



**Kahramanmaraş  
Sütçü İmam Üniversitesi  
Orman Fakültesi**

**Doğu Akdeniz  
Ormancılık Araştırma  
Müdürlüğü**



**I. ULUSAL  
OKALİPTÜS SEMPOZYUMU  
15-17 NİSAN 2008, TARSUS**

**BİLDİRİLER KİTABI**

**EDİTÖRLER:**

**Mustafa YILMAZ  
Abdullah E. AKAY  
Alaaddin YÜKSEL**

## Okaliptüs'ün (*Eucalyptus camadulensis*) Kurutma Cetvellerinin Bilgisayar Programı ile Oluşturulması

Alper AYTEKİN<sup>1</sup>, Bülent KAYGIN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Alper Aytekin, Yrd.Doç.Dr., ZKÜ Bartın Orman Fakültesi, 74100 – BARTIN, alperaytekin@hotmail.com

<sup>2</sup>Bülent Kaygın, Yrd.Doç.Dr., ZKÜ Bartın Orman Fakültesi, 74100 – BARTIN, bulentkaygin@yahoo.com

### Özet

Bu çalışmada, kalınlığı 30 mm'den küçük, 30–60 mm arasında ve 60 mm'den büyük okaliptüs (*Eucalyptus camadulensis*) kerestelerinin, hazırlanan bilgisayar programı aracılığı ile kurutma cetvelleri oluşturulmuştur. Program, “kuruma eğimi” esasına göre işlem yapmaktadır. Program içerisinde okaliptüs dışında dünyada ticari öneme sahip yüzün üzerinde ağaç türüne ait veriler (ölgül ağırlık, LDN derecesi, ısıtma ve kurutma evresinde uygulanabilecek sıcaklıklar, %20'nin altında ve üstündeki kurutma eğimleri) hazır olarak bulunmaktadır. Bu programın avantajı kereste kalınlığı, başlangıç ve sonuç rutubeti, fırın tipi, hava hareket hızı ve kurutma kalitesi gibi parametrelerin kullanıcı tarafından girilebilmesi ve bu verilere göre kurutma cetvellerini yeniden oluşturabilmesidir. Ayrıca bu bilgisayar programı ile muhtemel kurutma süresi de tahmin edilebilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Okaliptüs, Bilgisayar Programı, Kurutma Cetveli

### Creation of Computer Aided Drying Schedules for Eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*)

#### Abstract

In this study, computer aided drying schedules were created for *Eucalyptus camadulensis* lumber as less than 30 mm thick, between 30-60 mm thick and larger than 60 mm. The software works on drying gradient basis. In this software users can find more than hundred other species' data (density, fiber saturation point, temperatures for warming up and drying periods, drying gradients for moisture contents above and fewer than 20%). Users can choose lumber thickness, initial and final moisture content, kiln type, air velocity and drying quality. It is an advantage of this software. The drying schedule can be shaped according to this data. Moreover, possible total drying duration can be predicted by this software.

**Keywords:** Eucalypt wood, Computer Software, Drying Schedule

### 1. Giriş

Ağaç malzeme birçok olumlu özelliğinin yanında istenmeyen bazı özelliklere de sahiptir. Organik bir madde olması sebebiyle çürümektedir. Kolay yanmaktadır. Kuru ise bünyesine su alarak, yaş ise su kaybederek boyutlarını değiştirmektedir (Kantay, 1993). Higroskopik bir madde olan ağaç malzeme, çevresindeki havanın sıcaklık ve bağıl nemine bağlı olarak içerisine su almakta veya çevresine su vermektedir. Higroskopik rutubet bölgesi olarak tanımlanan %0 ile %25–33 rutubet dereceleri arasında ağaç malzemenin boyutlarında ve hacminde rutubet alma ile genişleme, kuruma ile daralma meydana gelir (Kantay, 1993; Üçüncü, 1992; Örs, 1986).

Modern ağaç teknolojisi, ağaç malzemenin arzu edilmeyen söz konusu özelliklerini iyileştirici birçok yöntem geliştirmiştir. Odunun masif yapısını bozmadan arzu edilmeyen özellikleri iyileştirici teknik işlemlerin en önemlileri kurutma, buharlama, emprenye ve yüzey işlemleridir (Örs, 1986).

Kurutma, ağaç malzemenin içindeki sıvının dışarı atılması işlemidir. İyi ve doğru kurutulmuş ağaç malzemeye kazandırılan özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir (Aytekin ve ark., 1999).

1. İyi kurutulmuş ağaç malzeme kuruluk derecesi muhafaza edilirse çürümez. Çürümeye neden olan mantarların ağaç malzemedeki işlemini sürdürmesi için rutubet, sıcaklık ve oksijene beraberce ihtiyacı vardır. Bu faktörlerden birinin kontrol altında tutulması ile kerestenin çürümesini önlemek mümkündür. Kurutma ile rutubet faktörü kontrol altında tutulmaktadır.
2. İyi kurutulmuş kereste çok az çalır. Böylece çatlama, çarpılma, dönme gibi kusurların ortaya çıkma ihtimali azalır.

3. Doğru bir kurutma işlemi; kerestenin işlenmesini, düzgün boyutlar ve yüzeylerin elde edilmesini kolaylaştırır.
4. Kurutulmuş ahşap malzeme yapıştırma ve tutkallama işlemlerinde daha iyi sonuçlar verir.
5. Dış etkenlere karşı yapılan koruyucu yüzey işlemlerinin (örneğin emprenyeme) başarı oranını, doğru bir kurutma işlemi ile maksimum seviyelere çıkarmak mümkündür.
6. Kurutulmuş kerestenin direnci, sertliği, çivi ve boya tutma kabiliyeti artar.

Ağaç malzemenin kurutulmasında uygulanan esas metotlar doğal ve teknik kurutma olmak üzere iki çeşittir. Ancak bu iki esas kurutma arasında bir geçit teşkil eden hızlandırılmış doğal kurutma da bulunmaktadır. Doğal kurutma, açıkta, atmosferik şartlar altında, kurutmaya etkileyen dış faktörler değiştirilmeden yapılan kurutmadır. Bu kurutma şekli ile elde edilen sonuç rutubeti özellikle kapalı ve kaloriferle ısıtılan yerlerde kullanılan malzeme ve eşya için istenilen sonuç rutubeti bakımından yeterli değildir. Teknik kurutmada ise kurutma tesisleri kullanılmak suretiyle dış kurutma faktörleri değiştirilmekte ve ayarlanmakta, böylece kereste doğal kurutmaya nazaran daha düşük ve kullanım yerlerinin gerektirdiği sonuç rutubetlerine kadar kurutulabilmektedir (Berkel, 1978, Örs, 1986).

Teknik kurutmanın başarılı olabilmesi, fırında uygulanacak kurutma programına bağlıdır. Kurutma cetvelleri ve kurutma tabloları olarak adlandırılan kurutma programları teknik kurutma için son derece önemlidir. Biçilmiş ağaç malzemenin başlangıç rutubetinden sonuç rutubetine kadar çeşitli aşamalarında kurutma şartlarının ne şekilde ayarlanacağı, kurutmanın nasıl yönetileceği kurutma programlarında belirtilmektedir. Başarılı bir kurutma yapabilmek için kurutulacak ağaç türünün özellikleri, kalınlığı dikkate alınarak hazırlanmış ve denemelerle uygunluğu ispatlanmış bir kurutma programına ihtiyaç vardır (Aytekin, 1997).

Kurutma programları kurutma meylili (kurutma şiddeti) yardımı ile hazırlanmaktadır. Seçilecek bir kurutma meylili değeri, ortalama kereste rutubetine bölünerek o rutubet kademesinde uygulanacak denge rutubeti bulunmaktadır. Bulunan denge rutubetini sağlayan kuru termometre ve yaş termometre sıcaklığı ayarlanarak kurutma yapılmaktadır (Tablo 1) (Keylwerth, 1950; Kantay, 1980; 1993).

## 2. Materyal ve Metot

Kereste rutubeti ile denge rutubeti arasındaki düzenlemeler en basit şekilde kuruma eğimi esasına göre yapılmaktadır.

### 2.1. Denge Rutubetinin Belirlenmesi

Kuruma eğimi ( $\nabla_k$ ) kurutulmuş kerestenin kurutma sırasında herhangi bir andaki ortalama rutubetinin ( $r$ ), o anda kurutma fırınının sıcaklık ve bağıl nemine bağlı olarak oluşan denge rutubetine ( $r_d$ ) oranı olarak tarif edilmektedir. Kuruma eğimi kurutmanın şiddetini ifade eden boyutsuz bir değerdir.

Kuruma eğimi  $\nabla_k = \frac{r}{r_d}$  şeklinde ifade edilir.

Kurutma programlarının hazırlanmasında, lif doygunluğunun altındaki rutubet derecelerinde denge rutubeti bu eşitlik yardımı ile bulunmaktadır.

Kuruma eğiminin kurutma süresince sabit tutulması gerekmektedir. Kaliteli kurutmada, 30 mm'den daha kalın kerestelerin kurutulmasında yapraklı ağaçlar için yaklaşık olarak 1,5; iğne yapraklı ağaçlar için ise yaklaşık olarak 2,0 değeri tavsiye edilmektedir. Buna karşılık koruyucu olmayan şiddetli ve kurutma bakımından yüksek bir kurutma kalitesi istenmeyen hallerde 30 mm den daha kalın kerestelerin kurutulmasında yapraklı ağaçlar için 2,0-3,0; iğne yapraklı ağaçlar için ise yaklaşık olarak 3,0-4,0 kuruma eğimi değerleri önerilmektedir. Fakat son yıllarda aynı kurutma işleminde kereste rutubeti azaldıkça kuruma eğimi değerinin büyütüldüğü görülmektedir. Genellikle %20'ye kadar küçük, %20'den sonra daha büyük kuruma eğimi değeri uygulanmaktadır. Bu şekildeki uygulamalarda denge rutubeti fazla düşeceği için dikkatli olunması gerekmektedir.

I. Ulusal Okaliptüs Sempozyumu, 15-17 Nisan 2008, Tarsus

Tablo 1. Psikometrenin kuru termometre sıcaklık derecesi ile kuru ve yaş termometre sıcaklık dereceleri arasındaki farka göre bağıl nem ve denge rutubet yüzdeleri (Kollman, 1955).

fark	Kuru termometre sıcaklığı																
	20	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105
2	17.0	17.9	18.0	18.1	18.2	18.1	17.9	17.6	17.1	16.8	16.3	15.9	15.5	15.2	14.0	14.6	
	82	86	87	88	89	90	90	90	91	92	92	92	93	94	94	95	
3	14.2	15.4	15.8	16.0	15.9	15.8	15.6	15.3	15.0	14.7	14.4	14.1	13.8	13.0	13.2	13.0	
	73	79	80	82	83	84	85	86	87	88	88	89	89	89	90	90	
4	12.2	13.4	13.9	14.0	14.2	14.1	14.0	13.8	13.6	13.3	13.1	12.8	12.5	12.3	12.0	11.8	
	68	73	75	77	78	80	80	82	83	83	84	84	84	86	86	87	
5	10.6	11.8	12.1	12.4	12.6	12.7	12.7	12.5	12.3	12.1	12.0	11.6	11.4	11.1	11.0	10.8	
	60	67	70	73	74	75	77	77	78	79	79	80	81	82	83	83	
6	9.2	10.6	11.0	11.2	11.4	11.5	11.5	11.4	11.3	11.1	11.0	10.7	10.5	10.2	10.1	9.9	9.8
	51	60	64	67	69	71	73	74	75	76	76	77	77	78	79	80	81
7	8.2	9.6	10.0	10.3	10.6	10.7	10.7	10.6	10.5	10.3	10.1	9.9	9.7	9.5	9.3	9.1	9.0
	45	55	59	63	64	66	68	70	71	73	73	74	74	75	77	78	79
8	7.2	8.8	9.2	9.5	9.7	9.8	9.9	9.8	9.7	9.6	9.5	9.3	9.1	9.0	8.8	8.6	8.5
	38	50	54	56	60	63	64	66	66	68	69	71	72	72	73	74	75
9	6.1	8.0	8.4	8.8	9.0	9.2	9.3	9.2	9.1	9.0	8.8	8.7	8.5	8.4	8.2	8.1	7.9
	30	45	49	53	55	58	60	63	64	65	65	67	69	69	70	72	73
10	5.0	7.2	7.7	8.2	8.5	8.6	8.7	8.7	8.5	8.5	8.3	8.2	8.0	7.9	7.7	7.5	7.5
	25	40	45	48	52	54	57	58	60	63	63	65	66	67	68	68	70
11	4.0	6.1	7.2	7.6	8.0	8.0	8.1	8.1	8.0	8.0	7.8	7.7	7.5	7.4	7.3	7.1	7.0
	18	35	40	44	47	50	54	55	57	58	58	62	63	64	65	66	67
12	2.9	5.8	6.5	7.0	7.4	7.5	7.6	7.7	7.5	7.5	7.3	7.2	7.1	7.0	6.9	6.7	6.7
	12	30	37	40	44	46	50	53	54	55	55	59	60	62	63	63	64
13	1.7	5.0	5.9	6.4	6.8	7.0	7.1	7.2	7.1	7.0	7.0	6.8	6.7	6.6	6.5	6.4	6.3
	5	25	33	36	40	43	46	49	51	53	53	56	57	58	60	61	62
14		4.3	5.3	5.9	6.3	6.6	6.7	6.7	6.7	6.7	6.6	6.5	6.4	6.3	6.2	6.0	5.9
		20	27	33	36	40	43	46	48	50	50	53	55	56	58	58	60
15		3.6	4.7	5.3	5.9	6.2	6.3	6.4	6.4	6.4	6.3	6.2	6.1	6.0	5.9	5.8	5.7
		16	24	29	33	37	40	44	45	47	47	51	53	54	55	56	58
16		2.9	4.1	4.9	5.4	5.7	5.9	6.0	6.0	6.0	5.9	5.9	5.8	5.7	5.5	5.5	5.4
		12	20	26	30	34	38	40	43	45	46	49	50	52	53	53	55
18		1.1	3.0	3.9	4.5	4.9	5.2	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.3	5.2	5.1	5.0	5.0
		5	13	19	24	28	32	34	37	39	39	43	45	47	49	49	51
20				3.0	3.8	4.2	4.6	4.8	4.8	4.9	4.9	4.9	4.9	4.8	4.8	4.7	4.6
				13	19	24	27	30	33	35	35	39	41	43	43	46	47
22				1.8	2.9	3.5	3.9	4.2	4.3	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.3	4.3
				8	13	18	23	25	28	31	33	35	37	38	40	42	43
24						2.8	3.3	3.7	3.9	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.9
						13	18	22	24	27	27	32	33	34	36	38	39
26						2.1	2.7	3.1	3.4	3.5	3.6	3.7	3.7	3.7	3.7	3.6	3.6
						9	13	18	21	23	26	28	30	32	33	35	37
28						1.4	2.2	2.6	2.9	3.1	3.2	3.2	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
						5	9	13	17	20	23	26	27	28	30	32	33
30						1.5	2.1	2.4	2.7	2.8	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
						6	10	13	18	20	23	23	26	27	28	31	

Tablo 1 kuru termometre sıcaklık derecesi ile kuru ve yaş termometre sıcaklık dereceleri arasındaki farka (psikometrik fark) göre bağıl nem yüzdelerinin ve denge rutubet miktarının bulunması için düzenlenmiştir.

## 2.2. Kurutma Süresinin Hesaplanması

Bugüne kadar kurutma süresinin bulunmasında birçok grafik ve hesap yöntemi geliştirilmiş olup, bunlar yaklaşık sürelerin bulunmasında kullanılmıştır. Bilindiği gibi kurutma süresi ( $Z_t$ ); Isıtma periyodu ( $Z_1$ ), esas kurutma periyodu ( $Z_k$ ) ve dengeleme periyodu ( $Z_d$ ) sürelerinin toplamına eşittir.

$$Z_t = Z_1 + Z_k + Z_d \quad (1)$$

## 2.3. Isıtma Periyodu Süresi ( $Z_1$ )`nin Hesaplanması

Isıtma periyodu süresinin hesaplanması kolay olup numaralı eşitlikte görüldüğü gibi kereste kalınlığı  $e$  (mm) ile  $f_1=0.1$  katsayısı çarpılır.

$$Z_1 = e \cdot f_1 \quad (2)$$

Eşitlikte ( $e$ ) mm olarak kereste kalınlığıdır. ( $f_1$ ) ise, bir katsayı olup değeri ortalama 0.1 (saat/mm)`dir. Fakat güç kuruyan yapraklı ağaçlarda bu katsayının 0.15 (saat/mm) alınması daha uygundur.

## 2.4. Kurutma Periyodu Süresi ( $Z_k$ )`nin Hesaplanması

Kurutma süresinin bulunması için literatürde daha çok aşağıdaki eşitlikten faydalanılmaktadır.

$$Z_k = \frac{1}{\alpha} (\ln r_b - \ln r_s) \left(\frac{e}{25}\right)^{1.5} \frac{65}{T} \left(\frac{1.5}{v}\right)^{0.6} \quad (3)$$

Eşitlikte,  $1/\alpha$  kurutulmuş kerestenin özgül ağırlığına bağlı bir katsayıdır.  $r_b$  ve  $r_s$  kerestenin başlangıç ve sonuç rutubeti (%),  $\ln$  ise doğal logaritmadır.  $e$ , mm olarak kerestenin kalınlığıdır.  $T$  sıcaklık ( $C^\circ$ ) olup,  $v$  istif katları arasındaki hava hareket hızı (m/sn) dir.

Kurutma periyodu genellikle başlangıçtan lif doygunluğuna ve lif doygunluğundan sonuç rutubetine kadar olmak üzere iki kademede uygulanmakta ve buna bağlı olarak da kurutma periyodu süresi iki kademede hesaplanmaktadır.

## 2.5. Dengeleme Periyodu Süresi ( $Z_d$ )`nin Hesaplanması

Dengeleme periyodu aşağıda verilen numaralı eşitlik yardımıyla kolayca bulunabilir.

$$Z_d = Z_k \cdot f_d \quad (4)$$

Eşitlikte,  $Z_k$  esas kurutma süresi (saat),  $f_d$  ise bir katsayı olup, kurutmada istenilen kaliteye ve fırının metal veya kargir oluşuna göre değişmektedir.

Metal fırınlarda;  $f_d = 0.2-0.6$

Metal fırınlarda kaliteli (koruyucu) bir kurutma için  $f_d=0.4$  alınabilir

Kargir fırınlarda;

Hava hareket hızı  $v > 2$  m/sn ise  $f_d=0.2-0.45$

Hava hareket hızı  $v < 2$  m/sn ise  $f_d=0.1-0.3$

### 3. Bulgular

Yapılan çalışma sonunda hazırlanan bilgisayar programı ile okaliptüs (*Eucalyptus camadulensis*) kerestelerine ait üç farklı kalınlık için aşağıdaki kurutma cetvelleri oluşturulmuştur.

#### 3.1. Cetvel I (20 mm kalınlık)

İlk cetvelde kereste kalınlığı 20 mm olarak alınmıştır. Kurutma cetveli ve detayları aşağıdadır.

Tablo 2. 20 mm kalınlıktaki okaliptüs (*E. camadulensis*) için kurutma cetveli

Kereste kalınlığı	: 20 mm						T <sub>1</sub> : 35°C
Başlangıç rutubeti:	: %50						T <sub>2</sub> : 50°C
Sonuç rutubeti	: %7						TG <sub>1</sub> : 1,6
Özgül Ağırlık	: 0,809 gr/cm <sup>3</sup>						TG <sub>2</sub> : 2,2
Kereste Rutubeti	Kurutma Eğimi	Denge Rutubeti	Kuru Termometre	Yaş Termometre	Psikometrik Fark	Bağıl Nem	
-	-	-	20	19,0	1,0	94,0	
-	-	-	25	23,5	1,5	89,0	
-	-	-	30	28,0	2,0	86,0	
-	-	16,9	35	32,5	2,5	83,3	
50 - 30	-	16,9	35	32,5	2,5	83,5	
-	-	16,0	40	37,0	3,0	82,0	
-	-	15,9	45	42,0	3,0	83,0	
-	-	15,0	50	46,5	3,5	82,0	
30	1,6	18,8	50	46,5	3,5	82,0	
27	1,6	16,9	50	47,5	2,5	87,0	
24	1,6	15,0	50	46,5	3,5	82,0	
21	1,6	13,1	50	45,5	4,5	77,5	
18	2,2	8,2	50	39,5	10,5	52,0	
15	2,2	6,8	50	36,5	13,5	41,0	
12	2,2	5,5	50	33,0	17,0	31,0	
9	2,2	4,1	50	29,0	21,0	21,0	
		7,0	50	37,0	13,0	43,0	

Başlangıç rutubeti %50, sonuç rutubeti ise %7 olarak ayarlanmıştır. Sıcaklık değerleri sırasıyla 35°C ve 50°C olarak belirlenmiş, kurutma meyli ise sırasıyla 1,6 ve 2,2 olarak ayarlanmıştır (Tablo 2). Kurutma süresi Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. 20 mm kalınlıktaki okaliptüs (*E. camadulensis*) için kurutma süresi

Periyotlar	Süreler (saat)
Ön Isıtma	2,5
Kurutma I	31,9
Kurutma II	63,7
Dengeleme	38,2
Toplam	136,4
5 gün 16 saat	

#### 3.2. Cetvel II (30-60 mm arası kalınlık)

İkinci cetvelde kereste kalınlığı 50 mm olarak alınmıştır. Başlangıç rutubeti %55, sonuç rutubeti ise %14 olarak ayarlanmıştır. Sıcaklık değerleri sırasıyla 35°C ve 40°C olarak belirlenmiş, kurutma meyli ise sırasıyla 1,6 ve 2,2 olarak ayarlanmıştır (Tablo 4). Kurutma süresi Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 4. 50 mm kalınlıktaki okaliptüs (*E. camadulensis*) için kurutma cetveli

Kereste kalınlığı : 50 mm				T <sub>1</sub> : 35°C		
Başlangıç rutubeti: : %55				T <sub>2</sub> : 40°C		
Sonuç rutubeti : %14				TG <sub>1</sub> : 1,6		
Özgül Ağırlık : 0,873 gr/cm <sup>3</sup>				TG <sub>2</sub> : 2,2		
Kereste Rutubeti	Kurutma Eğimi	Denge Rutubeti	Kuru Termometre	Yaş Termometre	Psikometrik Fark	Bağlı Nem
-	-	-	20	19,0	1,0	94,0
-	-	-	25	23,5	1,5	89,0
-	-	-	30	28,0	2,0	86,0
-	-	16,9	35	32,5	2,5	83,5
55 - 30	-	16,9	35	32,5	2,5	83,5
-	-	16,0	40	37,0	3,0	82,0
-	-	16,0	40	37,0	3,0	82,0
-	-	15,0	40	36,5	3,5	79,5
30	1,6	18,8	40	36,5	3,5	79,5
28	1,6	17,5	40	37,5	2,5	85,0
26	1,6	16,3	40	37,5	2,5	85,0
24	1,6	15,0	40	36,5	3,5	79,5
22	1,6	13,8	40	35,5	4,5	75,0
20	1,6	12,5	40	35,5	4,5	75,0
18	2,2	8,2	40	29,5	10,5	56,0
16	2,2	7,3	40	28,5	11,5	42,0
14		14,0	40	36,0	13,0	77,0

Tablo 5. 50 mm kalınlıktaki okaliptüs (*E. camadulensis*) için kurutma süresi

Periyotlar	Süreler (saat)
Ön Isıtma	5,0
Kurutma I	118,1
Kurutma II	130,0
Dengeleme	99,2
Toplam	352,3
14 gün 16 saat	

### 3.3. Cetvel III (60 mm kalınlıktan fazla)

İlk cetvelde kereste kalınlığı 65 mm olarak alınmıştır. Başlangıç rutubeti %60, sonuç rutubeti ise %14 olarak ayarlanmıştır. Sıcaklık değerleri sırasıyla 35°C ve 50°C olarak belirlenmiş, kurutma meyli ise sırasıyla 2,0 ve 2,6 olarak ayarlanmıştır (Tablo 6). Kurutma süresi ise Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. 65 mm kalınlıktaki okaliptüs (*Eucalyptus camadulensis*) için kurutma süresi

Periyotlar	Süreler (saat)
Ön Isıtma	6,0
Kurutma I	207,2
Kurutma II	170,8
Dengeleme	151,2
Toplam	535,2
22 gün 7 saat	

Tablo 6. 65 mm kalınlıktaki okaliptüs (*Eucalyptus camadulensis*) için kurutma cetveli

Kereste kalınlığı	: 65 mm	T <sub>1</sub> : 35°C				
Başlangıç rutubeti:	: %60	T <sub>2</sub> : 40°C				
Sonuç rutubeti	: %14	TG <sub>1</sub> : 2,0				
Özgül Ağırlık	: 0,873 gr/cm <sup>3</sup>	TG <sub>2</sub> : 2,6				
Kereste Rutubeti	Kurutma Eğimi	Denge Rutubeti	Kuru Termometre	Yaş Termometre	Psikometrik Fark	Bağlı Nem
-	-	-	20	19,0	1,0	94,0
-	-	-	25	23,5	1,5	89,0
-	-	-	30	28,0	2,0	86,0
-	-	16,9	35	32,5	2,5	83,5
60 - 30	-	16,9	35	32,5	2,5	83,5
-	-	16,0	40	37,0	3,0	82,0
-	-	16,0	40	37,0	3,0	82,0
-	-	15,0	40	36,5	3,5	79,5
30	2,0	15,0	40	36,5	3,5	79,5
28	2,0	14,0	40	36,0	4,0	77,0
26	2,0	13,0	40	35,5	4,5	75,0
24	2,0	12,0	40	34,5	5,5	70,5
22	2,0	11,0	40	33,5	6,5	65,0
20	2,0	10,0	40	32,5	7,5	59,0
18	2,6	6,9	40	27,5	12,5	38,0
16	2,6	6,2	40	26,5	13,5	34,5
14		14,0	40	36,0	4,0	77,0

### 3.4. Hazırlanan Bilgisayar Programı ile ilgili Bulgular

Konu ile ilgili geliştirilen bilgisayar programı çalıştırıldığında aşağıdaki ekran belirir. İlk etapta ağaç türü ve kalınlığı girildiğinde, bu ağaç türüne ait sıcaklık, lif doygunluğu noktası gibi değerler bulunarak ekranda gösterilir (Şekil 1).

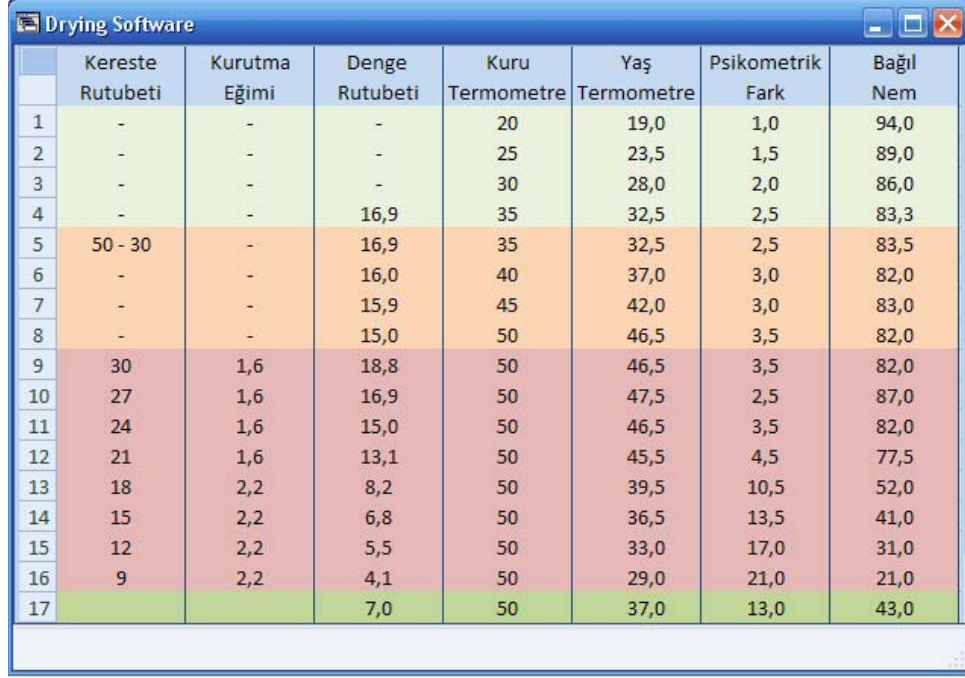
The screenshot shows a software window titled 'Drying Software'. It contains several input fields and dropdown menus for configuring drying parameters. The 'Ağaç Türü' (Wood Species) field is set to 'Eucalyptus Camadulensis'. Other fields include 'Kereste Kalınlığı' (25), 'Başlangıç Rutubeti' (50), 'Sonuç Rutubeti' (7), 'Özgül Ağırlık' (0,809), 'LDN Derecesi' (30), 'Sıcaklık T1' (35), 'Sıcaklık T2' (50), 'Kurutma Eğimi > %20' (1,6), 'Kurutma Eğimi < %20' (2,2), 'Fırın Tipi' (Metal), 'Hava Hareket Hızı' (3), and 'Kurutma Kalitesi' (Normal).

Şekil 1. Program içerisinde veri giriş penceresi

Ağaç türü yazılmaya başlandığı sırada, eğer kayıtlı ağaç türlerinde bu isime benzeyenler varsa bunlar da ekranda ticari ve latince adları ile birlikte görülür. Burada lif doygunluğu noktası II. kurutma aşamasına geçiş noktası olduğu için mutlaka belirlenmelidir. Bu bilgi, girilen ağaç türü için kayıtlar arasından



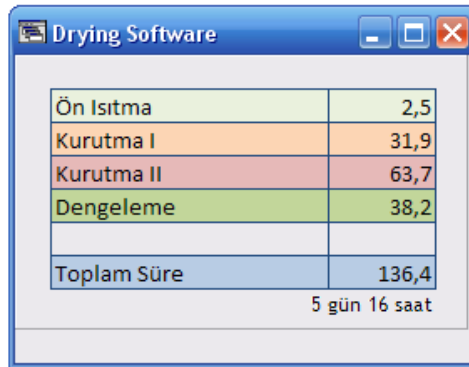
bulunamıyorsa %28 olarak tespit edilir. Bunun gibi kayıtlarda bulunmayan veriler için ortalama değerler belirlenir. İstenirse bu veriler kullanıcı tarafından gerçek değerleri ile değiştirilebilirler. Gerekli veriler girildikten sonra uygun bir kurutma programının oluşturulması için F5 tuşuna basılır. Belirtilen kalınlıktaki ağaç türü için bir kurutma programı belirlenir (Şekil 2).



	Kereste Rutubeti	Kurutma Eğimi	Denge Rutubeti	Kuru Termometre	Yaş Termometre	Psikometrik Fark	Bağıl Nem
1	-	-	-	20	19,0	1,0	94,0
2	-	-	-	25	23,5	1,5	89,0
3	-	-	-	30	28,0	2,0	86,0
4	-	-	16,9	35	32,5	2,5	83,3
5	50 - 30	-	16,9	35	32,5	2,5	83,5
6	-	-	16,0	40	37,0	3,0	82,0
7	-	-	15,9	45	42,0	3,0	83,0
8	-	-	15,0	50	46,5	3,5	82,0
9	30	1,6	18,8	50	46,5	3,5	82,0
10	27	1,6	16,9	50	47,5	2,5	87,0
11	24	1,6	15,0	50	46,5	3,5	82,0
12	21	1,6	13,1	50	45,5	4,5	77,5
13	18	2,2	8,2	50	39,5	10,5	52,0
14	15	2,2	6,8	50	36,5	13,5	41,0
15	12	2,2	5,5	50	33,0	17,0	31,0
16	9	2,2	4,1	50	29,0	21,0	21,0
17			7,0	50	37,0	13,0	43,0

Şekil 2. Kurutma cetvelini gösteren pencere

Süre düğmesine tıkladığında ya da F3 tuşuna basıldığında kurutulacak türün kurutma süresi de kolaylıkla hesaplanabilmektedir. Ön ısıtma, kurutma ve dengeleme periyotları için ayrı ayrı süreler hesaplanıp bir pencere içerisinde gösterilmektedir (Şekil 3).



Kurutma Süresi	Süre
Ön Isıtma	2,5
Kurutma I	31,9
Kurutma II	63,7
Dengeleme	38,2
Toplam Süre	136,4

5 gün 16 saat

Şekil 3. Kurutma süresini gösteren pencere

#### 4. Sonuç ve Değerlendirme

Geliştirilen program sayesinde kurutmanın seyrine müdahale etmek ve fırındaki iklim Őartlarını değiştirmek mümkündür. Ancak, kurutulan ağaç türü için belirlenen kurallar dışına çıkıldığında, örneğin kollaps oluşumu tehlikesi olan okalıptüs türü kurutuluyorsa sıcaklığın 60°C'nin altında tutulması uygun görüldüğü halde bu sıcaklık yükseltilirse, program bu durumu bildirmektedir.

Uygulanan kurutma programı başarıya ulaştığında, yani başarılı bir kurutma gerçekleştiğinde bu ağaç türü için programı kaydetmek mümkündür. Böylece daha sonra yine aynı ağaç türü için aynı veya farklı

kalınlıktaki kerestelerin kurutulması söz konusu olunca bu program hafızaya yüklenerek tekrar uygulanabilir.

Bilgisayar programı içerisinde yapraklı ve iğne yapraklı olmak üzere yaklaşık 150 değişik ağaç türüne ait bilgiler bulunmaktadır. Daha önce de belirtildiği üzere ağaç türü hakkında gerekli verilerin tespit edilememesi veya kayıtlarda bulunamaması halinde program, bu veriler için öngörülen ortalama değerleri kullanmaktadır. Kayıtlar arasında bulunmayan herhangi bir ağaç türünün kurutulması gerektiği zaman, bu ağaç türü ile ilgili bilgiler girilip, bu ağaç türü de kayıtlar arasına dâhil edilebilmektedir. Kurutulacak türün kurutma süresi de kolaylıkla hesaplanabilmektedir.

Bu çalışmada okaliptüs ağaç türüne ait üç adet kurutma programı bilgisayar programı tarafından hazırlanmıştır. Daha önce denemeleri yapılan çalışmalar ile kıyaslandığında bilgisayar programının gerçek şartlara uygun bir kurutma programı hazırladığı görülmüştür. Kantay ve arkadaşları (1999) tarafından yapılan bir çalışmada kurutulan okaliptüs kerestelerinin 20 ve 50 mm kalınlıktaki kurutma cetvelleri ile bilgisayar paket programının kurutma cetvelleri birebir örtüşmektedir.

Aynı ağaç türüne ait kereste istiflerinin dahi farklı bir kurutma seyri izlemesi mümkün olduğundan hazırlanan kurutma cetvellerinin bir parti için başarılı olması demek tüm partiler için de başarıyla uygulanabileceği anlamına gelmemektedir. Bu konu göz ardı edilmemelidir. Bu amprik çalışma, kullanıcılara bir fikir vermek ve kurutma fırınına verimli bir şekilde kullanmalarını sağlamak için hazırlanmıştır.

## 5. Kaynaklar

- Aytekin, A., 1997, Kereste Kurutma Fırınları için Kurutma Programlarının Bilgisayarla Hazırlanması, Karadeniz teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 110 s. Trabzon.
- Aytekin, A., Kaygın, B., Gündüz, G., Karayılmazlar, S., Özşahin, Ş., (1999), Preparing Drying Schedules of *Fraxinus excelsior* L. by Computer Program, New and Nontraditional Plants and and Prospects of Their Utilization, International Symposium, 21-25 June, Pushino-Moscow.
- Berkel, A., 1978, Kerestenin Doğal ve Hızlandırılmış Doğal Kurutulması Tekniği, İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 2488, Orman Fakültesi, Yayın No: 266, İstanbul.
- Kantay, R., 1980, Ağaç Malzemenin Yüksek Sıcaklık Derecelerinde Kurutulması. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi B Serisi, Cilt 30, Sayı 2, Sayfa 134-151.
- Kantay, R., 1993. Kereste Kurutma ve Buharlama. Ormancılık Eğitim ve Kültür Vakfı, Yayın No: 6, İstanbul.
- Kantay, R, As, N., Ünsal, Ö. (1999), Okaliptüs (*Eucalyptus camadulensis* Dahn.) Kerestesinin Teknik Kurutma Özellikleri, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, DOA Dergisi, Sayı: 5, Tarsus.
- Keylwerth, R., 1950. Trocknungsefaelle und die Steuerung von Holz-trockenanlage. Holz-Zentralblatt, Jg. 76, Nr. 36, S. 375.
- Kollman, F., 1955, Technologie des Holzes und Wekstoffe, 2. Bd. Springer Verlag, Berlin.
- Örs, Y., 1986, Kurutma ve Buharlama Tekniği, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Ders Notlar Serisi, No: 15, Trabzon.
- Üçüncü, K., 1992, Kereste Kurutmada Güneş Enerjisinden Yararlanma, ORENKO 92, I. Ulusal Orman Ürünleri Kongresi, Bildiri Metinleri, Cilt I, 249-264, 22-25 Eylül 1992, Trabzon.