

Tam Kuru Doğu Kayını (*Fagus orientalis L.*) Odununun Adsorpsiyon Özellikleri

Kemal Üçüncü

KTÜ Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü 61080 Trabzon
Tel: 0462 377 28 77; e-mail: kucuncu@ktu.edu.tr

Kısa Özet

Odun, kullanım yeri iklim koşullarına uygun gelen denge rutubetine kadar kurutularak kullanılmaktadır. Ancak, uygulamada kurutulan odunlar kullanımdan önce dış iklim koşullarında belirli bir süre beklediğinden, odun rutubeti kullanım yeri iklim koşullarına uygun gelen denge rutubetinden daha yüksek değerlere ulaşmaktadır. Odunun kullanım öncesi beklediği ortamın iklim koşullarına göre rutubet alma eğiliminin belirlenmesi, kullanım amacı bakımından önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, Doğu kayını (*Fagus orientalis L.*) Lipsky ağacının üç farklı kalınlıktaki odununun üç farklı denge rutubeti koşullarında adsorpsiyon özellikleri belirlenmiştir. Odun rutubetinin belirlenmesinde Fourier denklemi kullanılmış ve adsorpsiyon halinde Fourier denklem sabitleri belirlenmiştir. Sonuç rutubetine ulaşma hızı üzerinde enine kesitin anlamlı bir etkisi olmamış, kalınlığın ve ortam denge rutubetinin etkili olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Doğu kayını, adsorpsiyon, kalınlık, enine kesit, denge rutubeti

Adsorption Characteristics of Oven Dried Eastern Beech (*Fagus orientalis L.*)

Abstract

Wood is used after drying until equilibrium moisture content (EMC) levels determined by the climatic conditions of usage area. But in practice, the moisture content (MC) levels of the wood reaches higher values than expected for a usage area, as the wood usually remains under outdoor climatic conditions for a longer period of time before use. Determination of the adsorption tendency according to the climatic conditions of waiting area before the usage is of great importance for the usage aim.

In the study, adsorption properties of eastern beech were determined in three different MC conditions of wood using three different thicknesses. Fourier equation was used in the determination of wood moisture, and Fourier equation constants were defined in case of adsorption. The results of the study indicated that cross section of wood did not have a significant effect on the rate of moisture contents increase, but the effect of thickness and the EMC of the environment on the rate of moisture contents increase were significant.

Keywords: Eastern beech, adsorption, thickness, cross section, equilibrium moisture content

1. Giriş

Odon, higroskopik yapısı nedeniyle, bulunduğu ortamın iklim koşullarının etkisiyle çevresindeki havadan rutubet alarak veya çevresindeki havaya rutubet vererek belirli bir rutubet miktarında dengeye ulaşmaktadır. Uygulamada, higroskopik denge rutubeti hiçbir zaman değişmez bir değerde kalmaz. Bunun nedeni, odunun bulunduğu ortamın iklim koşullarının sürekli değişmesidir. Odunun çevresindeki havaya rutubet vererek higroskopik denge meydana gelinceye kadar kuruması olayına desorpsiyon, nemli ortamda bırakılan odunun rutubet alarak higroskopik dengeye ulaşması olayına da adsorpsiyon denir (Berkel, 1970; Bozkurt ve Göker, 1987; Kurtoğlu, 1984; Wu, 2003).

Anizotropik özellikteki odun rutubet alış verişi sırasında boyutlarını üç ayrı anatomik yönde farklı miktarda değiştirmektedir. Kullanım yerinde odunun anatomik yönlerine bağlı olarak farklı miktarlarda boyut değiştirmesi fonksiyonel yönden önemli şekil bozukluklarına yol açmaktadır (Kolman and Cote, 1968).

Odunun ulaşacağı denge rutubeti üzerinde kurutma sıcaklığı, kurutma sırasındaki basınç veya çekme kuvvetleri, iklim bölgesi, emprenye işlemi etkili olmaktadır. Örneğin, 25 °C sıcaklık ve % 60 bağıl nem koşullarında Avrupa odunları % 11 – 12 rutubet miktarında dengeye ulaşırken, tropik odunlar % 9 – 15 rutubet miktarlarında denge değerine ulaşmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda kurutulan odun, basınç odunu ve emprenye edilmiş odun daha düşük rutubet miktarlarında denge rutubetine ulaşırlar (Villière 1966).

Odon rutubeti değişimleri ile ilgili araştırmalarda odun örneklerinin uzunlukları, boyuna yöndeki rutubet akış hızının etkilerini azaltmak için 1000 mm olarak önerilmektedir. Bununla birlikte, uygulamada daha kısa odun örnekleri seçilmekte ve odun örneklerinin enine kesitleri rutubet akışını azaltıcı maddelerle kaplanmaktadır (Keylwerth ve Noack, 1964; Örs, 1986).

McNaught (1987) odun denge rutubetinin belirlenmesi için 198 mm x 92 mm x 19 mm boyutlarında odun örneklerini kullanmıştır. Newby ve Brennan (1990) 300 mm x 100 mm x 30 mm boyutlarındaki odun örneklerinin dış çevre koşullarında rutubet değişimlerini inceleyerek, rutubet alışverişinin önlenmesi için mobilyaların tamamen PVC ile kaplanmasını önermiştir. Bir başka araştırmada, % 8.5 denge rutubetinin sağlandığı ortamda klimatize edilen 450 mm uzunlukta ve 150 mm genişlikte 13. 25 ve

50 mm kalınlıktaki Kayın ve Sarıçam odunlarının % 18 denge rutubeti koşullarında denge rutubetine ulaşma süreleri belirlenmiştir. Buna göre; 13 mm kalınlıktaki Kayın odunu 10 günde, Sarıçam odunu 8 günde; 25 mm kalınlıktaki Kayın odunu 20 günde, Sarıçam odunu 30 günde; 50 mm kalınlıktaki Kayın odunu 45 günde, Sarıçam odunu 50 günde denge rutubetinin % 90'ına ulaşmıştır. Bu deneme sonuçlarının aksine, Belçika'da yapılan 60 mm x 20 mm x 20 mm boyutlu odun örneklerine ilişkin bir araştırmada % 12 denge rutubeti iklim koşullarında denge rutubetine ulaşma süreleri bakımından Çam odununun Kayın odununa göre denge rutubetine daha hızlı ulaştığı, histerez etkisinin bu odun örneğinde daha az olduğu görülmüştür. Aynı araştırmada Bilinga ve Dozie gibi tropik odunların daha düşük rutubet oranlarında dengeye ulaştığı, dolayısıyla rutubet alma hızlarının Avrupa odunlarından daha düşük olduğu belirlenmiştir (Villière, 1966). Histerez etkisinin incelendiği bir araştırmada Çam odununun adsorpsiyon halindeki rutubet ortalamasının desorpsiyon halindeki rutubet ortalamasına oranı 0.79 olarak belirlenmiştir (Wiedenbeck ve ark, 1990).

Türkiye'de dış iklim koşullarında odun rutubetinin değişimine ilişkin bir araştırmada 250 mm uzunlukta odun örnekleri kullanılmıştır (Kurtoğlu, 1984).

Doğu kayını odunu masif mobilya, lambri, spor aletleri, oyuncak, alet sapları, tornacılık, müzik aletleri, parke ve benzeri ürünlerin üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu ürünlerin büyük ölçüde ısıtılan bina içi iklim koşullarında kullanıldığı düşünüldüğünde, kullanım yerinde fonksiyonel şekil bozukluklarının oluşmasına yol açan rutubet değişiminin azaltılması için odunun kullanım yeri iklim koşullarına uygun düşen denge rutubeti miktarına kadar kurutulmasının gerektiği anlaşılır. Kurutularak kullanılacak odunun gerek iş akışı veya gerekse kullanım yerinin uzaklığına bağlı olarak taşınmasının gerekli olması nedeniyle belirli bir zaman geçmektedir. Bu süreçte kurutulmuş odun bulunduğu ortam iklim koşullarının etkisiyle kullanım yeri iklim koşullarının gerektirdiği denge rutubetinden daha yüksek rutubet değerlerine kadar rutubet almaktadır. Bu sorunun çözümü için odunun rutubet yalıtımını sağlayacak biçimde ambalajlanması mümkün olmakla birlikte, bu uygulama önemli işçilik ve malzeme masraflarına yol açmaktadır (Bosquet, 2000).

Kurutularak kullanılacak odunun kullanımına değin geçen süreçte bulunduğu iklim koşulları etkisinde rutubet alma eğiliminin zamanın fonksiyonu olarak belirlenmesi uygulamada önem taşıyan bir durumdur.

Bu çalışmada, tam kuru ağırlığa kadar kurutulmuş Doğu kayını (*Fagus orientalis* (L.) Lipsky.) odununun sabit iklim koşullarında adsorpsiyon özellikleri belirlenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2. 1. Materyal

Araştırmada kullanılan odun örnekleri Trabzon Maçka Orman İşletme Müdürlüğünden temin edilen Doğu kayını (DK) odunlarından hazırlanmıştır. Araştırmada örnek seçimi TS 2470 (1976), rutubet miktarı tayini TS 2471 (1976) ve

birim hacim ağırlığı (yoğunluk) tayini TS 2472 (1976)'ye göre yapılmıştır. Doğu kayını odun örneklerinin tam kuru yoğunluğu 0.617 g/cm^3 olarak belirlenmiş, ortalama yoğunluğu literatürde 0.63 g/cm^3 olarak verilmektedir (Berkel, 1970; Bozkurt ve Göker, 1987). Lif doygunluğu rutubet derecesi % 29'dur (Berkel, 1941). Odun örneklerinin genişliği 100 mm, uzunluğu 300 mm olup, örneklerle ilişkin diğer özellikler Tablo 1'de, deney planı Tablo 2'de verilmiştir.

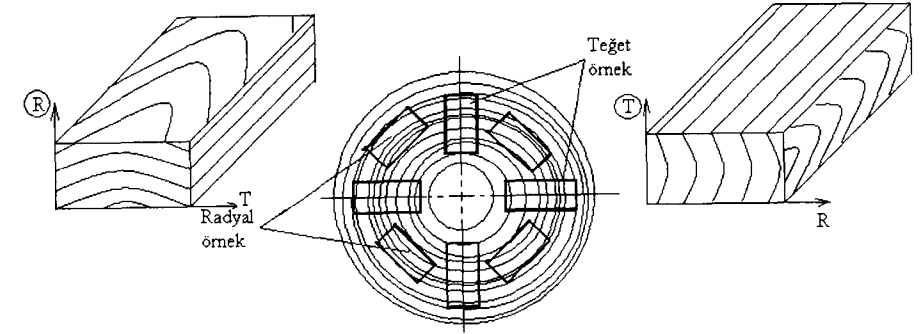
Tablo 1. Örnek tipleri ve özellikleri

Örnek tipi	Kalınlık (mm)	Difüzyon yönü	Örnek sayısı
T12.5	12.5	Teğet	4
R12.5	12.5	Radyal	4
T25	25	Teğet	4
R25	25	Radyal	4
T50	50	Teğet	4
R50	50	Radyal	4

Tablo 2. Deney planı

Deneme no	İklim koşulları			Örnek sayısı
	T ($^{\circ}\text{C}$)	Φ (%)	DRM (%)	
D1	20	42	8	24
D2	20	65	12	24
D3	20	78	16	24

Doğu kayını odun örnekleri 24'er adet olmak üzere üç gruba ayrılmış, kurutma dolabında tam kuru ağırlığa kadar kurutularak % 8, % 12 ve % 16 denge rutubetinin sağlandığı klima dolabında bekletilmiştir. Kısa odun örneklerinin boyuna yöndeki rutubet akışını yavaşlatmak için enine kesitlere parafin sürülmüştür. Odun örneklerinin gövde odunundan alındığı yerler ve enine kesitleri Şekil 1'de gösterilmiştir. Difüzyon yönlerinin radyal (R) örnekte radyal yönde, teğet (T) örnekte ise teğet yönde olduğu varsayılmıştır.



Şekil 1. Teğet ve radyal odun örnekleri.

2.2. Yöntem

Denemeler % 8, % 12 ve % 16 denge rutubeti için üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Deney örnekleri kurutma dolabında tam kuru ağırlığa kadar kurutularak tam kuru ağırlıkları (M_0) belirlenmiş ve klima dolabında belirlenen sabit iklim koşullarında bekletilmiştir. Odun örneklerinin zamanın fonksiyonu olarak rutubetli ağırlıkları (M_r) günlük tartılarla belirlenmiştir.

Odunun günlük rutubet oranı

$$W = \frac{M_r - M_0}{M_0} \quad (1)$$

eşitliği ile hesaplanmıştır. Klima dolabındaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri termohigrografla ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Ayrıca, termometre ile saatlik sıcaklık ölçümleri yapılarak termohigrografla ölçülen sıcaklık kontrol edilmiştir. Günlük sıcaklık ve bağıl nem ortalamaları saatlik değerlerden hesaplanmıştır.

$$T = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}; i = 1, 2, \dots, 24 \quad (2)$$

$$\phi = \frac{\sum_{i=1}^n \phi_i}{n}; i = 1, 2, \dots, 24 \quad (3)$$

Günlük sıcaklık ve bağıl nem ortalamalarının % 95 güven düzeyinde belirlenen değer aralıklarında kalması sağlanmıştır.

Denge rutubeti, sıcaklık ve bağıl nemin fonksiyonu olarak düzenlenmiş desorpsiyon halindeki higroskopik denge rutubeti grafiğinden alınmıştır. Söz konusu

denge rutubeti Sitka ladini için belirlenmiş olmakla birlikte. Avrupa odunları için önemli doğrulukta sonuçlar verdiği kabul edilmektedir (Villière 1966).

Sabit iklim koşullarında bekleyen odun örneklerinin belirli bir andaki rutubet miktarı Fourier kanunundan yararlanılarak

$$W_t = W_0 e^{-bt} \quad (4)$$

eşitliği ile tanımlanmıştır (Dağsöz 1977, Goswami et all. 1991, Sodha et all. 1985). Burada; t zamanı (saat), W_t t anındaki rutubeti (%), W_0 başlangıç rutubetini (%), b rutubet değişim hızı sabitini göstermektedir. (4) eşitliğinden yararlanılarak adsorpsiyon halinde zamanın fonksiyonu olarak odun rutubetini belirten

$$W_t = (W_0 - aDRM) e^{-\frac{bt}{\rho_0 e}} + aDRM \quad (5)$$

eşitliği elde edilmiştir. Burada; DRM odun denge rutubeti miktarını (%), ρ_0 tam kuru odun yoğunluğunu (g/cm^3), e odun kalınlığını (mm), a adsorpsiyon katsayısını göstermektedir. Adsorpsiyon katsayısı, adsorpsiyon halinde ortalama odun rutubetinin desorpsiyon halindeki ortalama odun rutubetine oranı olup,

$$a = \frac{W_s}{DRM} \quad (6)$$

olarak tanımlanmıştır. Burada, DRM desorpsiyon halinde ortalama denge rutubetini, W_s adsorpsiyon halinde deneme sonunda odunun ulaştığı ortalama sonuç denge rutubetini ifade etmektedir.

Kurutularak kullanılacak odunların dış ortam iklim koşullarında bekletilmesi halinde rutubet değişiminin belirlenmesini sağlayacak ve uygulamada kullanılacak a ve b katsayıları belirlenmiştir. b katsayıları teğet ve radyal kesitli odun örnekleri için denemelerde ayrı ayrı belirlenen bt ve br katsayılarının ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Adsorpsiyon hızının hesaplanmasında

$$U_t = \frac{W_t - W_{t-1}}{t} (\% / \text{gün}) \quad (7)$$

eşitliğinden yararlanılmıştır. Burada, W_t t anındaki (gün) odun rutubetini, W_{t-1} $t-1$ anındaki (gün) odun rutubetini ifade etmektedir.

Kesit, kalınlık ve denge rutubetinin odun rutubeti, odun sonuç rutubeti ve odunun sonuç rutubetine ulaşma süresi üzerine etkileri SPSS paket programı ile değerlendirilerek farklılıklar belirlenmiştir. Enine kesit, kalınlık, sonuç denge rutubeti ve sonuç denge rutubetine ulaşma süreleri arasındaki fark varyans analizi ile test edilmiş, farklılık yaratan faktörler Student - Newman - Keuls testi ile belirlenmiştir (Kalıpsız, 1981).

Ortam denge rutubeti günlük ortalamaları arasında % 95 güvenle anlamlı farkın olmadığı belirlenerek araştırma bulguları değerlendirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırmada % 8 (20 °C, % 42), % 12 (20 °C, % 65) ve % 16 (20 °C, % 78) denge rutubetinin sağlandığı sabit iklim koşullarında Doğu kayını odununun 12.5 mm, 25 mm ve 50 mm kalınlıkta teğet ve radyal odun örneklerinin rutubetindeki değişim zamanın fonksiyonu olarak belirlenmiştir.

Farklı denge rutubeti iklim koşullarında farklı kalınlık ve kesite sahip Doğu kayını (DK) odun örneklerinin ulaştıkları sonuç rutubeti değerleri ile sonuç rutubetine ulaşma süreleri Tablo 3'de verilmiştir.

Odun örnekleri % 8 denge rutubeti koşullarında % 6.0 - 6.2, % 12 denge rutubeti koşullarında % 9.1 - 9.2, % 16 denge rutubeti koşullarında ise % 12.1 - 12.3 arasında sonuç denge rutubetine ulaşmıştır. Odun örneklerinin, histerez etkisi ile adsorpsiyon halinde desorpsiyon halindeki denge rutubetine ulaşmadıkları görülmektedir. Histerez katsayısı olarak ifade edilen adsorpsiyon halindeki rutubet ortalamasının desorpsiyon halindeki rutubet ortalamasına oranı 0.764 olarak belirlenmiştir.

Tablo 3. Odunun ulaştığı sonuç rutubeti ve sonuç rutubetine ulaşma süreleri.

Odun örneği	Denge rutubeti (%)					
	8		12		16	
	Ws (%)	Z(gün)	Ws (%)	Z(gün)	Ws (%)	Z(gün)
T12.5	6.0	13	9.1	14	12.1	14
R12.5	6.0	12	9.1	13	12.1	13
T25	6.1	24	9.2	26	12.2	27
R25	6.1	23	9.2	24	12.3	26
T50	6.2	48	9.2	52	12.3	55
R50	6.2	45	9.2	48	12.3	51
DK12.5	6.0	12	9.1	13	12.1	13
DK25	6.1	23	9.2	24	12.3	27
DK50	6.2	45	9.2	49	12.3	52

% 8, % 12 ve % 16 sabit denge rutubeti koşullarında Doğu kayını odununun çeşitli kalınlık ve kesitlere sahip örneklerinin rutubet değişimi zamanın fonksiyonu olarak Şekil 2 - 7'de gösterilmiştir.

Adsorpsiyon halinde odun rutubeti, sonuç denge rutubeti ve sonuç denge rutubetine ulaşma süreleri üzerinde kalınlık, kesit ve ortam denge rutubetinin etkileri aşağıdaki gibidir:

Odun rutubeti;

Kesitin odun rutubeti üzerine etkisi % 95 güvenle anlamlı bulunmamıştır.

Kalınlığın odun rutubeti üzerine etkisi % 95 güvenle anlamlı bulunmuş, 50 mm kalınlıktaki odunların rutubeti bir grup oluştururken, 12.5 mm ve 25 mm kalınlıktaki odun örneklerinin rutubetleri arasında fark bulunmamıştır.

Denge rutubetinin odun rutubeti üzerine etkisi % 95 güvenle anlamlı bulunmuş, her denge rutubeti halinde odun rutubetleri arasında farkın olduğu görülmüştür.

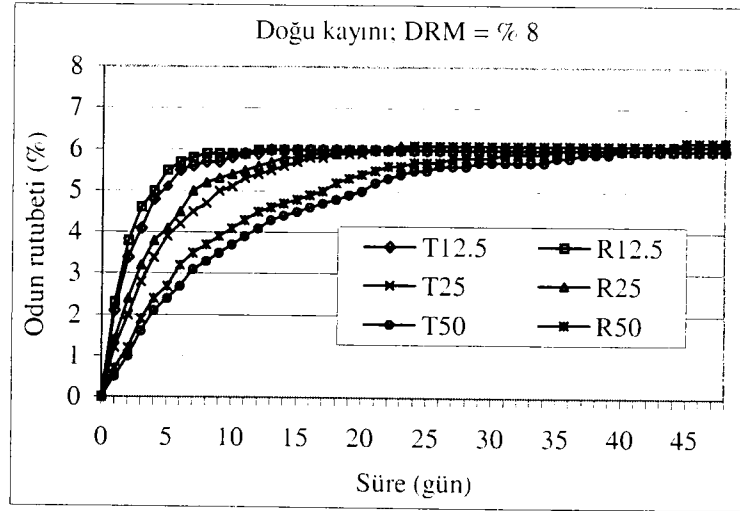
Odun sonuç rutubeti;

Kesitin odun sonuç rutubeti üzerine etkisi % 95 güvenle anlamlı bulunmamıştır.

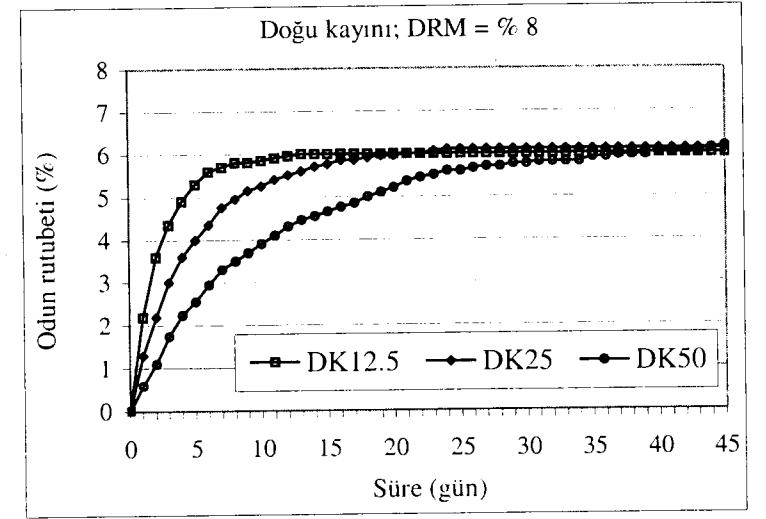
Aynı denge rutubeti ve kalınlıktaki odun örneklerinin sonuç denge rutubetleri aynı grupta yer almıştır.

Kalınlığın odun sonuç rutubeti üzerine etkisi % 95 güvenle anlamlı bulunmamış, aynı denge rutubetinde her kalınlık grubuna ait odun sonuç rutubeti değerleri bir grup oluşturmuştur.

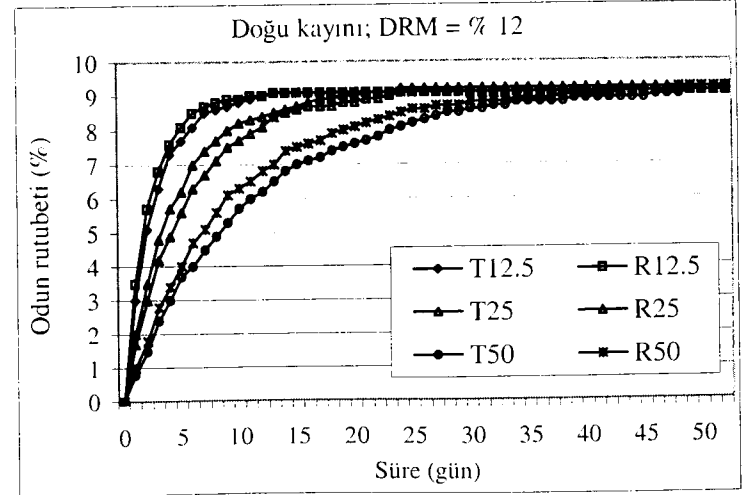
Denge rutubetinin odun sonuç rutubeti üzerine etkisi % 95 güvenle anlamlı bulunmuş, aynı kalınlıkta her denge rutubeti halindeki sonuç rutubeti değerleri ayrı birer grupta yer almıştır.



Şekil 2. DRM = % 8 için adsorpsiyon halinde kesit - rutubet ilişkisi.



Şekil 3. DRM = % 8 için adsorpsiyon halinde kalınlık - rutubet ilişkisi.



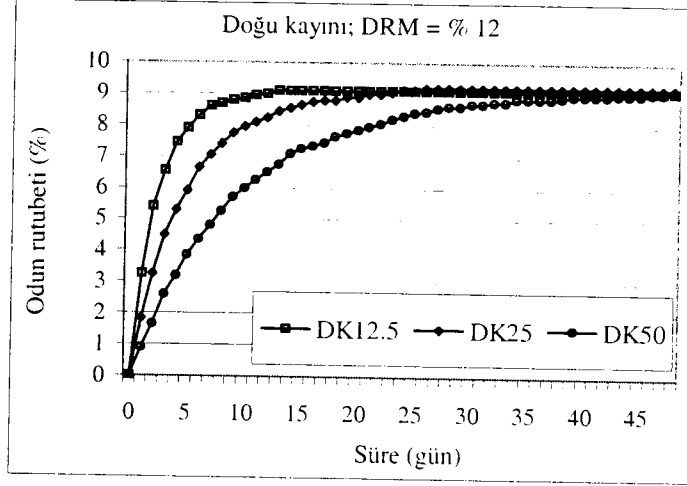
Şekil 4. DRM = % 12 için adsorpsiyon halinde kesit - rutubet ilişkisi.

Sonuç rutubetine ulaşma süreleri;

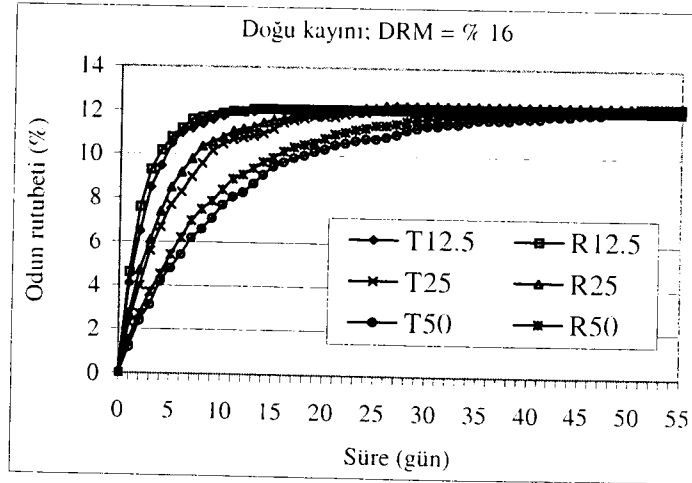
Kesitin sonuç rutubetine ulaşma süresi üzerine etkisi % 95 güvenle anlamlı bulunmamış, aynı kalınlık ve denge rutubetinde farklı kesite ait sonuç rutubeti değerleri aynı grupta yer almıştır.

Kalınlığın sonuç rutubetine ulaşma süresi üzerine etkisi % 95 güvenle anlamlı bulunmuş, aynı denge rutubetinde farklı kalınlıktaki odun sonuç rutubetlerinin farklı gruplarda yer aldığı görülmüştür.

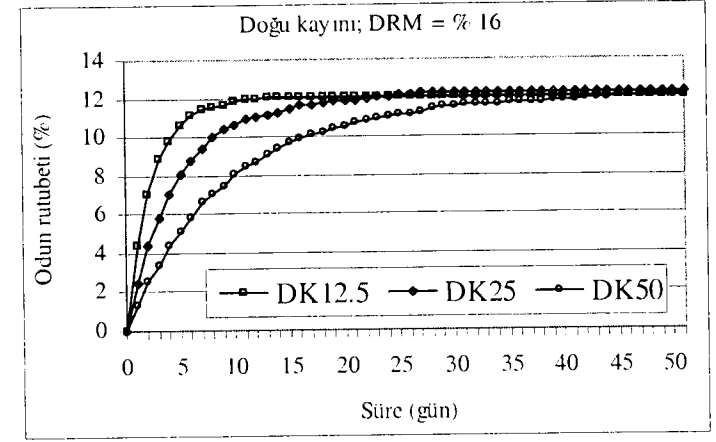
Denge rutubetinin sonuç rutubeti üzerine etkisi % 95 güvenle anlamlı bulunmamış, aynı kalınlıklarda farklı denge rutubeti koşullarında odun sonuç rutubetleri aynı grupta yer almıştır.



Şekil 5. DRM = % 12 için adsorpsiyon halinde kalınlık - rutubet ilişkisi.



Şekil 6. DRM = % 16 için adsorpsiyon halinde kesit - rutubet ilişkisi.

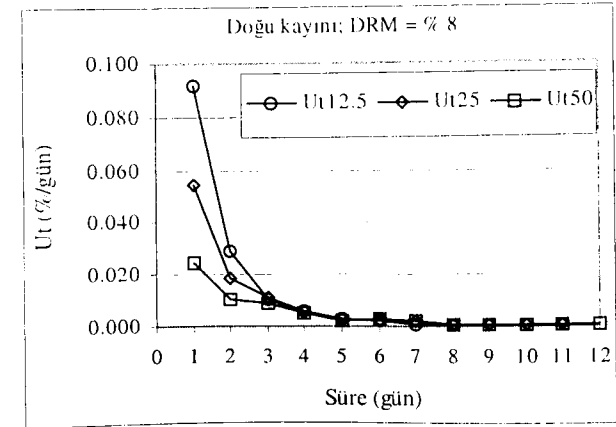


Şekil 7. DRM = % 16 için adsorpsiyon halinde kalınlık - rutubet ilişkisi.

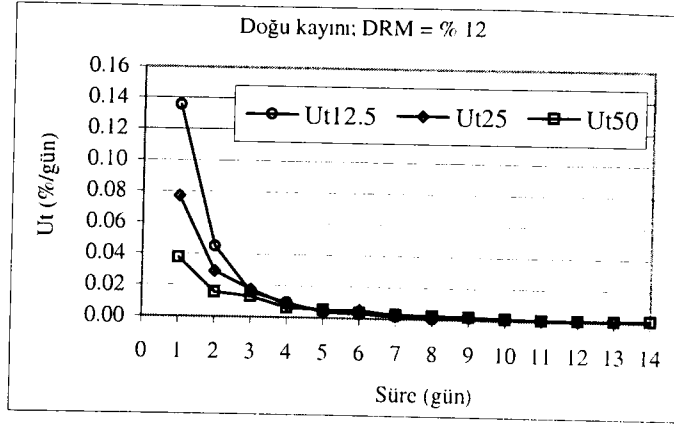
Doğru kayını odununun adsorpsiyon hızları odun kalınlıklarına bağlı olarak hesaplanmış ve zamanın fonksiyonu olarak farklı denge rutubeti değerleri için Şekil 8 - 10'da gösterilmiştir.

Kalınlık ve denge rutubeti adsorpsiyon hızı üzerinde etkili olup, artan denge rutubeti ve azalan kalınlıkla birlikte adsorpsiyon hızı artmaktadır.

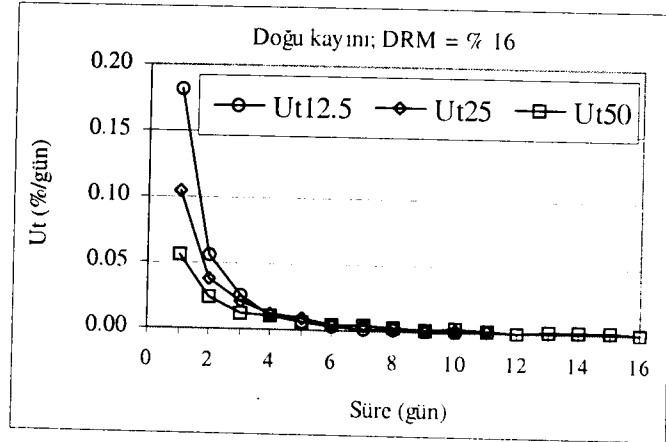
Araştırma sonucunda, Doğru kayını odununun farklı kesit ve kalınlıktaki örneklerinin farklı iklim koşullarında adsorpsiyon hızı belirlenen Fourier denklem katsayıları Tablo 4'de verilmiştir.



Şekil 8. DRM = % 8 için adsorpsiyon hızı.



Şekil 9. DRM = % 12 için adsorpsiyon hızı.



Şekil 10. DRM = % 16 için adsorpsiyon hızı.

Tablo 4. Fourier denklem katsayıları

Katsayılar	x	s
bt	0.125	0.007
br	0.150	0.007
b	0.138	0.007
a	0.764	0.001

Tablo 4'de görüldüğü gibi, tam kuru hale kadar kurutulmuş Doğu kayını odunları bulunduğu ortamın denge rutubetine bağlı olarak

$$W_s = 0.764 DRM \quad (8)$$

değerinde dengeye ulaşmaktadır. Benzer şekilde, adsorpsiyon hali için elde edilen Fourier denklemi, belirlenen katsayılar dikkate alınarak aşağıda verilmiştir.

$$W_t = (W_0 - 0.764 DRM) e^{-\frac{0.138 t}{\rho_0 e}} + 0.764 DRM \quad (9)$$

% 8 sonuç rutubetine kadar kurutulduğu varsayılan odunun % 12 ve % 16 denge rutubetinin sağlandığı klima dolabında bekletilmesi ile oluşacak adsorpsiyon hali için denklem (9) yardımıyla Tablo 5'deki sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre, % 12 denge rutubeti koşullarında 12.5 mm kalınlıktaki Doğu kayını odunu 8 günde, 25 mm kalınlıktaki odunu 15 günde ve 50 mm kalınlıktaki odunu ise 29 günde % 9 sonuç rutubetine; % 16 denge rutubeti koşullarında da 12.5 mm kalınlıktaki Doğu kayını odunu 11 günde, 25 mm kalınlıktaki odunu 21 günde ve 50 mm kalınlıktaki odunu ise 42 günde % 12 sonuç rutubetine ulaşabilecektir.

Tablo 5. % 8 Rutubetli odunun sonuç rutubetine ulaşma süreleri

Odun örneği	Denge Rutubeti (%)			
	12		16	
	Ws (%)	Z (gün)	Ws (%)	Z (gün)
DK12.5	9	8	12	11
DK25		15		21
DK50		29		42

4. Sonuçlar

Tam kuru hale kadar kurutulmuş 12.5 mm kalınlıktaki Doğu kayını odunu % 8 denge rutubetine sahip iklim koşullarında % 6.0 sonuç denge rutubetine 12 günde, % 12 denge rutubetine sahip koşullarda % 9.1 sonuç denge rutubetine 13 günde ve % 16 denge rutubeti koşullarında % 12.1 denge rutubetine 13 günde ulaşmıştır.

Tam kuru hale kadar kurutulmuş 25 mm kalınlıktaki Doğu kayını odunu % 8 denge rutubetine sahip iklim koşullarında % 6.1 sonuç denge rutubetine 23 günde, % 12 denge rutubetine sahip koşullarda % 9.2 sonuç denge rutubetine 24 günde ve % 16 denge rutubeti koşullarında % 12.3 denge rutubetine 27 günde ulaşmıştır.

Tam kuru hale kadar kurutulmuş 50 mm kalınlıktaki Doğu kayını odunu % 8 denge rutubetine sahip iklim koşullarında % 6.2 sonuç denge rutubetine 45 günde, % 12 denge rutubetine sahip koşullarda % 9.2 sonuç denge rutubetine 49 günde ve % 16 denge rutubeti koşullarında % 12.3 denge rutubetine 52 günde ulaşmıştır.

Odunun ulaştığı sonuç denge rutubeti, bu rutubete ulaşma süreleri ve kalınlığın bu faktörler üzerindeki etkileri bakımından literatür sonuçları ile önemli düzeyde uyum sağlamıştır. Çam odunu için histerez katsayısı 0.79 olarak bulunmuşken, Kayın odunu için 0.764 olarak belirlenmiştir (Wiedenbeck ve ark, 1990). Benzer şekilde sonuç denge rutubeti değerleri ve sonuç denge rutubetine ulaşma süreleri arasında da literatür sonuçları ile uyum vardır (Villiére, 1966).

Teğet ve radyal odunların sonuç rutubetleri arasında küçük farklar olmakla birlikte, bu fark kalınlık ve ortam denge rutubeti arttıkça artış göstermiştir. Bununla birlikte, kesitin odun rutubeti, sonuç denge rutubeti ve sonuç denge rutubetine ulaşma süresi üzerine etkisinin % 95 güvenle anlamlı olmadığı görülmüştür. Buna göre, uygulamada adsorpsiyon halindeki odun rutubeti odun kesiti dikkate alınmaksızın değerlendirilebilir.

Odun özellikleri olarak özgül ağırlık ve kalınlığın odunun ulaştığı sonuç rutubeti üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Buna göre, odun özellikleri belirgin olmak üzere, araştırma sonucunda belirlenen a ve b katsayıları yardımıyla, kurutulan odunların bekletildikleri ortamda ulaşacakları rutubet miktarı zamanın fonksiyonu olarak belirlenebilir.

Kullanım yeri iklim koşullarına uygun denge rutubetine kadar kurutulan odunların kullanım aşamasına kadar beklemesi halinde ambalajlama işlemi yapılmıyorsa, bekletme ortamının iklim koşulları belirlenerek odunun ulaşacağı rutubet miktarı zamanın fonksiyonu olarak belirlenmeli ve kontrol edilmelidir. Böylece, odunun kullanım yeri iklim koşullarına uygun olmayan daha yüksek derecede bir rutubete ulaşması önlenir.

Kaynaklar

- Anonim, TS 2470, 1976.** Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, TS 2471, 1976.** Odunda, Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, TS 2472, 1976.** Odunda, Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Berkel, A., 1941.** Şark Kayını (*Fagus Orientalis Lipsky*)'nin Teknolojik Vasıfları ve İstimali Hakkında Araştırmalar. Yüksek Ziraat Enstitüsü, Sayı 118, Ankara.
- Berkel, A., 1970.** Ağaç Malzeme Teknolojisi. İÜ Orman Fakültesi yayın no. 147, İstanbul.
- Bosquet, D., 2000.** Lumber Drying: An Overview of Current Processes. <http://www.uvm.edu/extension/publications/nrem/lumberdrying.pdf>. (Ziyaret tarihi: 10.01.2006).
- Bozkurt, A. Y. ve Göker, Y., 1987.** Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi. İÜ Orman Fakültesi yayın no. 388, İstanbul.
- Dağsöz, A. K., 1977.** Isı Geçişi. Arpaz Matbaacılık, İstanbul.
- Goswami, D. Y., Lavania, A., Shahbazi, S. and Masood, M., 1991.** Analysis of a Geodesic Dome Solar Fruit Dryer. *Technology*. 9(3): 677 – 691.
- Kalpınsız, A., 1981.** İstatistik Yöntemler. İÜ Orman Fakültesi, 294, İstanbul.
- Keylwerth, R ve Noack, D., 1964.** Die Kammertrocknung von Schnittholz Betriebsblatt, 1. *Holz als Roh-und Werkstoff*. 22: 29 – 36.
- Kollmann, F.F.P. and W.A. Cote, Jr., 1968.** Principles of Wood Science and Technology. I. Solid Wood. Springer-Verlag, New York.

- Kurtoğlu, A., 1984.** Hava Kuruğu Odunun Rutubet Değişimleri ve Türkiye'de Odunun Muhtemel Denge Rutubeti Miktarının Dağılımı. İÜ Orman Fakültesi yayın No. 362, İstanbul.
- Sodha, M. S., Dang, A., Bansal, P. K. and Sharma, S. B., 1985.** An Analytical and Experimental Study of Open Sun Drying and a Cabinet Type Dryer. *Energy Convers*. 25(3): 263 – 271.
- Villièrè, A., 1966.** Sèchage des Bois. Dunod, Paris.
- Wiedenbeck, J. K., Hofmann, K., Peralta, P., Skaar, C. and Koch, R., 1990.** Air Permeability, Shrinkage, and Moisture Sorption of Lodgepole Pine Stemwood. *Wood and Fiber Science*. 22(3): 229–245.
- Wu, Q., 2003.** Application of Nelson's Sorption Isotherm To Wood Composites and Overlays. *Wood and Fiber Science*. 31(2): 187 – 191.