunda kalan yabancı maddeleri değerlendirmek çok güç olmakta, fakat az miktarda olduklarından kağıt özelliklerini etkileyici oranda bulunmadıkları bilinmektedir.

Kağıt özellikleri üzerine kimyasal yapının etkisi, liflerin morfolojik karakterlerinden daha az önemlidir. Bu husus özellikle iğne yapraklı ağaçlardan elde oluncak kimyasal kağıt hamuru için önem taşımaktadır. Çünkü iğne yapraklı ağaç liflerinde çeperin kimyasal yapısı daha az değişime göstermekte, buna karşın yapraklı ağaçlardan elde oluncak kimyasal veya yarı kimyasal kağıt hamuru, daha fazla miktarda hemiselüloz oranı içermektedir. Bunun kağıt direnci üzerinde olumlu etkisi bulunmakta, ancak bu etki de hücrelerin morfolojik karakteristiklerinden daha önemli sayılmamaktadır.

4. KAĞIT ÖZELLİKLERİNE HÜCRE ÇEPER MORFOLOJİSİNİN ETKİSİ

Kağıt ince ve düzgün bir materyal olup, levha yüzeyine paralel yerleşmiş çeşitli açılar altındaki liflerden oluşmaktadır. Kağıdın içinde çok sayıda lif çapraz yönde üst üste yerleşmiş ve birbiriyle bağlanmıştır. Her bir lifin direnç, yoğunluk, boşluk hacmi (porozite), yüzey kalitesi v.b. özellikleri, kağıdın karakteristiğini oluşturan esas faktörlerdir. Ayrıca liflerin şekli ve dağılışı, yani düzgün, eğik ya da kıvrık bulunuşları ve bunların birbirlerinin yüzeyleri ile bağlanma kabiliyetleri de kağıt özelliklerini etkilemektedir.

Selüloz ve kağıt özelliklerinde fiziksel karakteristikler üç lif özelliğine bağlı bulunmaktadır. Bunlar; çeper kalınlığı, lif boyu ve lif direncidir.

4.1 Çeper Kalınlığı

Çeper kalınlığı, kağıt hamuru randımanında olumlu etki yapmaktadır. Selüloz ve kağıt karakteri üzerine ise lifin çeper kalınlığı ile çeper kalınlığının hücre çapına oranı etkili olmaktadır. Örneğin çamlarda bulunan kalın çeperli yaz odunu hücreleri, etkili olan kuvvetlere karşı gelmekte ve enine kesit şeklini muhafaza etme eğilimi göstermektedir. Bu gibi hücreler son derece yüksek opaklıkta, kaba, poröz ve yırtılma direnci yüksek kağıt elde oluncasını sağlamaktadır. Bununla beraber liflerin birbiriyle temas alanları azaldığından patlama, çekme ve katlanma direnci önemli derecede düşmektedir. Diğer taraftan ince çeperli lifler kolayca çöktüklerinden yoğun, sıkı ve iyi yapışmış kağıtlar eldesinde önemlidirler. Fakat bunların yırtılma direnci düşük olup, diğer dirençleri yüksektir. Bu nedenle iğne yapraklı ağaçtan elde oluncak kağıt hamurunda optimum yaz odunu oranı % 20 olmalıdır. Hammaddede olarak kullanılacak iğne yapraklı ağaçlarda ise yaz odunu oranının % 15-50 arasında olması arzu edilmektedir. Yapraklı ağaçlarda odun yoğunluğu ve kağıt hamuru karakteristikleri esas itibarıyla yıllık halka içinde bulunduğu yere bakılmaksızın liflerin ortalama çeper kalınlığı ile ilgili bulunmaktadır. Diğer lif özelliklerinin etkisi iğne yapraklılardaki gibidir.

Düşük yoğunluktaki ağaçlar yüksek yoğunluktakilere nazaran kağıt hamuru üretiminde daha çok arzu edilirler. Yapraklı ağaçlar, en fazla çift çeper kalınlığının, lümen çapına oranı (Runkel oranı <1) birden küçük olması halinde kağıt yapımında tercih edilirler.

4.2 Lif Uzunluğu

Lif boyunun daha önceleri kağıt yapımında en önemli faktör olduğu zannediliyordu. Ancak yapılan araştırmalar özellikle lif uzunluğunun çapa oranının kağıt özellikleri üzerine, sadece lif boyunun dikkate alınmasından daha etkili olduklarını ortaya çıkarmaktadır.

Kağıt tabakalarında iyi bir gerilim dağılımını sağlamak için yeterli yüzeyel bağlanmayı temin edecek lif boyunun minimum olması önemlidir. Çok kısa boylu liflerden yapılan kağıt, lifler arasında yetersiz yapışma alanlarına sahip bulunmakta ve böylece kağıdın direnç özellikleri düşük olmaktadır. Ancak ağaç içinde bütün lifler uzun olmamakta, kısa lifler de bulunmaktadır. Çünkü ağaçta liflerin boyu özden kabuğa ve gövde boyunca aşağıdan yukarıya doğru farklılık göstermektedir. Hatta bir yıllık halka içinde de farklılık olmakta, ilkbahar odununda kısa, yaz odununda uzun lifler bulunmaktadır. Son olarak uzun lifli iğne yapraklı ağaç kağıt hamurunda, kısa lifli yapraklı ağaçlara nazaran daha yüksek direnç değerleri elde oluncasını belirtmekte yarar vardır.

4.3 Lif Direnci

Lif direnci, lif yönüne paralel çekme direnci ile eğilmede meydana gelen makaslama direnci olmak üzere iki önemli direnç olarak ele alınmakta ve kağıt özelliklerine doğrudan etkili olmaktadır. Dövme yapılmadan önce liflerin % 40'ı tam boyda olmadığı halde dövme işleminden sonra bu miktar çok fazlalaşmaktadır. Bununla beraber liflerin birbirleriyle yapışması ile kağıta meydana gelen çekme direncinin, münferit lif direncinden daha önemli olduğu ortaya çıkmıştır. Hatta dövme işleminin hafif yapılması halinde lifler arası bağlanma önemli bir faktör olmaktadır. Ancak dövme işlemine devam edilmesi halinde kritik noktalardan sonra dirençte yine azalma olmaktadır. Bu nedenle kağıdın maksimum direnci, kağıdı meydana getiren münferit liflerin ortalama direncine bağlı kalmaktadır. Yani kağıdın direnci, münferit liflerin çekme direnci ile liflerin birbirleriyle bağlanması sonucu meydana gelen makaslama direnci arasındaki ilişkiye bağlıdır. Bir kağıt tabakasının yırtılması en zayıf lifin veya kağıdın kopmasından kaynaklanmaktadır.

Yapılan araştırmalara göre kağıdın gramajı arttıkça, çekme ve patlama direncinin gelişmesinde münferit liflerin direncinin önemli bir rol oynadığı anlaşılmıştır. Ayrıca lif direnci hücre çeper alanı ile son derecede ilişki içerisindedir. Burada hücre çeper kalınlığı ile mikrofibril açısı da önemlidir. Hatta mikrofibril açısı lif direnci için en önemli özelliktir. Mikrofibril açısı arttıkça, lif direncinde azalma olmaktadır. Bilindiği gibi hücrede, sekonder çeper S₁, S₂ ve S₃ olmak üzere üç tabaka ve çok sayıda lamelden oluşmaktadır. En geniş tabaka S₂ olduğuna göre bu tabakadaki mikrofibril açısı çok daha fazla önem kazanmaktadır.

Sonuç olarak kağıt özellikleri, odunun ve münferit hücrelerin tüm özelliklerinin bileşik etkisi ile kağıt hamuru üretiminde uygulanan metodlara bağlı olarak değişmektedir.

5. LİFLERİN TANIMI

Lifler, odun parçacıklarının masere edilmesiyle incelenirler. Maserasyon için kibrit çöpüne yakın ölçülerde hazırlanan ve yarım suretiyle elde olunan parçacıklardan yararlanılır ve üç basit metod kullanılır. Bunlardan biri Franklin Metodu, diğeri Schultze Metodu ve sonuncusu ise Jeffrey Metodudur. Masere edilmiş materyal, önce soğuk su altında yıkanır. Birbirinden ayrılmak üzere alkol ile kuvvetli bir şekilde tüp içinde sallanır. Şayet kağıt hamurundan veya kağıttan lif tanımı yapılacaksa o takdirde az miktarda kağıt hamuru veya küçük parçalara ayrılmış kağıt, su içine batırılır ve bir deneme tüpünde kuvvetlice sallanarak liflerine ayrılır. Bundan başka, kağıt parçacıklarını liflere ayırmak için % 1'lik potasyum hidroksit (KOH) de kullanılmaktadır.

Masere edilmiş liflerin iyi bir şekilde mikroskop altında incelenebilmesi için metilen yeşili veya sulu safranin eriyiği ile muamele etmek gerekmektedir. Daha sonra temiz bir tãm üzerine az miktarda lif alınır, iğne ucu pinset yardımı ile yeknesak bir dağılım temin edilir, bir damla su veya alkol damlatıldıktan sonra lâmel ile örtülür.

Gerek iğne yapraklı, gerekse yapraklı ağaç liflerinin tanımında önemli özelliklerden faydalanarak teşhisleri yapılabilmektedir.

Iğne yapraklı ağaçlarda incelenen özellikler:

- Traheidlerin uzunluk ve çapları
- Traheidler arası geçitlerin sıralanışı
- Traheidlerde spiral kalınlaşma bulunuşu

- Traheidlerin öz ışınları ile karşılaşma yeri geçitleri
 - Karşılaşma yeri geçit tipleri
 - Bir enine sıradaki geçit sayısı
 - Traheid boyunca karşılaşma yeri geçitlerinin sıra sayısı
 - Geçit açısı
- Öz ışını traheidi olup olmadığı

Yapraklı Ağaçlarda İncelenen Özellikler:

- Traheler
 - Trahelerin uzunluk ve çapları
 - Perferasyon tablası tipleri (basit, merdivenimsi v.b.)
 - Traheler arası geçit tipleri
 - Öz ışını karşılaşma yeri geçitleri
 - Yatık veya dik hücrelerde geçit tipleri
 - Traheler arası geçit tipine benzeyen ya da benzemeyen
 - Geçitlerin dağılımının yeknesak ya da kenarlarda oluşu
 - Spiral kalınlaşma oluşu
 - Trahelerle lifler arası geçitler
 - Trahe uçlarının düz, eğik ya da kuyruklu oluşu
- Vaskular ve vasisentrik traheidlerin bulunuşu
- Lifler
 - Lif boyları
 - Geçit şekli kenarlı ya da basit
 - Spiral kalınlaşmalı veya bölmeli
 - Çeper kalınlığının lif çapına oranı

Dünya üzerine kağıt yapımında en çok kullanılan ağaç türleri liflerinin tanımı ikili teşhis metoduna göre yapılarak aşağıda açıklanmıştır.

Odunsu liflerinin Mikroskop Yardımı ile Tanım Anahtarı

- | | |
|---|----|
| 1. Iğne yapraklı ağaç traheidleri var | 2 |
| 1. Yapraklı ağaç tipi lifler ve traheler var | 12 |
| 2. İkbahar odunu traheidlerinde spiral kalınlaşmalar var | |
| Douglas göknarı -Pseudotsuga menziesii | |
| 2. İkbahar odunu traheidlerinde spiral kalınlaşma yok | 3 |
| 3. Karşılaşma yeri geçitleri, pencere tipi veya pinoid tipte | 4 |
| 3. Karşılaşma yeri geçitleri, piceoid, cupressoid veya taxodioid tipte | 5 |
| 4. Karşılaşma yeri geçitleri pinoid, 2 adetten fazla sayıda ve iki sıralı | |
| Kızılcam -Pinus brutia | |
| Halep çamı -Pinus halepensis | |
| Fıstık çamı -Pinus pinea | |
| Güney A.B.D. çamları -Pinus taeda, P. palustris, P. ellioti, P. echinata | |
| 4. Karşılaşma yeri geçitleri pencere tipi, iki veya daha az sayıda | |
| Sarıçam -Pinus sylvestris | |
| Karaçam -Pinus nigra | |
| Amerikan çamları -Pinus strobus, P. lambertiana, P. resinosa | |

5. Öz ışını karşılaşma yeri yakınında küçük kenarlı geçitler var, karşılaşma yeri geçitleri Piceoid ile Cupressoid tipte 6
5. Küçük kenarlı geçitler yok veya nadir, karşılaşma yeri geçitleri taxodioid ile cupressoid tipte 9
6. İlkbahar odunu traheidlerinde karşılaşma yeri geçitleri enine yönde, üç ve daha fazla sayıda, traheid boyları ortalama 4.5 mm den az.
Melez-Larix spp.
6. İlkbahar odunu traheidlerinde karşılaşma yeri geçitleri enine yönde, üç ve daha az sayıda 7
7. Karşılaşma yeri geçitleri cupressoid tipte, porus traheid eksenine 45° den fazla açı yapmakta.
Hemlock-Tsuga canadensis
7. Karşılaşma yeri geçitleri piceoid tipte, porus eksenine 45° den az açı yapmakta 8
8. Karşılaşma yeri geçitleri enine yönde çoğunlukla tek adet
Batı tsugası-Tsuga heterophylla
8. Karşılaşma yeri geçitleri enine yönde çoğunlukla fazla sayıda, ortalama traheid uzunluğu 4 mm den az.
Lâdin türleri-Picea spp.
9. Ortalama traheid boyu 4 mm den fazla, kenarlı geçitler üç veya daha fazla sıralı, karşılaşma yeri geçitleri enine yönde, 2 den fazla sayıda 10
9. Ortalama traheid boyu 4 mm den az, kenarlı geçitler 3 den az sıralı, karşılaşma yeri geçitleri enine yönde 2 den az sayıda 11
10. Karşılaşma yeri geçitleri taxodioid tipte, büyük, ortalama traheid boyu 5 mm den fazla.
Sekoya-Sequoia sempervirens
10. Karşılaşma yeri geçitleri cupressoid ile taxodioid tipte, küçük, ortalama traheid boyu 5 mm den az.
Bataklık servisi-Taxodium distichum
11. Karşılaşma yeri geçitleri taxodioid tipte, enine yönde çoğunlukla 2 adet, karşılaşma yeri yüksekliği 250 µ dan fazla.
Göknar-Abies spp.
11. Karşılaşma yeri geçitleri cupressoid tipte, karşılaşma yeri yüksekliği 200 µ dan az.
Su sediri-Calocedrus decurrens
12. Bütün trahelerde perferasyon merdivenimsi 13
12. Trahelerde merdivenimsi perferasyon sadece yaz odunu hücrelerinde var veya hiç yok 16
13. Merdivenimsi bölmeler 15° den az, traheler arası kenarlı geçitler karşılıklı.
Lâle Ağacı-Liriodendron tulipifera
13. Merdivenimsi bölmeler 15° den fazla 14
14. Trahelerde spiral kalınlaşma yok, kenarlı geçitler küçük, diyağonal sıralı 15
14. Trahelerde spiral kalınlaşma uçlarda, kenarlı geçitler büyük ve yatık, 1-3 sıralı.
Sığla Ağacı - Liquidambar spp.
15. Trahelerde kenarlı geçitler küçük, az sayıda, trahe uçlarındaki kuyruklar kısa ile orta uzunlukta.
Kızılağaç-Alnus spp.
15. Trahelerde kenarlı geçitler çok sayıda ve çok küçük, trahe uçlarındaki kuyruklar kısa.
Huş-Betula spp.
16. Merdivenimsi perferasyon yaz odunu trahelerinde var, 1-3 bölmeli 17
16. Merdivenimsi perferasyon yok 19
17. Traheler hem büyük (>200 µ), hem küçük (<20 µ) çaplı, vasisentrik traheidler görülür.
Kestane-Castanea sativa
17. Trahe büyüklükleri fazla değil ve en büyüğü 200 µ dan az çaplı 18
18. Traheler arası geçitler oval, az sayıda, küçük, karşılaşma yeri geçitleri aynı büyüklükte ve biçimde, şekil bakımından kenarlı geçitlere benzer, trahelerde kuyruk bulunmaz.
Çınar-Platanus spp.
18. Traheler arası geçitler köşeli, çok sayıda, trahe uçları ince kuyruklu.
Kayın-Fagus spp.
19. Spiral kalınlaşma bütün trahelerde veya sadece yaz odunu trahelerinde var 20
19. Trahelerde spiral kalınlaşma yok 23
20. Trahelerin çapları iki farklı büyüklüktedir. Büyükler 170 µ dan daha fazla çapta, vasisentrik traheidler görülür, karşılaşma yeri geçitleri enine uzun.
Karaağaç-Ulmus spp.
20. Traheler farklı büyüklükte, en büyük trahe çapı 170 µ dan küçük 21
21. Spiral kalınlaşmalar dar aralıklı (>10 µ) 22
21. Spiral kalınlaşmalar geniş aralıklı (<10 µ)
Akçağaç-Acer spp.
22. Karşılaşma yeri geçitleri her sırada 5-8 adet, trahe kuyrukları kısa.
İlhamur-Tilia spp.
22. Karşılaşma yeri geçitleri tek sırada 5 adetten az sayıda, trahe kuyrukları ince uzun.
Kiraz-Prunus avium
23. Traheler büyük ve küçük çaplı olabilir.
Büyükler 170 µ dan fazla çapta 24
23. Traheler küçük çaplı (<170 µ) 28
24. Belirgin kenarlı geçitleri olan vasisentrik traheidler var 25
24. Vasisentrik traheidler yok 27
25. Az sayıda kalın çeperli yaz odunu traheleri görülür.
Kırmızı meşe-Quercus cerris, Q. rubra
25. Çok sayıda ince çeperli, küçük çaplı yaz odunu traheleri görülür 26
26. Kalın çeperli libriform lifleri çok sayıda görülür.
Ak meşeler-Quercus petraea, Q. robur
26. Küçük yaz odunu trahelerinde merdivenimsi perferasyon var, libriform lifleri ve lif traheidleri ince çeperli.
Kestane-Castanea spp.
27. Karşılaşma yeri geçitleri büyük, sık, oval veya düzensiz, küçük çaplı traheler ince çeperli, perferasyonları basit.
Ceviz-Juglans spp.
27. Karşılaşma yeri geçitleri küçük, geniş aralıklı, küçük traheler kalın çeperli, vasisentrik traheidler var.
Dişbudak-Fraxinus spp.

28. Karşılaşma yeri geçitleri büyük, yatık sıralı, 4-6 sıra yüksekliğinde
Söğüt-Salix spp.
28. Karşılaşma yeri geçitleri büyük, yatık sıralı, 2-4 sıra yüksekliğinde
kavak-Populus spp.

6. ÖNEMLİ AĞAÇ TÜRLERİNDE LİFLERİN ANATOMİK ÖZELLİKLERİ

Dünya üzerinde çok sayıda ağaç türü odunu, son zamanlarda kağıt yapımında önem kazanmıştır. Ancak bu ağaç türlerinin liflerinin tanınması için liflerin morfolojik ve anatomik yapılarının bilinmesine gerek vardır. Bu nedenle az da olsa bazı ağaç türlerinin kağıt yapımında kullanılan liflerinin özellikleri ayrı ayrı aşağıda açıklanmıştır.

6.1 İğne Yapraklı Ağaçlar

Çamlar-Pinus spp.

Pinus brutia: Traheidlerin boyu ortalama 4.5 mm uzunlukta, çapları 40-50 μ , kenarlı geçitler tek sıralı, karşılaşma yeri geçitleri pinoid tipte, tek sırada 2-3 adettir.

Pinus nigra: Traheidler ortalama 4.0 mm uzunlukta, traheid çapı ortalama 40-50 μ , kenarlı geçitler tek sıralı, yer yer iki sıralı, karşılaşma yeri geçitleri pencere tipinde, 1-2 adettir.

Pinus strobus: Traheidler ortalama 3.0 mm uzunlukta, teğet çapı ortalama 25-45 μ , kenarlı geçitler tek sıralı, yer yer iki sıralı, karşılaşma yeri geçitleri pencere tipinde, tek sırada 1-2 adet (çoğunlukla 1 adet), karşılaşma yeri geçitlerinin bulunduğu kısımlar 150 μ 'dan az yükseklikte.

Pinus sylvestris: Traheidler ortalama 3.0 mm uzunlukta, traheid çapı ortalama 40-45 μ , kenarlı geçitler tek sıralı, yer yer iki sıralı, karşılaşma yeri geçitleri pencere tipinde, tek yönde 1-2 adet, karşılaşma yerinin yüksekliği 120 μ veya daha fazla olup, bu alanın yakınında küçük kenarlı geçitler görülür (Şekil 1/A).

Douglas göknarı-Pseudotsuga menziesii

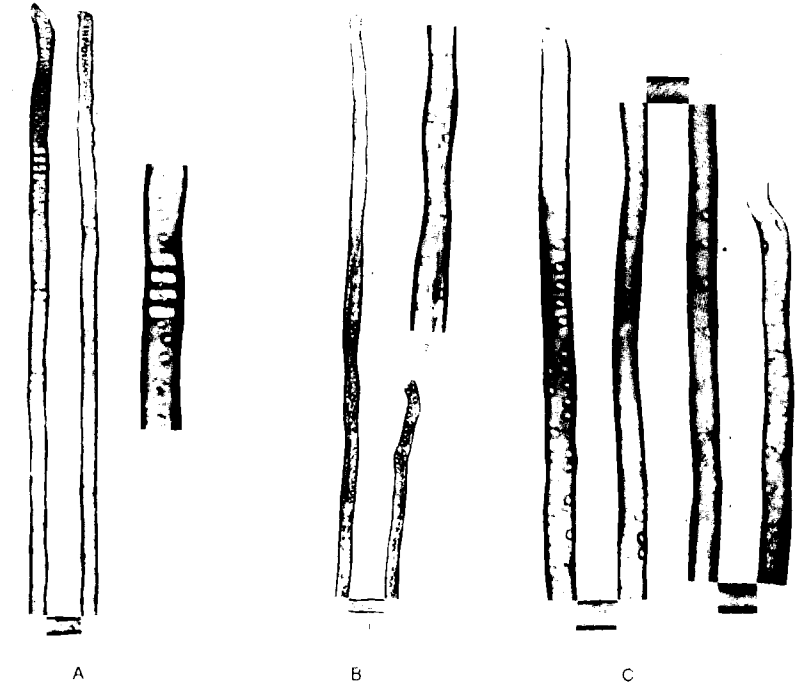
Traheidler ortalama 4.5 mm uzunlukta, çaplar ortalama 35-45 μ , traheidlerde yatık spiral kalınlaşmalar var, kenarlı geçitler tek sıralı, geniş traheidlerde bazen iki sıralı, karşılaşma yeri geçitleri küçük, Piecoid tipte, tek sırada 1-3 adettir.

Göknar-Abies spp.

Traheidler ortalama 3.1 mm uzunlukta, ilkbahar odunu traheidleri ince çeperli, yaz odunu traheidleri kalın çeperli, ortalama traheid çapı 41 μ , kenarlı geçitler tek sıralı nadiren çift sıralı, karşılaşma yeri geçitleri taxodioid tipte, tek yönde 1-3 adet (Şekil 1/B).

Lâdin-Picea spp.

Traheidler ortalama 2.88 mm uzunlukta, teğet çapı 20-30 μ , kenarlı geçitler tek sıralı, sadece çok geniş traheidlerde yer yer iki sıralı, karşılaşma yeri geçitleri piecoid tipte, emine yönde 1-3 sıralıdır (Şekil 1/C).



Sekil 1: (A) Sarıçam traheidli. (1) ilkbahar odunu traheidli, (a) traheidler arası kenarlı geçitler, (b) karşılaşma yeri (45 X), (2) bir traheid kısmı, (c) öz ışını-traheid geçitleri, (d) öz ışını paransim geçitleri (pencere tipi), (e) traheidler arası kenarlı geçitler (90 X). (B) Göknar traheidli. (1) ilkbahar odunu traheidli, (a) traheidler arası kenarlı geçitler, (b) karşılaşma yeri (90 X), (2) bir traheid kısmı, (c) öz ışını paransim geçitleri, (d) traheidler arası geçitler (45 X). (C) Lâdin traheidli. (a) traheidler arası kenarlı geçitler, (b) karşılaşma yeri, (c) öz ışını traheidli geçitleri, (d) öz ışını paransim geçitleri (90 X).

Melez-Larix spp.

Traheidler ortalama 3.5 mm uzunlukta, çaplar 35-50 μ , kenarlı geçitler tek sıralı, geniş traheidlerde iki sıralı, karşılaşma yeri geçitleri piecoid ve bazen taxodioid tipte, tek sırada 2-3 adettir.

Sedir-Cedrus libani

Traheidler ortalama 3.0 mm uzunlukta, çaplar ortalama 35-40 μ , kenarlı geçitler tek sıralı, geniş traheidlerde iki sıralı, torus dişli, karşılaşma yeri geçitleri çoğunlukla cupressoid tipte, tek sırada 1-2 adettir.

6.2 Yapraklı Ağaçlar

Akçağaç-Acer spp.

Traheidler 0.40 mm uzunlukta, çapları 100 μ 'dan az, periferasyon basit, spiral kalınlaşmalar var, kenarlı geçitler büyük, köşeli ve sık, diyagonal (almışlı) sıralı, karşılaşma yeri geçitleri kenarlı geçitlere benzer, lifler 0.80 mm uzunlukta ve libriform lifleri vardır (Şekil 2).



Sekil 2 : Akcağaç lifleri. (1-2-3-4) Trahe, (a-c) traheler arası gecitler, (b-e) karsılama yeri, (d) spiral kalınlaşma, (f) basit perforasyon, (g) trahe ile boyuna paransim arası gecitler, (5) trahede spiral kalınlaşma, (6) Lif (90 ×).

Ak Meşe-*Quercus petraea-Q. robur*

Traheler 0.40 mm uzunlukta, büyük çaplı (400 μ 'na kadar) ve küçük çaplı (20-30 μ) olmak üzere iki tiptir. Yaz odunu traheleri ince çeperli, perforasyon basit, spiral kalınlaşma yok, kenarlı geçitler diyagonal sıralı, karşılaşma yeri geçitleri küçük, enine dar sıralı, lifler 0.9 mm uzunlukta, libriform lifleri, lif traheidleri ve vasisentrik traheidler bulunur. Vasisentrik traheidlerde kenarlı geçitler vardır.

Çınar-*Platanus* spp.

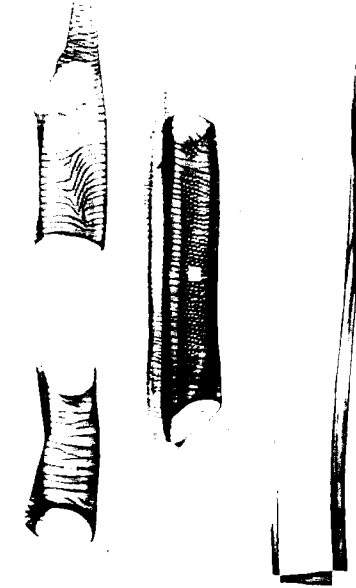
Traheler 0.62 mm uzunlukta, ortalama 75 μ çapta, perforasyon kısmen basit, kısmen 20'ye kadar bölmeli merdivenimsi, spiral kalınlaşma yok, kenarlı geçitler küçük, yuvarlak, geniş aralıklı, karşılaşma yeri geçitleri kenarlı geçitlere benzer fakat daha küçük, lifler 1.1 mm uzunlukta, çoğunlukla lif traheidleri, az miktarda libriform lifleri bulunur.

Huş-*Betula* spp.

Traheler 0.80 mm uzunlukta, genellikle 100 μ 'dan az çapta, perforasyon merdivenimsi, 20-25 adet ince bölmeli, spiral kalınlaşma yok, kenarlı geçitler çok küçük ve sık, diyagonal dizilişte, karşılaşma yeri geçitleri kenarlı geçitlere benzer, lifler 1.3 mm uzunlukta, libriform lifleri mevcut.

Ihlamur-*Tilia* spp.

Traheler 0.45 mm uzunlukta, teğet çapları 70-90 μ , perforasyon basit, yatık spiral kalınlaşmalar mevcut, kenarlı geçitler çok sayıda, nispeten oval, lifler 0.9 mm uzunlukta, libriform lifleri ve lif traheidleri bulunur (Şekil 3).



Sekil 3 : Ihlamur lifler. 1-2-3: Traheler, (a) spiral kalınlaşma, (b) basit perforasyon, (c) karsılama yeri, (d) traheler arası gecitler, 4: Lif (90 ×).

Karaağaç-*Ulmus* spp.

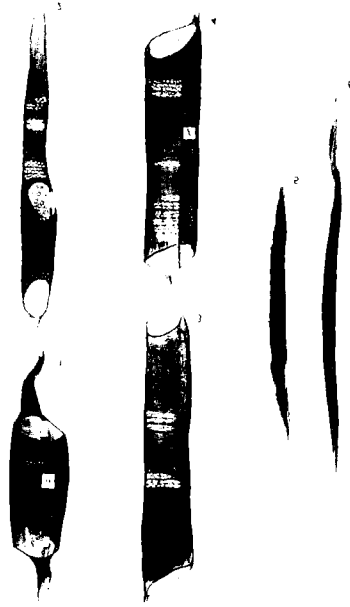
Traheler 0.30 mm uzunlukta, büyük traheler 350 μ , küçük traheler 20-60 μ çapta, perforasyon basit, yaz odununda spiral kalınlaşma var, kenarlı geçitler büyük, yuvarlak, köşeli ve çok sayıda, lifler 1.2 mm uzunlukta, libriform lifleri ve vascular traheidler bulunur.

Kavak-*Populus* spp.

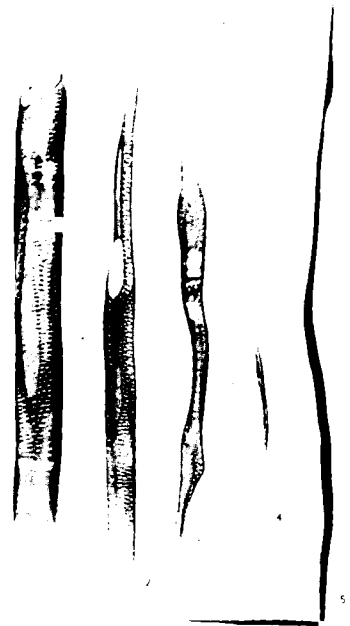
Traheler ortalama 0.65 mm uzunlukta, küçük, teğet çapları 80-100 μ , yaz odunu traheleri 50 μ 'dan küçük, perforasyon basit, spiral kalınlaşma yok, kenarlı geçitler diyagonal sıralı, karşılaşma yeri geçitleri yatık sıralı, 2-4 sıra yükseliğinde, libriform lifleri ince çeperli ve 1.3 mm uzunluktadır (Şekil 4).

Kayın-*Fagus* spp.

Traheler 0.60 mm uzunlukta, çapları 60-80 μ , perforasyon ilkbahar odununda basit, yaz odununda 20 bölmeye kadar merdivenimsi, spiral kalınlaşma yok, trahelerde kuyruk uzun değil, kenarlı geçitler oval ile yuvarlak şekilli, geniş aralıklı ve küçük çaplı, libriform lifleri ve lif traheidleri mevcut ve lifler ortalama 1.0 mm uzunluktadır (Şekil 5).



Şekil 4 : Kavak lifleri. 1-2-3-4: Traheler. (a-f) traheler arası gecitler, (b-d) basit perforasyon, (c-e) karşılaşma yeri. 5-6: Lifler (45 ×).



Şekil 5 : Kayın lifleri. 1-2-3: Traheler. (a) basit perforasyon, (b) karşılaşma yeri, (c) liflerle karşılaşma yeri, (d) traheler arası gecitler (e) merdivenimsi perforasyon, 4-5: Lifler (90 ×).

Kestane-Castanea spp.

Traheler 0.6 mm uzunlukta, büyük çaplı (200-300 μ) ve küçük çaplı (30-40 μ) olmak üzere iki tiptir. Perforasyon ilkbahar odunu trahelerinde basit, yaz odunu trahelerinde geniş bölmeli merdivenimsi, spiral kalınlaşma yok, kenarlı geçitler spiral sıralar oluşturur, karşılaşma yeri geçitleri büyük, enine dar sıralı, lifler 1.2 mm uzunlukta, vasisentrik traheidler, fibriform lifleri ve lif traheidleri mevcuttur.

Kırmızı Meşeler-Quercus cerris-Q.rubra

Traheler ortalama 0.42 mm uzunlukta, büyük çaplı (200 μ) ve küçük çaplı (35 μ) olmak üzere iki tiptir. Yaz odunundaki traheler ak meşelerden daha büyük, kalın çepçerli, perforasyon basit, spiral kalınlaşma yok, kenarlı geçitler diyagonal sıralı, karşılaşma yeri geçitleri küçük, enine sıralı, lifler ortalama 1.3 mm uzunlukta, vasisentrik traheidler, fibriform lifleri ve lif traheidleri mevcuttur.

Kızılağaç-Alnus spp.

Traheler 0.45 mm uzunlukta, çapları 100 μ 'dan az, perforasyon merdivenimsi, 15-25 bölmeli, spiral kalınlaşma yok, kenarlı geçitler çok sayıda yatık sıralı (karşılıklı), karşılaşma yeri geçitleri kenarlı geçitlere benzer, lifler 1.2 mm uzunlukta, fibriform lifleri ve az sayıda lif traheidleri bulunur.

Söğüt-Salix spp.

Traheler, 0.42 mm, küçük, teget çapları ilkbahar odununda 100 μ 'na kadar, yaz odununda 50 μ 'dan az, perforasyon basit, kenarlı geçitler diyagonal, karşılaşma yeri geçitleri yatık sıralı, 4-6 sıra yüksekliğinde, fibriform lifleri ince çepçerli ve 1.0 mm uzunluktaadır.

KAYNAKLAR

- AYTUĞ, B. 1959. Türkiye göknar (*Abies Tourn.*) türleri üzerine morfolojik esaslar ve anatomik araştırmalar. İ.Ü. Or. Fak. Dergisi seri A, Cilt IX, Sayı 2.
- CARPENTER, C.H., and L. LENEY. 1952. Paper making fibers. State University of New York College of forestry at Syracuse.
- ERDİN, N. 1985. Toros sediri (*Cedrus libani A. Rich.*) odununun anatomik yapısı ve özgül ağırlığı üzerine araştırmalar. Or. Fak. Yayınları No. 3245/369.
- GÖKER, Y. 1977. Dursunbey ve Elekdağ karaçamlarının fiziksel ve mekanik özellikleri ve kullanış yerleri hakkında araştırmalar. Orm. Gen. Müd. yayınları No. 613/22.
- GÖKSEL, E. 1984. Kızılağaçın lif morfolojisi ve odunundan sülfat selülozu elde etme olanakları üzerine araştırmalar. Orm. Fak. Yayınları No. 3204/364.
- GROSSER, D. 1977. Die hölzer mitteleuropas. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.
- ILASLAN, M. 1955. Bitki anatomisi. İst. Üni. Yayınları No. 619/10.

- PANSIIN, A.J., CARL DE ZEEUW. 1980. *Textbook of wood technology*. Mc Graw-Hill Book Company. New York.
- TOPÇUOĞLU, M.Y. 1985. Doğu lâdini (*Picea orientalis* (L.) Carr.) odununun iç morfolojisi üzerine araştırmalar. *Or. Arař. Tek. Bül. Seri No. 134*.
- WAGENFÜHR-SCHEIBER. 1985. *Holzatlas*. Veb Fachbuchverlag Leipzig.