

KESTANE (CASTANEA SATİVA MİLL.) ODUNUNUN ADSORPSİYON ÖZELLİKLERİ

Kemal ÜÇÜNCÜ¹

Aytaç AYDIN²

Sebahattin TIRYAKI³

ÖZET

Bu çalışmada, Kestane (*Castanea sativa* Mill.) ağacının üç farklı kalınlıktaki odununun (12.5 mm, 25 mm ve 50 mm) üç farklı denge rutubeti koşullarında (%8, %12 ve %16) adsorpsiyon özellikleri belirlenmiştir. Odun rutubetinin belirlenmesinde Fourier benzetimi kullanılmış ve adsorpsiyon halinde denklem sabitleri belirlenmiştir.

Kestane odunu için, adsorpsiyon katsayısı (a) ve rutubet değişim hızı (b) sırasıyla 0.825 ± 0.003 ve 0.107 ∓ 0.011 olarak belirlenmiştir.

Denge rutubetine ulaşma süreleri üzerinde ortam denge rutubetinin ve kesitin belirgin bir etkisi olmamakla birlikte, odun kalınlığının etkili olduğu görülmüştür. Kestane odununun 12.5 mm, 25 mm ve 50 mm kalınlıktaki örnekleri sonuç denge rutubetine sırasıyla 11 – 13 günde, 22 – 25 günde ve 44 – 50 günde ulaşmıştır.

Sonuç rutubetine ulaşma hızı üzerinde enine kesitin anlamlı bir etkisi olmamış, ancak kalınlığın ve ortam denge rutubetinin etkili olduğu görülmüştür.

Teğet ve radyal kesitli odunların sonuç rutubetleri arasında küçük farklar olmakla birlikte, bu fark kalınlık ve ortam denge rutubeti arttıkça artış göstermiştir. Ayrıca, odun özelliklerinden kalınlığın odunun ulaştığı sonuç rutubeti üzerinde etkili olduğu görülmüştür.

Buna göre, araştırma sonucunda belirlenen a ve b katsayıları yardımıyla, kurutulan odunların bekletildikleri ortamda ulaşacakları rutubet miktarı zamanın fonksiyonu olarak belirlenebilir.

Anahtar Kelimeler: Adsorpsiyon, Denge rutubeti, Kestane.

ADSORPTION PROPERTIES OF CHESTNUT (CASTANEA SATIVA MILL.) WOOD

ABSTRACT

In this study, adsorption properties of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) were determined for three different equilibrium moisture conditions (8%, 12% and 16%) of the wood using three different thicknesses (12.5 mm, 25 mm and 50 mm). Fourier simulation was used in the detection of wood moisture and equation constants were identified in the case of adsorption.

For chestnut wood, adsorption coefficient (a) and moisture exchange rate (b) were determined as 0.825 ± 0.003 and 0.107 ∓ 0.011 , respectively.

While the ambient EMC and section on the reaching time to the EMC have no a significant effect, the thickness of wood has been found to be effective. The samples with the thickness of 12.5 mm, 25 mm, and 50 mm of chestnut wood have reached the outcome EMC in 11 - 13 days, 22 - 25 days and 44-50 days, respectively.

The effect of the cross section on the reaching time to the outcome moisture was not significant, however it was seen that the effect of the thickness and the ambient EMC was significant.

Although small differences between outcome moistures of tangential and radial section-woods were available, these differences increased with increasing thickness and ambient EMC. It was also seen that the thickness from wood properties were effective on outcome moisture that the wood reached.

Accordingly, with the help of a and b coefficients determined as a result of this study, the amount of moisture that the dried woods will get in the environment in which they were hold can be determined as a function of time.

Keywords: Adsorption, Equilibrium moisture content, Chestnut.

Giriş

Higroskopik yapıya sahip olan odun, 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

¹ Yrd.Doç.Dr. Karadeniz Teknik Üniversitesi, kucuncu@ktu.edu.tr

² Yrd.Doç.Dr. Karadeniz Teknik Üniversitesi, aytac@ktu.edu.tr

³ Arş.Gör. Karadeniz Teknik Üniversitesi, stiryaki@ktu.edu.tr

odunun havadan rutubet alarak higroskopik dengeye ulaşması olayına da adsorpsiyon denir (Berkel, 1970; Bozkurt ve Göker, 1987; Kurtoğlu, 1984; Wu, 2003).

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 odunlar, basınç etkisindeki odunlar ve emprenye edilmiş odunlar daha düşük rutubet miktarlarında denge rutubetine ulaşırlar (Villière, 1966).

Anizotropik özellikteki odun rutubet alış veriş 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 ve Cote, 1968).

Kullanım yerinde fonksiyonel şekil bozukluklarının oluşmasına yol açan rutubet değişiminin azaltılması için odun, kullanım yeri iklim koşullarına uygun düşen denge rutubeti miktarına kadar kurutulmalıdır. 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 masraflarına yol açmaktadır.

Odun 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; McNaught, 1987; Newby ve Brennan, 1990). Türkiye’de dış iklim koşullarında odun rutubetinin değişimine ilişkin bir araştırmada 250 mm uzunlukta odun örnekleri kullanılmıştır (Kurtoğlu, 1984).

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. 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 vd., 1990). Khazaei (2008) üç odun türü üzerinde yaptığı adsorpsiyon denemelerinde, Fick modelini de kullanarak geliştirdiği modelinde uyumlu sonuçlar elde ettiğini, nem almanın ilk 2 gün içinde önemli gelişme gösterdiğini ifade etmiştir.

Banaszek ve Siebenrorgen (1990), kaba pirincin farklı sıcaklık ve bağıl nem koşullarında nem adsorpsiyonunu incelemişler ve adsorpsiyonun ilk 24 saatte çok hızlı geliştiği ifade edilmiştir. Casada (2002) ise tahıl depolamadaki önemini vurgulayarak buğday ve arpanın sorpsiyon özelliklerini araştırmıştır.

Bratasz vd. (2012) tarafından yapılan araştırmada, 21 ağaç türü odunu üzerinde yapılan sorpsiyon denemeleri ile elde edilen sonuçların odunun bulunduğu ortamdaki denge rutubetinin belirlenmesinde faydalı olacağı ifade edilmiştir.

Bastias ve Cloutier (2005), yedi farklı sorpsiyon modeli üzerinde yaptığı incelemelerde, genel olarak rutubet emiliminin higrotermal koşullara bağlı olduğunu ve sorpsiyon modellerinin de bu koşullara bağlı olarak uygun sonuçlar verebileceğini belirtmiştir.

Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), Ceviz (*Juglans regia* L.) ve Okaliptus (*Eucalyptus cemaldulensis*) odunlarının farklı kalınlık ve kesitleri için farklı denge rutubeti (%8, %12 ve %16) koşullarında adsorpsiyon özellikleri incelenmiştir. Bu odun türlerinde histerezin önemli olduğu görülmüş, kesitler arasında anlamlı farklar bulunmamıştır (Üçüncü, 2007; Üçüncü vd., 2005; Üçüncü vd., 2010).

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 Kestane (*Castanea sativa* Mill.) odununun farklı iklim koşullarında adsorpsiyon özellikleri belirlenmiştir. Tam kuru hale kadar kurutulan 12.5 mm, 25 mm ve 50 mm

kalınlıktaki odun örnekleri % 8, % 12 ve % 16 denge rutubeti sağlanan ortamda bekletilerek rutubet alma eğilimleri belirlenmiştir.

Materyal Ve Yöntem

Materyal

Araştırmada kullanılan odun örnekleri Rize Pazar Orman İşletme Müdürlüğünden temin edilen Kestane (KE) odunlarından hazırlanmıştır. Odun örneklerinin genişliği 100 mm, uzunluğu 300 mm alınmıştır. Araştırmada örnek seçimi TS 2470 (1976), rutubet miktarı tayini TS 2471 (1976) ve birim hacim ağırlığı (yoğunluk) tayini TS 2472 (1976)'ya göre yapılmıştır. Örneklerle ilişkin diğer özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Örnek Tipleri ve Özellikleri

Örnek tipi	Kalınlık	Kesit	Alınan örnek sayısı
T12.5	12.5 mm	Teğet	4
R12.5	12.5 mm	Radyal	4
T25	25 mm	Teğet	4
R25	25 mm	Radyal	4
T50	50 mm	Teğet	4
R50	50 mm	Radyal	4

Adsorpsiyon denemelerine ilişkin deney planı Tablo 2'de verilmiştir.

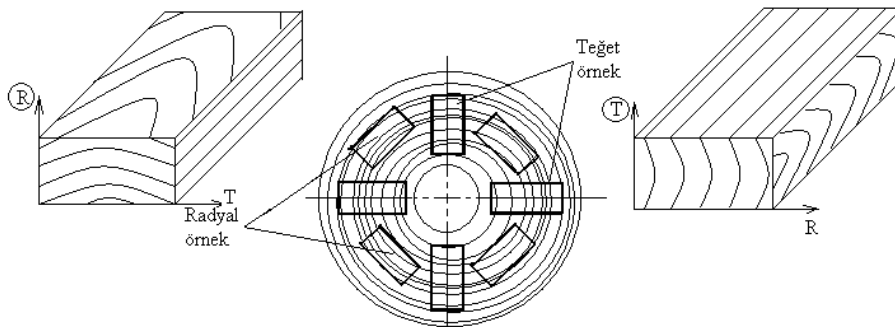
Tablo 2: Deney Planı

Deneme no	İklim koşulları			Örnek sayısı
	t	Φ	DRM	
D1	20	42	8	24
D2	20	65	12	24
D3	20	78	16	24

Kestane odun örneklerinin tam kuru özgül ağırlığı 0.48 g/cm^3 , lif doygunluğu rutubet derecesi % 22 - 24'tür (Kollmann ve Cote, 1968).

İyi işleme özelliklerine ve orta düzeyde dayanıma sahip Kestane odunu travers, doğrama, ambalaj malzemesi, yapı malzemesi, mobilya, gemi-tekne yapımı gibi alanlarda kullanılmaktadır (Doğu vd., 2001). Açık hava koşullarında olduğu gibi, ısıtılan kapalı mekanlarda da kullanım alanı bulan Kestane odununun sorpsiyon özelliklerinin bilinmesinde yarar görülmektedir.

Kestane 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

Yöntem

Denemeler % 8 (20 °C, %42), % 12 (20 °C, %65) ve % 16 (20 °C, %78) denge rutubeti için üç aşamada gerçekleştirilmiştir. 12.5 mm, 25 mm ve 50 mm kalınlıkta 100 mm x 300 mm boyutlarındaki 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_t) günlük tartılarla belirlenmiştir. Odunun günlük rutubet miktarları

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

eşitliği ile hesaplanmıştır (Simpson, 1999). Günlük sıcaklık ve bağıl nem ortalamaları saatlik değerlerden hesaplanmıştır.

$$T = \frac{\sum T_i}{n}, i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$\varphi = \frac{\sum \varphi_i}{n}, i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

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

Sabit iklim koşullarında bekleyen odun örneklerinin belirli bir andaki rutubet miktarı

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

eşitliği ile tanımlanmıştır (Henderson ve Papis, 1961; Crank, 1975; Dağsöz, 1977, Goswami vd., 1991; Sodha vd., 1985; Olgun ve Rzayev, 2000). 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

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

eşitliği elde edilmiştir. Burada; DRM odun denge rutubeti miktarını (%), ρ_0 tam kuru odun ağırlığını (g/cm^3), e odun kalınlığını (mm), a adsorpsiyon katsayısını göstermektedir. Adsorpsiyon katsayısı

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

olarak tanımlanmıştır. Burada kullanılan W_t deneme sonunda odunun ulaştığı sonuç rutubetini ifade etmektedir.

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

Adsorpsiyon hızının hesaplanmasında

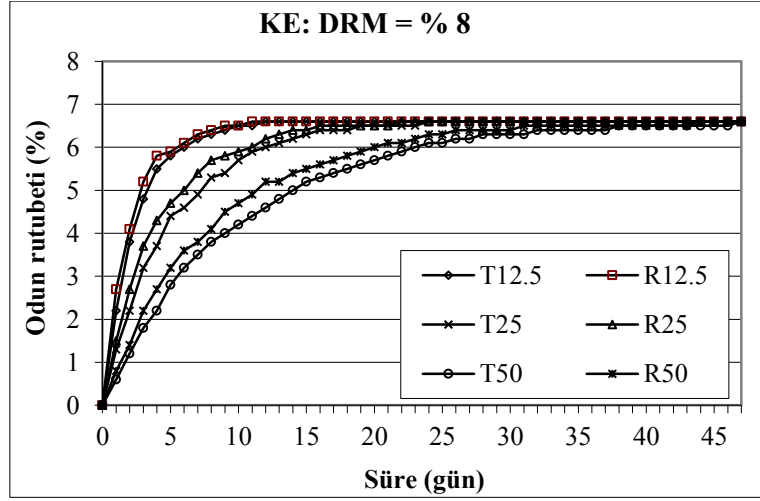
$$U_t = \frac{U_t - U_{t-1}}{t} [\%/gün] \quad (7)$$

eşitliğinden yararlanılmıştır.

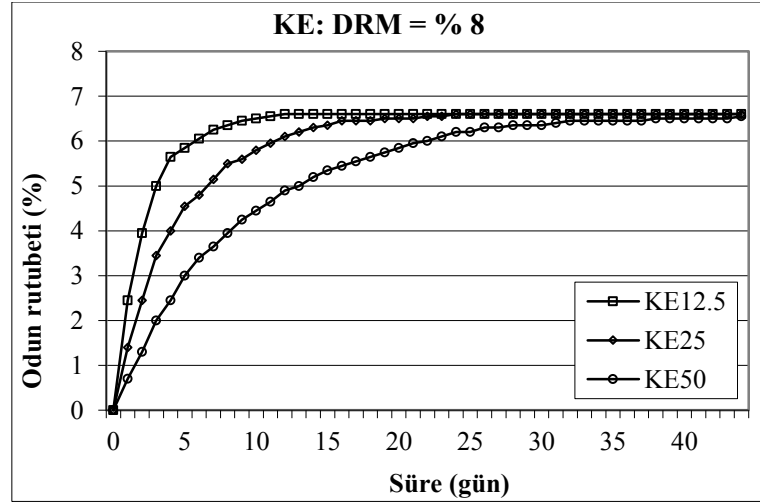
Kalınlıklar arası ve kesitler arası rutubet ilişkisi SPSS paket programı ile değerlendirilerek farklılıklar belirlenmiştir.

Sonuç

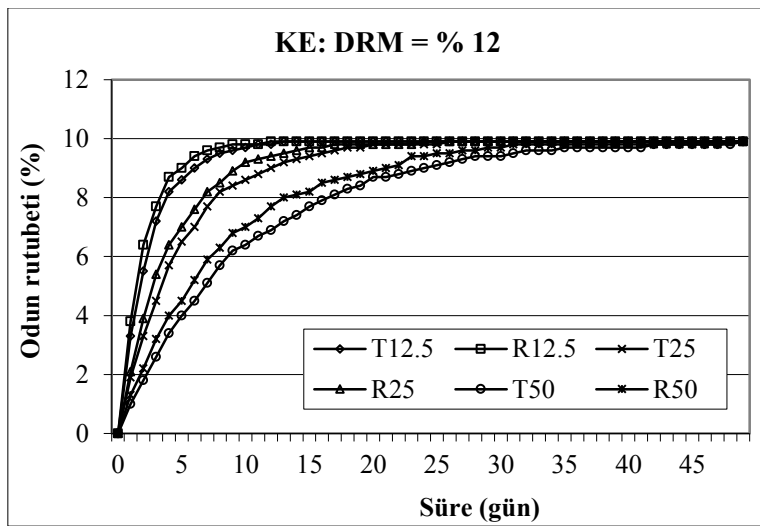
Araştırmada % 8 (20 °C, % 42), % 12 (20 °C, % 65) ve % 16 (20 °C, % 78) denge rutubetinin sağlandığı sabit iklim koşullarında Kestane odununun 12.5 mm, 25 mm ve 50 mm kalınlıkta teğet ve radyal odun örneklerinin rutubetindeki değişim zamanın fonksiyonu olarak belirlenmiş ve Şekil 2-7'de gösterilmiştir.



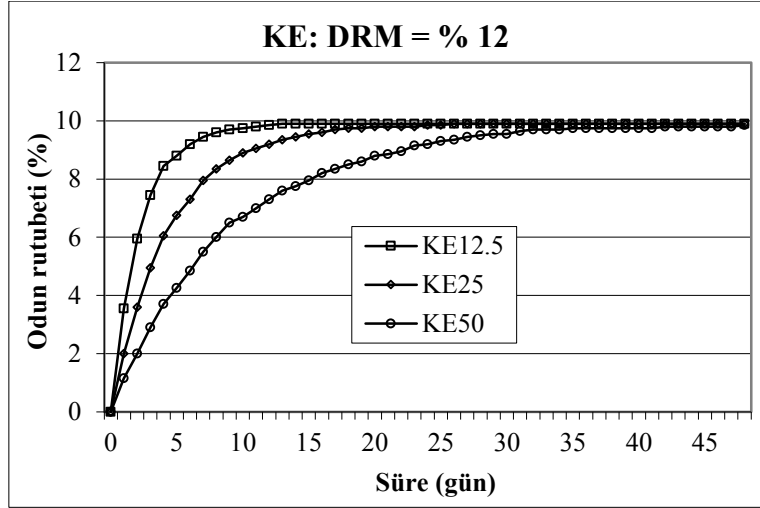
Şekil 2: %8 Denge Rutubetinde Farklı Kalınlık ve Kesitte Odunların Adsorpsiyon Eğilimi



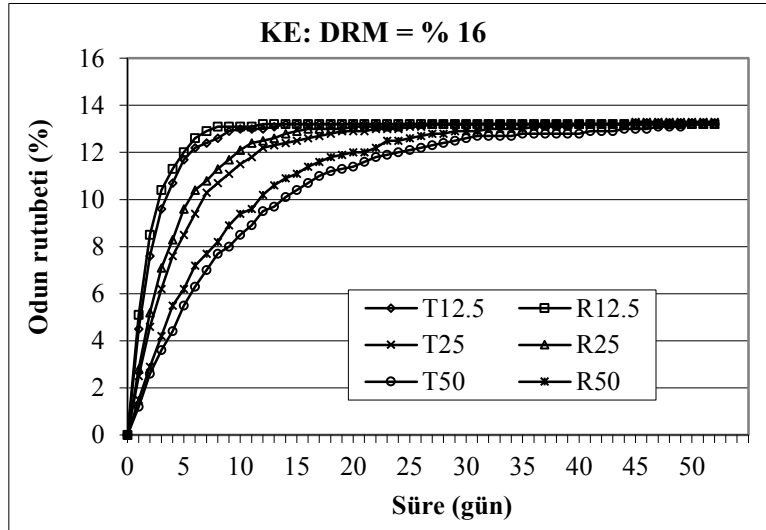
Şekil 3: %8 Denge Rutubetinde Adsorpsiyon Halinde Kalınlık – Rutubet Değişimi İlişkisi



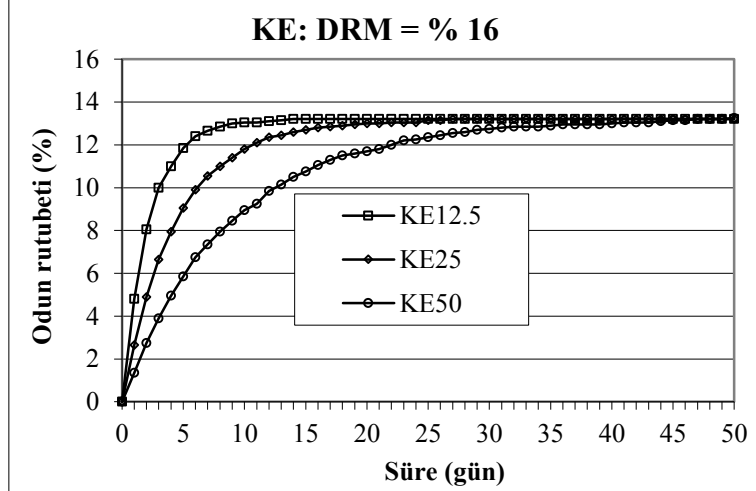
Şekil 4: %12 Denge Rutubetinde Farklı Kalınlık ve Kesitte Odunların Adsorpsiyon Eğilimi



Şekil 5: %12 Denge Rutubetinde Adsorpsiyon Halinde Kalınlık – Rutubet Değişimi İlişkisi



Şekil 6: %16 Denge Rutubetinde Farklı Kalınlık ve Kesitte Odunların Adsorpsiyon Eğilimi



Şekil 7: %16 Denge Rutubetinde Adsorpsiyon Halinde Kalınlık – Rutubet Değişimi İlişkisi

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.

Farklı denge rutubeti koşullarında her kalınlıkta odun rutubeti değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur.

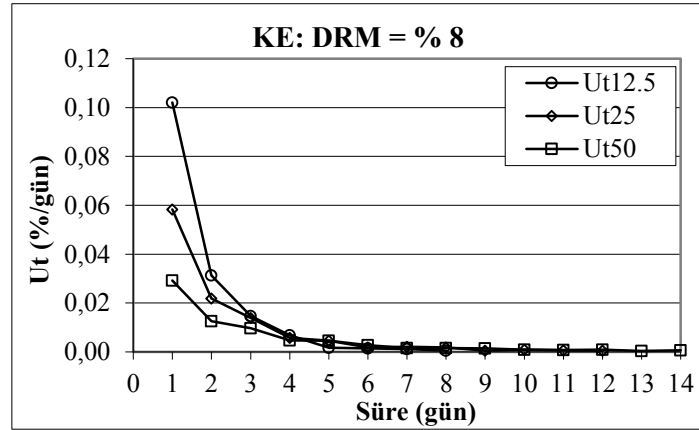
Sonuç rutubetine ulaşma süreleri;

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.

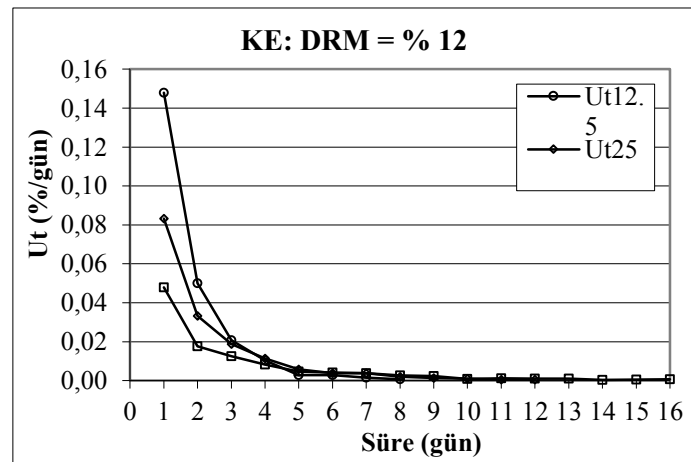
Kalınlığın sonuç rutubetine ulaşma süresi üzerine etkisi % 95 güvenle anlamlı bulunmuş, aynı denge rutubetinde farklı kalınlıktaki odun sonuç rutubetlerinin farklı gruplarda yer aldığı görülmüştür.

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

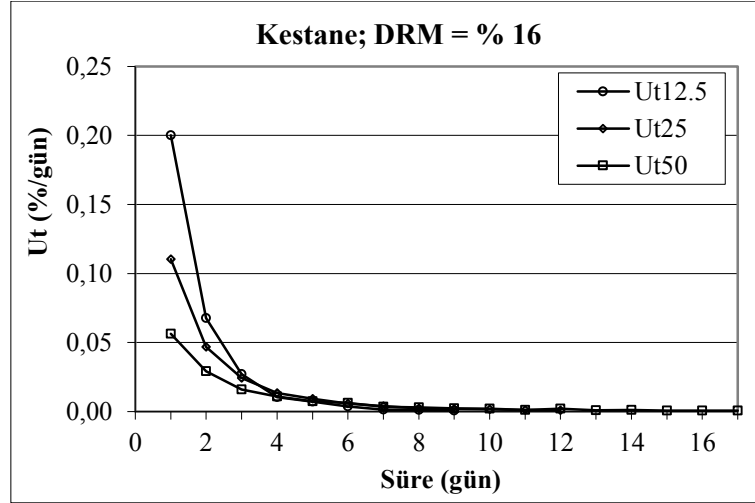
Kestane odununun adsorpsiyon hızları odun kalınlıklarına bağlı olarak hesaplanmış ve zamanın fonksiyonu olarak farklı denge rutubeti değerleri için Şekil 8 –10'da gösterilmiştir.



Şekil 8: %8 Denge Rutubetinde Adsorpsiyon Hızı



Şekil 9: %12 Denge Rutubetinde Adsorpsiyon Hızı



Şekil 10: %16 Denge Rutubetinde Adsorpsiyon Hızı

Kestane odununun farklı kesit ve kalınlıktaki örneklerinin farklı iklim koşullarında adsorpsiyonuna ilişkin a ve b katsayıları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3: Deneysel a ve b Katsayılarının Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Katsayılar	x	s
bt katsayısı	0.097	0.005
br katsayısı	0.117	0.005
b katsayısı	0.107	0.005
a katsayısı	0.825	0.001

Deneysel sonuçları içeren adsorpsiyon denklemi:

$$W_t = (W_0 - 0.825 \text{ DRM}) e^{-\frac{0.107 t}{\rho_0}} + 0.825 \text{ DRM} \quad (8)$$

Kestane odunu örneklerinin farklı iklim koşullarında ulaştıkları sonuç rutubeti ve sonuç rutubetine ulaşma süreleri Tablo 4'de verilmiştir.

Odun örneği	Denge rutubeti (%)					
	8		12		16	
	Ws	Z(gün)	Ws	Z(gün)	Ws	Z(gün)
T12.5	6.6	12	9.9	14	13.2	14
R12.5	6.6	11	9.9	12	13.2	12
T25	6.6	24	9.9	26	13.2	27
R25	6.6	22	9.9	24	13.2	25
T50	6.6	47	9.9	52	13.2	51
R50	6.6	44	9.9	48	13.3	50
DL12.5	6.6	11	9.9	12	13.2	13
DL25	6.6	22	9.9	24	13.2	25
DL50	6.6	44	9.9	48	13.3	51

Tablo 4'de görüldüğü gibi, tam kuru hale kadar kurutulmuş Kestane odunları bulunduğu ortamın denge rutubetine bağlı olarak (6) nolu eşitlik gereğince

$$W_t = 0.825 \text{ DRM} \quad (9)$$

değerinde dengeye ulaşmaktadır. Denge rutubetine ulaşma süreleri üzerinde ortam denge rutubetinin ve kesitin belirgin bir etkisi olmamakla birlikte, odun kalınlığının ve özgül ağırlığının etkili olduğu görülmüştür. Kestane odununun 12.5 mm kalınlıktaki odunu 11 – 13 günde, 25 mm kalınlıktaki odunu 22 – 25 günde ve 50 mm kalınlıktaki odunu ise 44 – 50 günde sonuç denge rutubetine ulaşmıştır.

Tam kuru hale kadar kurutulmuş 12.5 mm kalınlıktaki Kestane odunu % 8 denge rutubetine sahip iklim koşullarında % 6.6 sonuç denge rutubetine 11 günde, % 12 denge rutubetine sahip koşullarda % 9.9 sonuç denge rutubetine 12 günde ve % 16 denge rutubeti koşullarında % 13.2 denge rutubetine 13 günde ulaşmıştır.

Tam kuru hale kadar kurutulmuş 25 mm kalınlıktaki Kestane odunu % 8 denge rutubetine sahip iklim koşullarında % 6.6 sonuç denge rutubetine 22 günde, % 12 denge rutubetine sahip koşullarda % 9.9 sonuç denge rutubetine 24 günde ve % 16 denge rutubeti koşullarında % 13.2 denge rutubetine 25 günde ulaşmıştır.

Tam kuru hale kadar kurutulmuş 50 mm kalınlıktaki Kestane odunu % 8 denge rutubetine sahip iklim koşullarında % 6.6 sonuç denge rutubetine 44 günde, % 12 denge rutubetine sahip koşullarda % 9.9 sonuç denge rutubetine 48 günde ve % 16 denge rutubeti koşullarında % 13.2 denge rutubetine 50 günde ulaşmıştır.

Teğet ve radyal odunların sonuç rutubetleri arasında küçük farklar olmakla birlikte, bu fark kalınlık ve ortam denge rutubeti arttıkça artış göstermiştir.

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 işlem yapılmıyorsa, bekletme ortamının iklim koşulları belirlenerek odunun ulaşacağı rutubet miktarı zamanın fonksiyonu olarak belirlenmelidir.

Kaynaklar

- Banaszek, M.M., ve Siebenrorgen, T.J. (1990). Moisture adsorption rates of rough rice. Transactions of the ASAE, 33(4), 1257-1262.
- Bastias, M.V., ve Cloutier, A. (2005). Evaluation of wood sorption models for high temperatures. Maderas. Ciencia y tecnologia, 7(3),145-158.
- Berkel, A. (1970). Ağaç malzeme teknolojisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi yayın no. 147, İstanbul.
- Bozkurt, A.Y., ve Göker, Y. (1987). Fiziksel ve mekanik ağaç teknolojisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 388. İstanbul.
- Bratasz, L., Kozłowska, A., ve Kozłowski, R. (2012). Analysis of water adsorption by wood using the Guggenheim-Anderson-de Boer equation. European Journal of Wood and Wood Products, 70(4), 445-451.
- Casada, M.E. (2002). Moisture adsorption characteristics of wheat and barley. Transactions of ASAE, 45(2), 361-368.
- Crank, J. (1975). The mathematics of diffusion. Oxford University Press, Ely House, London W.I.
- Dağsöz, A. K. (1977). Isı geçişi. İstanbul: Arpaz Matbaacılık.
- Doğu, D., Koç, K.H., As, N., Atik, C., Aksu, B. ve Erdinler, S. (2001). Türkiye’de yetişen endüstriyel öneme sahip ağaçların temel kimlik bilgileri ve kullanıma yönelik genel değerlendirme. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, B, 52(2), 69-84.
- Goswami, D.Y., Lavania, A., Shahbazi, S., ve Masood, M. (1991). Analysis of a geodesic dome solar fruit dryer. Drying Technology, 9(3), 677- 691.
- Henderson, S.M., ve Papis, S. (1961). Grain drying theory. II. Temperature effects on drying coefficients. Journal of Agricultural Engineering Research, 6, 169-174.
- Keylwerth, R ve Noack, D., 1964. Die Kammertrocknung von Schnittholz Betriebsblatt 1. Holz als Roh-und Werkstoff, 22, 29 - 36.
- Khazaei, J. (2008). Water absorption characteristics of three wood varieties. Cercetari Agronomice in Moldova, 41, 2 (134), 5-16.
- Kollmann, F.F.P., ve W.A. Cote, Jr. (1968). Principles of wood science and technology. I. Solid Wood. Springer-Verlag. New York.
- Kurtoğlu, A. (1984). Hava kurusu odunun rutubet değişimleri ve Türkiye’de odunun muhtemel denge rutubeti miktarının dağılımı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 362, İstanbul.
- McNaught, A. (1987). Equilibrium moisture content of timber. QFRI Timber Note. 23.
- Newby, P., ve Brennan, G.K. (1990). Moisture content fluctuations of regrowth Jarrah anda Karri under different environmental conditions. Rep, Wood Utilisation Res, Centre, No: 18.
- Olgun, H. ve Rzayev, P. (2000). Fındığın üç farklı sistemde güneş enerjisi ile kurutulması. Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences, 24, 1-14.
- Sipson, W.T. (1999). Wood Handbook, Chapter 12: Drying and control of moisture content and dimensional changes, Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, WI.
- Sodha, M.S., Dang, A., Bansal, P.K., ve Sharma, S.B. (1985). An analytical and experimental study of open sun drying and a cabinet type dryer. Energy Convers, 25(3), 263-271.
- TS 2470. (1976). Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için numune alma metotları ve genel özellikler. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

- TS 2471. (1976). Odunda, fiziksel ve mekanik deneyler için rutubet miktarı tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2472. (1976). Odunda, fiziksel ve mekanik deneyler için birim hacim ağırlığı tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Üçüncü, K. (2007). Tam kuru doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) odununun adsorpsiyon özellikleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, B, 57(2), 45-59.
- Üçüncü, K., Aydın, A., ve Taşdemir T. (2005). Tam kuru ceviz (*Juglans regia* L.) odununun adsorpsiyon özellikleri. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 7(8), 27-36.
- Üçüncü, K., Aydın, A., ve Taşdemir, T. (2010). Okaliptus (*Eucalyptus cemaldulensis*) odununun adsorpsiyon özellikleri, III. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi 20-22 Mayıs 2010, Bildiriler Kitabı, Cilt V, 1712 – 1721, Artvin.
- Villière, A, (1966). *Sèchage des bois*, Dunod, Paris.
- Wiedenbeck, J.K., Hofmann, K., Peralta, P., Skaar, C., ve 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.