

AĞAÇ MALZEME FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN TESPİTİNDE VE AHŞAP KORUMA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİNDE ÖRNEK BİR KILAVUZ OLARAK ŞEMATİK REHBER KULLANIMI

İlker USTA

Hacettepe Üniversitesi, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği, Beytepe, Ankara, Türkiye
iusta@hacettepe.edu.tr

Özet

Bu yazıda, emprenye işlemine tabi tutulacak olan ahşabın anatomik yapısına bağlı olarak bünyesinde özümseyebileceği koruyucu sıvı içerilme düzeyine etkisi bulunan ağaç malzeme fiziksel özelliklerinin deneysel bir sıra çerçevesinde belirlenmesi (ahşap koruma alanında çalışan araştırmacılara kolaylık sağlaması) amacıyla örnek bir kılavuz olarak geliştirilmiş olan Şematik Rehber kullanımı örneklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağaç malzeme fiziksel özellikleri; ahşap koruma; şematik rehber.

USE OF NOVEL GUIDE AS A SCHEMATIC DIRECTORY FOR DETERMINATION OF PHYSICAL PROPERTIES OF WOOD AND PERFORMANCE EVALUATION OF WOOD PROTECTION PROCESS

Abstract

A guide and flow chart have been designed to give an ideal experimental sequence for wood scientists to determine wood physical properties for preservation permeability studies. A novel guide give many advantages to the wood scientists due to its easy to use for data assembly and the experimental processing, i.e. wood anatomy, wood density, shrinkage and swelling, moisture content, fibre saturation point, kiln and oven drying, liquid permeability and subsequent data handling.

Key Words: Physical properties of wood; wood protection; novel guide.

1. Giriş

Şematik Rehber; ağaç malzeme fiziksel özelliklerinin tespiti ile ahşap koruma işleminin başarı değerlendirmesinde, test edilen ahşap numuneye ait verilerin deneysel ve teorik mantalitede (aşamalı olarak) belirlenmesinde, araştırmacılara kolaylık sağlaması amacıyla, “Novel Guide” isimlendirmesi altında örnek bir kılavuz olarak Usta (2004) [1] tarafından tasarlanmış, Usta ve Hale (2004) [2] tarafından geliştirilmiştir. Söz konusu kılavuz, Usta (2005) [3] tarafından “Şematik Rehber” tanımlamasıyla Türkçe’ye çevrilmiştir. Bu yazıda, Şematik Rehber kullanımına yönelik bilgilere yer verilmiştir.

2. Şematik Rehber Kurgulaması

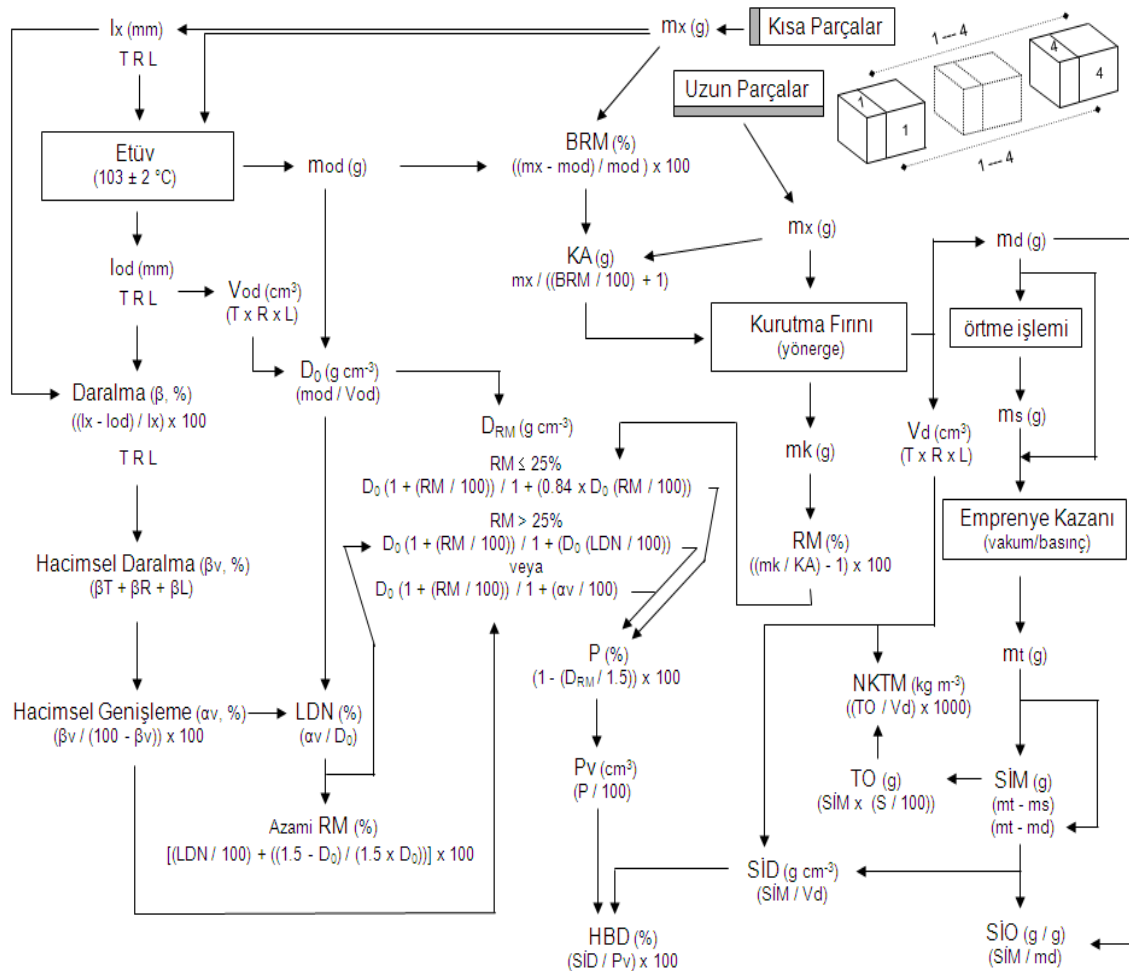
Şekil 1’de gösterilen Şematik Rehber, emprenye edilecek bir ağaç malzemenin yapısına istinaden bünyesinde özümseyebileceği koruyucu sıvı içerilme düzeyini (absorpsiyon miktarını) etkileyen olası muhtemel fiziksel özelliklerin bir süreç çerçevesinde belirlenmesi amacıyla düzenlenmiştir. Bu noktada, gerçekleştirilmesi öngörülen bir emprenye işlemi ile hedeflenen koruyucu sıvı içerilmesi düzeyini doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen ağaç malzeme fiziksel özellikleri, Usta ve Hale (2004) [2] tarafından, yoğunluk (özgül ağırlık), porosite (boşluk hacmi), daralma ve genişleme, rutubet miktarı, lif doygunluğu noktası ve geçirgenlik temel başlıkları dahilinde sıralanmış ve Şematik Rehber bu temel konular üzerinde kurgulanmıştır. Bu kavramlar, formülasyon ağıyla birbirleriyle ilişkilendirilmiştir.

Mevcut tasarımsal muhteviyatı kapsamında (içerdiği kavramlar itibariyle) Şematik Rehber incelendiğinde, birbiriyle ilişkili ağaç malzeme fiziksel özelliklerinin nasıl ve ne şekilde hesaplanabileceğinin birbirini takip eden süreçsel normda formüle edildiği görülmektedir. Ağaç malzeme fiziksel özelliklerinin tutarlı ve etkin bir biçimde belirlenebilmesi için, öngörülen araştırma kapsamında kullanılan ahşap numunelerin Şematik Rehber uyarınca, bir sıra dahilinde deneylere tabi tutulması, araştırmacılara kolaylıklar sağlamaktadır.

Şematik Rehber, esasen ahşap deney parçalarının (sıvıların ağaç malzeme içerisinde akarak yüzeyden derine nüfuz etme yetkinliği olarak tanımlanan) geçirgenlik özelliklerinin emprenye işlemiyle belirlenmesine yönelik bir düzenlemedir. Bu manada, Şekil 1’de görüldüğü gibi, geçirgenliğinin belirleneceği numunenin sahip olduğu fiziksel özellikler, onun emprenye işleminde kullanılacak olan asıl test numunesi olması

sebebiyle (numuneler hazırlanırken) kendisinin uzantısı durumundaki diğer eşdeş numune ile tespit edilmektedir.

Kuramsal açıdan bir değerlendirme yapılacak olursa, Şematik Rehber; deney yordamıyla deneysel verileri ortaya çıkarırken, biri diğerini etkileyen özellikler itibariyle teorik olarak öbürünün belirlenmesini sağlayan imgesel verileri de üreten bir içselliktedir. Örneğin, ilk önce eşdeş numune kullanılarak etüv işlemi aracılığıyla, yönlere göre daralma yüzdesi ile hacimsel daralma yüzdesi bizzat deney yapılarak ortaya çıkartılırken, hacimsel genişleme yüzdesinin (herhangi bir deney yapılmaksızın) gerçek değerini sınımaya mahal bırakmayacak doğrulukta, ilgili formülü kullanarak hesaplanması suretiyle, teorik olarak üretilmesi olanaklıdır. Buna benzer tespitler, Şematik Rehber üzerinde sıklıkla mevcuttur. Deney yapılmaksızın, ahşabın azami rutubet miktarının hesaplanabilirliği bunlardan biridir.

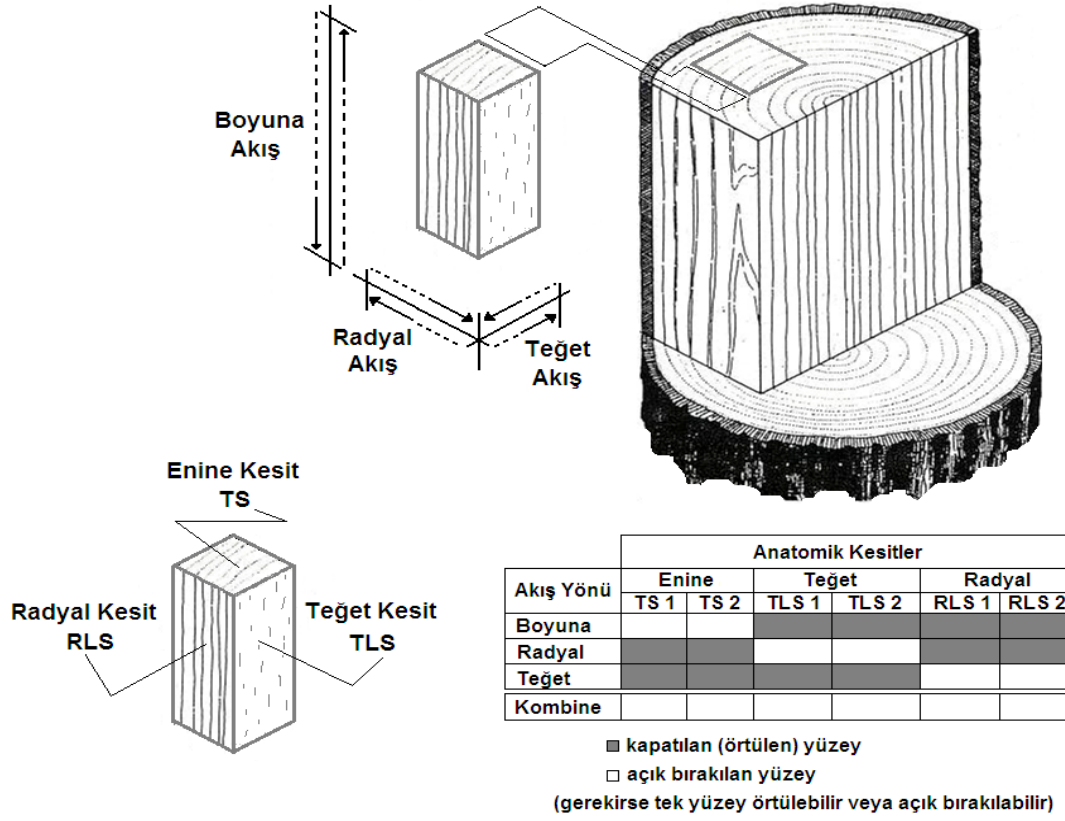


Şekil 1. Şematik Rehber [3]

Novel Guide [1][2] adıyla tanımlanmış olan bu kılavuz, Şematik Rehber [3] olarak Türkçeleştirilmiş olup mevcut kısaltmalar ve tanımlamalar (alfabetik sıraya göre) şöyledir: BRM (%), kurutmadan önceki başlangıç rutubet miktarı; D_0 ($g\ cm^{-3}$), tam kuru yoğunluk; D_{RM} ($g\ cm^{-3}$), belirli rutubet miktarına bağlı yoğunluk ($RM \leq 25\%$, eşit ve/veya küçük % 25 rutubet miktarı, $RM > 25\%$, rutubet miktarı % 25'den büyük); HBD (%), emprenye sıvısının ağaç malzeme hücre boşlukları tarafından içerilmesi yüzdesi; KA (g), ağaç malzemenin kurutulduktan sonraki tahmini kuru ağırlığı; LDN (%), lif doygunluğu noktasındaki rutubet miktarı; lod (mm), tam kuru haldeki uzunluk; lx (mm), yaş haldeki uzunluk (T, teğet; R, radyal; L, boyuna); md (g), emprenye öncesi ağırlığı; mk (g), kurutma işlemi sırasındaki ağırlık; mod (g), tam kuru haldeki ağırlık; ms (g), sıvı akış yönü için örtme işlemi yapılmış numunenin ağırlığı; mt (g), emprenye sonrası ağırlık; mx (g), yaş haldeki ağırlık; NKTM ($kg\ m^{-3}$), emprenye sıvısının kuru bir toz olarak ağaç malzeme içerisindeki net miktarı; P (%), ağaç malzeme içerisindeki hücre boşluğu oranı (porosite); P_v (cm^3), ağaç malzeme içerisindeki toplam hücre boşluğu miktarı; RM (%), mevcut rutubet miktarı; S (%), emprenye sıvısının konsantrasyonu; SID ($g\ cm^{-3}$), parça hacmine göre emprenye sıvısı içerilme düzeyi; SIM (g), emprenye sıvısının içerilme miktarı; SIO (g/g), emprenye sıvısının içerilme oranı; TO (g), emprenye sıvısının konsantrasyonuna bağlı kuru tuz oranı; V_d (cm^3), kurutulan numunenin hacmi; V_{od} (cm^3), tam kuru haldeki hacim.

Şematik Rehber üzerinde “örtme” işlemi olarak tanımlanmış emprenye başlangıcındaki adımda, eğer farklı akış yönlerinin karşılaştırmasına yönelik bir deney kurgulanmamış ise, örtme işlemi yapılmadan emprenye sürecine devam edilir. Aksi takdirde, Usta (2001) [4] tarafından takdim edilmiş, Usta ve Hale (2004) [2] tarafından geliştirilmiş örtme işleminin gerçekleştirilmesi gerekir. Şematik Rehber kapsamında tercihen uygulanan Örtme İşlemi, Usta (2005) [3], Usta vd., (2005) [5] ve Usta (2006) [6] tarafından örneklendirilmiştir.

Emprenye işlemi öncesinde başvurulması olması halinde, numunenin anatomik kesit yüzeyleri ile sıvı akış yönleri bağlamında, örtme işlemi Şekil 2'deki gibi modellenmiş olup [3][6] ve Usta (2008)[7] açıklamalarına göre revize edilmiştir.



Şekil 2. Emprenye öncesinde (akış yönlerine göre) numune yüzeylerini örtme işlemi

Ahşabın geçirgenlik özelliğinin, belirli bir akış yönü bağlamında belirlenmesine yönelik bir araştırma söz konusu olduğunda, emprenye edilecek numunelerin Şematik Rehber dahilinde (akışın sınanacağı yöne ilişkin yüzey(ler) açık bırakılmak suretiyle), sıvı akışının istenmediği yüzeylerin dirençli bir katman oluşturucu özelliğe sahip gereçle Örtme İşlemi yapılarak sıvı akışına kapatılması gerekir [2][4]. Emprenye işlemine tabi tutulmak suretiyle geçirgenliği belirlenecek ağaç malzemenin enine, teğet ve radyal olmak üzere üç kesit yüzeyi bulunmakta olup bu yüzeylerin her birinin ikişer adet yüzeyi olduğu için, istenilen yöndeki sıvı akışının sağlanabilmesi için, akışa dair mevcut yüzeylerden birisi veya ikisi birden açık tutulmalıdır. Herhangi bir örtme işleminin yapılmadığı koruma araştırmalarında ise, ahşap numuneler Kombine olarak tanımlanarak tüm yüzeyler açık bırakılmalıdır [7].

Ülkemizde yaygın olarak emprenye adlandırmasıyla bilinen Ahşap Koruma terimi, TS 343 (1977) [8] standardında tanımlanmıştır. Ahşap Koruma kapsamında mevcut uygulamalara ilişkin metodik açıklamalar pek çok araştırmacı tarafından işlenmiş olup Tsoumis (1991) [9], Bozkurt vd. (1993) [10], Eaton ve Hale (1993) [11]

bunlardandır. Ahşap Koruma, ağaç malzeme fiziği temeline oturmuş uygulamaları içeren bir alan olup ağaç malzemenin fiziksel özellikleri nezdinde işlemler gerçekleştirilmektedir. Öyle ki, emprenyenin başarı performansı dahi, ağaç malzemenin fiziksel özellikleri kapsamında değerlendirilmektedir. Bu konudaki detaylı bilgiye Kollman ve Cote (1968) [12], Bozkurt ve Göker (1987) [13], Tsoumis (1993) [10], Eaton ve Hale (1993) [11] ile erişilebilir.

Uygulanan herhangi bir ahşap koruma işlemiyle ağaç malzemeye yüklenirilmesi öngörülen koruyucu sıvının içerilme düzeyi (absorpsiyon miktarı), ağaç malzeme fiziği çerçevesinde değerlendirildiğinde; ağaç türü, özgül ağırlık, porosite (hücre boşluğu oranı), rutubet miktarı gibi unsurların etkisi ve/veya yönlendirmesi ile biçimlenir (Arsenault, 1973 [14]; Nicholas ve Siau, 1973 [15]). Bu faktörlerin olası muhtemel etkileri, ağaç malzeme koruma uygulamalarında hedeflenen başarı potansiyeline niceliksel olarak yansır ve neden-sonuç ilişkisini belirginleştirir (Siau, 1971 [16]; 1984 [17]). Başka bir deyişle, ağaç malzeme fiziği kapsamında irdelenen bu özelliklerin koruma uygulamalarına doğrudan veya dolaylı etkileri olduğu için, bunların birbirini ne şekilde yönlendirmekte olduğu tutarlı bir biçimde betimlenerek yorumlandığında, koruyucu sıvının ağaç malzeme tarafından içerilmesi düzeyi anlamlı hale gelir ve eşdeğer diğer tüm uygulamalar açısından geçerli bir niteliğe dönüşebilir [1]. Bu durumda, öngörülen koruma işlemiyle ilgili faktörlerin ve kullanılacak koruyucu sıvının karakteristik özelliklerinin ötesinde, emprenye işlemine tabi tutulacak ağaç malzemenin mevcut fiziksel özelliklerinin belirlenmesi gereklidir.

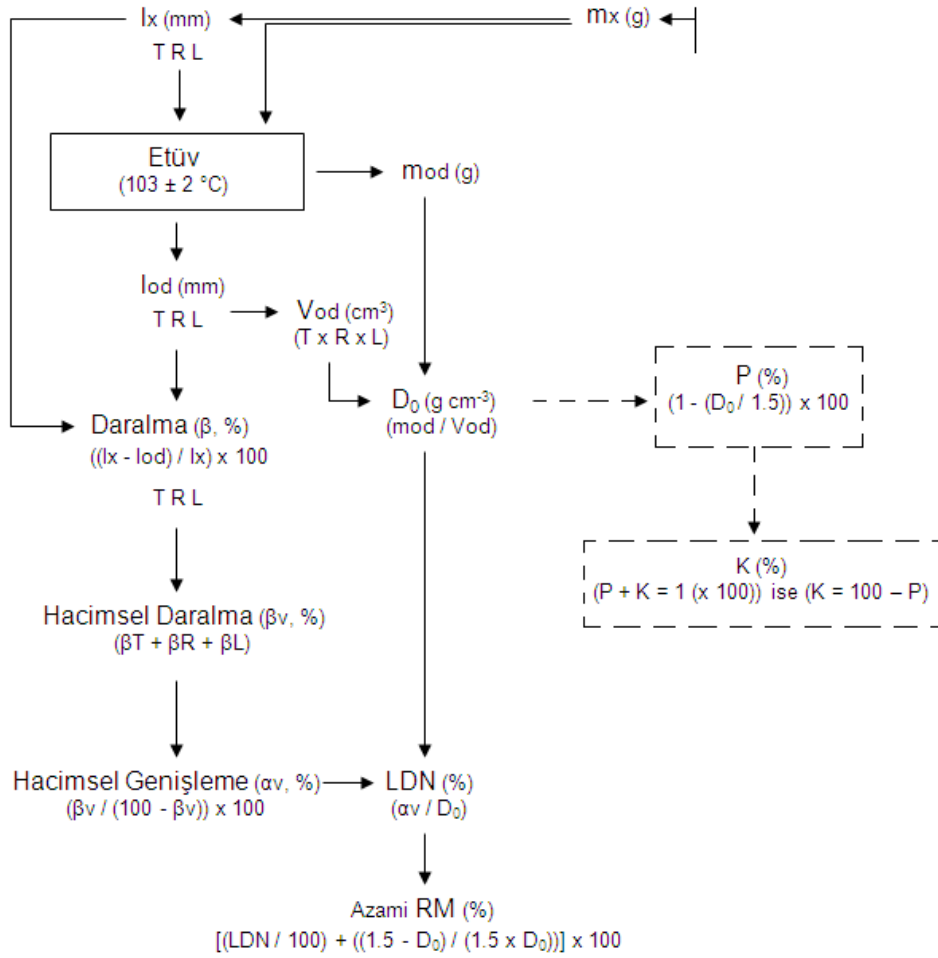
Ağaç malzeme fiziği kapsamında, fiziksel özelliklerin belirlenmesiyle ilgili olarak yapılmış çok sayıda araştırma verileri, bu özelliklerin doğrudan ya da dolaylı bir biçimde birbiriyle ilişkili olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu konu, Flynn (1995) [18] tarafından örnekleştirilmiştir.

Bu durum, bir ağaç türü için mevzu bahis olan değişik fiziksel özelliklerden birisinin veya bir kaçının deney yapılarak belirlenmesi halinde, aynı ağaç türüne ait ahşap malzemeye ait başka bir özelliğin ya da özelliklerin (herhangi bir test yapılmaksızın) teorik olarak hesaplanıp tanımlanmasına olanak sağlamaktadır [2]. Dolayısıyla, Usta ve Hale (2004) [2] tarafından geliştirilen ve “Novel Guide” olarak tanımlanan bu Şematik Rehber [3]; bilimsel açıdan geçerliliği ispat edilmiş temel kuramsal varsayımlar dahilindedir ve ahşap koruma (emprenye) uygulamasında, ağaç

malzemenin koruyucu sıvı içerilmesi düzeyi kapsamında değerlendirilen sonuçlara doğrudan veya dolaylı olarak etki eden fiziksel özelliklerin, deneysel bir sıra ile birbiri ardınca belirlenişi bakımından oldukça önemlidir.

Bir emprenye (ahşap koruma) uygulamasında; ağaç malzemenin koruyucu sıvı içerilmesi düzeyine doğrudan veya dolaylı biçimde etkisi bulunan ağaç malzeme fiziksel özelliklerinin, emprenye işlemi öncesinde (işleme tabi tutulan numunenin elde edildiği keresteden veya kendi uzantısından tedarik edilmek suretiyle) deneysel bir süreç ile belirlenmesi, mevcut Şematik Rehber kurgusunun özünü oluşturmaktadır. Buna göre, enine kesiti kare olmak üzere 20x20 veya 25x25 mm olan, boyu ise 20 ile 150 mm arasında değişebilen, muhtelif ebatlı numunelerin emprenye edilmesi deneyinde Şematik Rehber kullanımı, bu şekildeki bir deneme deseni ile yürütülen araştırmalara kolaylık sağlayacaktır.

Şematik Rehber, ağaç malzeme fiziksel özelliklerinin belirlenmesine yönelik bir çalışma yürütecek araştırmacıların veri derleme amacına göre, tamamıyla ve kısmen kullanılmaya elverişli bir kılavuz tipinde olup araştırma çerçevesinde ilave fiziksel özelliklerin tespitine olanak sağlayıcı bir içselliktedir. Örneğin, Şekil 3’de gösterilen diyagramda olduğu gibi, etüv aracılığıyla elde edilen ahşap numunenin tam kuru hacmi ile tam kuru kütlelerinin bir türevi olan tam kuru haldeki yoğunluk değeri kullanılarak, (birim hacimdeki porosite miktarı olarak adlandırılan) ağaç malzemenin sahip olduğu mutlak boşluk hacmi, ilave bir fiziksel özellik sıfatıyla hesaplanabilir. Bunun yanı sıra, mevcut porosite miktarı kapsamında, ağaç malzemenin birim hacimdeki net odun miktarı da kolayca hesaplanabilir. Ağaç malzemenin tam kuru haldeki yoğunluğuna atfen özümlediği mutlak boşluk hacmi ile net odun miktarı ilişkilendirmesi, Bozkurt ve Göker (1987) [13] tarafından örneklenmiştir.



Şekil 3. Şematik Rehber aracılığıyla, Do ile P ve K tespiti

Şekil 3’de ağaç malzemenin tam kuru haldeki yoğunluk (Do) değerine atfen sahip olduğu mutlak boşluk hacmi (P) ile net odun miktarı (K) belirlenmesi gösterilmiş olup hesaplanabilir ilave özellikler olan P ve K belirlenmesi, mevcut diyagram üzerinde kesikli çerçeve ile gösterilmiştir.

Ahşap Koruma uygulamaları göz önüne alındığında (özellikle basınç uygulayan emprenye işlemleri nezdinde) ahşap koruma işleminin, ağaç malzemenin (lif doygunluğu noktası altındaki bir rutubet miktarına kadar) fırında belli bir rutubet miktarına kadar kurutulduktan sonra gerçekleştirildiği görülmektedir. Comstock (1970) [19] ve Wilkinson (1979) [20] emprenye edilecek ağaç malzemenin ideal rutubet miktarına kadar kurutulmasına ilişkin değerlendirmeler yapmış, Pratt (1986) [21] ise çeşitli ağaç türlerinin optimal şekilde kurutulmasına yönelik bir kurutma yönergesi hazırlamıştır. Bu kapsamda, Şematik Rehber ağaç malzemenin öngörülen rutubet

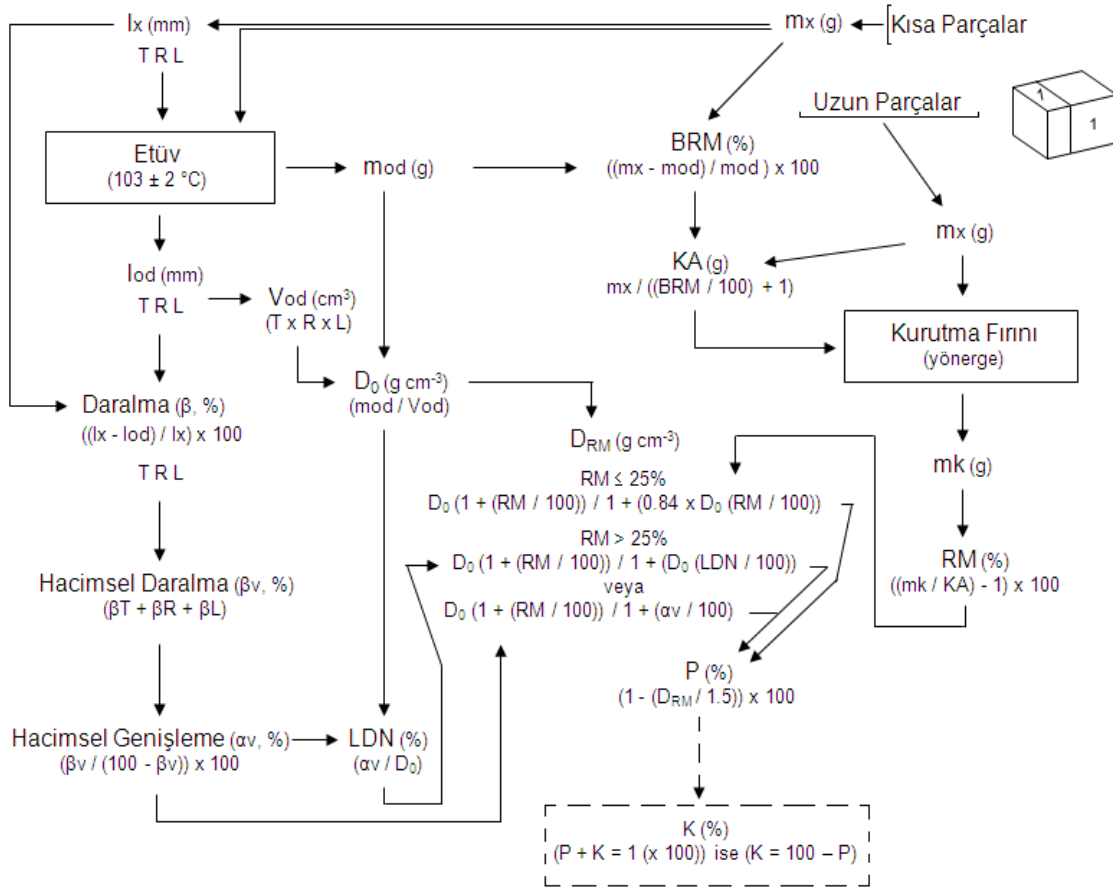
miktarına kadar kurutulmasına dair Kurutma Fırını ile ahşabın tartı yöntemine göre kurutulması sürecini de içermiştir. Bu bağlamda, Örtme İşlemi söz konusu ise, deney parçalarının araştırmada öngörülen rutubet miktarına kadar fırında kurutulmasının sonrasında gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Bir ağaç malzeme için gerçekleştirilmesi öngörülen emprenye işlemi öncesinde bilinmesi gereken fiziksel özellikler; emprenye edilecek ağaç malzemedeki mevcut rutubet miktarı ile ağaç malzemenin bu rutubetteki yoğunluğu ve hücre boşluğu (porosite) miktarıdır [9] [11]. Çünkü ağaç malzemenin rutubet miktarı ile özgül ağırlık ve porosite arasındaki etkileşim, koruyucu sıvı içerilme düzeyini doğrudan etkilemektedir [10][13].

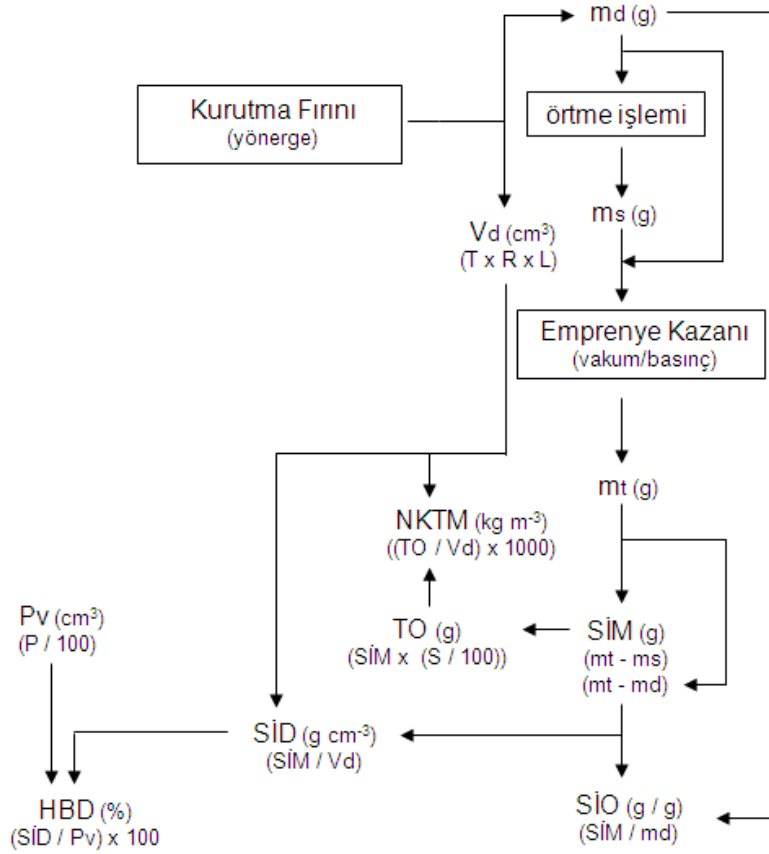
Emprenye işlemi öncesinde belirlenmesi gereken bu özellikler, esasen tam kuru haldeki yoğunluk (Do) değeri çerçevesinde düşünülmelidir. Çünkü Do değeri bilinen bir ağaç malzemenin belirli rutubet miktarındaki özgül ağırlığı (D_{RM}), rutubet miktarının %25'den büyük veya küçük olması durumuna göre, Do değerine bağlı bir nicelik olarak değiştiği için, mevcut rutubet miktarının artması halinde, ağaç malzemenin yoğunluğu artarken hücre boşluğu miktarı azalır [9]. Ahşabın mevcut hücre boşluğu oranının azalması durumu, HBD% şeklinde tanımlanan olası muhtemel koruyucu sıvı absorpsiyonunun nispeten daha düşük bir düzeyde gerçekleşmesini kaçınılmaz kılacaktır. Bu ilişki, lif doygunluğu noktası (LDN) bağlamında değerlendirildiğinde; LDN üzerindeki rutubetlilik (hücre boşluklarının serbest su ile dolu olması yüzünden buraya absorbe edilecek) koruyucu sıvı miktarının azalmasına neden olmakta, LDN altındaki rutubetlilik ise (hücre boşluklarının tamamen veya kısmen kuru olması sebebiyle) absorpsiyonun yüksek düzeyde gerçekleşmesine etki etmektedir [1]. Bu yüzden, optimal sıvı absorpsiyonu açısından, ağaç malzemenin emprenye öncesinde ideal rutubet miktarına kadar kurutulması gereklidir [9][10][20]. Her ağaç türü için değişkenlik göstermekle birlikte, vakum/basınç yöntemiyle emprenye edilecek bir ağaç malzemenin ideal rutubet miktarı, daima LDN altında gerçekleşmektedir [9]. Dolayısıyla, LDN; ağaç malzemenin tam kuru haldeki yoğunluk (Do) ve hacimsel genişleme yüzdesi (α_v) değerlerinin bir fonksiyonu şeklinde düşünüldüğünde, olası muhtemel koruyucu sıvı absorpsiyonu açısından önemli bir etmen olarak öne çıkacaktır. Buna göre, emprenye edilecek ağaç malzemenin LDN değerinin yüksek olması, koruyucu sıvının (hücre boşluğuna ilaveten) hücre çeperindeki miseller arası boşluklar

tarafından daha fazla içerilmesine etki edeceğinden, hücre çeperine tutunarak bağlanan koruyucu madde miktarının göreceli bir şekilde artmasına katkıda bulunabileceği söylenebilir [5].

Şematik Rehber ile ağaç malzemenin belli bir rutubet miktarına kadar kurutulması ve emprenye edilmesi süreçlerine ilişkin çözümlenmeleri Şekil 4 ve Şekil 5 ile ayrı ayrı gösterilmiştir. Bu sunuda, ağaç malzemenin emprenye öncesindeki rutubet miktarına bağlı yoğunluk (D_{RM}) değerine atfen sahip olduğu mutlak boşluk hacmi (P) ile net odun miktarı (K) belirlenmesi de gösterilmiş olup ilave özellik durumundaki K belirlenmesi, kesikli çerçeve ile gösterilmiştir.



Şekil 4. Şematik Rehber ile kurutma sürecinin örnekleme süreci



Şekil 5. Şematik Rehber ile emprenye sürecinin örneklenmesi

3. Sonuçların Çizelgelenmesi

Şematik Rehber kullanılarak elde edilen değerler, örneklenen Çizelge 1 ve Çizelge 2 aracılığıyla takdim edilebilir. Çizelge 1 ile ağaç malzemenin fiziksel özellikleri, Çizelge 2 ile de belirli rutubet miktarı altında emprenye edilen ahşabın koruyucu sıvı içerme performansı tanıtılabilir. Bu çizelgeler örnek olup değişik şekillerde düzenlenebilir, her süreç için ayrı ayrı kurgulanabilir ve mevcut sonuçların değerlendirilmesinde kullanılabilir.

Çizelge 1. Test edilen ağaç malzemenin fiziksel özellikleri

numune	Do (g cm ⁻³)	Daralma (%)				Genişleme (%)	LDN (%)	RM (%)
		T	R	L	hacimsel			

D_0 (g cm^{-3}), tam kuru yoğunluk; T, teğet yön (yıllık halka çevrimi yönü); R, radyal yön (öz ışını doğrultusu); L, boyuna yön (liflere paralel yön); LDN (%), lif doygunluğu noktasındaki rutubet miktarı; RM (%), ağaç malzemenin ulaşabileceği azami rutubet miktarı. Çizelgede, genişleme yüzdesi hacimsel değeri göstermektedir..

Çizelge 2. Tanımlı koruyucu ile belli bir rutubet miktarı altında emprenye edilen ahşabın mutlak boşluk hacmi ve akış yönleri itibariyle koruyucu sıvı içerme performansı

numune	RM (%)	D_{RM} (g cm^{-3})	P (%)	HBD (%)	NKTM (Kg m^{-3})

RM (%), mevcut rutubet miktarı; D_{RM} (g cm^{-3}), mevcut rutubet miktarına bağlı yoğunluk; P (%), ağaç malzemenin mevcut rutubet miktarındaki boşluk hacmi; HBD (%), emprenye sıvısının ağaç malzeme hücre boşlukları tarafından içerilmesi yüzdesi; NKTM (kg m^{-3}), emprenye sıvısının kuru bir toz olarak ağaç malzeme içerisine yüklenmiş olan net miktarı.

Kaynaklar

- [1] Usta I. The Effect of Moisture Content and Wood Density on the Preservative Uptake of Caucasian Fir (*Abies nordmanniana* (Link.) Spach.) Treated with CCA. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 2004, Sayı: 28, Sayfa: 1-7.
- [2] Usta I, Hale MD. A Novel Guide for the Determination of the Physical Properties of Wood Including Kiln Drying and Full-Cell Preservative Treatment. The International Research Group on Wood Preservation, IRG/WP: 04-20298, 2004.
- [3] Usta İ. Farklı Ağaç Türlerinin CCA ve CCB ile Emprenye Edilebilirliği. 1. Ulusal Bor Çalıştayı, 28-29 Nisan 2005, Ankara, Türkiye.
- [4] Usta I. Absorption Differences of Corsican Pine and Sitka Spruce Treated with Tanalith-C. Technology (Journal of Zonguldak Karaelmas University), 2001, Sayı: 1-2, Sayfa: 95-102.
- [5] Usta I, Despot R, Hasan M. The Interaction of Wood Density with Moisture Content on the Effectiveness of Full-Cell Preservative Treatment within Tree of

- European Silver Fir (*Abies alba* Mill.). 7. International Conference on Wood in the Construction Industry, 22 April 2005, Zagreb, Croatia.
- [6] Usta İ. Ahşap Koruma ve Örnek Bir Araştırma: CCA ve CCB ile Emprenye Edilen Uludağ Göknarı (*Abies bornmulleriana* Mattf.) ve Doğu Ladini (*Picea orientalis* L.) Türlerinin Geçirgenliklerinin Karşılaştırılması. 3. Uluslararası Bor Sempozyumu, 2-4 Kasım 2006, Ankara, Türkiye.
- [7] Usta İ. Ağaç Malzeme Fiziksel Özelliklerinin Şematik Rehber ile Belirlenmesi. Mobilya Sanayinde Inovasyon Uygulamaları, 19 Ocak 2008, Eskişehir, Türkiye.
- [8] TS 343. Ahşap Koruma (Terimler ve Tanımlar). Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, 1977.
- [9] Tsoumis GT. Science and Technology of Wood: Structure, Properties, Utilisation. New York: Van Nostrand Reinhold; 1991.
- [10] Bozkurt AY, Göker Y, Erdin N. Emprenye Tekniği. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 3779/425, 1993.
- [11] Eaton RA, Hale MDC. Wood: Decay, Pests, and Protection. London: Chapman and Hall Ltd.; 1993.
- [12] Kollman FFP, Cote WA. Principles of Wood Science and Technology (I): Solid Wood. Berlin: Springer-Verlag; 1968.
- [13] Bozkurt AY, Göker Y. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 3445/388, 1987.
- [14] Arsenault RD. Factors Influencing the Effectiveness of Preservative Systems. Preservatives and Preservative Systems, Wood Deterioration and Its Prevention by Preservative Treatments (edited by DD Nicholas), 2: 121-178, New York: Syracuse University Press; 1973.
- [15] Nicholas DD, Siau JF. Factors Influencing Treatability of Wood. Preservatives and Preservative Systems, Wood Deterioration and Its Prevention by Preservative Treatments (edited by DD Nicholas), 2: 299-343, New York: Syracuse University Press; 1973.
- [16] Siau JF. Flow in Wood. New York: Syracuse University Press; 1971.
- [17] Siau JF. Transport Processes in Wood. Berlin: Springer-Verlag; 1984.
- [18] Flynn KA. A review of the Permeability, Fluid Flow, and Anatomy of Spruce (*Picea* spp.). Wood and Fiber Science, 1995, Cilt: 27, Sayı: 3, Sayfa: 278-284.

- [19] Comstock GL. Directional permeability of softwoods. Wood and Fiber, 1970, Cilt: 1, Sayı: 4, Sayfa: 283-289.
- [20] Wilkinson JG. Industrial Timber Preservation. London: Associated Business Press; 1979.
- [21] Pratt GH. Timber Drying Manual (revised by CHL Tumun). Aylesbury: Building Research Establishment Report; 1986.