

SERİ **B** CİLT **33**



SAYI **2** **1983**

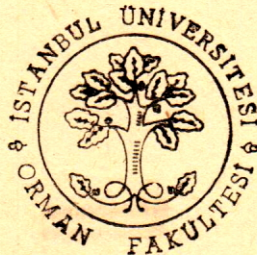
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,
UNIVERSITY OF ISTANBUL

ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



ODUNUN RUTUBET HALLERİ

Doç. Dr. Ahmet KURTOĞLU¹

1. GİRİŞ

Ağaç malzeme suni olarak kurutulup tam kuru hale getirilmedikçe her zaman rutubete sahip bulunmaktadır.

Rutubet miktarına göre ağaç malzemede 5 rutubet hali (tam yaş, taze, LDN (lif doygunluğu noktası), hava kurusu ve tam kuru) ayırt edilmektedir.

Odundaki rutubet miktarı özellikle (LDN) rutubet derecesi altında odunun özgül ağırlık, ısı, akustik, elektrik, mekanik, direnç ve işleme özellikleri ile kurutma, emprenye, cilalama, bükme, selüloz randımanı, taşıma ve istifleme masrafları üzerine etkili olmaktadır.

Yukarıdaki nedenler ile odunun rutubet halleri önemli olup, bilinmesinde yarar bulunmaktadır.

2. ODUNUN RUTUBET HALLERİ

2.1. Tam Yaş Rutubet Hali

Ağaç malzeme iskele direklerinde olduğu gibi sürekli su içinde bulunduğu takdirde hücre çeperi ile birlikte bütün hücre boşlukları da su ile dolu bulunmaktadır.

Bu hale ağaç malzemenin tam yaş rutubet hali denmekte ve ağaç malzemenin rutubet miktarı % 120 nin üstünde bulunmaktadır.

Tam yaş haldeki ağaç malzeme, bütün boşlukları su ile dolu olduğu için suyun dibine çökmektedir.

Odunun tam yaş rutubet halinin bilinmesi, odunun emprenyesinde içerisine alabileceği en fazla emprenye maddesi miktarının ve su ile taşımada yüzdürülebilmesi için ne kadar kurutulması gerektiğinin belirlenmesinde önemli bulunmaktadır.

Bu hale ağaç malzemenin uzun süre su içinde kullanılmasında ve nadiren de yaşayan ağaçların su ileten diri odun tabakasında rastlanılmaktadır.

Ağaç malzemenin tam yaş rutubet miktarı, eğer odunun (LDN) rutubet de-

¹ I.O. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bahçeköy - İstanbul.

recesi (0,28) ile tam kuru özgül ağırlığı (r_0) veya hacim ağırlık değeri (R) biliniyor ise aşağıdaki eşitlikler yardımı ile belirlenmektedir.

$$u_{max} = 0.28 \cdot \frac{1,5 - r_0}{1,5 \cdot r_0} \quad (1)$$

$$u_{max} = \frac{1,5 - R}{1,5 \cdot R} \quad (2)$$

Ağaç malzemenin tam yaş rutubet derecesi ağaç türlerine göre değişmekte olup ağır ağaçlar hafiflere göre daha az su almaktadır.

Örneğin : En hafif odun olan Balsa içerisinde en fazla % 767, en ağır odun olan Pelesenk ise % 31 su alabilmektedir. Bu miktar Kavak da % 205, Ladin de % 201, Çam da % 167, Kayın da % 116, Meşe de % 111, Şimşir de % 101 dir (TRENDELENBURG - MAYER WEGELING, 1955).

2.2. Ağaç Malzemenin Taze Hali

Odunun rutubet miktarı dikili halde ve kesimden hemen sonra % 30 ile % 200 arasında değişmekte olup, bu halde ki rutubete Taze Haldeki Rutubet denilmektedir.

Taze haldeki rutubet miktarı LDN ile tam yaş rutubet dereceleri arasında değişmektedir. Fakat ne LDN rutubet derecesine düşmekte, ne de tam yaş haldeki rutubet miktarına ulaşmaktadır.

Dikili ağaçlardaki rutubet miktarı gövde de aşağıdan yukarıya çıkıldıkça ve enine kesitin çeşitli yönlerinde farklılıklar göstermektedir.

İğne yapraklı ağaçlarda gövdede aşağıdan yukarıya doğru çıkıldıkça öz ve diri odunda genellikle rutubet miktarı artmaktadır. Diri odunda yukarı çıkıldıkça rutubet artışı sürekli olmasına rağmen, öz odunda bu artış maximum bir değere ulaştıktan sonra tekrar azalmaktadır.

Gövde de yukarı doğru çıkıldıkça, enine kesitteki diri odun katılım oranı artışı için ortalama rutubet oranı da fazlalaşmaktadır.

Yapraklı ağaçlarda ise gövde de yukarı doğru çıkıldıkça ağaç türlerine göre rutubet miktarlarında farklılıklar görülmektedir.

Kestane de yukarı doğru çıkıldıkça diri ve öz odunda rutubet miktarı azalmakta Akasya da bu azalma diri odunda da öz oduna göre daha belirgin olmaktadır (BERKEL, 1970).

Dikili ağaçlarda gövdenin enine kesitinde ise çoğunlukla öz den çevreye gidildikçe rutubet miktarı artmaktadır.

İğne yapraklı ağaçlarda öz ve diri odunun rutubet miktarları arasındaki fark yapraklı ağaçlara göre daha yüksek bulunmaktadır.

Koyu renkli öz odununa sahip ağaçlarda özellikle iğne yapraklılarda diri odun öz odunun 2-3 katı rutubete sahip bulunmaktadır.

Dikili bir ağaçta bir yıllık halka içindeki rutubet miktarı farklı olabilmektedir.

Diri odunda ilkbahar ve yaz odununun rutubet miktarları farklı olup, ilkbahar odunu yaz odunundan daha fazla rutubete sahip bulunmaktadır. Öz odununda ise yaz ve ilkbahar odununun rutubet miktarlarındaki fark azalmaktadır.

Çizelge 1 de dikili haldeki ağaç türlerimizin diri ve öz odunlarındaki rutubet miktarları gösterilmektedir.

Çizelge 1. Bazı dikili ağaç türü odunlarımızın diri ve öz odunundaki rutubet miktarları (BOZKURT 1979).

Ağaç türü	Rutubet miktarları %		Ağaç türü	Rutubet miktarları %	
	Diri odun	Öz odun		Diri odun	Öz odun
Çam	130	50	Meşe	80	65
Ladin	145	35	Kestane	90	80
Gök nar	165	40	Akça ağaç	75	65
Sedir	120	40	Ihlamur	75	80
Kayın	110	55	Kavak	135	80

TRENDELENBURG (1939)'a göre tam kuru ağırlığa oranla, yeni kesilmiş taze haldeki rutubet miktarlarına göre ağaçlar aşağıdaki sınıflara ayrılmaktadır.

- I. Orta rutubetli ağaçlar (% 30 - % 40)
Ladin, çam, melez, duglas, göknar (öz veya olgun odun)
- II. Rutubetli ağaçlar (% 40 - % 60)
Dışbudak, ceviz, akasya, kavak (öz odun)
- III. Yaş ağaçlar (% 60 - % 115)
Kayın, meşe, huş, akça ağaç, ihlamur, söğüt
- IV. Çok yaş ağaçlar (\geq % 115)
Kara ağaç, kavak, kestane, iğne yapraklı ağaçların diri odunları ve kök odunu

Kesimden sonra ağaç gövdesindeki yüksek rutubet miktarı kesim yerinden uzak olmayan su inşaatında olduğu gibi bazı kullanım yerlerinde sakınca yaratmamaktadır.

Kesimden sonra ağacın özellikle enine kesitinde, kabuğu soyulduktan sonra ise diri odun tabakasından rutubet kaybı olmaktadır.

Dikili durumda odun öz oduna göre daha fazla rutubete sahip olmasına rağmen, yukarıda belirtilen nedenle gövdenin iç kısımlarında dış kısımlarına nazaran daha fazla rutubet bulunmaktadır.

2.3. Lif Doygunluğu Noktası (LDN) Rutubet Hali

2.3.1. Tarifi, Pratik ve Teorik Bakımdan Önemi

Lif doygunluğu noktası (LDN) rutubet hali hücre çeperi içerisindeki tüm boşlukların su ile doymuş olduğu durumu göstermektedir. Ancak odunun çevresindeki havanın subuharı ile doymuş bulunduğu zaman ortaya çıkmaktadır.

Bu durumda hücre çeperine bağlı su maksimum miktarda, serbest su ise hiç bulunmamaktadır.

TRENDELENBURG (1939) hücre çeperinin su ile doymuş bulunduğu ve genişleme miktarının en fazla olduğu durumu LDN rutubet hali olarak tarif etmektedir.

Bu noktanın üzerindeki rutubet derecelerinde odunda genişleme olmamakta ve hücre boşluklarının su ile dolması nedeni ile yalnız odunun ağırlığı artmaktadır.

TIEMANN (1947) ise hücre çeperinin rutubet ile doymuş ve adsorpsiyon ısısının sıfır olduğu rutubet miktarını LDN rutubet hali olarak açıklamaktadır.

STAMM ise subuharı ile doymuş atmosfer ile denge de bulunan % 22 ile % 35 rutubet miktarları arasında değişen rutubet derecelerine LDN rutubet hali demektedir (KOLLMANN, 1951).

Yukarıdaki açıklamalarda belirtildiği gibi LDN rutubet hali bir nokta olmayıp alt ve üst sınırları olan bir bölgeyi kapsamaktadır.

Bu rutubet halinde odun ortalama % 28 rutubete sahip olup alt ve üst sınır olarak % 18 ile % 35 arasında değişmektedir.

Tropik ağaçlarda bu sınırlar arasındaki fark daha büyük bulunmakta, çok hafif olan bazı kök odunlarında LDN rutubet derecesi % 50 e kadar çıkabilmektedir.

LDN rutubet derecesi aşağıda belirtilen nedenlerle pratik ve teorik bakımdan önemli bulunmaktadır.

1. Bu rutubet derecesinin üstünde serbest su ağaç malzeme içerisinde kolayca hareket edebilmektedir.

Bu nedenle kuruma, çabuk ve değişmez bir hızla olmaktadır. LDN rutubet derecesinin altında ise kuruma hızı giderek azalmaktadır.

2. LDN rutubet derecesi ile taze hal arasında ağaç malzeme rutubet kaybettiğinde malzemenin boyutlarında herhangi bir değişim olmamaktadır.

LDN rutubet derecesinin altında ise rutubet alış verişleri ile malzemenin boyutları da 3 yönde farklı değişimler ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, eğilme kamburlaşma dönükleşme, kristalleşme ve çanaklaşma gibi şekil değişimleri ile çatlaklar oluşmaktadır.

3. LDN rutubet derecesinin altında ağaç malzemenin rutubet kaybetmesi ile mekanik ve fiziksel özelliklerde de değişimler olmakta ve direnç özellikleri artmaktadır.

2.3.2. LDN Rutubet Derecesinin Belirlenmesi

LDN rutubet derecesinin güvenilir bir şekilde belirlenmesi kapiler boşluklarda ki su buharı basıncının serbest bir su yüzeyindeki buhar basıncından farklı olması ve sıcaklık etkisi nedeni ile güçlük yaratmaktadır.

LDN rutubet derecesi hücre çeperinin rutubet miktarı ile değişen bazı fiziksel ve mekanik özellikler yardımıyla indirekt belirlenebilmektedir.

Çok sayıda küçük ve kusursuz odun örnekler ile 1) liflere paralel yöndeki basınç direnci, 2) hacim daralma ve genişleme yüzdesi, 3) özgül ağırlık ve hacim ağırlık değeri, 4) küçük parçalara ayrılmış odunun rutubet miktarının direkt belirlenmesi 5) elektriği ve ısıyı iletme kapasitesi metodları yardımı ile belirlenebilmektedir (KRPAN, 1954).

Bu metodlardan liflere paralel yöndeki basınç direnci, hacim daralma ve genişleme yüzdesi, hacim ağırlık değeri ve elektriği iletme kapasitesi metodları pratikte kullanım bulmaktadır.

Liflere paralel yöndeki basınç direnci metodun da odunun tam kuru halden LDN rutubet derecesine kadar rutubet miktarının artması ile basınç direncinin azalması ve bu noktadan sonra bir değişme olmaması özelliğinden yararlanılmaktadır.

Hacim daralma yüzdesi ve hacim ağırlık değerinin bilinmesi durumunda ise aşağıdaki formüllerden yararlanılmaktadır.

$$\beta_v = u_f \cdot R \quad \text{veya} \quad u_f = \frac{\beta_v}{R} \quad (3)$$

Hacim genişleme yüzdesi ve özgül ağırlığın bilinmesi halinde ise LDN rutubet derecesinin belirlenmesi formüü (4) yardımı ile olmaktadır.

$$\alpha_v = u_f \cdot r_0 \quad \text{veya} \quad u_f = \frac{\alpha_v}{r_0} \quad (4)$$

Elektriği iletme kapasitesi metodunda ise odunun rutubet miktarının LDN rutubet derecesine kadar artması ile elektriği iletme kapasitesinin doğru orantılı olarak artmasından yararlanılmaktadır.

LDN rutubet derecesi ayrıca ikiz odun örneklerinin su ve petrol ile basınç altında muamele edilmesi prensibine dayanarak bulunabilmektedir. Örneklerden biri su ile işlem görmekte, hücre çeperi ve boşlukları su ile dolmaktadır. Diğer örnekler ise 0,793 gr/cm³ özgül ağırlığa sahip temizlenmiş petrol ile işlem görmekte ve petrol yalnız hücre boşluklarına dolmaktadır.

Bu iki tip örneğin aldığı su ve petrol miktarının yüzde farkları LDN rutubet derecesini ifade etmektedir (GRZECZYNSKI, 1967).

Yapılan araştırmalara göre denemeler ile bulunan ve hesaplanan değerler birbirine uymaktadır (CUDINOV, 1981).

2.3.3. Lif Doygunluğu Noktası (LDN) Rutubet Derecesi Etkileyen Faktörler

LDN rutubet derecesini çeşitli odun türlerinin kimyasal yapısı, ekstrakt madde miktarı ve cinsi, hücre çeperi kalınlığı ve özgül ağırlığı, selülozun kristalleşme derecesi ve sıcaklık gibi faktörler etkilemektedir (WANGAARD - GRANADUS, 1967).

Bu faktörlerden özellikle odunun özgül ağırlığı en etkileyici durumdadır.

İnce hücre çeperi kalın hücre çeperine göre daha az rutubet ihtiva etmektedir.

Misel ve fibriller arası boşlukları açık olan diri odun bu boşlukları reçine boyalı ve tanenli maddeler ile dolu öz oduna göre hücre çeperine daha fazla su alabilmektedir. Öz odunu maddelerine sahip odunların higroskopik potansiyeli daha düşük bulunmaktadır.

STAMM'a göre hücre çeperi boşluklarının ekstrakt maddeler ile dolması ile özgül ağırlığın artması nedeniyle LDN rutubet derecesi azalmaktadır (SKAAR, 1972).

Boşluksuz bir hücre çeperinin (1,51 gr/cm³ r₀) LDN rutubet derecesi % 16 olarak hesaplanmaktadır (VORREITER, 1963).

CUDINOV (1978)'e göre LDN rutubet derecesi 0°C da maksimum bulunmakta, 120°C derecesine kadar çıkıldıkça düşmektedir (SIAU, 1971).

Buharlama sıcaklık derecesi arttıkça LDN rutubet derecesi azalma göstermektedir.

LUDVIG'in ölçmelerine göre Kayın'da (LDN) rutubet derecesi 20°C da % 38, 60°C da % 29, 80°C da % 26, 100°C da % 24 bulunmuştur (VORREITER, 1958).

2.3.4. Odun Türlerinin Lif Doygunluğu Noktası (LDN) Rutubet Dereceleri

Ağaç türleri lif doyum noktası (LDN) rutubet miktarı bakımından 5 sınıfa ayrılmaktadır (TRENDELENSBURG, 1939; BOZKURT, 1980).

1. LDN rutubet miktarı çok yüksek (% 32 - % 35)
Gürgen, huş, ıhlamur, kavak, kayın, kızılğaç, söğüt
2. LDN rutubet miktarı yüksek (% 30 - % 34)
Gökmar, ladin, çam ve melezin diri odunu
3. LDN rutubet derecesi orta (% 24 - % 28)
Çam, melez, duglas gökmarının öz odunu
4. LDN rutubet derecesi yüksek (% 22 - % 24)
Akasya, ceviz, dişbudak, kestane, kiraz, meşe
5. LDN rutubet derecesi çok düşük (% 18 - % 22)
Sedir, ardıç

HIGGINS (1957)'e göre en düşük (LDN) rutubet derecesi % 15,4 ile Dalbergia Latifolia'da, en yüksek (LDN) rutubet derecesi ise çeşitli ağaç türlerinde % 35 civarında bulunmaktadır (BURMESTER, 1970).

Ülkemizde ağaç türleri odunlarının (LDN) rutubet dereceleri aşağıda gösterilmiştir.

Çizelge 2. Bazı ağaç türlerimizin LDN rutubet miktarları.

Ağaç türü	LDN %	Kaynak
Sakallı kızılbaş	34,6	Gürsu, 1967
Uludağ göknarı	34,0	Berkel, 1963
Toros göknarı	32,0	Bozkurt, 1971
Doğu ladini	32,0	Eraslan, 1947
Toros karaçamı	30,0	Göker, 1969
Sarıçam	29,8	Toker, 1960
Doğu kayını	29,2	Berkel, 1941
Sapsız meşe	26,2	Gürsu - Bernhart, 1964
Kızılçam	25,5	Bozkurt, 1979

2.4. Odunun Hava Kuru Rutubet Hali

Odunun hava kuru rutubeti hava koşullarına, mevsimlere ve bir yerin ısıtılıp ısıtılmamasına göre değişmektedir.

Tam kuru hal ile lif doyunluğu noktası (LDN) rutubet derecesi arasında bulunmaktadır.

Gözenekli bir yapıya sahip odun belirli basınç ve sıcaklıklarda çevresindeki havadan subuharı moleküllerini belirli bir denge meydana gelinceye kadar çekebilme ve iç yüzeyinde tutabilme yeteneğine sahiptir.

Odunun iç yüzeylerinde bulunan, moleküler enerji bakımından doyun olmayan ve daha bir miktar serbest yüzey enerjisine sahip olan moleküller çevresindeki havadan belirli subuharı basınçlarında belirli miktarda su tutabilmektedir. Bu özelliğe ODUNUN HİGROSKOPİK ÖZELLİĞİ denmektedir.

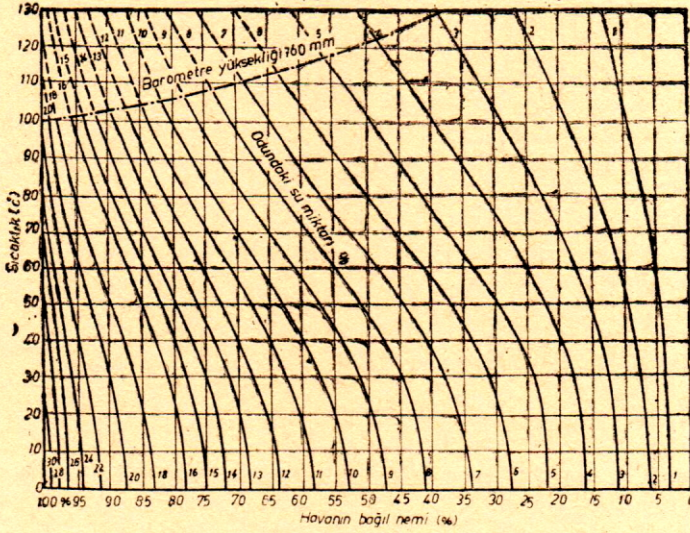
Odunun rutubeti ile çevresindeki havanın bağıl nem ve sıcaklığı arasında meydana gelen dengeye de HİGROSKOPİK DENGE, bu denge durumunda ağaç malzemesinde bulunan rutubet miktarına da DENGE RUTUBETİ MİKTARI (DRM) adı verilmektedir.

Odunun (DRM)'i havanın bağıl nem ve sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir.

Havanın bağıl nemi ve sıcaklığı ile DRM arasındaki ilişki şekil 1, 2, 3 de gösterilmektedir.

Şekil 1 de LOUGHBOROUGH (1921)'in verilerine göre KEYLWERTH (1949) tarafından Sitka ladini için hesaplanmış diyaframda havanın bağıl nemi yatay eksen, sıcaklığı dikey eksen üzerinde, odun rutubeti ise eğriler halinde gösterilmiş bulunmaktadır.

Bu diagram 0 ile % 100 bağıl nem ve 0 - 130°C sıcaklıklar arası için hazırlanmıştır.



Şekil 1. LOUGHBOROUGH (1921) nun verileri ve KEYLWERTH (1949) in hesaplarına göre Sitka ladini için hazırlanmış, odun denge rutubeti miktarı ile bağıl nem ve sıcaklık arasındaki ilişkiyi gösterir diagram (KOLLMANN ve CÔTÉ 1968).

Diagram da 20°C sıcaklığın yatay çizgisi ile % 65 bağıl nemin dikey çizgisinin kesiştiği yerde okunan % 11,8 odun (DRM)'ni vermektedir.

SMITH (1956) tarafından hazırlanan şekil 2 de gösterilen diagram da ise sıcaklık yatay eksen üzerinde, DRM'i dikey eksen üzerinde, bağıl nem ise eğriler halinde düzenlenmiş bulunmaktadır.

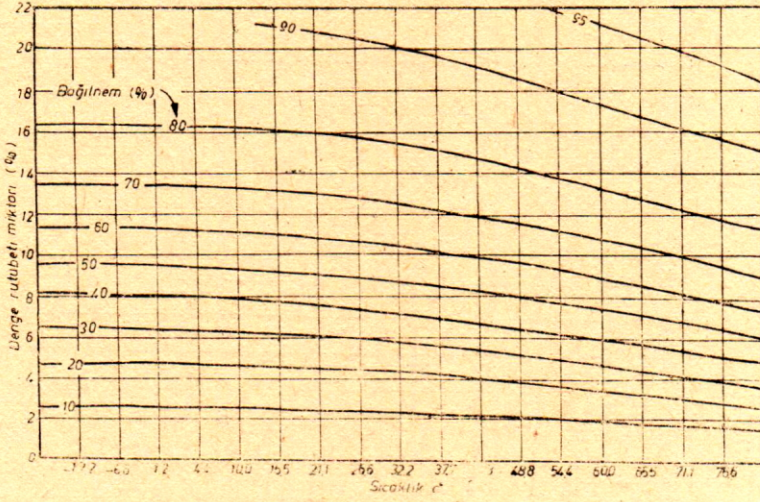
Bu diagram da aslında sıcaklık (F°) olarak hazırlanmış, tarafımızdan °C'a çevrilmiştir. 0 ile 180 (°F) veya -12,2 ile 83,2 (°C) arasındaki sıcaklıklar ve % 95'e kadar bağıl nemler için kullanılmaktadır.

SMITH diagramının LOUGHBOROUGH diagramına göre avantajı 0 (°C)'ın altındaki sıcaklıklarda da kullanılabilir olmasıdır.

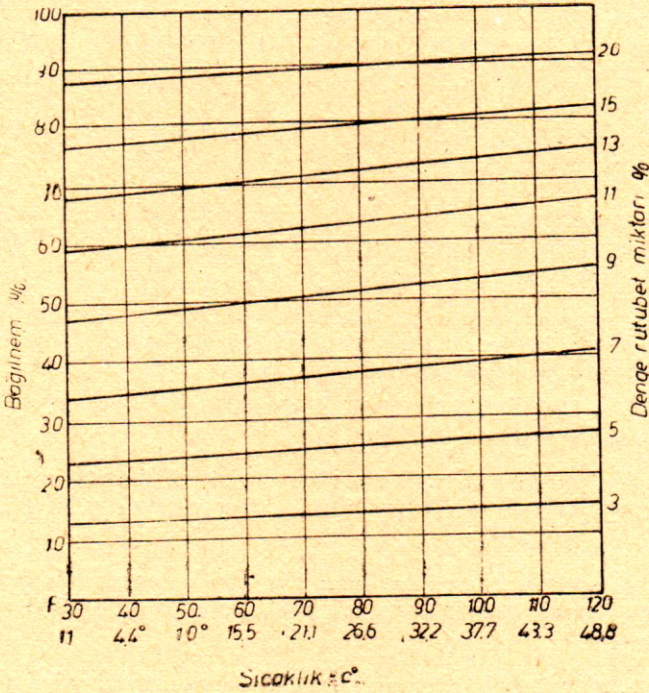
Diagram da sıcaklığın 21,1°C daki dikey çizgisi ile % 70 bağıl nemin eğrisinin kesiştiği noktadan geçirilen yatay çizgi ile (DRM)'i olarak % 13 okunmaktadır.

RIETZ (1978) tarafından hazırlanan şekil 3 deki diagramda ise sıcaklık yatay, bağıl nem dikey eksen üzerinde odunun denge rutubeti miktarı ise yükselen çizgiler ile gösterilmiştir.

Diagram aslında 30 ile 120 (°F) arası için düzenlenmiş, daha sonra tarafımızdan (°C)'a çevrilmiştir.



Şekil 2. Odonun denge rutubeti miktarının bağıl nem ve sıcaklığa bağlı olarak değişmesi (SMITH 1956).



Şekil 3. Hava sıcaklığı ve bağıl neme bağlı olarak (DRM) nin değişmesi.

Kullanımı için örnek vermek gerekirse örneğin, 21,0°C in dikey çizgisi ile % 60 bağıl nemin yatay çizgisinin kesiştiği noktada enterplasyon ile DRM yaklaşık % 10,7 belirlenmektedir.

Her 3 şekilde de görüldüğü gibi odun rutubeti havanın bağıl neminin alçalması ile kuvvetli bir şekilde azalmaktadır.

Bağıl nemin aynı kalması halinde ise sıcaklığın artması ile DRM'i azalmaktadır.

DRM sıcaklık değişmesinden daha az etkilenmektedir.

Gerçekte bu grafiklerde gösterilmiş olan (DRM)'leri her ağaç türü odunu için aynı olmayıp özellikle egzotik ağaçlarda ortalama değerlerden \pm % 3 e kadar varan bir değişme gösterebilmektedir.

Metodun kolaylığı göz önünde tutularak bu diagramlar yardımı ile meteorolojik veriler (bağıl nem - sıcaklık) esas alınarak odunun (DRM)'i birçok ülkede hesaplanmış ve haritaya taşınmış bulunmaktadır.

Yalnız bu şekilde hesaplamalar ağaç malzemenin yağmur ve güneş etkisinden korunduğu ve suni ısıtma yapılmadan atmosferik değişmelere maruz ağaç malzemenin yapılabilirliği.

Laboratuvar koşullarında 0 ile % 100°C sıcaklık dereceleri arasında doymuş haldeki çeşitli tuz eriyikleri ve farklı konsantrasyonlarda sulandırılmış sülfirik asit çözeltilerinin bulunduğu ortamlarda odun da değişik (DRM)'leri elde edilmektedir.

SCHNEIDER (1960)'a göre belirli sıcaklıklarda çeşitli doymuş tuz eriyikleri ve değişik konsantrasyonlarda sulandırılmış sülfirik asit çözeltileri üzerinde belirli bir bağıl nem meydana gelmektedir.

Belirli bir bağıl nemin elde edilebilmesi için gerek doymuş tuz çözeltileri ve gerekse belirli konsantrasyonlarda sulandırılmış H_2SO_4 çözeltilerinin iyi kapatılmış ve sıcaklığı değişmez bir ortamda bulunmaları gerekmektedir.

Tuz eriyikleri tamamen doymuş olmalı ve sürekli olarak bir miktar erimemiş tuz tabanda bulunmalıdır. Tuz eriyiği konsantrasyonunun zamanla değişmemesi eriyik üzerindeki hava da bağıl nemin eşit dağılması için hava akımının iyi olması şarttır.

Sıcaklık değişmelerinin bağıl nemin miktarı üzerine etkisi çeşitli konsantrasyonlarda sulandırılmış H_2SO_4 çözeltilerinde doymuş tuz çözeltilerine oranla daha azdır.

2.4.1. Odunun Denge Rutubeti Miktarını Etkileyen Faktörler

Ağaç malzemenin (DRM)'i odunun özgül ağırlığının, içindeki reçine, yağ ve öz odunu maddelerinin katılım oranlarının ve lignin oranının artması ile azalmaktadır.

Odun içindeki hava boşluğu oranının ve rutubet çekici maddelerin fazlaşması ile de artmaktadır.

(DRM)'da büyük değişmeler (LDN) rutubet derecesinde ortaya çıkmaktadır.

Değişik ağaç türlerinde kapiler dağılışın farklı olması nedeniyle kapiler yoğunlaşmalarda da farklılıklar görülmektedir.

% 95 bağıl nemin altında büyük kapiler boşluklarda yoğunlaşma olmamakta bu neden ile de çok yüksek bağıl nemlerde farklılaşmalar ortaya çıkmaktadır.

Ağaç malzemedeki DRM'i malzemenin görmüş olduğu işlemlere göre de değişimler göstermektedir. Teknik olarak kurutulmuş ağaç malzemede bu değişimler, doğal olarak kurutulmuş ve subuharı ile işlem görmüş olanlara göre daha küçük olmaktadır.

Ağaç malzeme yüzeyinin yağlı boya ve vernik gibi maddeler ile örtülmesinde rutubetin girişini önleyen tabaka oluşmakta, fakat yine de rutubet alışverişi cereyan etmektedir.

2.4.2. Odunun Denge Rutubeti Miktarı (DRM)'nin Değişimleri

Ağaç malzemenin denge rutubeti miktarı (DRM) kullanım yerinin bina içinde veya dışında olması ve buralarda mevcut iklim koşullarına göre değişmektedir.

DITTRICH (1969)'a göre orta Avrupa koşullarında bina dışındaki ağaç malzemede şekil 4 de görüldüğü gibi kışın % 17, haziran - temmuz aylarında ise % 14 rutubet elde edilmektedir.

Şekil 4 de görüldüğü gibi hesap ile bulunan ve denemeler ile belirlenen denge rutubeti miktarları arasındaki fark çok küçük bulunmaktadır.

Bu konu da ülkemizde KURTOĞLU (1984) tarafından yapılan araştırmalarda buna benzer sonuç elde edilmiş olup, buna dayanarak ülkemizde dış hava koşullarında odun (DRM)'nin yıl içindeki dağılımı belirlenmiştir.

Genellikle Karadeniz ve Akdeniz kıyı şeridi dışındaki bölgelerde aralık ve ocak aylarında en yüksek, temmuz ve ağustos aylarında ise en düşük (DRM)'i bulunmuştur.

Karadeniz ve Akdeniz kıyı şeridinde ise denizden esen rüzgarlar nedeni ile daha değişik bir durum görülmektedir.

Odunun en rutubetli olduğu kış aylarında özellikle ocak da bölgeler arasındaki (DRM) farkı küçük bulunmaktadır.

Odun (DRM)'nin düşük olduğu yaz aylarında ise denizden esen rüzgarlar nedeni ile Karadeniz, Akdeniz ve bir ölçüde Marmara bölgesi de diğer bölgeler arasında ki odun (DRM)'i % 5 ile % 17 arasında değişebilmektedir.

Bu odun rutubeti farkı ise ağaç malzemede boyut ve şekil değişmelerine neden olabilecek miktardadır.

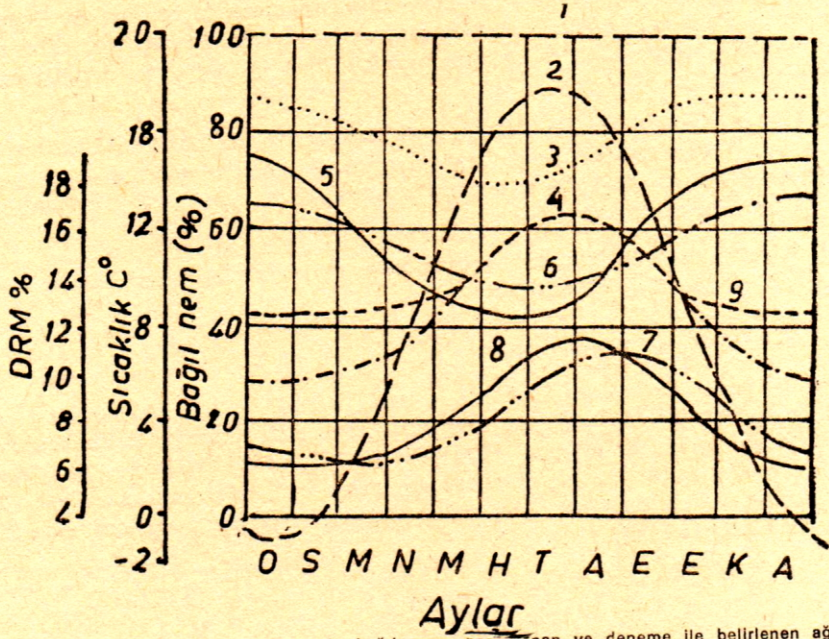
Bina içindeki ağaç malzeme rutubetinin yıl içerisindeki dağılımı ise şekil 4 de görüldüğü gibi bina dışındakine benzemekte, yalnız eğrilerin simetrisi ve zaman süreci itilmiş bulunmaktadır.

Bina içinde mart ayında % 6 ile en düşük, ağustos ayında ise % 11 ile en yüksek DRM'i belirlenmektedir.

Burada yapılarda kullanılan ağaç malzemede % 8-9 rutubetin bulunması gerektiği çıkarılabilir.

Bina içinde ortalama olarak kışın % 5, yazın ise % 13-14 ağaç malzeme rutubeti hesap edilmektedir (KEYLWERTH, 1968).

Bina içindeki iklim koşulları yıl esnasında değişmekle beraber kışın ısıtılan bir binada yaklaşık aynı iklim koşullarının bulunmasına rağmen, çeşitli kısımlarda farklı odun rutubetleri görülmektedir.



Şekil 4. Bina içinde ve dışında sıcaklık, bağıl nem, hesaplanan ve deneme ile belirlenen ağaç malzeme dengeli rutubeti miktarlarının 1 yıl içerisindeki dağılımı (DITTRICH 1969).

1. Bina içi sıcaklığı °C
2. Bina dışı sıcaklığı °C
3. Bina dışı bağıl nemi (%)
4. Bina içi bağıl nemi (%)
5. Bina dışı için hesaplanan DRM (%)
6. Bina dışında cilalanmış ağaç malzeme belirlenen rutubet miktarı (%)
7. Bina içinde cilalanmış ağaç malzeme belirlenen rutubet miktarı (%)
8. Bina içi için hesaplanan DRM (%)
9. Bina içinde havanın nemlendirilmesinde bağıl nem (%)

KANTAY (1976)'a göre kalorifer ile ısıtılan bir binada radyatörlere yakın ve uzak kısımlar arasında odun (DRM)'in büyük farklılıklar belirlenmiştir. Kalorifer ile ısıtılan kapalı yerlerde kullanılan ağaç malzemede (DRM)'i % 8 ile % 10 arasında değişmektedir (BERKEL, 1956; KOLLMANN, 1965; FPRL, 1970).

Bir binada dış hava koşullarına açık dış kısım ile, ısıtılan iç kısım arasında iklim koşullarının değişik olması nedeniyle (DRM) farklı bulunmaktadır.

HOADLEY (1967)'e göre bina içindeki odun (DRM)'i bina dışındaki ortalama sıcaklık ve bağıl nem değerlerinde hesaplanabilmektedir.

Bu hesaplamada bina içinde sıcaklık 21°C kabul edilmekte, bina içi ve dışındaki buhar basıncının da eşit olduğu varsayılmaktadır.

Kışın bina içerisinde sıcaklık yüksek olduğu için havanın subuharı alma kapasitesi de yüksek olmaktadır. Bağıl nemi düşük olmasına rağmen miktar olarak daha fazla subuharına sahip bulunmaktadır.

Dış iklim koşullarında ise bağıl nemin yüksek bulunması, binanın dış kısmındaki ağaç malzemenin (DRM)'nin fazlaşmasına neden olmaktadır. Bunun dışında sıcaklığın rutubet taşınması nedeniyle bina içinden dışarıya doğru bir rutubet eğimi meydana gelmektedir.

Görüldüğü gibi iklim koşulları bina içi ve dışında odunun (DRM)'ni etkilemektedir. Bina içi ve dışı (DRM)'i farkı kış aylarında doymuş subuharı miktarı ve sıcaklık nedeniyle bina içinden dışarıya akan rutubet ile dışarıdaki yüksek bağıl nem sebebiyle yüksek bulunmaktadır.

Bu fark yaz aylarında binaların ısıtılmaması ve pencerelerin açık olması nedeniyle düşük yaklaşık % 3 olmaktadır.

2.5. Odunun Tam Kuru Rutubet Hali

Extrem ve geçici bir durum olan tam kuru rutubet haline odunun kurutma dolabında 103 ± 2°C derecede ağırlığı değişmez bir durum alınca kadar kurutulması veya yonga halindeki odunun ekstraksiyonu ile ulaşılabilmektedir. Bu durum geçici olup ağaç malzeme dış ortamla tekrar temas ettiğinde yeniden rutubet almaktadır. Pratik olarak bu halde odun rutubetini kaybetmekte ve yalnız odun kitlesi ile havadan oluşmaktadır.

3. ÖZET

Ağaç malzemenin rutubet hallerinden Tam Yaş Hali odunun empenyesinde içerisine alabileceği en fazla empenye maddesi miktarının hesaplanması ile su üzerinde ağaç malzemenin taşınmasında, yüzdürülmesi için ne kadar kurutulması gerektiğinin belirlenmesinde önemli olup ağaç malzemenin uzun süre su içinde kullanılmasında ve nadiren yaşayan ağaçların su ileten diri odun tabakasında görülmemektedir. Bu halde hücre çeperi ve hücre boşlukları tamamen su ile dolu bulunmaktadır.

Taze haldeki odundan kesim yerinden uzak olmayan su inşaatında olduğu gibi kullanım yerlerinde faydalanılmaktadır.

Dikili halde ve kesimden hemen sonra taze haldeki odun % 30 ile % 200 arasında rutubete sahiptir. Bu durumda hücre çeperi tamamen su ile doymuş hücre boşlukları ise kısmen su ile dolu bulunmaktadır.

Lif Doymunluğu Noktası (LDN) rutubet derecesi ise pratik ve teorik bakımdan önemli bulunmaktadır. Yalnız hücre çeperi su ile doymuş bulunmaktadır. Bu

noktanın altında ağaç malzeme rutubet kaybettiğinde çalışmakta boyut ve şekil değişimleri ortaya çıkmaktadır.

Ayrıca malzemenin fiziksel ve mekanik özellikleri de değişmektedir. LDN rutubet derecesi ortalama bir değer olarak % 28 kabul edilmekte, alt ve üst sınır değeri olarak % 18 - % 35 arasında değişmektedir.

Odunun Hava Kuru Rutubet Hali ise lif doygunluğu noktası ve tam kuru rutubet hali arasında bulunmaktadır. Hücre çeperi tamamen su ile doygun bulunmaktadır. Hava koşullarına, mevsimlere ve bir yerin ısıtılıp ısıtılmamasına göre değişmektedir.

Ayrıca ağaç malzemenin özgül ağırlığı öz odunu maddelerinin katılım oranı, lignin miktarı, birim hacimdeki hava boşluğu oranı ve malzemenin gördüğü işlemler (DRM)'ni etkilemektedir.

DRM'i ağaç malzemenin kullanım yerine göre farklı olup odunun arzu edilme- yen boyut ve şekil değişmelerine sebebiyet verilmemesi için, çeşitli kullanım yerleri için önerilen (DRM)'ları çizelge 3 de gösterilmektedir (STEINHOFEL, 1965; F'PRL, 1970; BERKEL, 1978).

Çizelge 3. Çeşitli kullanım amaçları için odun denge rutubeti miktarları.

% 27	Ağaç malzemenin daralmaya başlaması
% 25	Kazanda basınç metodu ile kreozotla emprenye edilecek ağaç malzeme için uygun rutubet miktarı (tel direği - travers)
% 23	Karoseri ve vagon yapımı
% 22-16	Karkas yapılar için ağaç malzeme
% 20	Mantarlara karşı emniyet sınırı
% 20-17	Fıçı tahtaları
% 17-16	Bahçe mobilyası - açıkta kullanılan aletler
% 16-15	Taşıt araçları, uçak, gemi güvertesi, yapı doğrama kerestesi
% 16-12	Spor aletleri, gemi - kayık malzemeleri, diğer açıkta kullanılan eşya
% 15-12	Dış pencere ve kapılar
% 13	Kutu ambalaj sandıkları
% 13-12	Normal ısıtılan yerler için ağaç malzeme, profil lataları, lambri
% 12-10	Soba ile ısıtılan yerler için mobilya
% 10-6	Sürekli kalorifer ile ısıtılan yerler için mobilya
% 8	Kiriş dikme bağlamalar
% 8-7	Yonga levhaları
% 8-5	Kaplama, kontrplak, parke
% 7-5	Kontralit müzik aletleri, mekik, makara, ayakkabı kalıp ökçeleri, alet sapları, iç kapı ve pencere doğramaları

% 5 ile % 15 rutubet miktarları iç yapılarda, % 15 in üstündeki rutubet miktarları ise sürekli dış hava koşullarına açık malzemede görülmektedir.

Odunun Tam Kuru Hali ise yalnız odunun kurutma fırın ve dolaplarında kurutulması ile elde olunabilmektedir. Odunda hiç rutubet bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

- BERKEL, A., 1941. Şark Kayını (*F. orientalis* Lipsky) nin teknolojik vasıfları ve istimali hakkında araştırmalar. Yüksek Ziraat Enstitüsü çalışmaları. Sayı 118, Ankara.
- BERKEL, A., 1956. Ağaç malzemenin tabii surette kurutulması. İ.Ü. Orman Fak. Dergisi, Cilt 6, Seri B, 1-26.
- BERKEL, A., 1963. Uludağ Gökarnarının önemli fiziksel ve mekanik özellikleri hakkında araştırmalar. İ.Ü. Orman Fak. Yayın No. 89, İstanbul.
- BERKEL, A., 1970. Ağaç malzeme teknolojisi, Cilt I. İ.Ü. Orman Fak. Yayın No. 147, İstanbul.
- BERKEL, A., 1978. Kerestenin doğal ve hızlandırılmış doğal kurutma tekniği. İ.Ü. Orman Fak. Yayın No. 266, İstanbul.
- BOZKURT, Y., 1971. Toros Gökarnarının teknolojik özellikleri üzerine araştırmalar. İ.Ü. Orman Fak. Yayın No. 182, İstanbul.
- BOZKURT, Y., 1979. Ağaç teknolojisi. İ.Ü. Orman Fak. Yayın No. 260, İstanbul.
- BOZKURT, Y., 1980. Fiziksel ve Mekanik ağaç teknolojisi Cilt I. İ.Ü. Orman Fak. Yayın No. 259, İstanbul.
- BURMESTER, A., 1970. Formbeständigkeit von Holz gegenüber Feuchtigkeit. Grundlagen und Vergütungsverfahren BAM-Berichte Nr. 4, Berlin.
- CUDINOV, B.S., 1980. Über die Lokalisierung des hygroskopischen Wassers in der Zellwand des Holzes. Holztechnologie 21, 1, 40-44.
- CUDINOV, B.S., 1981. Zum Einfluss der Holzdicke auf den Fasersättigungspunkt. Holztechnologie, 22, 204.
- DITTRICH, H., 1969. Einflüsse des Aussenklimas auf die Holzfeuchtigkeit von verbautem Holz in Innenräumen. Holz-Zentralblatt, 95, 8, 79.
- DOKUMENTATIONS HOLZ, 1960. III. Material technische Grundlage Bd. 1. Lignum Sch. Arbeitsgemeinschaft für Holz, Zürich.
- ERASLAN, İ., 1947. Doğu Ladininin teknik vasıfları ve kullanım yerleri hakkında araştırmalar. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Sayı 5.
- FPRL., 1970. The Moisture Content of Timber in Use FPRL Technical Note No. 46 Princes Risborough, Aylesbury. Bucks.
- GÖKER, Y., 1969. Dursunbey ve Elekdağ Karaçamlarının fiziksel ve mekanik özellikleri ve kullanım yerleri hakkında araştırmalar. İ.Ü. Orman Fak. Dergisi Seri B, Sayı 2.
- GRZECZYNSKI, T., 1967. Ein Schnell verfahren zur Bestimmung der Fasersättigungsfeuchte des Holzes. Holztechnologie 8, 4, 272-274.
- GÜRSU, İ., 1967. Meryemana araştırma ormanı kızilağaçlarının teknolojik özellikleri üzerine araştırmalar. Orman Araştırma Enstitüsü Teknik Bülteni, No. 23, Ankara.
- GÜRSU, İ., 1964. Struktur- und Eingschaftvergleiche an Traubeneichen holz verschiedener Herkunft. Forstwiss. Centralblatt 7.
- BERNHART, A., HIGGINSS, N.C., 1957. The Equilibrium Moisture Content, Relative Humidity Relationships of Selected Native and Eoreign Woods. For. Prod. Journ. 7, 10. 371-377.
- HOADLEY, R.B., 1967. Weather Water and Wood. Univ. Mass. Coop. Ext. Serv. Pub. No. 15. Amherst, Mass (SKAAR #972'den).

- KANTAY, R., 1976. Bir binanın iklimik bakımından değişik yerlerinde ağaç malzeme meydana gelen denge rutubeti değişimine ait denemeler. İ.Ü. Orman Fak. Dergisi Seri A, Cilt 26, Sayı 2.
- KEYLWERTH, R., 1949. Holzrocknung und Heizwert. Holzzentralblatt 75, 5, 37.
- KEYLWERTH, R., 1968. Dimensionsstabile Holzarten. Holz als Roh- und Werkstoff, 26, 11, 413-416.
- KELYWERTH, R., 1969. Praktische Untersuchungen zum Holzfeuchtigkeitsgleichgewicht. Holz als Roh- und Werkstoff 27, 285-290.
- KOLLMANN, F., 1951. Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe 1. Band, 2. Aufl. Berlin, Göttingen - Heilderberg.
- KOLLMANN, F., 1965. Freiluftrocknung Holzwirtschaftliches Jahrbuch Nr. 15, 51.
- KOLLMANN, F., CÔTÉ, W.A., 1968. Principles of wood Science and Technology I Solid Wood. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- KRPAN, L., 1954. Untersuchungen über die Fasersättigungspunkte des Buchen-Eichen-Tannen- und Fichtenholzes. Holz als Roh- und Werkstoff 12, 3, 84-91.
- KURTOĞLU, A., 1984. Hava kurusu odunda rutubet değişimleri ve Türkiye'de odunun muhtemel denge rutubet miktarlarının dağılımı. İ.Ü. Orman Fak. Yayın No. 362, İstanbul.
- RIETZ, R.Z., 1978. Storage of Lumber. U.S. Dept. Agr. Forest. Serv. Agriculture Handbuch Nr. 531, Madison - Wisconsin.
- SCNEIDER, A., 1960. Neu Diagramme zur Bestimmung der relativen Luftfeuchtigkeit über gesättigten wasserigen Salzlösungen und wasserigen schwefelsaurelösungen bei verschiedenen Temperaturen. Holz als Roh- und Werkstoff 18, 169-171.
- SIAU, J.F., 1971. Flow in wood. Syracuse University Press, Syracuse.
- SKAAR, C., 1971. Water in Wood. Syracuse University Press, Syracuse.
- SMITH, H.H., 1956. Relative Humidity and Equilibrium Moisture content Graps and Tables for Use in Kiln Drying Lumber. For. Prod. Lab. Report. Nr. 1651, Madison - Wisconsin.
- STEINHOFEL, O., 1965. Werkstoffe und Verarbeitung im Innenausbau Julius Hoffmann Verlag. Stuttgart.
- TIEMANN, H.D., 1947. Wood Technology, London.
- TOKER, R., 1960. Batı Karadeniz karaçamın teknik vasıfları ve kullanma yerleri hakkında araştırmalar. Or. Aras. Enst. Yay. Tek. Bülteni No. 10, Ankara.
- TRENDELENBURG, R., 1939. Das Holz als Rohstoff. München - Berlin.
- TRENDELENBURG, R., 1939. Über fasersättigungsfeuchtigkeit, Schwindmass und Raumdichtezahl wichtiger Holzarten. Holz als Roh- und Werkstoff 2, 1, 12-17.
- VORREITER, L., 1958. Holztechnologisches Handbuch Bd. #1, Wien - München.
- VORREITER, L., 1963. Fasersättigungsfeuchte und höchste wasseraufnahme der Holzer. Holzforschung 17, 5, 139-146.
- WANGARRD, F.F., GRANADOS, L.A., 1967. The Effect of Extractives and Water vapor Sorpsion by Wood. Wood Sci. Technol. 1, 253-277.