

SERİ
SERIES
SERIE
SÉRIE

A

CİLT
VOLUME
BAND
TOME

54

SAYI
NUMBER
HEFT
FASCICULE

2

2004

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
ORMAN FAKÜLTESİ
D E R G İ S İ

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



KAYIN KERESTESİNİN DOĞAL KURUTULMASI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Prof.Dr. Ramazan KANTAY¹⁾

Kısa Özet

Bu araştırma Doğu Kayını kerestesinin doğal kurutma özelliklerini, kurutmaya başlama zamanına göre kurutma sürelerini ve özellikle yıl içerisinde en uygun doğal kurutmaya başlama zamanını tespit etmek amacı ile yapılmıştır. Denemelerde 25, 40, 60, 80 mm kalınlıkta keresteler kullanılmıştır.

Araştırmanın yapıldığı Düzce iklim koşullarında kereste kalınlığı ve kurutmaya başlama zamanı esas alındığında bütün kereste kalınlıkları için en kısa kurutma süresi Ağustos ayında başlayan denemelerde, en uzun kurutma süresi ince kerestede Kasım ayında başlayan denemelerde, kalın kerestede ise Ekim ayında başlayan denemelerde bulunmuştur. Buna karşın en kötü kurutma kalitesi bütün kalınlıklarda Ağustos ve Temmuz aylarında başlayan denemelerde, en iyi kurutma kalitesi ince kerestede Kasım, kalın kerestede Şubat aylarında başlayan denemelerde elde edilmiştir.

Kayın kerestesi hızlı kurumakta, çatlama ve çarpılmalara eğilim göstermektedir. Kaliteyi korumak için yavaş kurutulmalıdır. Yıl içerisinde en uygun kurutmaya başlama zamanı olarak ince kereste için Nisan-Mayıs ayları, kalın kereste için Şubat-Mart ayları kabul edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Kayın kerestesi, Doğal kurutma, Kereste kalınlığı, Kurutma süresi, Kurutma kalitesi, Kurutmaya başlama zamanı

1. GİRİŞ

Kerestenin kurutulmasında teknik kurutma tercih edilmesine rağmen, bir ön kurutma olarak doğal kurutmadan vazgeçilememektedir. Özellikle yavaş ve güç kuruyan yoğunluğu yüksek ağaç türlerinin kalın keresteleri teknik kurutmadan önce bir ön kurutmaya tabi tutulmaktadır. Bu ön kurutma genellikle doğal kurutma olarak gerçekleştirilmektedir.

Orta Avrupa şartlarında doğal kurutma ile ilgili esaslara temel teşkil edecek araştırmalar 20. Yüzyılın ortalarında yapılmıştır (SCHLEUSSNER 1941, MULLER 1949, NYLINDER 1950, KOLLMANN 1955, KOLLMANN-SCHNEIDER 1965, SCHNEIDER 1966). Ülkemizde ise doğal kurutma ile ilgili yapılmış temel araştırma bulunmamaktadır. Bu nedenle doğal kurutma konusunda temel bilgileri üretmeye yönelik bilimsel araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyaç doğrultusunda 1986 yılında ORÜS kurumunun desteğinde "Meşe ve Kayın Kerestesinin

¹⁾ I.Ü.Orman Fakültesi Orman Biyolojisi ve Odun Koruma Teknolojisi Anabilim Dalı

Doğal Kurutulması Üzerine Araştırmalar” adlı bir temel doğal kurutma araştırma projesi yapılmıştır²⁾. Bu makale bu projeden üretilmiştir.

Makalede doğal kurutma uygulamaları için önemli olan kurutmaya başlama zamanı ile ilgili tespitler, kurutmaya başlama zamanına göre değişen kurutma süreleri ve kayın kerestesinin doğal kurutulmasına ait temel esaslar açıklanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1 Materyal

Araştırma ORÜS Düzce kereste fabrikasında yapılmıştır. Araştırma materyali kerestenin elde edildiği Kayın (*Fagus orientalis* Lipsk) tomruklar civar işletmelerden fabrika deposuna gelen normal boy tomruklar arasından rasgele seçilmiştir. Bunlardan TS 801 (1974) kayın kerestesi standardında belirtilen ticari boyutlarda kereste biçilmiştir.

Kurutma araştırmalarında kalınlık kurutma kalitesi ve süresi bakımından önemli bir parametredir. Elde edilen sonuçlar üzerinde çalışılan kalınlık için geçerlidir. Bu nedenle araştırmada 25, 40, 60 ve 80 mm olmak üzere 4 kalınlık sınıfı üzerinde çalışılmıştır.

Kerestenin istiflenmesinde çita kalınlığının etkisini ortadan kaldırmak için tüm istiflerde 25x50 mm enine kesit boyutlarında çitalar kullanılmıştır.

2.2 Araştırma Metodu

Yukarıda açıklandığı gibi elde edilen araştırma materyali kereste, fabrikanın kereste deposunda doğal kurutma için özel olarak yapılmış üstü kapalı istif yerinde tekniğine uygun şekilde istif edilerek bir yıl süre ile rutubetin ve kalitenin gidişi takip ve kontrol edilmiştir. Rutubetin gidişi rutubet kontrol örnek tahtalarının her hafta tartılması ile, kalitenin gidişi ara kalite kontrol örnek tahtalarının gene haftada bir kontrol edilmesi ile takip edilmiştir (KANTAY 1978, 1985).

Her ayın ikinci haftasında yeni bir deneme başlatılmış ve her deneme bir yıl süre ile takip ve kontrol edilmiştir.

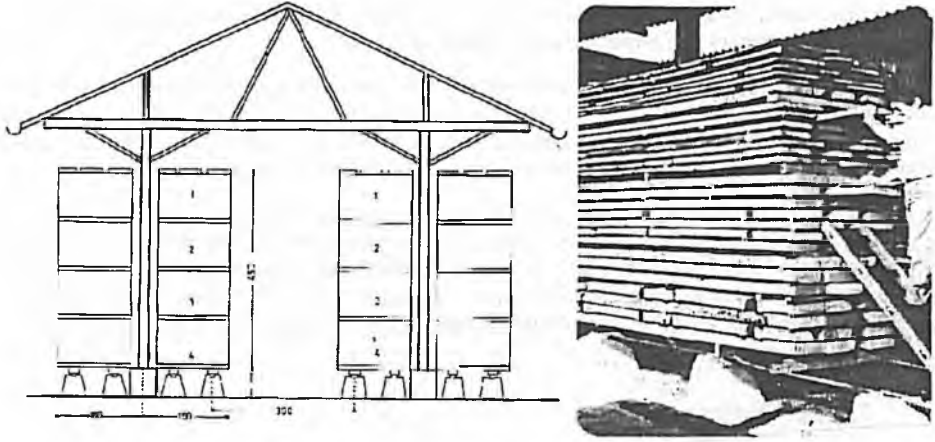
Doğal kurutmada en uygun denemeye başlama zamanını tespit etmek için her ay yeni bir deneme başlatıldığından araştırmanın deneme aşaması 2 yıl sürmüştür. Tüm denemelerde başlangıç rutubeti ve kalite bakımından yaklaşık olarak aynı özelliklere sahip kerestenin kullanılmasına dikkat edilmiştir.

2.2.1 İstiflerin Yapılması

Kerestenin istiflenmesinde çitalı sandık şeklinde istifleme metodu seçilmiştir. İstifler tekniğine uygun şekilde yapılmış, rutubet ve kalite kontrol örnek tahtaları uygun şekilde

²⁾ Bu proje 1990 yılında başarı ile tamamlanmış ve yayın aşamasına gelmiştir. Fakat ORÜS kurumunun 1992 yılında özelleştirme kapsamına alınması ile yayınlanma imkanı ortadan kalkmıştır. Bu nedenle yapılan araştırmanın meşe ile ilgili bulgu ve sonuçları 1992 yılında Trabzon’da yapılan İkinci Ulusal Orman Ürünleri Kongresi (ORENKO’92)’ne tebliğ olarak sunulmuştur (KANTAY 1992). Kayın ile ilgili sonuçlar ise bugüne kadar hiçbir yerde yayınlanamamıştır. Proje temel araştırma niteliğinde olduğundan ve güncelliğini koruduğundan aradan geçen zamana rağmen sonuçların yayınlanması uygun bulunmuştur.

yerleştirilmiştir (KANTAY 1978, 1985). İstif boyutları forklift tarafından taşınabilecek ölçülerde seçilmiştir. Her kalınlık sınıfı için ayrı yapılan istifler istif yerinde üst üste konarak dört blokluk deneme istifleri oluşturulmuştur. Dört blokluk deneme istifinde 25 mm kalınlıktaki kerestelerden oluşan blok en üste konmuştur. Bu şekilde yerleştirilmekten maksat, kontrollerde kullanılan örnek tahtaların istiften kolay alınıp konmasını sağlamaktır (Şekil 1).



Şekil 1: Denemelerin yapıldığı istif yerinin şematik görünüşü ve bir istif. (1) 25 mm, (2) 40 mm, (3) 60 mm ve (4) 80 mm kalınlıktaki kereste blokları.

Abb. 1: Schematische Darstellung des Stapelplatzes im Querschnitt. (1) 25 mm, (2) 40 mm, (3) 60 mm ve (4) 80 mm sind Schnittholzblöcke.

2.2.2 Rutubet Kontrolleri

Kurutma süresince her hafta bir defa olmak üzere rutubet durumu tespit edilerek kurutmanın gidişi takip edilmiştir. Bunun için rutubet kontrol örnek tahtaları kullanılmıştır. Örnek tahtaların rutubetinin tayininde en uygun yöntem olan **tartma yöntemi** kullanılmıştır. Başlangıç ağırlığı ve rutubeti tespit edilen bu örneklerin kontrol sırasında sadece ağırlıkları tartılarak aşağıdaki eşitlik yardımı ile rutubetleri bulunmuştur (LEMPÉLIUS 1969, KANTAY 1978 ve 1985):

$$U_k = \frac{G_k}{G_a} \times (U_a + 100) - 100 (\%)$$

U_k = Kontrol anındaki rutubet (%)
 U_a = Başlangıç rutubeti (%)
 G_a = Başlangıç ağırlığı (g)
 G_k = Kontrol ağırlığı (g)

2.2.3 Kalite Kontrolleri

Kurutma sırasında meydana gelen kalite değişimleri kalite kontrol örnek tahtaları kullanılmak suretiyle takip edilmiştir. Kalite kontrol örnekleri iki çeşit olup, bunlar ara kalite kontrol örnekleri ve sonuç kalite kontrol örnekleridir.

Ara kalite kontrol örnek tahtaları kurutma süresince kurutma kalitesinin gidişini takip ve kontrol etmek amacı ile kullanılmaktadır. Denemelerde her kalınlık sınıfı için 4 adet ara kalite kontrol örnek tahtası alınmıştır. Bunlarda çürüklük, renk değişikliği, çatlak, şekil değişikliği gibi kusurların bulunmamasına, buna karşılık deneme istifindeki keresteyi temsil edebilecek özelliklerde olmalarına dikkat edilmiştir.

Bu örneklerin başlangıç özellikleri ve haftalık kontrollerdeki tespitler ara kalite kontrol örnek tahtası kartlarına işlenmiştir. Böylece kurutma süresince meydana gelen değişimleri tespit etmek ve değerlendirmek her zaman mümkün olmaktadır.

Denemelerin asıl değerlendirilmesi sonuç kalite kontrollerinde elde edilen verilere göre yapılmaktadır. Sonuç kalite kontrolleri denemenin başlangıcında istife yerleştirilen sonuç kalite kontrol örnek tahtaları yardımı ile yapılmıştır. En az 10 adet alınan bu örneklerin istife yerleştirilmeden önce bütün özellikleri tespit edilmiş ve ilgili kartlara yazılmıştır.

Sonuç kalite kontrolü örnek tahtalarının seçiminde çatlak, şekil değişikliği ve renk değişikliği bulunmamasına ve bu bakımdan kusursuz olmalarına dikkat edilmiştir. Böylece kurutma sırasında meydana gelebilecek kusurların tespiti kolaylaşmaktadır. Yalnız bu kusurlar dikkate alınarak sınıflandırıldığında başlangıçta birinci sınıf olan örneklerin kurutmadan sonra sınıf değiştirip değiştirmediği ve değiştirmişse hangi sınıfa düştüğü tespit edilebilmektedir.

2.3 Değerlendirme Metodu

Bu araştırmanın amacı doğal kurutmaya başlamak için yıl içerisinde en uygun zamanı tespit etmektir. Bu zaman, hem kurutma süresi ve hem de kurutma kalitesi bakımından uygun olan bir zaman olmalıdır.

Bu bakımdan her deneme (I) kurutma süresi ve (II) kurutma kalitesi olmak üzere iki açıdan değerlendirilmiştir.

I. Denemelerin kurutma süresi bakımından değerlendirilmesi rutubet kontrol örnek tahtalarının yıl boyunca tespit edilen haftalık rutubet miktarlarından faydalanılarak yapılmıştır. Bu rutubet değerleri yardımı ile;

a- Her bir deneme için kuruma eğrileri çizilmiştir. Bu eğriler 4 ayrı kalınlık için aynı koordinat sisteminde gösterilmiştir.

b- Haftalık ortalama rutubet kayıpları bulunarak kurutma hızı eğrileri çizilmiştir. Aylık kurutma hızı ortalamaları bulunarak aylık kurutma hızı eğrileri çizilmiştir.

c- Başlangıç rutubetinden % 30, % 20 ve % 15 rutubet derecelerine kadar kuruma süreleri tespit edilerek, tablolar düzenlenmiştir. Böylece pratikteki uygulamalar için önemli olan lif doygunluğu ve hava kuruşu rutubet derecelerine kadar kuruma sürelerinin belirlenmesine çalışılmıştır.

d- Kurutmanın birinci, ikinci, üçüncü, altıncı, dokuzuncu ve onikinci ayı sonunda ulaşılan rutubet miktarları tespit edilerek tablolar düzenlenmiştir. Bu tablolardan faydalanılarak yıl içerisinde kurutmaya başlama ayına göre farklı süreler sonunda rutubet kaybı ya da ulaşılacak rutubet derecelerinin bulunması mümkün olabilecektir.

II. Denemelerin kalite bakımından değerlendirilmesinde “sınıf değiştirme oranları” esas alınmıştır.

Sınıf değiştirme oranları kurutma sırasında meydana gelen kusurlar nedeniyle sınıf değiştiren örnek tahta sayısının toplam örnek tahta sayısına bölünmesi ile bulunmuştur. Bulunan değerler en düşükten en yükseğe doğru dizilerek denemelerin kalite durumu belirlenmiştir. Sınıf değiştirme oranları 0 ile 1 arasında değişmektedir. Oran 100 ile çarpılmak suretiyle yüzde olarak da ifade edilebilir. Sınıf değiştirme oranları eşit olan denemelerin sıralanmasında ara kalite kontrollerinde elde edilen veriler dikkate alınmıştır.

Sınıf değiştirme sebebi sayılan ve doğrudan doğal kurutma ile ilgili olan kurutma kusurları çatlaklar, renk değişmesi, çürüklük ve şekil değişimleridir.

Literatürde Doğal kurutmanın değerlendirilmesinde bu kusurlara ait toleranslarla ilgili standart değerlere rastlanmadığı için TS 801 (1974) numaralı kayın kereste standardı aynen kullanılmıştır. Bu maksatla kullanılmak üzere yalnız çatlaklar ve şekil değişimleri dikkate alınarak 1 numaralı tablo hazırlanmıştır.

Tablo 1’de kusur toleransları kereste kalite sınıflarına göre A, B, C ve D gibi sembollerle gösterilerek sonuç kalite kontrol kartlarının doldurulmasında kolaylık sağlanmıştır. Buna göre hiç kusuru olmayan kereste (0) ile, kusurları birinci sınıf toleransları içerisinde kalan kereste (A), ikinci sınıf toleransları içerisinde kalan kereste (B), Merkantil sınıfı toleransları içerisinde kalan kereste (C) ve üçüncü sınıf toleransları içerisinde kalan kereste (D) ile gösterilmiştir. Dördüncü sınıf dikkate alınmamıştır.

Kusurlar TS 697 (1974)’deki esaslara göre ölçülmüştür.

Denemelerde sonuç kalite kontrol örneklerinin nicel özellikleri de fikir vermek üzere tespit edilmiş, fakat denemelerin kalite bakımından değerlendirilmesinde dikkate alınmamıştır.

4. BULGULAR

Denemelerde haftalık rutubet ölçmelerine göre elde edilen veriler tablolar halinde düzenlenmiştir. Bu tabloların sayfa kısıtlaması olan böyle bir makalede verilmesinin uygun olmadığı bilindiğinden sadece bu tablolar esas alınarak çizilen kurutma eğrileri Şekil 2, 3, 4 ve 5’de verilmiştir. Aynı koordinat sisteminde aynı dönemde hüküm süren sıcaklık ve bağıl nem değişimleri de gösterilmiştir.

Araştırmada haftalık ortalama ve aylık ortalama rutubet kayıpları belirlenerek kuruma hızı tabloları ve bu tablolar yardımı ile haftalık ortalama ve aylık ortalama kuruma hızı eğrileri çizilmiştir. Dört farklı kalınlık ve 12 ay için ayrı ayrı çizilen kuruma hızı eğrilerinden karakteristik olanlar Şekil 6’da verilmiştir.

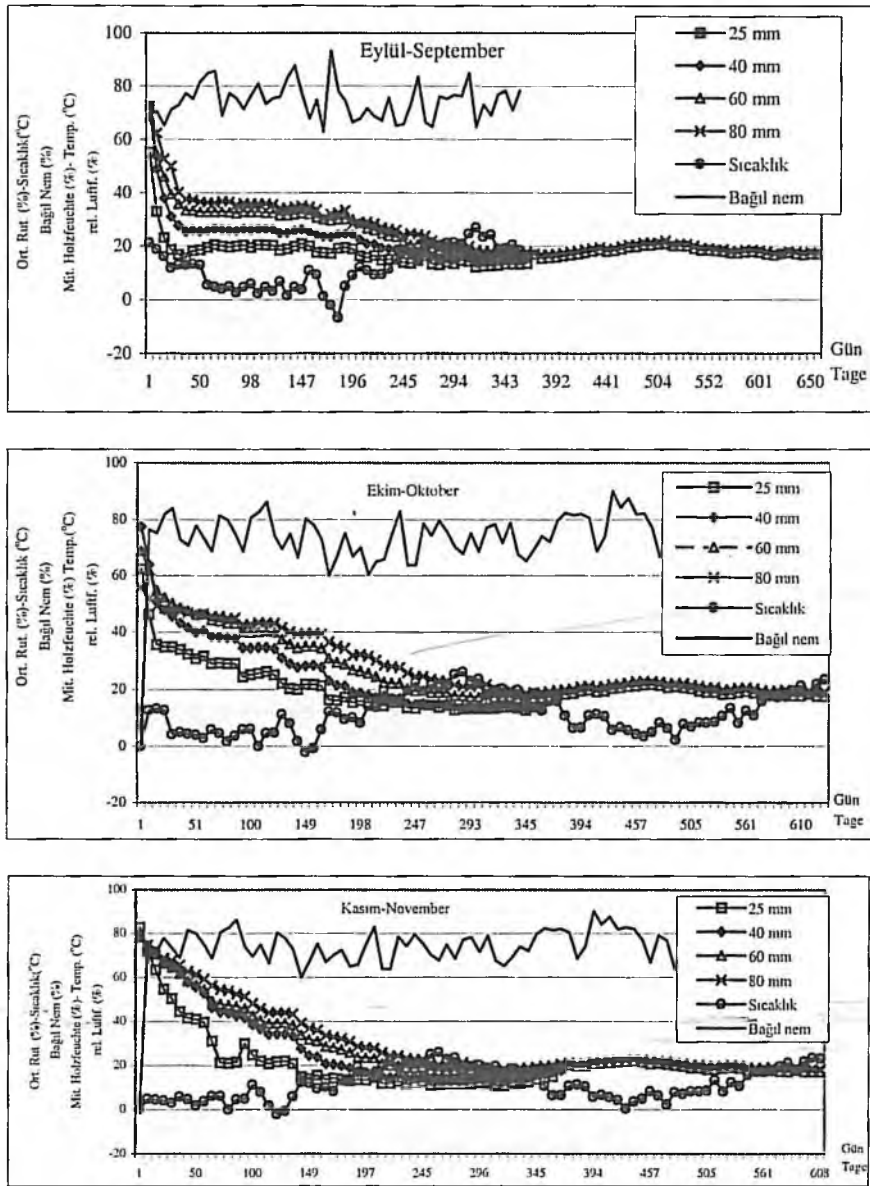
Denemelerde kurutmaya başlama zamanına göre 4 farklı kalınlık için başlangıç rutubetinden % 30, % 20 ve % 15 rutubet derecesine kadar kuruma süreleri Tablo 2’de gösterilmiştir. Böylece doğal kurutma bir ön kurutma olarak uygulanacak olursa lif doygunluğuna kadar ulaşma süresinin ne olduğunun belirlenmesi mümkün olacaktır. Ayrıca bu tablo yardımı ile lif doygunluğu rutubet derecesinden % 20 rutubet derecesine, % 20 rutubet derecesinden % 15 rutubet derecesine kadar kuruma süreleri bulunabilecektir.

Diğer taraftan yılın farklı aylarında başlayan doğal kurutmada belli süreler sonunda rutubetin ne olacağının bilinmesi de önemlidir. Bu amaçla Tablo 3 düzenlenmiş olup, tabloda 1, 2, 3, 6, 9 ve 12 ay kurutma sonunda ulaşılabilen rutubet dereceleri verilmiştir.

Tablo 1: Kurutma Kalitesinin Tespitinde Kullanılan Kenarsız Kayın Kerestesi Kusur Toleransları (TS 801, 1974).

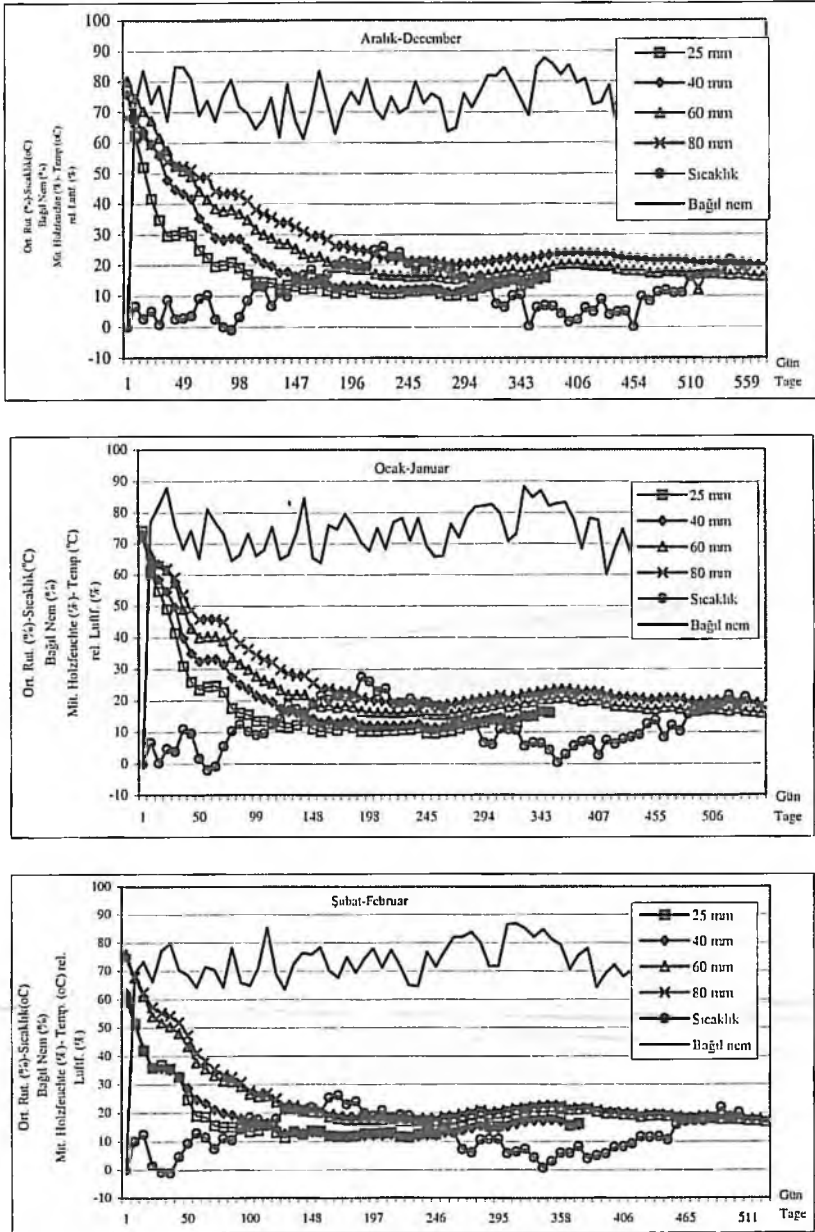
Tabelle 1: Zulaessige Abweichungen von Fehlern nach dem Türkischen Norm TS 801 (1974) zur Feststellung der Trocknungsqualitaet des unbesaumten Buchenschnittholzes verwendet wurde.

KUSURLAR FEHLER	KALİTE SINIFLARI GÜTEKLASSEN			
	I (A)	II (B)	Merkantil (C)	III (D)
ÇATLAKLAR RISSE				
a- Yüzey ve yan çatlakları a- Oberflächenrisse	Uzunluğu parça boyunun-Zulaessige laenge			
	% 5'ini geçemez bis zu 5% der Brettlänge	% 10'unu geçemez bis zu 10% der Brettlänge	% 15'ini geçemez bis zu 15% der Brettlänge	% 20'sini geçemez bis zu 20% der Brettlänge
b- Baş (uç) çatlağı b- Hirnrisse	Uzunluğu parça genişliğinin yarısını, parça boyunun 1/20'sini geçemez	Uzunluğu parça genişliği ve boyunun 1/10'unu geçemez	Uzunluğu parça genişliğinin bir buçuk katını ve parça boyunun 1/5'ini geçemez	Uzunluğu parça genişliğinin iki katını ve parça boyunun 1/2'sini geçemez
c- Halka çatlağı c- Ringrisse	Bulunmaz Unzulaessig	Bulunmaz Unzulaessig	Bulunmaz Unzulaessig	Çapı ve yay kirişi parça genişliğinin 1/4'ünü geçemez
ŞEKİL DEĞİŞMELERİ FORMÄNDERUNGEN				
a- Oluklaşma a- Schüsselung	Bulunmaz Unzulaessig	% 2'sini geçemez bis zu 2% der Brettbreite	Parça Genişliğinin % 3'ünü geçemez bis zu 3% der Brettbreite	% 4'ünü geçemez bis zu 4% der Brettbreite
b- Eğilme b- Krümmung in Richtung der Dicke	Bulunmaz Unzulaessig	% 1'ini geçemez bis zu 1% der Brettlänge	Parça Boyunun % 2'sini geçemez bis zu 2% der Brettlänge	% 3'ünü geçemez bis zu 3% der Brettlänge
c- Kılıcına eğilme c- Krümmung in Richtung der Breite	Bulunmaz Unzulaessig	% 0.5'ini geçemez bis zu 0.5% der Brettlänge	Parça Boyunun % 1'ini geçemez bis zu 1% der Brettlänge	% 2'sini geçemez bis zu 2% der Brettlänge
d- Burulma d- Verdrehung	Bulunmaz Unzulaessig	2 mm'yi geçmez bis 2 mm/m	Her metrede- 5 mm'yi geçmez bis 5 mm/m	10 mm'yi geçmez bis 10 mm/m
RENKLENME VERFAERBUNG	Bulunmaz Unzulaessig	Bulunmaz Unzulaessig	Bulunduğu yüz alanının % 10'unu geçmez bis zu 10% der Oberfläche	
				% 20'sini geçemez bis zu 20% der Oberfläche



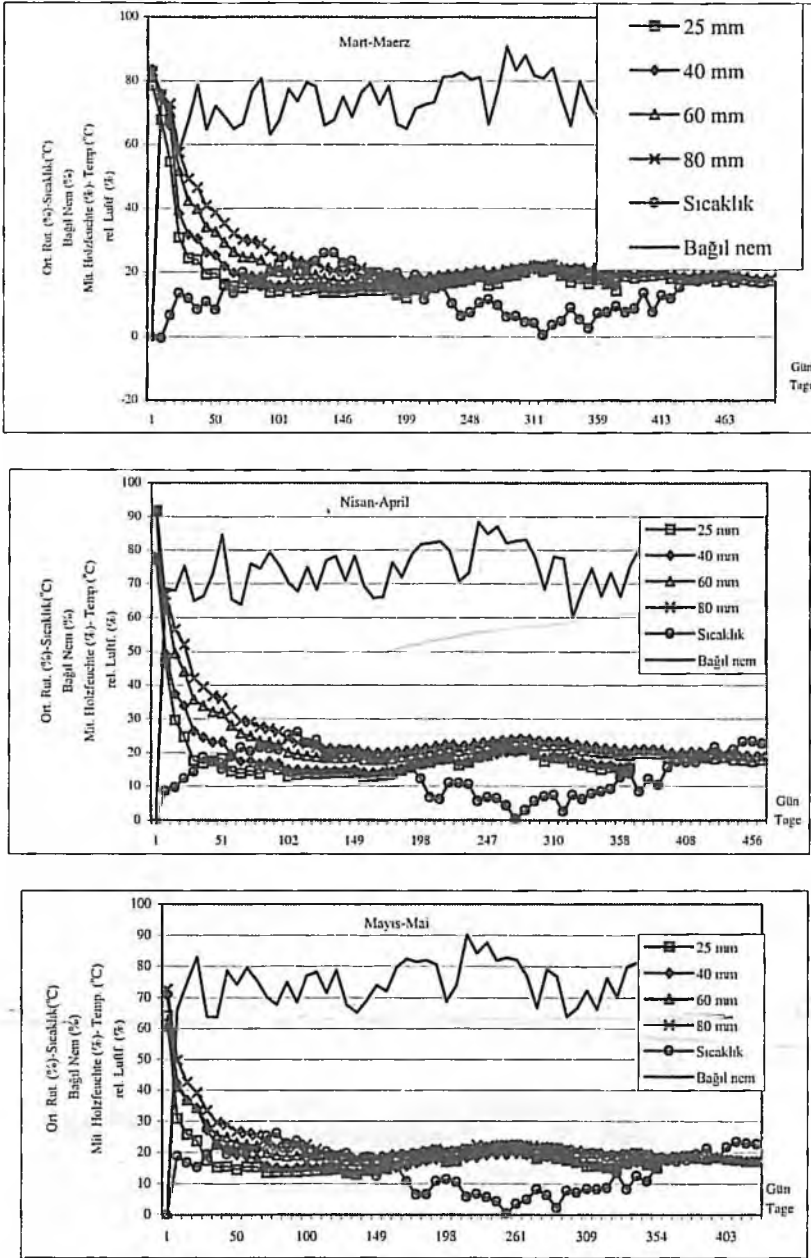
Şekil 2: Eylül, Ekim ve Kasım'86 aylarında başlayan denemelerde elde edilen kurutma eğrileri.

Abb. 2: Trocknungskurven bei dem im September, Oktober und November begonnenden Versuch.



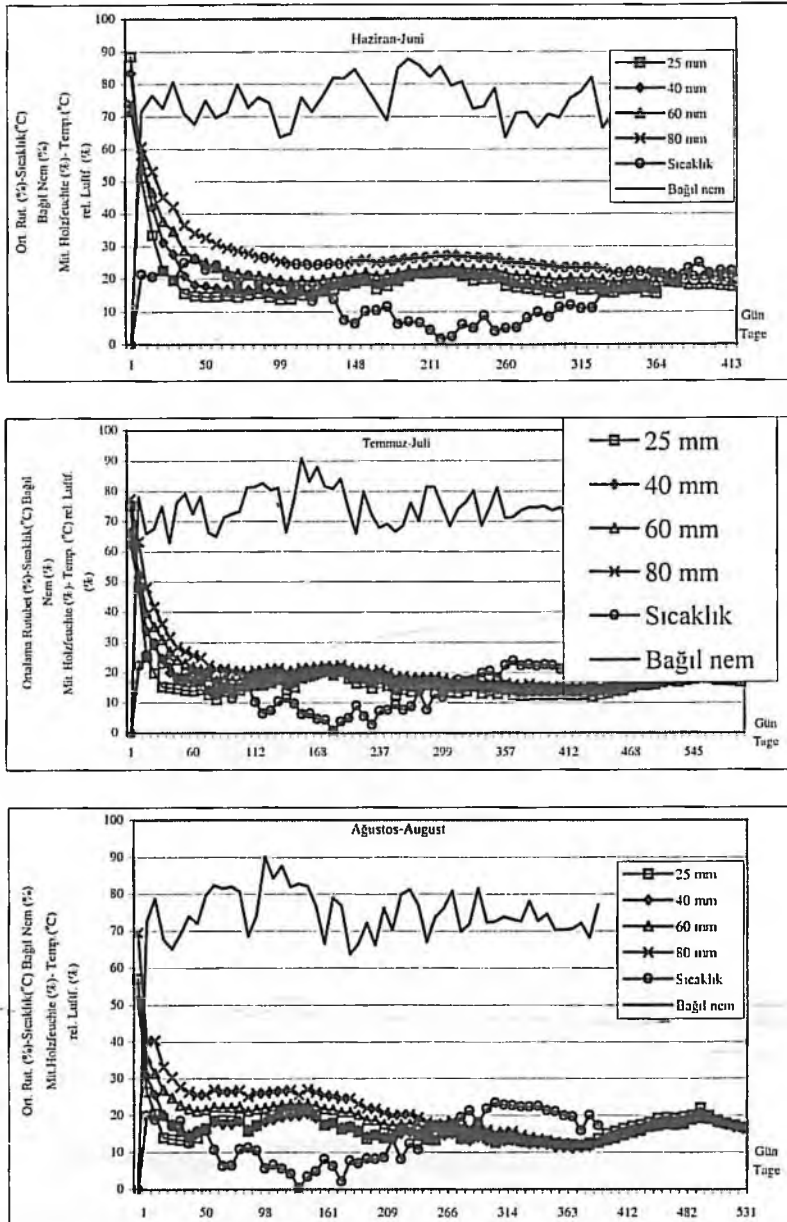
Şekil 3: Aralık'86, Ocak ve Şubat'87 aylarında başlayan denemelerde hüküm süren iklim koşulları ve kurutma eğrileri.

Abb. 3: Trocknungskurven bei dem im Dezember'86, Januar und Februar angefangenen Versuch.



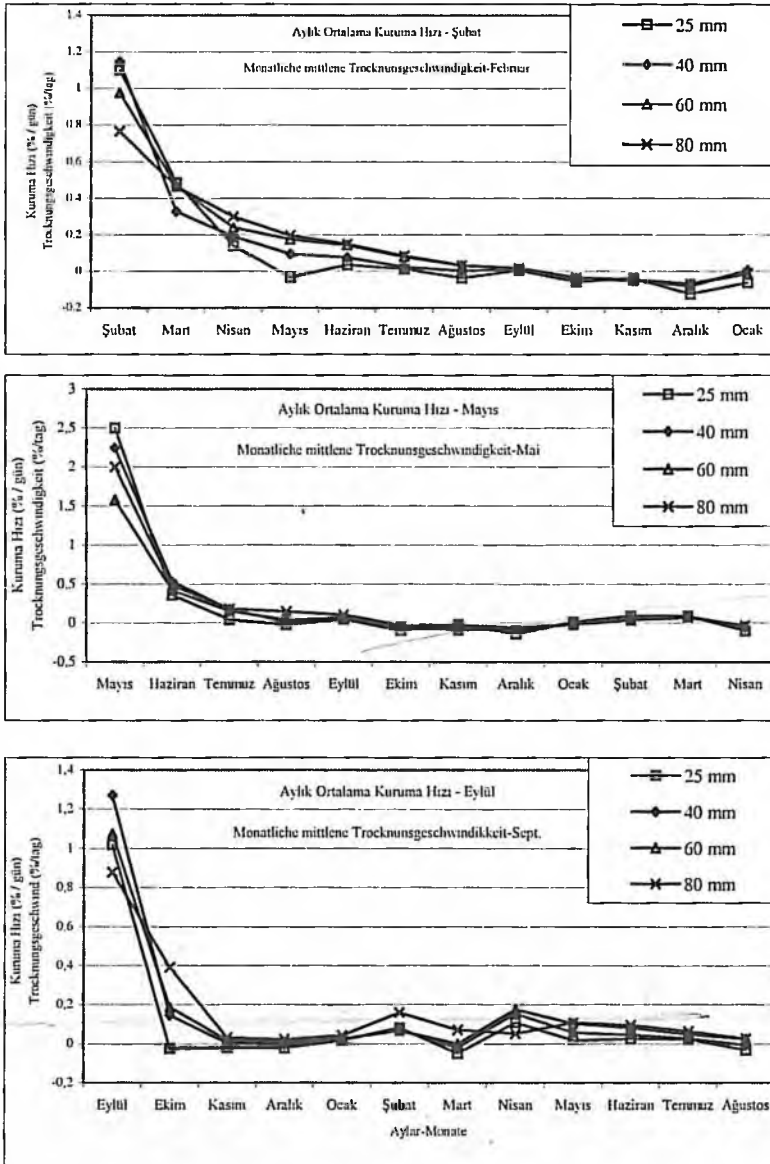
Şekil 4: Mart, Nisan ve Mayıs'87 aylarında başlayan denemelerde hüküm süren iklim koşulları ve kuruma eğrileri.

Abb. 4: Trocknungskurven bei dem im Maerz, April und Mai begonnenden Versuch.



Şekil 5: Haziran, Temmuz ve Ağustos'87 aylarında başlayan denemelerde hüküm süren iklim koşulları ve kuruma eğrileri.

Abb. 5: Trocknungskurven bei dem im Juni, Juli und August begonnenden Versuch.



Şekil 6: Şubat, Mayıs ve Eylül aylarında başlayan denemelerde aylık ortalama kuruma hızı eğrileri.

Abb. 6: Trocknungsgeschwindigkeitslinien bei dem im November, Februar und Mai begonnenden Versuch.

Tablo 2: Kurutmaya Başlama Zamanına Göre Başlangıç Rutubetinden %30, %20 ve %15 Rutubet Derecelerine Kadar Kurutma Süreleri (U_a= Başlangıç Rutubeti, U_e=Sonuç Rutubeti, Z= Kurutma Süresi)

Tabelle 2: Die Trochnungszeiten von Frischzustand bis auf das Endfeuchtigkeitsgehalt von 30%, 20 und 15 (U_a=Anfangsfeuchtigkeit, U_e=Endfeuchtigkeit, Z=Trockenzeit)

BAŞLAMA AYI Monat	25 mm			40 mm			60 mm			80 mm		
	U _a	U _e	Z	U _a	U _e	Z	U _a	U _e	Z	U _a	U _e	Z
	%	%	gün	%	%	gün	%	%	gün	%	%	gün
EYLÜL 1986 September	55.21	30	13	72.74	30	27	68.69	30	174	72.73	30	195
		20	20		20	223		20	272		20	306
		15	223		15	316		15	-		15	-
EKİM 1986 Oktober	62.40	30	65	77.43	30	135	68.84	30	177	55.81	30	219
		20	170		20	192		20	247		20	324
		15	219		15	247		15	-		15	-
KASIM 1986 November	82.85	30	99	79.14	30	141	78.27	30	163	79.60	30	190
		20	141		20	176		20	218		20	295
		15	163		15	218		15	-		15	-
ARALIK 1986 Dezember	77.18	30	34	75.20	30	76	80.24	30	118	68.16	30	160
		20	76		20	125		20	181		20	-
		15	111		15	160		15	-		15	-
OCAK 1987 Januar	74.15	30	42	73.06	30	77	72.38	30	91	71.46	30	119
		20	77		20	112		20	147		20	201
		15	98		15	147		15	-		15	-
ŞUBAT 1987 Februar	59.33	30	49	62.10	30	49	75.89	30	91	74.36	30	99
		20	56		20	77		20	164		20	164
		15	77		15	119		15	-		15	-
MART 1987 März	78.42	30	28	83.56	30	42	81.42	30	56	82.94	30	75
		20	42		20	63		20	98		20	143
		15	91		15	140		15	-		15	-
NİSAN 1987 April	91.78	30	15	76.46	30	29	91.72	30	57	78.49	30	64
		20	29		20	57		20	108		20	162
		15	57		15	108		15	-		15	-
MAYIS 1987 Mai	64.11	30	14	70.75	30	29	60.63	30	29	72.26	30	36
		20	29		20	50		20	72		20	113
		15	50		15	82		15	-		15	-
HAZİRAN 1987 Juni	88.48	30	21	83.43	30	28	71.71	30	39	74.32	30	63
		20	28		20	46		20	98		20	412
		15	46		15	-		15	-		15	-
TEMMUZ 1987 Juli	75.31	30	14	62.57	30	21	66.61	30	35	77.45	30	42
		20	21		20	42		20	70		20	105
		15	42		15	70		15	370		15	433
AĞUSTOS 1987 August	57.16	30	7	51.42	30	14	50.36	30	21	69.50	30	35
		20	21		20	28		20	202		20	230
		15	202		15	42		15	293		15	335

Tablo 3: Denemelerde 1,2,3,6,9 ve 12 Ay Kurutmanın Sonunda Tespit Edilen Rutubet Dereceleri ve Rutubet Kaybı Miktarları

(U_a=Başlangıç Rutubeti, U_e=Sonuç Rutubeti, Z= Kurutma Süresi)

Tabelle 3: Nach dem Beginn der Trocknung das am Ende des ersten, zweiten, dritten, sechsten, neunten und zwölften Monats erreichte Feuchtigkeitsgehalt

AYI Month	25 mm						40 mm						60 mm						80 mm					
	U _a	U _e	U _a -U _e	Z		Gün	U _a	U _e	U _a -U _e	Z		Gün	U _a	U _e	U _a -U _e	Z		Gün	U _a	U _e	U _a -U _e	Z		Gün
	%	%	%	Ar	Gün		%	%	%	Ar	Gün		%	%	%	Ar	Gün		%	%	%	Ar	Gün	
EYLÜL 1986 September	55,21	15,69	39,52	1	34	72,74	25,1	47,34	1	34	68,65	33,25	35,34	1	34	72,73	37,6	35,14	1	34	37,6	35,14	1	34
		20,52	34,69	2	62		26,37	46,37	2	62		32,81	35,86	2	61		36,2	36,56	2	62	36,2	36,56	2	62
		20,26	34,85	3	90		26,43	46,31	3	90		32,95	35,74	3	90		36,1	36,67	3	90	36,1	36,67	3	90
		19,15	36,06	6	181		24,29	48,45	6	181		30,07	38,62	6	181		32,5	40,27	6	181	32,5	40,27	6	181
		13,29	41,82	9	272		16,33	56,41	9	272		19,22	49,37	9	272		22	50,76	9	272	22	50,76	9	272
		13,6	41,61	12	363		15,2	57,54	12	363		16,41	52,28	12	363		17,7	55	12	363	17,7	55	12	363
EKİM 1986 Ekim	62,4	54,9	7,5	1	30	77,41	45,53	31,9	1	30	69,84	50,26	18,58	1	30	55,81	47,7	8,04	1	30	47,7	8,04	1	30
		29,02	33,38	2	65		38,55	38,88	2	65		44,21	21,6	2	65		45,7	10,11	2	65	45,7	10,11	2	65
		24,41	37,99	3	93		34,51	42,92	3	93		40,01	28,53	3	93		42,7	13,1	3	93	42,7	13,1	3	93
		17,22	45,18	6	184		21,12	56,31	6	184		21,12	40,07	6	184		24,5	21,49	6	184	24,5	21,49	6	184
		14,41	47,99	9	273		15,02	62,41	9	273		18,99	49,85	9	273		21	32,85	9	273	21	32,85	9	273
		13,5	48,9	12	359		14,2	63,25	12	359		16,94	17,47	12	366		19,2	56,6	12	366	19,2	56,6	12	366
KASIM 1986 November	82,83	50,46	32,39	1	29	79,14	64,8	14,24	1	29	78,27	64,35	13,92	1	29	79,6	67,5	12,15	1	29	67,5	12,15	1	29
		51,12	31,73	2	64		46,14	33	2	64		49,31	29,06	2	64		46,3	23,28	2	64	46,3	23,28	2	64
		30	52,85	3	92		41,6	37,54	3	92		45,96	32,31	3	92		51,2	29,31	3	92	51,2	29,31	3	92
		13,17	69,72	6	183		18,77	60,37	6	183		25,91	52,36	6	183		30,8	48,79	6	183	30,8	48,79	6	183
		11,23	71,82	9	274		14,08	65,06	9	274		17,64	60,59	9	274		20,6	54,97	9	274	20,6	54,97	9	274
		15,8	67,05	12	365		17,6	61,54	12	365		12,65	58,62	12	365		20,8	58,95	12	365	20,8	58,95	12	365
ARALIK 1986 December	77,18	29,58	47,6	1	34	75,2	47,87	27,31	1	34	80,21	57,64	22,6	1	34	68,16	53,9	14,21	1	34	53,9	14,21	1	34
		24,89	52,29	2	62		55,37	39,82	2	62		44,16	36,08	2	62		48,7	19,51	2	62	48,7	19,51	2	62
		20,95	56,22	3	90		28,82	46,38	3	90		38	42,21	3	90		43,5	24,65	3	90	43,5	24,65	3	90
		10,98	66,2	6	181		12,76	62,44	6	181		19,24	61	6	181		26,2	41,93	6	181	26,2	41,93	6	181
		10,87	66,21	9	272		11,91	63,26	9	272		16,07	64,17	9	272		20,9	47,3	9	272	20,9	47,3	9	272
		16	61,18	12	363		16	59,2	12	363		19,23	61,01	12	363		25	45,12	12	363	25	45,12	12	363
OCAK 1987 January	74,15	41,42	32,73	1	28	73,06	49,58	23,48	1	28	72,28	57,44	14,94	1	28	71,46	29,2	12,31	1	28	29,2	12,31	1	28
		24,6	49,45	2	63		33,06	40	2	63		40,31	32,07	2	63		45,8	25,71	2	63	45,8	25,71	2	63
		15,64	59,51	3	91		23,59	49,47	3	91		29,74	42,64	3	91		36,2	35,2	3	91	36,2	35,2	3	91
		11,33	62,62	6	181		13,46	59,6	6	181		18	54,38	6	181		22,4	49,03	6	181	22,4	49,03	6	181
		11,13	63,02	9	274		12,47	60,59	9	274		16,27	56,01	9	274		19,2	52,21	9	274	19,2	52,21	9	274
		16,25	57,9	12	364		16,5	56,56	12	364		20,58	51,8	12	364		23,2	48,21	12	364	23,2	48,21	12	364
ŞUBAT 1987 February	59,33	36,99	22,34	1	28	62,1	35,72	26,33	1	28	75,89	51,9	23,99	1	28	74,26	25,5	19,05	1	28	25,5	19,05	1	28
		18,61	40,72	2	63		23,22	38,87	2	63		35,56	23,99	2	63		38,4	36,01	2	63	38,4	36,01	2	63
		14,18	41,85	3	91		17,9	44,2	3	91		29,22	40,31	3	91		30,7	43,68	3	91	30,7	43,68	3	91
		11,99	47,24	6	182		11,7	50,4	6	182		17,48	46,67	6	182		18,5	55,9	6	182	18,5	55,9	6	182
		15,99	45,24	9	273		14,54	47,56	9	273		19,57	58,11	9	273		20	54,35	9	273	20	54,35	9	273
		19,67	43,66	12	364		15,43	46,67	12	364		20,98	56,52	12	364		21,5	53,02	12	364	21,5	53,02	12	364
MART 1987 March	76,42	24,4	52,02	1	28	83,56	31,68	51,88	1	28	81,42	42,38	39,04	1	28	82,94	49,2	33,3	1	28	49,2	33,3	1	28
		12,66	62,76	2	63		19,71	61,85	2	63		26,46	54,96	2	63		32,1	50,81	2	63	32,1	50,81	2	63
		13,71	64,71	3	91		16,12	67,44	3	91		21,23	60,19	3	91		26,6	56,37	3	91	26,6	56,37	3	91
		14,55	65,89	6	182		15,42	68,14	6	182		17,42	64	6	182		18,8	64,14	6	182	18,8	64,14	6	182
		18,24	59,84	9	273		18,76	64,8	9	273		20,38	61,04	9	273		20,8	62,14	9	273	20,8	62,14	9	273
		16,42	63	12	363		17,14	66,42	12	363		19,49	61,93	12	363		20,2	62,78	12	363	20,2	62,78	12	363
NİSAN 1987 April	91,78	17,7	74,08	1	29	76,46	26,4	55,06	1	29	91,72	35,85	55,87	1	29	78,49	42,1	36,25	1	29	42,1	36,25	1	29
		13,99	77,79	2	64		17,41	59,05	2	64		25,71	66,01	2	64		29,4	49,06	2	64	29,4	49,06	2	64
		14,95	76,83	3	91		16,67	59,79	3	91		22,28	69,14	3	91		26,2	52,74	3	91	26,2	52,74	3	91
		14,69	77,89	6	184		15,22	61,24	6	184		18,58	71,14	6	184		20,2	58,2	6	184	20,2	58,2	6	184
		20,81	70,97	9	274		20,05	56,41	9	274		22,97	68,75	9	274		23,4	54,86	9	274	23,4	54,86	9	274
		15,5	76,25	12	364		16	60,46	12	364		19,24	72,48	12	364		20,5	57,06	12	364	20,5	57,06	12	364
MAYIS 1987 May	64,11	17,36	46,75	1	29	70,75	27,06	43,69	1	29	60,63	29,03	35,16	1	29	72,26	32,5	38,8	1	29	32,5	38,8	1	29
		15,29	48,82	2	62		18,13	52,62	2	62		22,32	38,31	2	62		25,8	46,73	2	62	25,8	46,73	2	62
		12,45	50,28	3	92		15,13	55,6	3	92		18,94	41,69	3	92		22	50,26	3	92	22	50,26	3	92
		18,04	46,87	6	183		17,23	53,47	6	183		20,19	40,44	6	183		20,6	51,7	6	183	20,6	51,7	6	183
		18,16	45,95	9	274		18,33	52,42	9	274		22,1	34,53	9	274		21,5	50,76	9	274	21,5	50,76	9	274
		15	49,11	12	364		15,5	55,25	12	364		18,28	42,25	12	364		18,6	52,62	12	364	18,6	52,62	12	364
HAZİRAN 1987 June	88,18	19,61	68,57	1	28	83,43	27,54	55,89	1	28	71,71	34,66	37,05	1	28	74,32	42,2	33,12	1	28	42,2	33,12	1	28
		14,76	73,72	2	63		16,62	66,81	2	63		22,25	49,36	2	63		27,5	44,82	2	63	27,5	44,82	2	63
		14,42	74,06	3	91		16,06	67,37	3	91		20,12	51,59	3	91		26,4	47,94	3	91	26,4	47,94	3	91
		20,82	67,66	6	182		21,01	62,42	6	182														

Kurutmanın kalitesini gösteren sınıf değiştirme oranları Tablo 4'de verilmiştir. Tabloda en yüksek sınıf değiştirme oranlarının Temmuz ve Ağustos aylarında başlayan denemelerde tespit edildiği görülmektedir.

Araştırmanın yapıldığı Düzce'de 1986 ve 1987 yıllarını içine alan 1978-1988 dönemi sıcaklık ve bağılnem değerleri Tablo 5'da gösterilmiştir. Tabloda denemelerin sürdürüldüğü 1986 ve 1987 yıllarındaki, yıllık ortalama sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin 10 yıllık ortalamalardan önemli bir fark göstermediği görülmektedir.

Doğal kurutmada yıl içerisinde Etkili Kurutma Periyodunun bilinmesi önemlidir. Şekil 8'de Düzce iklim koşulları için (Tablo 5) Etkili Kurutma Periyodu gösterilmiştir. Şekil 8'de Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarının bu periyot içerisinde kaldığı görülmektedir. Bu aylar doğal kurutma için en etkili aylardır.

Tablo 4: Denemelerde Tespit Edilen Sınıf Değiştirme Oranları

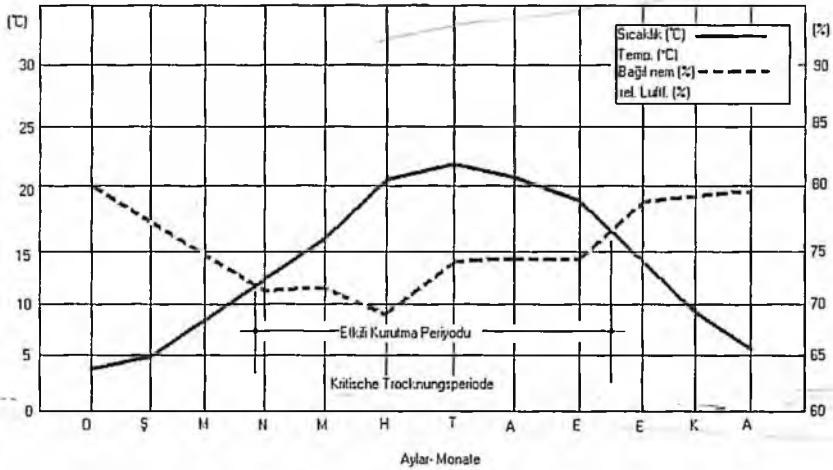
Tabelle 4: Die bei den Versuchen festgestellte Klasseänderungen in Prozentzahlen

Başlama Ayı Anfang	Sınıf Değiştirme Oranları Klasseänderungen in Prozentzahlen				Düşünceler Bemerk.
	25 mm	40 mm	60 mm	80 mm	
Eylül(Sebt.) 1986	0.1	0.2	0.1	0.2	
Ekim(Oktb.) 1986	0.1	0.1	0.2	0.2	
Kasım(Novb.) 1986	0	0	0	0.1	En Düşük
Aralık(Dezm.) 1986	0.1	0.1	0.2	0.2	
Ocak(Jan.) 1987	0	0.1	0.2	0.2	
Şubat(Feb.) 1987	0.1	0.1	0	0	
Mart(Marz) 1987	0.1	0.2	0	0.1	
Nisan(April) 1987	0	0.1	0	0.3	
Mayıs(Mai) 1987	0	0.2	0	0.2	
Haziran(Juni) 1987	0.1	0.1	0.1	0	
Temmuz(Juli) 1987	0.2	0.1	0.2	0.3	
Ağustos(Aug.) 1987	0.5	0.2	0.4	0.3	En Yüksek

Tablo 5: Denemelerin yapıldığı Düzcce'de 1978-1988 Dönemi: A- Yıllık Ortalama Sıcaklık ve Bağıl Nem Değerleri, B- Aylara Göre 10 Yıllık Ortalama Sıcaklık ve Bağıl nem Değerleri.

Tabella 5: Meteorologische Daten von Düzcce. A- Jaehrliche Mittelwerte der Temperatur und relativen Luftfeuchtigkeit B- Die 10- Jaehrigen monatlichen Mittelwerte der Temperatur und relativen Luftfeuchtigkeit

A	Yıllar Jahre	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	10 yıllık Ortalama Mittelwer.		
	Sıcaklık °C Temp. °C	12.9	13.7	12.9	13.5	12.8	12.7	12.9	12.6	13.0	12.6	12.96		
	Bağıl Nem % rel. Luftf. %	77.8	75.2	74.6	73.0	73.7	78.0	74.8	76.0	73.7	74.6	75.14		
B	Aylar Monate	Ocak Jan.	Şubat Feb.	Mart März	Nisan April	Mayıs Mai	Haz. Juni	Temmuz Juli	Ağustos Aug.	Eylül Sept.	Ekim Oktb.	Kasım Novb.	Aralık Dezrn.	10 yıllık Ortalama Mittelwer.
	Sıcaklık °C Temp. °C	4.39	4.95	7.36	11.85	16.29	20.21	21.56	21.54	18.3	13.78	8.87	6.26	12.95
	Bağıl Nem % rel. Luftf. %	80.03	77.13	74	71.84	72.56	68.8	73.04	74.41	74.6	77.73	78.18	79	75.11



Şekil 7: Düzcce'de 10 yıllık (1978-1988) sıcaklık ve bağılnem ortalamalarına göre çizilen etkili kurutma periyodu.

Abb. 7: Die nach den 10- Jaehrigen (1978-1988) monatlichen Mittelwerte der Temperatur und rel. Luftfeuchtigkeit festgestellte effektive Trocknungsperiode

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Düzce'deki ilim koşulları ile ilgili olarak düzenlenen 5 numaralı tablo incelendiğinde görüleceği gibi denemelerin yapıldığı yıllardaki ortalama sıcaklık ve bağıl nem değerleri 10 yıllık ortalamalardan önemli farklılıklar göstermemektedir. Bu nedenle 1986-1987 yıllarında hüküm süren iklim koşullarının normal kabul edilmesi ve bu şartlar altında yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçların Düzce ve Düzce'ye benzer iklim koşullarının hüküm sürdüğü yerler için genelleştirilmesi mümkündür.

Kurutmanın gidişi bakımından Şekil 2, 3, 4 ve 5 yakından incelenecek olursa kurutmaya başlama ayına göre kuruma eğrilerinin birbirine benzemediği görülecektir. Fakat buna rağmen bazı ayların birbirine ötekilerden daha çok benzediğini tespit etmek mümkündür. Bunlar Kasım-Aralık-Ocak; Mart-Nisan-Mayıs; Temmuz-Ağustos-Eylül olarak gruplandırılabilir. Şubat, Haziran ve Ekim ayları bu gruplar arasında geçiş teşkil etmektedir.

Kasım-Aralık-Ocak grubunu oluşturan eğrilerin ortak özelliği başlangıçtan itibaren 8-10 ay uyum içinde çok geniş bir kavis çizerek devam etmeleridir. Bu aylarda başlayan denemelerde ince keresteler 4-5 ay, kalın keresteler 8-10 ay içerisinde % 20 rutubete kadar kurumaktadır (Şekil 3). Bu aylarda başlayacak doğal kurutmada, bu çalışmada yer almayan kereste kalınlıkları için kurutmanın gidişi hakkında kanaat belirtmenin mümkün olacağı düşünülmektedir.

Mart-Nisan-Mayıs grubunu oluşturan eğrilerin ortak özelliği başlangıçta kısa bir süre dik seyrettikten sonra geniş bir kavis çizerek yatay duruma geçmeleridir. Bu aylarda başlayan denemelerde ince kereste 1-2 ay, kalın keresteler 4-5 ay içerisinde % 20 rutubete kadar kurumaktadır (Şekil 4, Tablo 2 ve 3).

Temmuz-Ağustos-Eylül grubunu oluşturan eğrilerde ortak özellik başlangıçta çok dik olmaları ve sonra dar bir kavis yaparak kurutma sonuna kadar düz seyretmeleridir. Yaz aylarını kapsayan ve etkili kurutma periyodu içerisinde bulunan bu aylarda ince kereste 15-30 gün içerisinde % 20 rutubete kadar kururken, kalın kereste % 20 rutubete kadar kurumadan sonbahar ve kış ayları gelmektedir. Kış aylarında ince kereste rutubet almaktadır (Şekil 5, Tablo 2).

KANTAY ve EROĞLU (1997) tarafından aynı yerde 25 mm kalınlıktaki kayın kerestesi ile Eylül'87'de başlayan kurutma denemelerinde de Eylül'86'da elde edilen kurutma eğrisine hemen hemen benzer kurutma eğrisi elde edilmiştir.

Kayın kerestesinin doğal kurutulması ile elde edilen bu sonuçlar, aynı şartlar altında meşe kerestesi ile yapılan doğal kurutmada elde edilen sonuçlara benzememektedir. Kayın meşeden daha hızlı kurumaktadır (KANTAY 1992). Bu da, aynı şartlar altında kurumunun gidişinin ağaç türüne göre değiştiğini göstermektedir.

Kurutma sonuçları mevsim bazında da ele alınmıştır. Benzer olan eğrilerin mevsimlere uygunluk gösterip göstermediği incelenmiş ve mevsimleri teşkil eden aylarda başlayan denemelerde elde edilen kuruma eğrilerinin birbirine benzemediği görülmüştür. Buradan denemelerin yapıldığı Düzce ve Düzce'ye benzer yerler için doğal kurutmaya başlama zamanı olarak mevsim vermenin uygun olmayacağı, ay bazında vermenin daha uygun olacağı kanaatine varılmıştır.

İster teknik, ister doğal olsun kurumunun hızlı olması kurutmanın kalitesini, yavaş olması kurutmanın ekonomisini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle kurumunun gidişi ne çok hızlı, ne de çok yavaş olmalıdır. Ulaşılabilen kaynaklarda ile ilgili bilgilere rastlanmamış olmakla beraber, kurutma eğrisinin çok dik olmayan bir eğimle başlayıp büyük bir kavis çizerek devam eden bir gidiş göstermesi gerektiği düşünülmektedir. Araştırmada kurutma eğrileri incelendiğinde; Ocak-Şubat aylarında ve nispeten de Aralık ve Mart aylarında elde edilen eğrilerin bu bakımdan

uygun olduğu görülecektir. Esasen doğal kurutmada etkili (kritik) kurutma periyodu dediğimiz yaz aylarına gelmeden önce kurutmaya başlanması ve kerestenin rutubetinin lif doygunluğu rutubet derecesine ulaşmış olması ve yaz ayları boyunca hava kurusu hale gelmesi kurutma kalitesi ve süresi bakımından uygundur.

Denemelerde yılın 12 ayı esas alınarak 4 ayrı kereste kalınlığı için çizilen kuruma hızı eğrileri incelendiğinde: kuruma eğrilerinde de olduğu gibi, birbirine benzemediği görülecektir. Bu nedenle denemeleri kurutmaya başladıktan sonra ilk aylardaki hızlarına göre yavaş, normal ve hızlı olmak üzere üç grup altında toplamak uygun bulunmuştur.

Aralık-Ocak-Şubat (ve kısmen Kasım) aylarında başlayan denemelerde kuruma yavaş ve yeknesak bir şekilde devam etmiş ve bu durum 7-8 ay sürmüştür. Kasım ayında bu süre daha uzundur (Şekil 6).

Temmuz-Ağustos-Eylül (ve kısmen Ekim) aylarında başlayan denemelerde kuruma ilk haftadan itibaren çok hızlı başlamış ve ilk 2-3 ay içerisinde durma noktasına yaklaşmıştır (Şekil 6).

Nisan-Mayıs-Haziran (ve kısmen Mart) aylarında başlayan denemelerde kuruma yukarıda belirtilen Ocak grubundan daha hızlı, Eylül grubundan daha yavaş gerçekleşmiştir. Kuruma hızı 4-6 ay sonunda sifıra yaklaşmıştır (Şekil 6).

Yıl içerisinde en yavaş seyreden kuruma Kasım ayında başlayan denemede, en hızlı seyreden kuruma ise Ağustos ayında başlayan denemede meydana gelmiştir. Aynı şartlar altında kurutulan meşe kerestesinde en yavaş seyreden kuruma Kasım ayında, en hızlı seyreden kuruma Haziran ayında başlayan denemede gerçekleşmiştir (KANTAY 1992).

Araştırma ile ilgili elde edilen kuruma ve kuruma hızı eğrileri genel olarak incelendiğinde görüleceği gibi, kurutmaya başlama zamanının da etkisi olmakla beraber, özellikle kalın kerestede % 30 rutubet derecesine ulaşıldıktan sonra kuruma çok yavaşlamaktadır. Bu nedenle doğal kurutmanın literatürde de belirtildiği gibi lif doygunluğu rutubet derecesine kadar bir ön kurutma olarak uygulanması önemli bulunmaktadır.

Daha önce belirtildiği gibi araştırmanın amaçlarından birisi de kurutmaya başlama zamanına ve kalınlığa göre kurutma sürelerinin bulunmasıdır. Doğal kurutma bir ön kurutma olarak uygulandığında lif doygunluğuna kadar, tam kurutma olarak uygulandığında ise hava kurusu rutubet derecesine kadar kurutma sürelerinin bilinmesi önemlidir. Bu nedenle denemelerde taze haldeki başlangıç rutubetinden % 30, % 20 ve % 15 rutubet derecelerine kadar kuruma süreleri tespit edilerek Tablo 2'de verilmiştir. Bu tablo yakından incelenecek olursa, bütün kalınlıklarda bir yıllık kurutma sonunda % 30 ve % 20 rutubet derecelerine kadar inildiği, buna karşın % 15 rutubet derecesine yalnız ince kerestelerde inilebildiği, kalın kerestede inilemediği görülecektir. Kalın kerestede % 15 rutubete sadece Ağustos ayında başlayan denemede ulaşılabilmektedir. Aynı şartlar altında 60 mm ve 80 mm kalınlıktaki meşe kerestesinin kurutulmasında 1 yıllık kurutma sonunda % 20 rutubet derecesine de inilememiştir. Meşe kayından daha yavaş kurumaktadır (KANTAY 1992).

Tablo 2'de 25 mm ve 40 mm kalınlıktaki kerestelerin etkili kurutma periyodu içerisinde bulunan aylarda başlayan denemelerde lif doygunluğu rutubet derecesine kadar bir aydan daha kısa bir sürede kuruduğu ve hatta Temmuz ve Eylül aylarında bu süresinin iki hafta olduğu dikkati çekmektedir. Nitekim daha sonra KANTAY ve EROĞLU (1997) tarafından yapılan denemelerde de 25 mm kalınlıktaki kayın kerestesinin ikinci hafta sonunda üst istif katlarında % 50.8'den % 30.5'a kadar kuruduğu, üçüncü hafta sonunda % 20'nin altına düştüğü tespit edilmiştir.

ÜÇÜNCÜ (1993) tarafından Trabzon'da yapılan başka bir denemede 50 mm kalınlığındaki Doğu Kayını kerestesi 13 Temmuz-13 Ağustos tarihleri arasında 32 günde % 80.4 başlangıç rutubetinden % 24.4 sonuç rutubetine kadar kurumuştur.

Öte yandan SCHNEIDER (1966) tarafından Almanya'da Orta Avrupa iklim şartlarında yapılan karşılaştırmalı doğal ve hızlandırılmış doğal kurutma denemelerinde yanları alınmamış 24 mm kalınlıktaki Avrupa Kayını kerestesinin kurutulmasında 22 Şubatta başlayan denemede % 76.6 başlangıç rutubetinden % 30 rutubete 42 günde, 7 Ağustosta başlayan denemede (kalınlık 27 mm) % 80.3 başlangıç rutubetinden % 30 rutubete 18 günde, 16 Aralıkta başlayan denemede (kalınlık 26 mm) % 83.6 başlangıç rutubetinden % 30.5 rutubete 120 günde ulaşılmıştır. Aynı şartlarda 50 mm kalınlıktaki yanları alınmamış kayın kerestesi ile yapılan ve 10 Mayıs'ta başlayan başka bir denemede % 67.7 başlangıç rutubetinden % 30 rutubete 37 günde, % 20 rutubete 83 günde düşülmüştür.

Tablo 2'de dikkati çeken diğer önemli bir husus % 30'dan % 20'ye ve % 20'den % 15'e kadar kuruma süreleri arasındaki farktır. Özellikle yaz sonu ve sonbahar aylarında başlayan denemelerde bu fark çok büyüktür. Bunun nedeni başlangıçta hızlı kuruyan kereste kış ayları boyunca kurumamakta ve hatta nem almaktadır. Tekrar kurumaya ancak ertesi senenin ilkbahar sonu ve yaz aylarında başlamaktadır (Şekil 3, 4, 5, 6). Örneğin Haziran ayında 80 mm için % 74.32'den % 30'a kuruma süresi 63 gün iken % 30'dan % 20'ye kuruma süresi 412 gündür.

Daha önceki kısımlarda da vurgulandığı gibi doğal kurutmada kereste kalınlığı kurutmaya başlama zamanı kadar önemli bir faktördür.

Araştırmada % 30, % 20 ve % 15 rutubet derecelerine kadar kurutma süreleri yanında belli süreler kurutma sonunda ulaşılabilecek rutubet derecelerinin ne olabileceği de tespit edilmiştir. Bu amaçla düzenlenen 3 numaralı tabloda 1, 2, 3, 6, 9 ve 12 ay kurutma sonunda rutubet kaybı yüzdesi ya da ulaşılabilen rutubet dereceleri görülmektedir. Bir aylık kurutma süresi sonunda 25 mm kalınlıktaki kerestenin rutubeti Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında başlayan denemelerde % 20 rutubete, 40 mm kalınlıktaki kerestenin rutubeti % 30 rutubete düşmüştür.

Kurutmada, kurutma kalitesi kurutma süresinden daha önemlidir. Yapılan denemeler kurutma kalitesi bakımından değerlendirilmiş ve Tablo 4 düzenlenmiştir. Sınıf değiştirme oranlarında aynı denemede kalınlığa göre önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Kalınlıklar arasında bir uyum bulunamamıştır. Bu nedenle her kalınlık sınıfının kendi arasında değerlendirilmesi uygun bulunmuştur.

Tablo 4'de görüldüğü gibi araştırmada sadece Kasım ayında 3 kalınlıkta kusurlu oranı sıfır, bir kalınlıkta 0.1'dir. Ayrıca 25 mm kalınlıktaki kerestede Kasım, Ocak, Nisan ve Mayıs aylarında; 60 mm kalınlıktaki kerestede Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs aylarında; 80 mm kalınlıktaki kerestede Şubat ve Haziran aylarında kusurlu oranı sıfırdır. Eylül ayında kusurlu oranı 25 mm kalınlıktaki kerestede 0.1 iken 40 mm kalınlıktaki kerestede 0.2'dir. KANTAY ve EROĞLU (1997) aynı yerde daha sonra yaptıkları denemelerde kusurlu oranını 2 m istif yüksekliğinde 0.1, 3 m istif yüksekliğinde 0.2 bulmuşlardır.

En yüksek kusurlu oranı Ağustos ayında tespit edilmiştir. Bu oranlar 25 mm kalınlıkta 0.5, 40 mm kalınlıkta 0.2, 60 mm kalınlıkta 0.4 ve 80 mm kalınlıkta 0.3'tür. Temmuz ayında da benzer oranlar bulunmuştur.

Beklendiği gibi tespit edilen kusurlu oranlarına göre en yüksek kaliteye Kasım ayında başlayan denemede, en düşük kaliteye Ağustos ve Temmuz aylarında başlayan denemelerde ulaşılmıştır. Kerestelerin kaliteleri belirlenirken ince kerestede şekil değişmelerinin ve özellikle

oluklaşmanın, kalın kerestede çatlakların etkili olduğu görülmüştür. Aynı yerde aynı şartlar altında meşe kerestesinin kurutulmasında en yüksek kalite Ocak ayında, en düşük kalite Ağustos ayında gerçekleşmiştir (KANTAY 1992).

Buraya kadar yapılan açıklamaların ışığı altında Düzce ve Düzce'ye benzer iklim şartlarının hüküm sürdüğü yerlerde kurutulacak kayın kerestesi için en uygun kurutmaya başlama zamanı olarak, ince kerestenin kurutulmasında Nisan-Mayıs, kalın kerestenin kurutulmasında ise Şubat-Mart ayları önerilebilir. Meşe kerestesinin kurutulmasında en uygun kurutmaya başlama zamanı olarak ince kerestede kış sonu ile ilkbahar başlangıcı (Şubat, Mart), kalın kerestede sonbahar ayları ile kış başlangıcı (Eylül, Ekim ve Kasım) önerilmiştir (KANTAY 1992).

Araştırmada sonuç kalite kontrollerinde iç ve dış tabakalar arasında rutubet farkı ve deformasyon yüzdesi de tespit edilmiştir. Bu tespitlerde genel olarak yaz aylarında biten denemelerde rutubet farkları ve deformasyon yüzdeleri yüksek, kış aylarında biten denemelerde ise rutubet farkları ve deformasyon yüzdeleri düşük bulunmuştur. Hatta Kasım, Aralık aylarında biten denemelerde ince kerestede dış tabakaların rutubetinin iç tabakalardan yüksek olduğu görülmüştür. Bu tespitler kurutmaya başlama zamanı kadar kurutmayı sonuçlandırma zamanının da önemli olduğunu ortaya çıkarmıştır. Kurutmadan sonra kerestenin iç ve dış tabakaları arasındaki farkın büyük ya da küçük olması kurutmanın bitirildiği zamana göre değişmektedir. Bilindiği gibi iç ve dış tabakalar arasındaki rutubet farkı kurutmanın kalitesini gösteren faktörlerden birisidir (KANTAY 1978 ve 1993).

Kış gelmeden önce lif doygunluğunun altına kadar kurumuş kereste kış ayları süresince çok az kurumakta ya da kurumamakta ya da kuruluk derecesine göre rutubet almaktadır.

6. ÖNERİLER

Kayın kerestesi meşe kerestesinden daha hızlı kurumaktadır. Kurutma sırasında çatlamalara ve çarpılmalara fazlaca eğilimlidir. Bu nedenle yavaş kurutulması için önlem alınması gerekmektedir.

Düzce ve iklim bakımından Düzce'ye benzer yerlerde kurutmaya başlama zamanı olarak ince kereste için Nisan-Mayıs ayları, kalın kereste için Şubat-Mart ayları kabul edilebilir. Daha genel bir ifade ile ince kereste için ilkbahar mevsiminin ilk ayları kalın kereste için kış mevsiminin son ayları önerilebilir.

Ülkemizde hüküm süren değişik iklim bölgeleri için benzer doğal kurutma temel araştırmaları yapılarak doğal kurutmaya başlama zamanları tespit edilmelidir.

Etkin (kritik) kurutma periyodunda kurutma süresi kısa olmakla beraber kurutma kalitesi düşüktür. Etkin kurutma periyodunda kurutma yapılacaksa kaliteyi korumak için istifler direkt gelen güneş ışınlarından korunmalı ve en iyisi üstü kapalı yerlerde kurulmalıdır. İstif yapılırken ince çita kullanılmalı, kereste enine kesitleri parafin gibi maddeler sürülerek korunmalıdır.

Kurutma süresinin uzun olması nedeniyle doğal kurutma lif doygunluğu rutubet derecesine kadar bir ön kurutma olarak uygulanmalıdır.

Doğal kurutma hava kurusu rutubet derecesine kadar uygulanacaksa kurutma işlemi etkili kurutma periyodu içerisinde bitirilmemelidir. Bitirilirse iç ve dış tabakalar arasındaki rutubet farkı büyük olmaktadır.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE FREILUFTTROCKNUNG VON BUCHENSCHNITTHOLZ

Prof.Dr. Ramazan KANTAY

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden die Freilufttrocknungsmerkmale des orientalischen Buchenschnittholzes untersucht. Die bei den Versuchen verwendeten Schnittholzproben waren 25, 40, 60 und 80 mm. dick.

Unter den Klimaverhältnissen von Düzce wurde die kürzeste Trocknungszeit bei dem im August angefangenen Versuch ermittelt. Die längste Trocknungszeit für das dünne Schnittholz war bei dem im November, für das dicke Schnittholz bei dem im Oktober beginnenden Versuch verzeichnet. Für alle Schnittholzdicken ist die beste und die schlechteste Trocknungsqualitaet bei dem im November bzw. im August angefangenen Versuch zu verzeichnen. Unter den klimatischen Verhältnissen von Düzce ist die geeignetste Trocknungsanfangszeit für das dünne Schnittholz April-Mai und für das dicke Schnittholz Februar-Maerz.

Schlüsselwörter: Orientalisches Buchenschnittholz, Freilufttrocknung, Schnittholzdicke, Trocknenzeit, Trocknungsqualitaet, Trocknungsanfangszeit

1. EINFÜHRUNG

Das Ziel dieser Untersuchung ist das Feststellen der Freilufttrocknungsmerkmale des orientalischen Buchenschnittholzes und das Ermitteln der Freilufttrocknungsdauer je nach der Dicke und Anfangszeit der Trocknung, sowie der geeignetste Zeitpunkt für den Beginn der Freilufttrocknung.

2. MATERIAL UND METHODE

2.1 Material

Diese Untersuchung wurde bei dem staatlichen Schnittholzwerk in Düzce durchgeführt, der über einen guten Infrastruktur für die Freilufttrocknung verfügt. Das Rohholz für die Untersuchung wurde aus den Wäldern der Region von Düzce entnommen und nach der türkischen Norm TS 801 (1974) in Handelsdimensionen geschnitten. Die Dicke der Schnitthölzer betrug 25, 40, 60 und 80 mm.

2.2 Methode

Die nach den Richtlinien des TS 1350 (1974) erstellten Stapelpakete wurden in offenen Schuppen gelagert und getrocknet (s. Abb. 1). Jede zweite Woche aller Monate des Jahres hat ein neuer Versuch begonnen.

Insgesamt wurden 12 Versuche durchgeführt. Jeder Versuch dauerte ein Jahr. In diesem Zeitraum wurden der Verlauf der Feuchtigkeit und die Qualität des Schnittholzes beobachtet. Die Feuchtigkeit im Holz wurde durch die jede Woche gewogenen Feuchtigkeitsproben ermittelt (vgl. auch RASMUSSEN 1961, LEMPELIUS 1969).

2.3 Auswertung

Jeder Versuch wurde hinsichtlich der Trocknungszeit und der Trocknungsqualität ausgewertet. Die Trocknungskurven und die Trocknungsgeschwindigkeitslinien sind in den Abbildungen 2, 3, 4, 5, bzw. 6 zu sehen. Die Trocknungszeiten von Frischzustand bis auf das Endfeuchtigkeitsgehalt von 30%, 20 und 15 wurden ermittelt (s. Tabelle 2). Ausserdem wurde nach dem Beginn der Trocknung das am Ende des ersten, zweiten, dritten, sechsten, neunten und zwölften Monats erreichte Feuchtigkeitsgehalt festgestellt (s. Tabelle 3). Nach den zehnjährigen mittleren relativen Luftfeuchtigkeits- und Lufttemperaturwerten wurden die effektive Trocknungsperiode festgestellt (s. Tabelle 5 und s. Abb. 7).

Bei den Versuchen wurde nach den Klassenaenderungsprozenten die Trocknungsqualität ermittelt. Die Ermittlung der Trocknungsqualität wird die aufgrund der Fehler wie Risse, Verfaerbung, Verwerfung und Faule klassengeaenderte Probezahl durch die Gesamtprobezahl geteilt. Die Fehler wurden nach den Richtlinien von TS 697 (1974) gemessen.

3. ERGEBNISSE

Wie in Abb. 2, 3, 4, 5 und 6 zu sehen ist, sind die Trocknungskurven unterschiedlich. Diese sind jedoch einander so aehnlich, dass man sie in drei Gruppen einteilen kann, naemlich die Erste November-Dezember-Januar, die Zweite Maerz-April-Mai und die Dritte Juli-August-September. Die Monate wie Februar, Juni und Oktober bleiben zwischen diesen drei Gruppen.

Wie die obengenannten Trocknungskurven sind auch die zwölfmonatigen Trocknungsgeschwindigkeitslinien voneinander unterschiedlich, und so kann man die Versuche nach den Trocknungsgeschwindigkeiten als langsam, normal und schnell in 3 Gruppen zusammenfassen. Bei dem im Dezember-Januar-Februar (Zum Teil November) angefangenen Versuch ist die Trocknung langsam (7-8 Monate) und gleichmaessig. Bei dem im Juli-August-September (Zum Teil Oktober) angefangenen Versuch ist die Trocknung schnell (2-3 Monate) und bei dem im April-Mai-Juni (Zum Teil Maerz) angefangenen Versuch ist normal (4-6 Monate) (Abb. 6). Die obengenannten Trocknungskurven und Trocknungsgeschwindigkeitslinien veraendern sich je nach der Schnittholzdickengruppe.

Unter den Klimaverhaeltnissen von Düzce ist die Trockenzeit von Frischzustand bis auf das Endfeuchtigkeitsgehalt von 30%, 20 und 15 in der Abhaengigkeit von Anfangszeit und Schnittholzdicke sehr unterschiedlich (s. Tabelle 2). In der Abhaengigkeit von der Schnittholzdicke und Anfangszeit ist für alle Schnittholzdicken die kürzeste Trocknungszeit bei dem im August beginnenden Versuch zu verzeichnen. Die laengste Trocknungszeit für das dünne Schnittholz wurde bei dem im November und für das dicke Schnittholz bei dem im Oktober angefangenen Versuch ermittelt.

Bei dem im August angefangenen Versuch erreichte das 25 mm dicke Schnittholz mit einer Anfangsfeuchtigkeit von 57,16 % bis auf das Endfeuchtigkeitsgehalt von 30% in 7 Tagen, auf 20% in 21 Tagen und auf 15% in 202 Tagen. Das 60 mm dicke Schnittholz mit einer Anfangsfeuchtigkeit von 50,36% erreichte bis auf das Endfeuchtigkeitsgehalt von 30% Feuchtigkeit in 21 Tagen, auf 20% in 202 Tagen und auf 15% in 293 Tagen. Die Ergebnisse des im September durchgeführten Versuches sind den von August ähnlich (s. Tabelle 2).

Bei dem im November angefangenen Versuch erreichte das 25 mm dicke Schnittholz mit einer Anfangsfeuchtigkeit von 82,85% bis auf Endfeuchtigkeitsgehalt von 30% in 99 Tagen, auf 20% in 141 Tagen und auf 15% in 163 Tagen. Dagegen das 40 mm dicke Schnittholz mit einer Anfangsfeuchtigkeit von 79,14% erreichte bis auf das Endfeuchtigkeitsgehalt von 30% in 141 Tagen, auf 20% in 176 Tagen und auf 15% in 218 Tagen (s. Tabelle 2).

Bei dem im Oktober angefangenen Versuch erreichte das 60 mm dicke Schnittholz mit einer Anfangsfeuchtigkeit von 68,84% bis auf das Endfeuchtigkeitsgehalt von 30% in 177 Tagen, auf 20% in 247 Tagen. Das Endfeuchtigkeitsgehalt ging aber nicht auf 15% in einem Jahr zurück. Das 80 mm dicke Schnittholz mit einer Anfangsfeuchtigkeit von 55,81% erreichte bis auf das Endfeuchtigkeitsgehalt von 30% in 219 Tagen, auf 20% in 324 Tagen. Das Endfeuchtigkeitsgehalt ging auch hier nicht auf 15% in einem Jahr zurück (s. Tabelle 2).

Die beste Trocknungsqualitaet für alle Schnittholzdicken (kleinste Fehlerquote) erreichte man beim im November begonnenden Versuch. Die schlechteste Trocknungsqualitaet für alle Schnittholzdicken (höchste Fehlerquote) erreichte man beim im August angefangenen Versuch. Bei der Feststellung der Schnittholzqualitaet waren in den dünnen Schnitthölzern Formaenderungen und besonders Schüsselung, in den dicken die Risse (Oberflächen- und Hirnrissen) von Bedeutung.

Unter den klimatischen Verhaeltnissen von Düzce ist die geeignetste Zeitpunkt für den Beginn der Freilufttrocknung (Trocknungsanfangszeit) für das dünne Schnittholz April-Mai, für das dicke Februar-Maerz. Die geeignete Trocknungszeit und die beste Trocknungsqualitaet sind in diesen Monaten zu erhalten.

Das Buchenholz trocknet im Vergleich zum Eichenholz schneller und geneigt zur Rissbildung und Verformung. Deshalb braucht man für die Erhaltung der Qualitaet die Methoden, die eine langsamere Trocknung ermöglichen.

KAYNAKLAR

KANTAY, R. 1978: Türkiye'nin Önemli Bazı Orman Ağaç Türleri Kestelerinin Teknik Kurutma Özellikleri Üzerine Araştırmalar. İ.Ü.Orman Fakültesi Yayını No: 269, İstanbul.

KANTAY, R. 1985: Çam ve Gökmar Kestesi İle Yapılan Bir Doğal Kurutma Denemesi. İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi Seri B, Cilt 35, Sayı 2, Sayfa 40-51, İstanbul.

KANTAY, R. 1992: Meşe Kestesi'nin Doğal Kurutulması Üzerine Araştırmalar. ORENKO'92 Bildiri Kitabı, Trabzon.

KANTAY, R. 1993: Kesteciler Kurutma ve Buharlama. Ormancılık Eğitim ve Kültür Vakfı Yayını No: 6, İstanbul.

KANTAY, R., EROĞLU, Y. 1997: Doğal Kurutmada İstif Yüksekliğinin Kurutma Süresi ve Kalitesi Üzerine Etkisi. I. Ulusal Mobilya Kongresi Bildiri Kitabı, Hacettepe Üniversitesi MTYO Ağaççılık End. Mühendisliği Bölümü, Ankara.

- KOLLMANN, F. 1955: Technologie des Holzes und Holzwerkstoff. 2. Bd., Springer Verlag-Berlin.
- KOLLMANN, F., SCHNEIDER, A. 1965: Freilufttrocknung und beschleunigte Freilufttrocknung. Holzwirtschaftliches Jahrbuch, Nr. 15, DRW Verlags-GmbH, Stuttgart.
- LEMPELIUS, J. 1969: Die Schnittholztrocknung. R. Hildebrand Maschinenbau GmbH. 7446, Oberboihingen/Württ.
- MULLER, K. 1949: Freilufttrocknung. Merkheft Nr. 6 der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung, Holzforschungsverlag, Stuttgart.
- NYLINDER, P. 1950: Norrl. Skogsvarsf. Tidskr. Nr. 2, S 165.
- RASMUSSEN, E. F. 1961: Dry Kiln Operator's Manuel. USDA Agr. Handbook. Nr. 188.
- SCHNEIDER, A. 1966: Vergleichende Untersuchungen über die natürliche Freilufttrocknung und die beschleunigte Freilufttrocknung mit Gebläsen von Schnittholz unter mitteleuropäischen Wetterverhältnissen. Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen, Nr. 1814.
- SCHLEUSSNER, J. 1941: Zweckmaessige Stapellung für die natürliche Holztrocknung Mitt. Fachausschuss. für Holzfragen. H. 29, Berlin, S. 146.
- TS 801 (1974): Kayın Kerestesi. Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS 697 (1974): Yapraklı (Sert) Keresteler (Terimler, Tarifler ve Ölçme Metotları).
- TS 1350 (1974): Yuvarlak Odun ve Kerestelerin İstiflenmesi Kuralları.
- ÜÇÜNCÜ, K. 1993: Trabzon'da Kayın Kerestesinin Güneş Fırınında Kurutulması İmkınları. II. Ulusal Orman Ürünleri Endüstrisi Kongresi, Bildiri Metinleri, Sayfa 41-49, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon.